

# الطابعي

## 2019

# الكيمياء

## للمصف السادس العلمي

### الاحيائي

طبعة  
كاملة

### مميزات الملزمة

تعنىك عن الكتاب والمدرس الخصوصي  
تعتبر ذهبية للاسئلة الوزارة من 2013 لغاية 2018  
شرح مفصل وملاحظات كافية و وافية  
خطوات حل لكل موضوع مع كيفية تمييز السؤال  
ملاحظات وشرح بالعامية مع تصانح مختلفة

# Chemistry



# 1313\*



1 1313

إعداد الأستاذ  
**هاشم الفرباوي**

07709702369



بعض النصائح المهمة حول الفصل الأول (علم الثرموداينمك)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

- ١- مسائل السعر
- ٢- مسائل قانون هيس
- ٣- تعاليل علاقة كبس

ملخص الفصل الأول

يتمحور الفصل الاول حول ثلاث دوال حالة هما  $\Delta H_{r,0}$  و  $\Delta S_{r,0}$  و  $\Delta G_{r,0}$  حيث

١- اثنالي التفاعل  $\Delta H_r^0$  نستخرجه من

أ- من السعر  $q_{KJ/mol} = \Delta H_{r,0}$  ( ناتج الخطوة الخامسة يمثل  $\Delta H_{r,0}$  )

ب- من مجموع اثناليات التكوين  $\Delta H_f^0$

$$\Delta H_{r,0} = \sum n \Delta H_{f,0}^0 (\text{PRODUCTS}) - \sum n \Delta H_{f,0}^0 (\text{REACTION})$$

ج- علاقة كبس  $\Delta H_{r,0} = \Delta G + T\Delta S$

٢- التغير في الاثروبوي  $\Delta S_r^0$  للتفاعل نستخرجه من

أ- علاقة كبس  $\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G_r^0}{T}$

ب- مجموع الاثروبوي للتفاعل

$$\Delta S_r^0 = \sum n S_{(P)}^0 - \sum n S_{(R)}^0$$

٣- طاقة كبس الحررة يمكن ان نستخرجها من

أ- علاقة كبس  $\Delta G_r^0 = \Delta H_r^0 - T\Delta S_r^0$

ب- مجموع طاقات كبس الحررة للتكوين القياسية

$$\Delta G_r^0 = \sum n \Delta G_{f(P)}^0 - \sum n \Delta G_{f(R)}^0$$





## الفصل الاول الترموداينمك

### علم الترموداينمك

1-1

#### \* تعريف علم الترموداينمك

هو علم يهتم بدراسة الطاقة وتحولاتها نحو أكبر قدر ممكن من الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود الى طاقات اخرى .

#### • الظواهر التي يفسرها علم الترموداينمك ؟

- 1- سبب حدوث التفاعلات الكيميائية .
- 2- التنبؤ بحدوث تغيرات كيميائية او فيزيائية عندما توجد مادة او اكثر عند شروط معينة .
- 3- حدوث بعض التفاعلات التلقائية والغير تلقائية عند نفس الظروف .
- 4- سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات .

**تقسم الطاقة الى :**  
 1- طاقة كامنة : الطاقة المخزونة في المواد  
 2- طاقة حركية : طاقة في معظم الاجسام المتحركة

### درجة الحرارة

2-1

1- وحدة الجول : ويرمز لها بالرمز J .

$$1J = 1Kg \cdot m^2 / s^2$$

2- الطاقة الحركية KE : هي حاصل ضرب نصف في الكتلة في مربع سرعته .

كيلوغرام = kg

متر = m

ثانية = s

$$KE = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

3- درجة الحرارة : - بوحدة الكلفن :

$$T_{(k)} = t_{c^{\circ}} + 273$$

مثال // ماكتلة جسم يتحرك 6 متر خلال 2 ثانية علما ان الطاقة الحركية = 18

$$KE = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

الحل //

$$18 = \frac{1}{2} m * \left(\frac{6}{2}\right)^2$$

$$18 = \frac{1}{2} m * 9 \Rightarrow 9m = 36$$

$$m = \frac{36}{9} = 4kg$$





بعض المصطلحات الثرموداينمكية

3-1

- ١- النظام : هو جزء معين من الكون نهتم بدراسته يتكون من المواد المشتركة في حدوث التفاعل الكيميائي او التغير الفيزيائي .
- ٢- المحيط : كل ما يحيط بالنظام ويؤثر عليه .
- ٣- المجموعة : هي النظام + المحيط

يقسم النظام الى

هو النظام الذي تسمح حدوده تبادل المادة والطاقة مع المحيط مثل اناء معدني مفتوح يحوي ماء مغلي	النظام المفتوح :	١-
هو النظام الذي تسمح حدوده تبادل الطاقة فقط ولا تسمح بتبادل المادة مع المحيط مثل اناء معدني مغلق .	النظام المغلق :	٢-
هو النظام الذي لا تسمح حدوده تبادل المادة ولا الطاقة مع المحيط مثل الثرموس .	النظام المعزول :	٣-

الحرارة

4-1

هي شكل من أشكال الطاقة الشائعة في حياتنا اليومية ويرمز لها بالرمز (q) وتقاس بالجول وهي تمثل انتقال الطاقة الحرارية من جسم الى آخر ،

الحرارة النهائية =  $T_f$   
الحرارة الابتدائية =  $T_i$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

• درجة الحرارة : هي مقياس الطاقة الحرارية

$$1) q \propto \Delta T$$

• بما ان التناسب بين الحرارة (q) والتغير في درجة الحرارة  $\Delta T$

$$2) q = C \times \Delta T$$

✚ يحول التناسب الى مساواة بضرب  $\Delta T$  ثابت التناسب

✚ ثابت التناسب يدعى السعة الحرارية C

$$3) C = S \times m$$

\* ترتبط السعة الحرارية بالحرارة النوعية S بالعلاقة

$$4) q(g) = S_{(J/g \cdot C^{\circ})} \times m_{(g)} \times \Delta T_{(C^{\circ})}$$

✚ نعوض معادلة 3 في معادلة 2 ونحصل على

السعة الحرارية: هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة m مقدره بالفرام (g) من اي مادة درجة سيليزية واحدة ويرمز لها بالرمز C وحدتها  $J/C^{\circ}$





**الحرارة النوعية:** هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من اي مادة درجة سيليزية واحدة ويرمز لها بالرمز (S) وبعدها  $J/g \cdot c^0$

ملاحظات خاصة لمسائل q الحرارة المنبعثة او الناتجة او المتحررة نستخدم القوانين

(1)  $q = C * \Delta T$  اذا اعطى او طلب السعة الحرارية = C

(2)  $q = S * m * \Delta T$  اذا اعطى او طلب حرارة نوعية = S

(3)  $C = S * m$  اذا اعطى حرارة نوعية وطلب سعة حرارية او بالعكس

**تمرين 1-1**

تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم Mg كتلته 10(g) من 25 الى 45 c<sup>0</sup> مع اكتساب حرارة 205 J احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم ؟

الحل // بما انه طلب حرارة نوعية نستخدم القانون :

$$q(J) = S(J/g \cdot c^0) * m(g) * \Delta T(c^0)$$

$$205(J) = S(J/g \cdot c^0) * 10(g) * 20(c^0)$$

$$S(J/g \cdot c^0) = \frac{205(J)}{10(g) * 20(c^0)}$$

$$S(J/g \cdot c^0) = 1.025$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$\Delta T = 45 - 25$$

$$\Delta T = 20 c^0$$

**مثال 1-1**

ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلتها 870g من 5 c<sup>0</sup> الى 95 c<sup>0</sup> ؟ علماً ان الحرارة النوعية للحديد  $0.45 J/g \cdot c^0$ .

الحل // بما انه اعطى حرارة نوعية نستخدم القانون :

$$q(J) = S(J/g \cdot c^0) * m(g) * \Delta T(c^0)$$

$$q(J) = 0.45(J/g \cdot c^0) * 870(g) * 90(c^0)$$

$$q(J) = 35235(J)$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$\Delta T = 95 - 5$$

$$\Delta T = 90 c^0$$

\*اذا طلب الحرارة بالكيلو جول KJ نقسم على 1000

**سيكون حل اسئلة الفصل مع المواضيع الخاصة بها**

**سؤال 11-1**

احسب كمية الحرارة المنبعثة بوحدة KJ من 350 g من الزئبق عند تبريدها من 77 c<sup>0</sup> الى 12 c<sup>0</sup> علماً ان الحرارة النوعية للزئبق  $0.14 J/g \cdot c^0$

الحل //

$$q(J) = S(J/g \cdot c^0) * m(g) * \Delta T(c^0)$$

$$q(J) = 0.14(J/g \cdot c^0) * 350(g) * (-65)(c^0)$$

$$q(J) = -3185$$

$$q(KJ) = \frac{-3185}{1000} = -3.185KJ$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$\Delta T = 12 - 77$$

$$\Delta T = -65 c^0$$

**سؤال 9-1**

قطعة من الفضة كتلتها 360g وسعتها الحرارية  $86 J/c^0$  احسب حرارتها النوعية ؟

الحل // العلاقة بين السعة والحرارية والحرارة النوعية هي

$$C(J/c^0) = S(J/g \cdot c^0) * m(g)$$

$$86(J/c^0) = S(J/g \cdot c^0) * 360(g)$$

$$S(J/g \cdot c^0) = \frac{86(J/c^0)}{360(g)} = 0.24 (J/g \cdot c^0)$$





سؤال 10-1

قطعة من النحاس كتلتها 6 g سخنت من 21 C الى 124 C احسب كمية الحرارة بوحدة الكيلو جول KJ . اذا علمت ان الحرارة النوعية للنحاس (  $0.39 \text{ J/g} \cdot \text{c}^0$  )

الحل/

واجب // 0.24 KJ

سؤال 12-1

اذا تم رفع درجة الحرارة 34g من الايثانوك من  $25 \text{ c}^0$  الى  $79 \text{ c}^0$  احسب الحرارة المتصه بواسطة الايثانوك علما ان الحرارة النوعية للايثانوك ( $2.44 \text{ J/g} \cdot \text{c}^0$ )

واجب // 4479 J

سؤال 13-1

سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 g من درجة حرارة  $25 \text{ c}^0$  الى  $40 \text{ c}^0$  مما أدى الى امتصاص حرارة مقدارها 5700J احسب الحرارة النوعية لهذه المادة

الحل // نستخدم قانون الحرارة النوعية  $q(J) = S_{(J/g \cdot c^0)} \cdot m_{(g)} \cdot \Delta T_{(c^0)}$

واجب ج //  $2.45 \text{ J/g} \cdot \text{c}^0$

سؤال 14-1

4.5 g من عبيبات الذهب امتصت 276 J عند تسخينها فاذا علمت ان الحرارة الابتدائية  $25 \text{ c}^0$  احسب درجة الحرارة النهائية التي سخنت اليها علم ان الحرارة النوعية للذهب  $0.13 \text{ J/g} \cdot \text{c}^0$  ؟

الحل //

$$q(J) = S_{(J/g \cdot c^0)} \cdot m_{(g)} \cdot \Delta T$$

$$276(J) = 0.13_{(J/g \cdot c^0)} \cdot 4.5_{(g)} \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{276(J)}{0.13_{(J/g \cdot c^0)} \cdot 4.5_{(g)}} = 471.8 \text{ c}^0$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$471.8 \text{ c}^0 = T_f - 25 \text{ c}^0$$

$$T_f = 471.8 + 25$$

$$T_f = 496.8 \text{ c}^0$$





### حرارة التفاعل التغير في الانتالبي

5-1

العمليات الكيميائية إما تجري عند ضغط ثابت او حجم ثابت حيث التي تجري عند ضغط ثابت تقاس بشكل اسهل من التي تقاس عند حجم ثابت .

**التغير في الانتالبي  $\Delta H$**  : هو دالة حالة ثرموداينمكية وخاصية شاملة تمثل كمية الحرارة المتصدة او المنبعثة و المقاسة في ثبوت الضغط

$$\Delta H_r = \Delta H_p - \Delta H_R$$

$\Delta H_r$  : انتالبي التفاعل

$\Delta H_p$  : انتالبي النواتج

$\Delta H_R$  : انتالبي المتفاعلات

\* ملاحظة عند ثبوت الضغط فالحرارة = انتالبي التفاعل  $\Delta H = q_p$

$q_p$  : الحرارة بثبوت الضغط

$\Delta H$  : انتالبي التفاعل

ملاحظة :

١- اذا كانت قيمة انتالبي التفاعل سالبة فأن التفاعل باعك للحرارة  $\Delta H = -$

٢- اذا كانت قيمة انتالبي التفاعل موجبة فأن التفاعل ماص للحرارة  $\Delta H = +$

### دالة الحالة

6-1

**سؤال 4-1** ماذا نعني بدالة الحالة

هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق او المسار الذي يسلكه التفاعل .

ملاحظة :

لا يمكن قياس القيمة المطلقة للدوال ولكن يمكن قياس مقدار التغير لهذه الدوال

$$\Delta H_r = \Delta H_F - \Delta H_i$$

ابتهائي نهائي





الخواص العامة للمواد

7-1

تقسم الخواص الى نوعين

الخواص المركزة	الخواص الشاملة
هي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة في النظام مثل الكثافة ودرجة الحرارة والحرارة النوعية	وهي الخواص التي تعتمد على كمية المادة في النظام مثل الكتلة والحجم و $\Delta H$ و $\Delta S$ و $\Delta G$

علك // الاتتالي دالة حالة وهو خاصية شاملة ؟

ج // لأنها تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام ولا تتغير بتغير الظروف لنفس التفاعل ولكن تتغير  $\Delta H$  من تفاعل الى آخر .

الكيمياء الحرارية

8-1

هو علم يهتم بدراسة كمية الحرارة المتصبة او المنبعثة

$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(L) + ENERGY$	تفاعل كيميائي
$2H_2O(g) \rightarrow 2H_2O(L) + ENERGY$ سائل $\rightarrow$ بخار تغير فيزيائي	تغير فيزيائي

ملاحظات

١- يمكن ان نعرف التفاعل ماص اذا كانت قيمة  $\Delta H$  موجبه او اذا كانت الحرارة بالتفاعلات



( يعني ان التفاعل محتاج حرارة لكي يحدث )

٢- يمكن ان نعرف التفاعل باع اذا كانت قيمة  $\Delta H$  سالبة او اذا كانت الحرارة بالنواتج .



( يعني ان التفاعل انتج حرارة )







## كيفية كتابة منظم الطاقة

١- اذا كان :

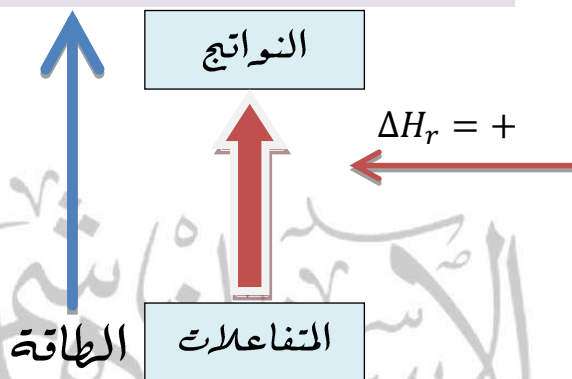
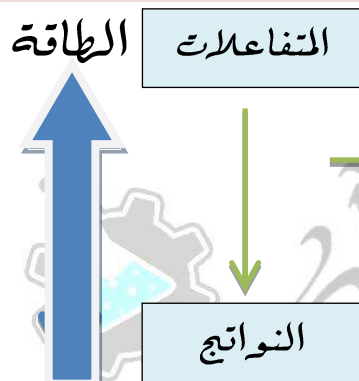
- أ- التفاعل باعث نضع التفاعلات فوق والنواتج تحت .
- ب- التفاعل ماص للحرارة نضع النواتج فوق والتفاعلات تحت
- ٢- السهم دائما متجه من التفاعلات الى النواتج .

٣- اذا كان :

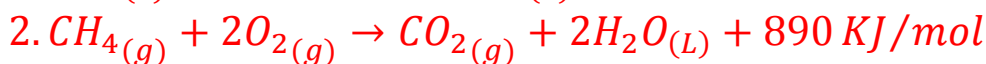
- أ- التفاعل باعث فأن الحرارة تخرج من سهم التفاعل .
- ب- التفاعل ماص فأن الحرارة تدخل مع سهم التفاعل

منظم التفاعل باعث للحرارة  $\Delta H_r = -$

منظم التفاعل الماص للحرارة  $\Delta H_r = +$



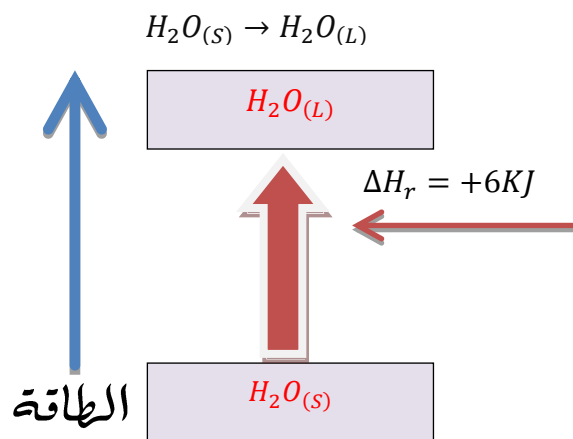
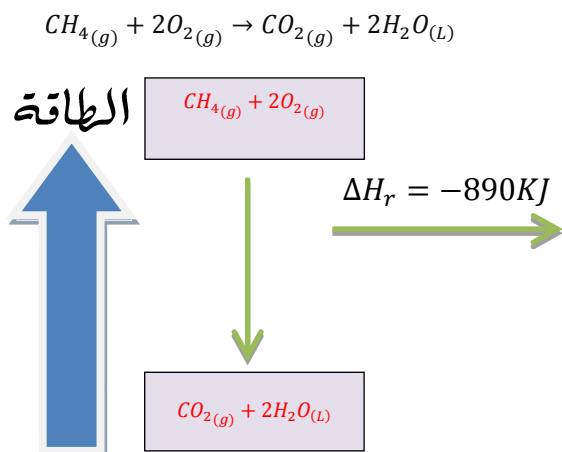
مثال // ارسم منظم التفاعلات الآتية :



الحل //

نلاحظ ان التفاعل الاول ماص لان قيمة الحرارة في التفاعلات اي  $\Delta H = +$

والتفاعل الثاني باعث لان قيمة الحرارة في النواتج اي  $\Delta H = -$





## قياس انثالي التفاعل

9-1

سؤال 8-1 صف السعر الحراري الذي تتم بوساطته قياس كمية الحرارة المتصه او المنبعثة يستخدم السعر لقياس انثالي التفاعل ويتكون السعر من وعاء التفاعل مغمور في كمية معينة من الماء معروف الكتلة موجود في وعاء معزول عزلاً جيداً

في السعر دائماً تقاس الحرارة بثبوت الضغط حيث ان  $\Delta H = q_p$  هذا يعني ان  $q$  هي  $\Delta H$  في مسائل السعر

## خطوات حل مسائل المسعر

١- إيجاد  $\Delta T$  من قانون  $\Delta T = T_f - T_i$

٢- إيجاد الحرارة  $q$  عن طريق:

أ- اذا اعطى السعة الحرارية  $C$  نستخدم القانون:  $q_J = C_{J/c^0} * \Delta T_{c^0}$

ب- اذا اعطى الحرارة النوعية  $S$  نستخدم القانون:  $q_J = S_{J/g.c^0} * m_{(g)} * \Delta T_{c^0}$

(ثم نعطياها اشارة سالبة دائماً  $q = -$ )

كتلة الماء

٣- نجد عدد مولات المادة الداخلة في السعر  $n_{mol} = \frac{m_{(g)}}{M_{g/mol}}$

(الكتلة هنا للمادة الداخلة بالسعر)

٤- نقسم الحرارة من الخطوة (2) على عدد المولات  $n$  من الخطوة الثالثة لإيجاد  $q_{J/mol}$

(الحرارة بالمول)  $q_{J/mol} = \frac{q_J}{n_{mol}}$

٥- اذا طلب الاحتراق لمول واحد نحول  $q_{J/mol}$  الى  $q_{kJ/mol}$  عن طريق ضرب في  $\frac{1}{1000}$

## سؤال 2-1

باستخدام السعر الحراري وضعت  $3(g)$  من مركب اللوكوز ( $C_6H_{12}O_6$ ) الكتلة

المولية لللكوكوز ( $180 g/mol$ ) في وعاء العينة ثم ملئ وعاء التفاعل بغاز

اللاوكسجين وضع هذا الوعاء في داخل الوعاء المعزول الذي ملئ بكمية من  $1200g$

من الماء (الحرارة النوعية للماء  $(4.2 J/g.c^0)$  وكانت درجة الحرارة الابتدائية =

$21.0c^0$  احرق بعد ذلك المزيج وعند قياس درجة الحرارة السعر ومحتوياته الى

$25.5c^0$  احسب كمية الحرارة المتحررة بوحدة KJ نتيجة احتراق  $1mole$  من اللوكوز.

على فرض ان السعة الحرارية للسعر مهملة





الحل // نطبق الخطوات الخمسة :

$$1- \Delta T = T_f - T_i \Rightarrow \Delta T = 25.5 - 21. = 4.5^\circ\text{C}$$

$$2- q_{(J)} = S_{J/g.\text{C}} * m_{(g)} * \Delta T_{\text{C}}$$

$$q_{(J)} = 4.2_{J/g.\text{C}} * 1200_{(g)} * 4.5^\circ\text{C}$$

$$q_{(J)} = 22680(J)$$

نعطيها اشارة سالبة دائما لأن تفاعلات السعير دائما باعثة

$$q_{(J)} = -22680(J)$$

$$3- n_{mol} = \frac{m_{(g)}}{M_{g/mol}} \Rightarrow n_{mol} = \frac{3}{180} = 0.017mol$$

$$4- q_{j/mol} = \frac{q_j}{n_{mol}} = \frac{-22680j}{0.017mol} = -1334118$$

$$5- q_{KJ/mol} = q_{J/mol} * \frac{1}{1000} \Rightarrow -1334118 * \frac{1}{1000}$$

$$q_{KJ/mol} = -1334.118 KJ/mol$$

### تمرين 2-1

تم حرق 3g من مركب الهيدرازين ( $N_2H_4$ ) (كتلته المولية =  $32 g/mol$ ) في سعير مفتوح يحتوي 1000g م الماء ( الحرارة النوعية للماء  $(4.2 J/g.c^0)$  ) فأنت درجة الحرارة ترتفع من  $24.6^\circ\text{C}$  الى  $28.2^\circ\text{C}$  . احسب الحرارة المتحررة نتيجة الاحتراق (1mol) من الهيدرازين بوحدة  $KJ/mol$  على افتراض ان السعة الحرارية للسعير مهملة .

الحل / نطبق الخطوات الخمسة :

$$1 \Delta T = T_f - T_i \Rightarrow \Delta T = 28.2 - 24.6 = 3.6^\circ\text{C}$$

$$2 q_{(J)} = S_{J/g.\text{C}} * m_{(g)} * \Delta T_{\text{C}}$$

$$q_{(J)} = 4.2_{J/g.\text{C}} * 1000_{(g)} * 3.6^\circ\text{C}$$

$$q_{(J)} = 15120(J) \Rightarrow q_{(J)} = -15120(J)$$

$$3 n_{mol} = \frac{m_{(g)}}{M_{g/mol}} \Rightarrow n_{mol} = \frac{3}{32} = 0.0937mol$$

$$4 q_{j/mol} = \frac{q_j}{n_{mol}} = \frac{-15120j}{0.0937mol} = -160851 J/mol$$

$$5 q_{KJ/mol} = q_{J/mol} * \frac{1}{1000} \Rightarrow -160851 * \frac{1}{1000}$$

$$q_{KJ/mol} = -160.851 KJ/mol$$





سؤال / 16-1

عند حدوث لتفاعل الكيمائي في مسعر سعة الحرارية الكلية تساوي  $2.4 \text{ KJ}/^\circ\text{C}$  فان درجة الحرارة للمسعر ترتفع بمقدار  $0.12^\circ\text{C}$  احسب التغير في الانتالبي لهذا التفاعل بوحدات الجول .

الحل //

1.  $\Delta T = 0.12^\circ\text{C}$

2.  $q_{(J)} = C_{J/^\circ\text{C}} * \Delta T_{^\circ\text{C}} \Rightarrow q_{(J)} = 2.4_{\text{KJ}/^\circ\text{C}} * 0.12_{^\circ\text{C}}$

$q_{(J)} = 0.288(\text{KJ})$

$q_{(J)} = 0.288(\text{KJ}) * 1000$

$q_{(J)} = 288 \text{ J}$

$\Delta H = q_p = -288 \text{ J}$

هنا مطلوب فقط الحرارة وليس الاحتراق بالجول .

هنا اعطى السعة الحرارية بـ **KJ**  
لذلك تكون الـ **q** ايضا بـ **KJ** نحولها  
لـ **J** كما طلب في السؤال

السؤال / 17-1

تم حرق عينة كتلتها **1.5 g** من حامض الخليك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ( الكتلة المولية للحامض =  $60 \text{ g/mol}$  ) بوجود كمية وافرة من الاوكسجين وكان المسعر يحتوي على **750 g** من الماء (الحرارة النوعية للماء =  $4.2 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$  ) فاذا ارتفعت درجة الحرارة المسعر ومحتوياته من  $24^\circ\text{C}$  الى  $28^\circ\text{C}$  احسب كمية الحرارة التي يكمن ان تتبع نتيجة احتراق مول واحد من الحامض . على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة .

الحل // نطبق الخطوات الخمسة || واجب

استرامه || كلماتي

الراد الهيبه مايرضه بمس عار

شرار وكليه من ناره بمسعر

خمسن خطوات املنك بمسعر

وملكه سهل ماتصعب عليه

ج //  $-504000 \text{ J/mol}$





## المعادلات الكيميائية الحرارية

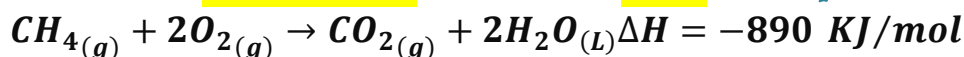
10-1

تختلف المعادلة الكيميائية عن باقي المعادلات حيث يمكنها ان توضع :

١- اذا كان التغير في الانتالبي قيمة موجبة فان التفاعل ماص للحرارة .

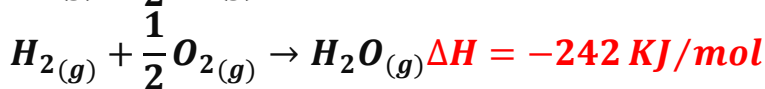
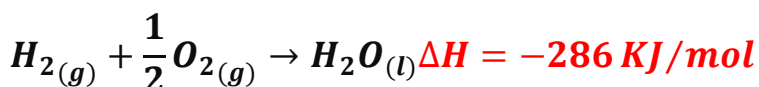


اما اذا كان التغير في الانتالبي قيمته سالبة فان التفاعل باع للحرارة :



٢- (سؤال 5-1 لماذا من الضروري بيان الحالة الفيزيائية عند كتابة التفاعلات الحرارية

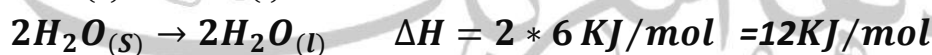
ج // لأن كمية الحرارة المتصدة او النبعثة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لواد التفاعل



٣- اذا تم عكس المعادلة تعكس اشارة  $\Delta H$



٤- عند ضرب او قسمة طرفي المعادلة بعدد معين يشترط ضرب  $\Delta H$  ايضا بنفس العدد



## انتالبي التفاعل القياسية

11-1

يتم قياسها في الظروف قياسية عند حرارة  $25^\circ\text{C}$  وضغط  $\text{atm}$  ويرمز لها بالرمز  $\Delta H_f^\circ$  وحداتها  $\text{KJ}$

سؤال / 18-1

- ماذا تعني ظروف التفاعل القياسية في الكيمياء الحرارية؟
- وماهي اوجه الاختلاف عن STP التي تستخدم في الغازات؟

ج // ظروف الكيمياء الحرارية القياسية هي حرارة  $25^\circ\text{C}$  وضغط  $1\text{atm}$   
و ظروف الغازات القياسية هي حرارة  $0^\circ\text{C}$  وضغط  $1\text{atm}$

١. انتالبي التكوين القياسية  $\Delta H_f^\circ$

٢. انتالبي الاحتراق القياسية  $\Delta H_c^\circ$

٣. انتالبي التغيرات الفيزيائية

## انواع الانتالبيات

12-1





### 1 - انثالبي التكوين القياسية $\Delta H_{F0}$

هي الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية في ائبت

صورة في الظروف القياسية وعدادتها KJ/mol

س/ ماهي شروط  $\Delta H_{r0} = \Delta H_{F0}$  ؟

ج/ عندما يكون التكون مول واحد من عناصره الاساسية في ائبت صورته .

### ملاحظات

- ١- التكون مول واحد ( المادة الناتجة مول واحد )
- ٢- من عناصره الاساسية ( عناصره و ليس مركبات )
- ٣- في ائبت صورته ( تكون العناصر بالصوره الائبت اي الاكثر انتشاراً حيث :  
أ- الكربون له صورتين (ماس diamond) و (كرايتيت graphite) الصور الائبت هي الكرايتيت graphite .  
ب- الكبريت له صورتين (معيني rho) و (موشوري orth) الصوره الائبت هي (العيني rho)  
ج- الحديد والالنيوم ائبت صور لهما الصلب (S)  
د- العناصر ( $H_2, F_2, Br_2, Cl_2, N_2, O_2$ ) ائبت صورته لها هي الحاله الغازيه (g)  
هـ- الزئبق ائبت صورته له الحاله السائلة (L) والحديد والالنيوم الحاله الصلبه (S)  
٤- انثالبي التكوين القياسية  $\Delta H_{F0}$  لجميع العناصر لحره في حالتها القياسية تساوي صفر

### علل // ظهور الكسور في المعادلات الكيمائية الحرارية ؟

ج/ بسبب تغير عدد المولات لجعل التكون او المحترق مول واحد .

س/ في اي المعادلات الاتية  $\Delta H_{r0} = \Delta H_{F0}$  ؟

- 1-  $C_{diamond} + O_{2g} \rightarrow CO_{2g}$   $\Delta H_{r0} \neq \Delta H_{F0}$   
الكربون ليس في ائبت صورته
- 2-  $C_{gra} + O_{2L} \rightarrow CO_{2g}$   $\Delta H_{r0} \neq \Delta H_{F0}$   
الاوكسجين ليس في ائبت صورته
- 3-  $2C_{gra} + 2O_{2g} \rightarrow 2CO_{2g}$   $\Delta H_{r0} \neq \Delta H_{F0}$   
التكون ليس مول واحد
- 4-  $CO_g + \frac{1}{2}O_{2L} \rightarrow CO_{2g}$   $\Delta H_{r0} \neq \Delta H_{F0}$   
CO مركب و ليس عنصر
- 5-  $C_{gra} + O_{2g} \rightarrow CO_{2g}$   $\Delta H_{r0} = \Delta H_{F0}$   
لأن التكون مول واحد من عناصره الأساسية بائبت صورته





**ملاحظة :-**

في حالة اعطى  $\Delta H_{F0}$  ويطلب  $\Delta H_{r0}$  وكانت جميع شروط المساواة متوفرة ماعدا التكون

يكون أكثر من مول نستخدم القانون :  $n$  عدد مولات التكون \*  $\Delta H_{r0} = \Delta H_{F0}$

مثال توضيحي // اصب التالي التكوين القياسية  $\Delta H_{F0}$  للتفاعل الاتي :



⚡ نلاحظ ان جميع الشروط توفرت ماعدا عدد مولات التكون = 2

$$\Delta H_{F0} = \frac{\Delta H_{r0}}{n} \Rightarrow \Delta H_{F0} = \frac{-72KJ}{2} = -36KJ$$

**كيفية كتابة معادلة التكوين الحرارية بحيث تكون  $\Delta H_{r0} = \Delta H_{F0}$**

نكتب المركب المعطى في النواتج ونقسمه الى عناصره الاساسية في المتفاعلات و نوازن المعادلة من حيث عدد الذرات ثم نكتب الصورة الاثبت لكل عنصر

**مثال 3-1**

اذا علمت ان التالي التكوين القياسية للبنزين  $C_6H_6$  تساوي  $49 KJ/mol$   
اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل بحيث  $\Delta H_{r0} = \Delta H_{F0}$  ؟

الحل //



⚡ التكون مول واحد من عناصره اساسية باثبت صورة .

**تمرين 3-1**

اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لحمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  تساوي  $(-811 KJ/mol)$   
اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية بحيث  $\Delta H_{r0} = \Delta H_{F0}$  ؟

الحل //



⚡ التكون مول واحد من عناصره الاساسية باثبت صورة .

**ملاحظة :**

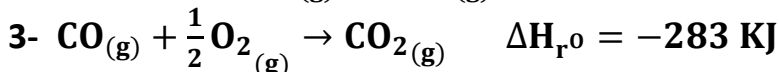
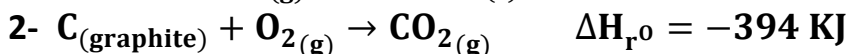
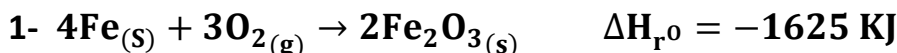
الغازات الاتية تكتب في المعادلة على هيئة جزيئات وليست ذرات ( $H_2, F_2, Br_2, I_2, N_2, O_2$ )





مثال 4-1

اي من التفاعلات الاتية تساوي قيمة انتالبي التفاعل القياسية  $\Delta H_{r,0}$  لها قيمة انتالبي التكوين القياسية  $\Delta H_{f,0}$  للمركبات التكونة ؟



الحل //

- ١- التفاعل الاول  $\Delta H_{r,0} \neq \Delta H_{f,0}$  لأن التكون ليس مول واحد  
 ٢- التفاعل الثاني  $\Delta H_{r,0} = \Delta H_{f,0}$  لأن التكون مول واحد من عناصره الاساسية في ائبت صورة .  
 ٣- التفاعل الثالث  $\Delta H_{r,0} \neq \Delta H_{f,0}$  لأن CO مركب وليس عنصر .

تمرين 4-1

احسب انتالبي التفاعل القياسية  $\Delta H_{r,0}$  للتفاعل التالي اذا علمت انتالبي التكوين القياسية ل HF فلوريد الهيدروجين تساوي  $\Delta H_{f,0} = -271 \text{ KJ/mol}$



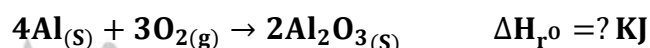
الحل // بما ان التكون مولين من عناصر اساسية بأئبت صورة :

$$\Delta H_{r,0} = \Delta H_{f,0} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} * n_{\text{mol}}$$

$$\Rightarrow \Delta H_{r,0} = -271 \text{ kJ/mol} * 2_{\text{mol}} = -542 \text{ KJ}$$

تمرين 5-1

احسب انتالبي التفاعل القياسية للتفاعل الآتي



اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية للاوكسيد الالنيوم تساوي  $\Delta H_{f,0} = -1670 \text{ KJ/mol}$

الحل // بما ان التكون مولين من عناصر اساسية بأئبت صورة :

$$\Delta H_{r,0} = \Delta H_{f,0} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} * n_{\text{mol}}$$

$$\Rightarrow \Delta H_{r,0} = -1670 \text{ kJ/mol} * 2_{\text{mol}} = -3340 \text{ KJ}$$

2- انتالبي الاحتراق القياسية  $\Delta H_{c,0}$

هي الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من اي مركب حرقاً تاماً في الاوكسجين

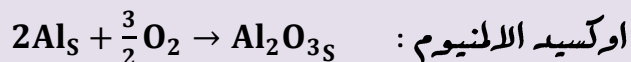
في الظروف القياسية ويرمز لها بالرمز  $\Delta H_{c,0}$  وحدتها  $\text{KJ/mol}$

\* سن / ماهي شروط  $\Delta H_{r,0} = \Delta H_{c,0}$

ج / عندما يكون المحرق مول واحد مع كمية وافرة من الاوكسجين .

ملاحظات :

١- حرق العناصر مع الاوكسجين يعطي اكسيدها :



٢- حرق المركبات العضوية مع الاوكسجين دائماً يعطي  $CO_2 + H_2O$



ملاحظة : جميع تفاعلات الاحتراق باعثه للحرارة  $\Delta H = -$







## كيفية كتابة معادلة احتراق القياسية

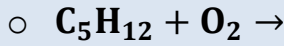
نكتب المركب المعطى في التفاعلات + O<sub>2</sub> واذا كان العنصر المعطى غير عضوي يكون الناتج اوكسيد العنصر اما اذا كان مركب عضوي يكون الناتج CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O ثم نوازن المعادلة :

في موازنة المعادلة نوازن O<sub>2</sub> اخير شيء حيث نوازنه بالاعتماد على عدد ذرات O<sub>2</sub> الناتجة .

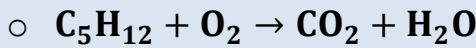
### مثال توضيحي

اكتب معادلة احتراق C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> بحيث تكون  $\Delta H_{r,0} = \Delta H_{c,0}$

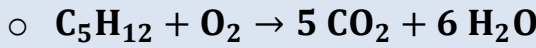
➤ اول خطوة اكتب المركب المعطى في التفاعلات مع الاوكسجين O<sub>2</sub>



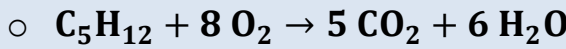
➤ بما انه مركب عضوي اذا يعطي CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O في النواتج



➤ هسه تجي نوازن عدد الذرات ماعدا الاوكسجين O<sub>2</sub>



➤ هسه احسب شكك طلع عندي O<sub>2</sub> بالنواتج او نزنه مع التفاعلات

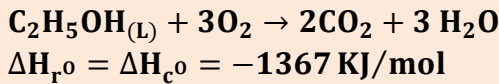


### مثال 5-1

اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية لحرق الكحول الايثيلي السائل اذا علمت ان  $\Delta H_{c,0}$  للكحول الايثيلي = -1367 KJ/mol

انتبه / نضع المركب المعطى في التفاعلات مع O<sub>2</sub> ثم يكون الناتج CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O لأن، المحترق مركب عضوي ثم نوازن المعادلة .

الحل /

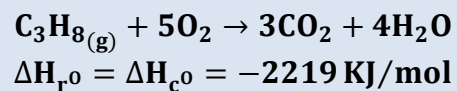


### تمرين 6-1

اكتب معادلة تفاعل احتراق غاز البروبان C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> اذا علمت ان  $\Delta H_{c,0}(\text{C}_3\text{H}_8) = -2219 \text{ KJ/mol}$  .

انتبه / نضع المركب المعطى في التفاعلات مع O<sub>2</sub> والناتج CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O لأن، المحترق مركب عضوي ثم نوازن المعادلة .

الحل //



### استراحه /// كلماتي

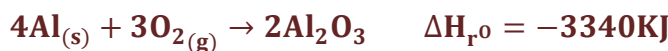
عليك الله اليكون الكون تكوين مثل مكوى ابدليلي ليسن تكوين  
 انتالي التفاعل يهيرانتالي تكوين اذا المتكون موك من عناصر اساسيه





السؤال 20-1

احسب التغير اثنالي التكوين القياسية  $\Delta H_{F0}$  لـ  $Al_2O_3$  والتغير في اثنالي الاحتراق القياسية لـ  $Al$  في التفاعل الاتي :

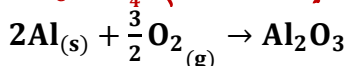


انتبه //

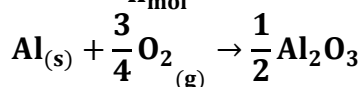
١- لليجاد  $\Delta H_{F0}$  لـ  $Al_2O_3$  يجب ان يكون مول واحد هنا عدد مولات  $Al_2O_3$  هي 2

$$\Delta H_{F0} = \frac{\Delta H_{r0}}{2} \text{ :: نقسم}$$

٢- لليجاد  $\Delta H_{C0}$  لـ  $Al$  يجب ان يكون المحترق مول واحد هنا عدد مولات  $Al$  هي ؛ لذلك نقسم  $\Delta H_{C0} = \frac{\Delta H_{r0}}{4}$



$$\Delta H_{F0} = \frac{\Delta H_{r0}}{n_{mol}} \Rightarrow \Delta H_{F0} = \frac{-3340 KJ}{2_{mol}} = -1670 KJ/mol$$

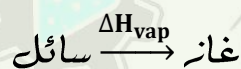


$$\Delta H_{C0} = \frac{\Delta H_{r0}}{n_{mol}} \Rightarrow \Delta H_{C0} = \frac{-3340 KJ}{4_{mol}} = -835 KJ/mol$$

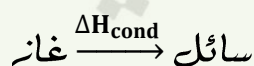
الحل //

3- اثنالي التغيرات الفيزيائية

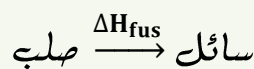
أ- اثنالي التبخر  $\Delta H_{vap}$  :- هي الحرارة اللازمة **لتبخر** مول واحد من المادة ويرمز لها بالرمز  $\Delta H_{vap}$  وتكون قيمته موجبة .



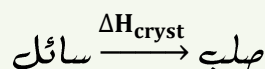
ب- اثنالي التكثيف  $\Delta H_{cond}$  :- هي الحرارة المنبعثة نتيجة **تكثيف** مول واحد من المادة ويرمز لها بالرمز  $\Delta H_{cond}$  وتكون قيمته سالبة .



ت- اثنالي الانصهار  $\Delta H_{fus}$  :- هي الحرارة اللازمة **لانصهار** مول واحد من المادة ويرمز لها بالرمز  $\Delta H_{fus}$  وتكون قيمته موجبة .



ث- اثنالي الانجماد  $\Delta H_{cryst}$  :- هي الحرارة المنبعثة نتيجة **انجماد** مول واحد من المادة ويرمز لها بالرمز  $\Delta H_{cryst}$  وتكون قيمته سالبة .



ملاحظات

١- التبخر تحول من سائل الى غاز

$$\Delta H_{vap} = -\Delta H_{cond}$$

٢- التكثيف تحول من غاز الى سائل





$$\Delta H_{\text{fus}} = -\Delta H_{\text{cryst}}$$

٣- الانصهار تحول من صلب الى سائل

٤- الانجماد تحول من سائل الى صلب

### مثال 6-1

اذا علمت ان انتالبي التبخر للامونيا تساوي 23 KJ/mol احسب انتالبي التكثيف للامونيا .  
الحل // انتالبي التكثيف هو عكس اشارة انتالبي التبخر :

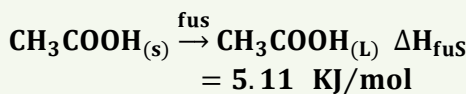


$$\Delta H_{\text{vap}} = -\Delta H_{\text{cond}}$$

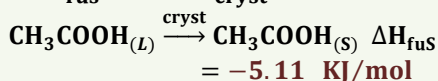


### تمرين 7-1

اذا علمت ان انتالبي الانصهار لحمض الخليك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  الثلجي 5.11 KJ/mol احسب انتالبي الانجماد لهذا الحمض ؟  
الحل // انتالبي الانجماد هو عكس اشارة انتالبي الانصهار



$$\Delta H_{\text{fus}} = -\Delta H_{\text{cryst}}$$



## ملاحظات مهمة

١- كل انتالبيات التغيرات الفيزيائية تقاس بـ KJ/mol

٢-  $\Delta H_{\text{r}^0}$  تقاس بالكيلو جول KJ

٣-  $\Delta H_{\text{c}^0}, \Delta H_{\text{f}^0}$  تقاس بـ KJ/mol

**ملاحظة مهمة** // هنالك انتالبي تدعى انتالبي التفلك القياسية هي تماما عكس انتالبي التكوين القياسية (عكس معادلة التكوين وعكس اشارة انتالبي التكوين) مثلا معادلة تكوين حامض الكبريتيك



بينما معادلة تفلك حامض الكبريتيك



## طرائق حساب انتالبي التفاعل

13-1

### ١- طريقة استخدام قانون هيس

قانون هيس :-

عند تحويل التفاعلات الى نواتج فان التغير في انتالبي التفاعل هو

نفسه سواء تم بخطوة واحدة او سلسلة من الخطوات .

⚡ **علك** / لا يمكن تهنيق بعض المركبات من عناصرها مباشرة .

ج / لأن التفاعل يسير ببطء كبير وتكون مركبات عرضيه غير مرغوب فيها .





## ملاحظات :

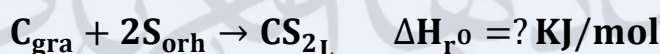
- ١- المراد هو حساب  $\Delta H_{r,0}$  للمعادلة الهدف (المجهولة) .
- ٢- استخدام كافة المعادلات المعلومة  $\Delta H_{r,0}$  (المعطاة) ولا تترك واحدة
- ٣- المعادلة المعلومة  $\Delta H_{r,0}$  تستخدم مرة واحدة فقط
- ٤- في حال لم يعطيك معادلات معلومة تستطيع الحصول عليها من منطوق السؤال وعمل معادلات تكوين او احتراق او تفكك كما تعلمنا سابقاً
- ٥- تستطيع التأكد من ان حلك صحيح يجب ان يكون مجموع المعادلات معلومة  $\Delta H_{r,0}$  يساوي المعادلة الهدف (مجهولة  $\Delta H_{r,0}$ )

### الخلاصة :

هنا تخيل نفسك رايع للسوك وعندك قائمة مساوك (المجبة دائرتك للسوك) على ان:  
المعادلة الهدف  $\Leftarrow$  هي قائمة المساوك  
المعادلة المعلومة  $\Delta H_{r,0} \Leftarrow$  هي البضاعة بالسوك .

### نأخذ مثال توضيحي حتى تفترهم .

مثال توضيحي اجابك سؤال كالكه احسب  $\Delta H_{r,0}$  للمعادلة الاتية



اذا علمت ان :

1.  $C_{gra} + O_{2g} \rightarrow CO_{2g} \quad \Delta H_{r,0} = -394 \text{ KJ/mol}$
2.  $S_{rho} + O_{2g} \rightarrow SO_{2g} \quad \Delta H_{r,0} = -296 \text{ KJ/mol}$
3.  $CS_{2L} + 3O_{2g} \rightarrow CO_{2g} + 2SO_{2g} \quad \Delta H_{r,0} = -1072 \text{ KJ/mol}$

### اشلون حل تعال أنشوف :

لو تباورع على المعادلة الهدف (مجهولة  $\Delta H_{r,0}$ ) الي هيه قائمة المساوك راج تعرفت لانرم تسوك (2S) بالنتفاعلات و ( $C_{gra}$ ) بالنتفاعلات و ( $CS_{2L}$ ) بالنواتج . بس السعر مجهول ما تعرفه الي هو يمثل ( $\Delta H_{r,0}$ ). اولك مادخلت للأسواق ابو الاسواق يعرضلك بضاعتك ( $\Delta H_{r,0}$ ) انت تلزم القائمة مالك وتكوله أريد ( $C_{gra}$ ) و ( $2S_{rho}$ ) بالنتفاعلات و ( $CS_{2L}$ ) بالنواتج وشكك السعر يصير  $\Delta H_{r,0}$  هو راج يشوفك بضاعته (المعادلات ال 3 معلومه  $\Delta H_{r,0}$ ) يقدملك المعادلة الاولي بيها  $C_{gra}$  بالنتفاعلات وموك واحد وسعرها معلوم كله اوكه اخذه لأن اني اريد  $C_{gra}$  بالنتفاعلات وموك واحد هسه اشترينه  $C_{gra}$ . نكله المعادلة الاولي تبقى كما هي . بيته عدنه تسوك  $2S_{rho}$  يقدملك المعادلة الثانية (بعد المعادلة الاولي ماتفيدنشره) انته نكله يابه اريد  $2S_{rho}$  بالنتفاعلات يلكك عندي  $S_{rho}$  بس موك واحد بالنتفاعلات كله اضربه في اثنين (السعر  $\Delta H_{r,0}$ ) هم نضربه .





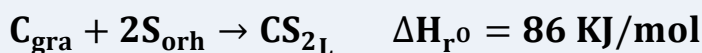
اذا المعادلة اثنيت تضرب في اثنيت . هسه اشترينه (  $C_{gra}$  ) و (  $2S_{rho}$  ) . تبقى عنده (  $CS_{2L}$  ) كله اريد (  $CS_{2L}$  ) مول واحد بالنواتج هو يقدملك المعادلة رقم 3 يلكك عندي (  $CS_{2L}$  ) بس بالتفاعلات كله اكلب المعادلة اذ تقلب المعادلة الثالثة ( وتذكر السعر (  $\Delta H_{r0}$  ) هم تنقلب اشارته .

**هسه نجي نشوف شمهنة**

المعادلة الاولى تبقى كما هي المعادلة الثانية تضرب \* 2 والمعادلة الثالثة تقلب .

1.  $C_{gra} + O_{2g} \rightarrow CO_{2g} \quad \Delta H_{r0} = -394 \text{ KJ/mol}$
2.  $2S_{rho} + 2O_{2g} \rightarrow 2SO_{2g} \quad \Delta H_{r0} = -592 \text{ KJ/mol}$
3.  $CO_{2g} + 2SO_{2g} \rightarrow CS_{2L} + 3O_{2g} \quad \Delta H_{r0} = + 1072 \text{ KJ/mol}$

هسه نبدي نجمع المعادلات وسعرهن حت نطلع المعادلة الجهولة وسعرها



### ملاحظات

- ١- عند عكس المعادلة تَعكس اشارة  $\Delta H_{r0}$
- ٢- عند ضرب او قسمة المعادلة على عدد معين تضرب او تقسم قيمة  $\Delta H_{r0}$  على نفس العدد
- ٣- مجموع المعادلات العلومة بعد العمليات اعلاه يساوي المعادلة الجهولة
- ٤- في اسئلة هيس  $\Delta H_{r0} = \Delta H_{f0}$  و  $\Delta H_{c0} = \Delta H_{r0}$  دائماً

مثال 7-1 احسب اثنالبي التكوين القياسية للمركب  $CS_{2L}$  من عناصره الاساسيه باثبت صورته



1.  $C_{gra} + O_{2g} \rightarrow CO_{2g} \quad \Delta H_{r0} = -394 \text{ KJ/mol}$
2.  $S_{rho} + O_{2g} \rightarrow SO_{2g} \quad \Delta H_{r0} = -296 \text{ KJ/mol}$
3.  $CS_{2L} + 3O_{2g} \rightarrow CO_{2g} + 2SO_{2g} \quad \Delta H_{r0} = - 1072 \text{ KJ/mol}$

**الحل /** المعادلة (1) تبقى كما هي والمعادلة (2) تضرب في 2 والمعادلة (3) تقلب

1.  $C_{gra} + O_{2g} \rightarrow CO_{2g} \quad \Delta H_{r0} = -394 \text{ KJ/mol}$
2.  $2S_{rho} + 2O_{2g} \rightarrow 2SO_{2g} \quad \Delta H_{r0} = -592 \text{ KJ/mol}$
3.  $CO_{2g} + 2SO_{2g} \rightarrow CS_{2L} + 3O_{2g} \quad \Delta H_{r0} = + 1072 \frac{\text{KJ}}{\text{mol}}$



بما ان التكون مول واحد من  $CS_{2L}$  من عناصره الاساسية في اثبت صورها اذا

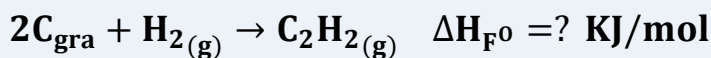
$$\Delta H_{r0} = \Delta H_{f0} = 86 \text{ KJ/mol}$$





تمرين 8-1

احسب اثنائي التكوين القياسية للاستلين  $C_2H_2(g)$  من عناصره الاساسية



اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية

- $C_{gra} + O_2 \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_{r0} = -394 \text{ KJ/mol}$
- $H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O (L) \quad \Delta H_{r0} = -286 \text{ KJ/mol}$
- $2C_2H_{2(g)} + 5 O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O (L) \quad \Delta H_{r0} = -2599 \text{ KJ/mol}$

الحل //

معادلة (1) تضرب في 2 ومعادلة (2) تبقى كما هي ومعادلة (3) تقلب وتقسم على 2

- $2C_{gra} + 2O_2 \rightarrow 2CO_{2(g)} \quad \Delta H_{r0} = -788 \text{ KJ/mol}$
- $H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O (L) \quad \Delta H_{r0} = -286 \text{ KJ/mol}$
- $2CO_{2(g)} + H_2O (L) \rightarrow C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2} O_{2(g)} \quad \Delta H_{r0} = +1299.5 \text{ KJ/mol}$



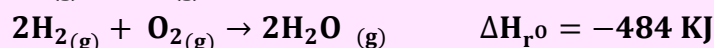
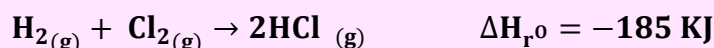
المتكون مول واحد من  $C_2H_2(g)$  من عناصر اساسية باثبت صورته

$$\Delta H_{r0} = \Delta H_{F0} = 225.5 \text{ KJ/mol}$$

سؤال 21-1

اكتب نهن قانون هيس وفسر فائدته في الكيمياء الحرارية من المعادلات التالية عند درجة حرارة

25°C وضغط 1atm :



احسب  $\Delta H_{r0}$  للتفاعل الاتي :  $4HCl + O_{2(g)} \rightarrow 2Cl_2 + 2H_2O (g)$

الحل //

قانون هيس : عند تحويل التفاعلات فان التغير في الاثنائي هو نفسه سواء تم بمخلوط واحد او سلسلة من الخطوات .

فائدته :- قياس اثنائي التفاعلات التي لا يمكن قياسها بشكل مباشر .

المعادلة (1) تضرب \* 2 وتقلب والمعادلة (2) تبقى كما هي

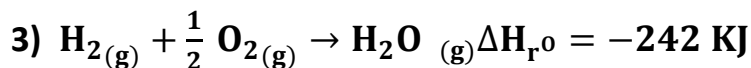
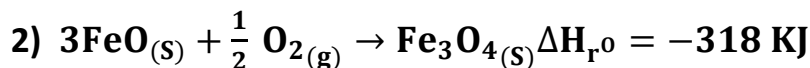
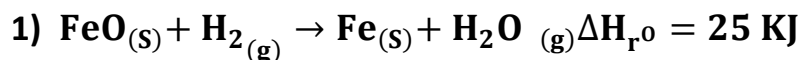
- $4HCl (g) \rightarrow 2H_{2(g)} + 2Cl_{2(g)} \quad \Delta H_{r0} = +370 \text{ KJ}$
  - $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O (g) \quad \Delta H_{r0} = -484 \text{ KJ}$
- $$4HCl + O_{2(g)} \rightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O (g) \quad \Delta H_{r0} = -114 \text{ KJ}$$





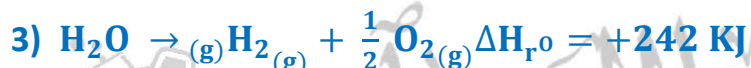
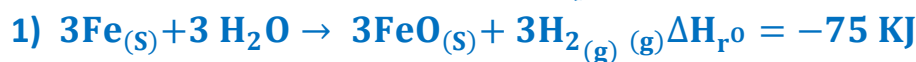
سؤال 23-1

إذا كانت لديك المعادلات الكيميائية الحرارية عند الظروف القياسية :



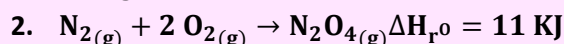
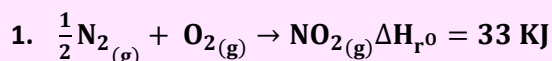
احسب  $\Delta H_{r,0}$  للتفاعل  $3\text{Fe}_{(s)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2(g)$

**الحل** | معادلة ١ تقلب وتضرب في ٣ ومعادلة ٢ تبقى كما هي ومعادلة ٣ تقلب

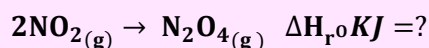


سؤال 22-1

إذا أعطيت المعادلات الحرارية عند ظروف قياسية

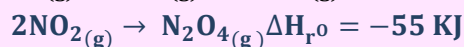
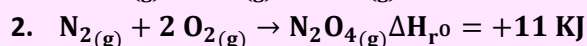
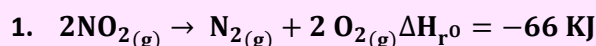


احسب  $\Delta H_{r,0}$  للتفاعل



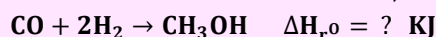
**الحل** //

معادلة (1) تقلب وتضرب \* 2 ومعادلة (2) تبقى كما هي .

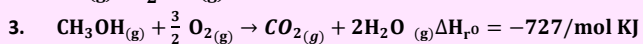
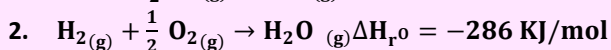
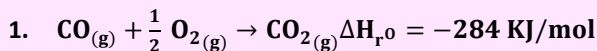


سؤال 35-1

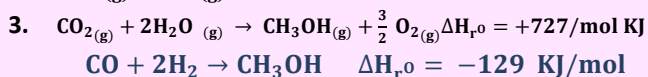
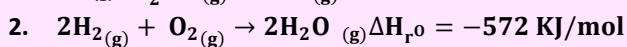
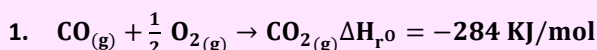
إذا علمت ان اتحالي امترات كل من غاز  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$  بوحدة  $\text{KJ/mol}$  هي على التوالي  $(-284, -286, -727)$  احسب  $\Delta H_{r,0}$  باستخدام قانون هيس للتفاعل الاتي :



**الحل** // نكتب معادلات امترات الغازات  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$  كما تعلمنا سابقاً :



المعادلة (1) تبقى كما هي والمعادلة (2) تضرب \* 2 والمعادلة (3) تقلب





س واجب // يحترق البنزين  $C_6H_6$  في الهواء ليعتق حرارة مقدارها  $-3271 \text{ KJ/mol}$  ويعطي غاز ثنائي اوكسيد الكربون وسائل الماء احسب انتالبي التكوين للبتزين اذا علمت ان انتالبي الاحتراق القياسي بوحدات  $\text{KJ/mol}$  لكك من  $H_2 = -286$  و  $C = -394$

# الاستاذ هاشم الغربوي



س // جد انتالبي التكوين القياسي لغاز الايثلين  $C_2H_4$  اذا علمت ان درجة الاحتراق القياسي لكك من  $H_2$  و  $C$  و  $C_2H_4$  هي على التوالي مقاسة بوحدات  $\text{KJ/mol}$  (-1411,-394,-286)

استراحة // كلماتي

اعتزك كلبي عليك وصار بي هيس  
وهيستك من طرف ماجان بي هيس

ركزوا الفصل الاول ترى بي هيس  
وزاري كك سنه ميه باليه

الجواب /  $+51 \text{ KJ/mol}$







## ٢- طريقة استخدام قيم انتالبي التكوين القياسية

يمكن استخدام قيم انتالبي التكوين القياسية  $\Delta H_{f0}$  للمركبات الكيميائية لحساب  $\Delta H_{r0}$  للتفاعل من خلال تطبيق العلاقة :

$$\Delta H_{r0} = \sum n \Delta H_{f0}(\text{PRODUCTS}) - \sum n \Delta H_{f0}(\text{REACTION})$$

○ حيث  $\sum$  تعني المجموع و  $n$  هي عدد مولات المادة في المعادلة

مجموع  $\Delta H_{f0}$  المواد المتفاعلة \* عدد مولاتها - مجموع  $\Delta H_{f0}$  المواد الناتجة \* عدد مولاتها =  $\Delta H_{r0}$

○ **ملاحظة:** انتالبي التكوين القياسية  $\Delta H_{f0}$  للعنصر الحر في اثنى صورته يساوي صفر

○ **انتبه:** اي عنصر تشوفه بالمعادلة حر و في اثنى صورته  $\Delta H_{f0}$  له = صفر

○ **ملاحظة:**

نعرف ان السؤالك بخص موضوع استخراج  $\Delta H_{r0}$  من قيم  $\Delta H_{f0}$  اذا اعطى في السؤالك ( $\Delta H_{f0}$ ) للمكونات المتفاعل اي العناصر والمركبات الداخلة في التفاعل او يعطى  $\Delta H_{r0}$  و  $\Delta H_{f0}$  للأغلب المركبات والعناصر ويطلب  $\Delta H_{f0}$  لعنصر او مركب واحد .

### خطوات حل أسئلة حساب $\Delta H_{r0}$ باستخدام قيم $\Delta H_{f0}$

١- نكتب المعادلة المعطاة والمراد حساب  $\Delta H_{r0}$  لها ونكتب قيم  $\Delta H_{f0}$  لكل عنصر تحته في المعادلة

$$\Delta H_{r0} = \sum n \Delta H_{f0}(\text{P}) - \sum n \Delta H_{f0}(\text{R})$$

٢- كتابة القانون  
٣- نفتح اقواس ونضرب قيمة  $\Delta H_{f0}$  للمركب \* عدد مولاته للناتج والمتفاعلات ثم نفتح اقواس على عدد المواد الناتجة والمتفاعلة

استراحة /// كلماتي

طرحتوني وبنك يا حيف مجموع

عليه انت و زمانني ليش مجموع

سهل مابي ابد لوفه قويه

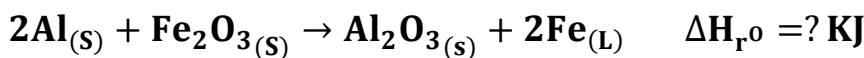
اذا حليت مرة ابقانون مجموع





مثال 8-1

يجري تفاعل الترميت الذي يتضمن الألمنيوم و اوكسيد الحديد (III) كما الاتي :



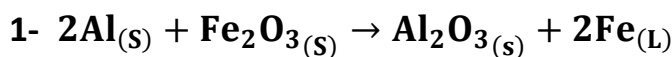
احسب انتالبي التفاعل القياسية لهذا التفاعل اذا علمت ان :

1-  $\Delta H_{f,0}(\text{Al}_2\text{O}_3) = -1670 \text{ KJ/mol}$

2-  $\Delta H_{f,0}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = -822 \text{ KJ/mol}$

3-  $\Delta H_{f,0}(\text{Fe}_{(L)}) = 12 \text{ KJ/mol}$

**الحل /** نلاحظ انه اعطى انتالبي تكوين الحديد وهو عنصر حر لكنه ليس في اثبت صورته لأن الصورة الاثبت للحديد هو الصلب (s)



0                      - 822                      - 1670                      12

2-  $\Delta H_{r,0} = \sum n \Delta H_{f,0}(\text{P}) - \sum n \Delta H_{f,0}(\text{R})$

$$\Delta H_{r,0} = [1 * \Delta H_{f,0}(\text{Al}_2\text{O}_3) + 2 * \Delta H_{f,0}(\text{Fe}_{(L)})] - [2 * \Delta H_{f,0}(\text{Al}) + 1 * \Delta H_{f,0}(\text{Fe}_2\text{O}_3)]$$

$$\Delta H_{r,0} = [(1 * -1670) + (2 * 12)] - [2 * 0 + (1 * -822)]$$

$$\Delta H_{r,0} = [-1646] + [822] = -824 \text{ KJ}$$

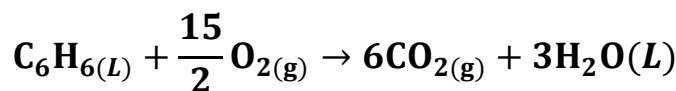
تمرين 9-1

يحترق البنزين في الهواء ليعطي غاز CO<sub>2</sub> وسائل الماء احسب  $\Delta H_{r,0}$  لهذا التفاعل اذا علمت

$\Delta H_{f,0}(\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ KJ/mol}$  و  $\Delta H_{f,0}(\text{CO}_2) = -394 \text{ KJ/mol}$  و  $\Delta H_{f,0}(\text{C}_6\text{H}_6) = 49 \text{ KJ/mol}$

**الحل //** .....

\* المطلوب حساب  $\Delta H_{r,0}$  لتفاعل احتراق البنزين نكتب معادلة احتراق البنزين كما تعلمنا سابقاً :



49                      0                      -394                      -286

1)  $\Delta H_{r,0} = \sum n \Delta H_{f,0}(\text{P}) - \sum n \Delta H_{f,0}(\text{R})$

2)  $\Delta H_{r,0} = [(6 * -394) + (3 * -286)] - [1 * 49 + (\frac{15}{2} * 0)]$

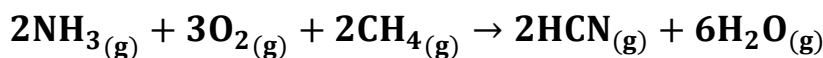
$$\Delta H_{r,0} = [-3222] - [49] = -3271 \text{ KJ}$$





سؤال 25-1

احسب  $\Delta H_{r,0}$  عند درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$  وضغط  $1\text{atm}$

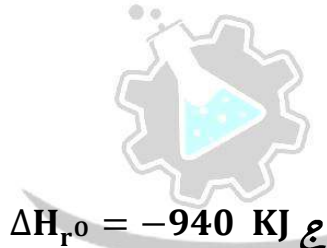


اذا اعطيت المعلومات الالية :

$$\Delta H_{f,0}(\text{NH}_3) = -46 \text{ KJ/mol} \quad , \quad \Delta H_{f,0}(\text{CH}_4) = -75 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_{f,0}(\text{HCN}) = 135 \text{ KJ/mol} \quad , \quad \Delta H_{f,0}(\text{H}_2\text{O}) = -242 \text{ KJ/mol}$$

الحل : واجب



$$\Delta H_{r,0} = -940 \text{ KJ}$$

الاستاذ هاشم الغرابوي

سؤال 19-1

في مسعر حراري وضع  $2.6 \text{ g}$  من الاستيلين  $\text{MC}_2\text{H}_2 = 26 \text{ g/mol}$  فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة نتيجة الاحتراق تساوي  $130 \text{ KJ}$  احسب اثنائية التكوين القياسي للاستيلين

$$\Delta H_{f,0}(\text{CO}_2) = -393.5 \text{ KJ/mol} \quad , \quad \Delta H_{f,0}(\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ KJ/mol}$$

الحل // هنا اعطي  $q_{\text{KJ}}$  للمسعر نجد عدد مولات المادة الداخلة في السعر لليجاد  $q_{\text{KJ/mol}}$  والتي تساوي

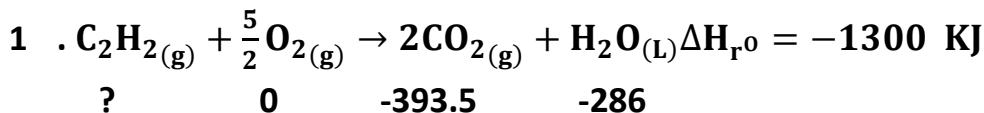
$\Delta H_{r,0}$  (ماتنسى نعطي اشارة سالبة ل  $q$ )

$$n_{\text{mol}} = \frac{m_{\text{g}}}{M_{\text{g/mol}}} = \frac{2.6 \text{ g}}{26 \text{ g/mol}} = 0.1 \text{ mol}$$

$$q_{\text{KJ/mol}} = \frac{q_{\text{KJ}}}{n_{\text{mol}}} = \frac{-130 \text{ KJ}}{0.1 \text{ mol}} = -1300 \text{ KJ/mol}$$

نكتب معادلة احتراق الاستيلين مع كمية وافرة من الاوكسجين





$$2. \Delta H_{r,0} = \sum n \Delta H_{f,0}(\text{P}) - \sum n \Delta H_{f,0}(\text{R})$$

$$\Delta H_{r,0} = \left[ (2 * \Delta H_{f,0}(\text{CO}_2)) + (\Delta H_{f,0}(\text{H}_2\text{O})) \right] - \left[ (1 * \Delta H_{f,0}(\text{C}_2\text{H}_2)) + \left( \frac{5}{2} * \Delta H_{f,0}(\text{O}_2) \right) \right]$$

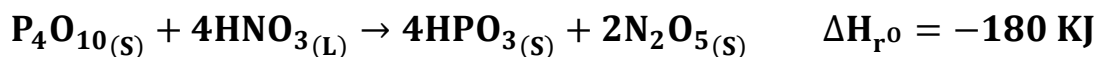
$$-1300 \text{ KJ} = [(2 * -393.5) + (1 * -286)] - \left[ (\Delta H_{f,0}(\text{C}_2\text{H}_2)) + \left( \frac{5}{2} * 0 \right) \right]$$

$$-1300 \text{ KJ} = [-787 + -286] - [\Delta H_{f,0}(\text{C}_2\text{H}_2)]$$

$$\Delta H_{f,0}(\text{C}_2\text{H}_2) = -787 - 286 + 1300 = 227 \text{ KJ/mol}$$

سؤال 26-1

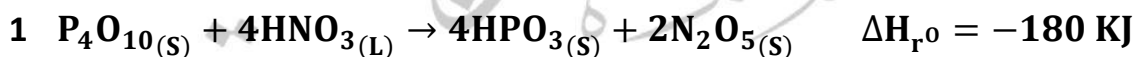
احسب انتالبي التكوين القياسية للمركب  $\text{HPO}_3(\text{s})$  اذا اعطيت المعلومات الآتية :



$$\Delta H_{f,0}(\text{P}_4\text{O}_{10}) = -2984 \text{ KJ/mol} \quad , \quad \Delta H_{f,0}(\text{HNO}_3) = -174 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_{f,0}(\text{N}_2\text{O}_5) = -43 \text{ KJ/mol}$$

الحل //



$$-2984 \quad -174 \quad ? \quad -43$$

$$2. \Delta H_{r,0} = \sum n \Delta H_{f,0}(\text{P}) - \sum n \Delta H_{f,0}(\text{R})$$

$$\Delta H_{r,0} = \left[ (4 * \Delta H_{f,0}(\text{HPO}_3)) + (2 * \Delta H_{f,0}(\text{N}_2\text{O}_5)) \right] - \left[ (1 * \Delta H_{f,0}(\text{P}_4\text{O}_{10})) + (4 * \Delta H_{f,0}(\text{HNO}_3)) \right]$$

$$-180 \text{ KJ} = \left[ (4 * \Delta H_{f,0}(\text{HPO}_3)) + (2 * -43) \right] - [(1 * -2984) + (4 * -174)]$$

$$-180 \text{ KJ} = [4\Delta H_{f,0}(\text{HPO}_3) + (-86)] - [(-2984) + (-696)]$$

$$-180 \text{ KJ} = 4\Delta H_{f,0}(\text{HPO}_3) - 86 + 3680$$

$$4 \Delta H_{f,0}(\text{HPO}_3) = -3594 - 180$$

$$\Delta H_{f,0}(\text{HPO}_3) = -\frac{3774}{4} = -943.5 \text{ KJ/mol}$$





## العمليات التلقائية

14-1

هي العمليات الفيزيائية او الكيميائية يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون اي تأثير خارجي مثل سقوط الماء من الشلال

### بعض الامثلة على العمليات التلقائية

- ١- سقوط الماء من اعلى الشلال تلقائي ولكن صعوده مستحيل
- ٢- ذوبان قطعة السكر في كوب قهوة تلقائياً ولكنه لا يتجمد تلقائياً الى شكله الابتدائي
- ٣- انجماد الماء تلقائياً تحت  $0^{\circ}\text{C}$  وينصهر الجليد فوق  $0^{\circ}\text{C}$
- ٤- يهدأ الحديد تلقائياً عند تعرضه للهواء والرطوبة ولكن عودة الهدأ الى حديد لا يكون تلقائياً
- ٥- يتمدد الغاز تلقائياً في الاناء المفرغ من الهواء .

### ملاحظة:

هنالك عمليات باعثة وماصة قد تكون تلقائية او غير تلقائية ولمعرفة هذا التوقع نحتاج الى دالة جديدة تسمى الانتروبي.

### علل | ما هو سبب حدوث التفاعلات التلقائية ؟

ج | بسبب حصول انخفاض في طاقة النظام الكلية اي ان الطاقة النهائية اقل من الطاقة الابتدائية للنظام .

## الانتروبي

15-1

من اجل التنبؤ بتلقائية عملية ما نحتاج الى ادخال دالة حالة تسمى الانتروبي

- **الانتروبي:** هي دالة حالة ثرموداينمكية تعتبر مقياس درجة الاضطراب للنظام
- الثرموداينمكي ويرمز لها بالرمز  $S$
- لا يمكن قياس دالة  $S$  ولكن يمكن قياس التغير فيها :  $\Delta S = S_2 - S_1$
- **علل |** تقود العمليات التي تجري في المحلوك دائماً الى زيادة الانتروبي (**ونزاري**)
- **الجواب:** بسبب تكسر النظام الهيكلية للمذاب وكذلك جزء من الاضطراب الهيكلية للمذيب وعليه يكون المحلوك لا اضطراب اكثر مما للمذيب النقي والمذاب النقي معا





## ملاحظات

- ١- الانتروبي = مقياس اللانترظام = مقياس العشوائية
- ٢- انتروبي الحالة الغازية أكبر من انتروبي الحالة السائلة وأكبر من انتروبي الحالة الصلبة

$$\Delta S \text{ صلب} > \Delta S \text{ سائل} > \Delta S \text{ غاز}$$

-٣

نقصان العشوائية $\Delta S = -$	زيادة العشوائية $\Delta S = +$
التبريد يقلل العشوائية نقصان درجة الحرارة تقلل العشوائية نقصان المساحة السطحية تقلل العشوائية الاتحاد نقصان بالعشوائية الاجماد و التكثيف يقللان من العشوائية زيادة الضغط تقلل العشوائية نقصان عدد المولات تقلل العشوائية	التسخين يزيد العشوائية زيادة درجة الحرارة تزيد العشوائية زيادة المساحة السطحية يزيد العشوائية التفكك يزيد العشوائية الانصهار والتسامي والتبخر يزيد من العشوائية نقصان الضغط يزيد العشوائية زيادة عدد المولات تزيد العشوائية

✚ لانرم تعرفت العشوائية هي نفسها الي عايشه انته يعني من تقلل الضغط على اخوك الزغير تزداد هركاته العشوائية من تضغط عليه تقلل عشوائية... اي شيء و يزداد مجمه تزداد العشوائية والعكس صحيح. اي شيء و تفككه تزداد العشوائية الاتحاد يقلل العشوائية. بالنسبة للصلب والسائل والغاز. مثلا عندك قطعة ثلج صلب تكدر تكمشه بيدك وتسيله بينما من يتحول الي سائل صعب تكدر تسيطر عليه واذا صار غاز سلملي علي.. حتى بعد ماتنسى شوكت تقل او تزيد العشوائية قارنه مع الواقع.

-٤

$$\Delta S > 0 \text{ يعني } + \Delta S \text{ يعني زيادة بالعشوائية}$$

$$\Delta S < 0 \text{ يعني } - \Delta S \text{ يعني نقصان بالعشوائية}$$

استراجه // كلماتي

يهام اشبيك صاير للانظامي لاجوعان لاجلك لانني ضامي

ترى النظام يهبع للانظامي اذا زادت درجة العشوائية





سؤال 9-1

تنبأ فيما اذا كانت التغير في الانتروبي  $\Delta S$  أكبر او اقل من الصفر للعمليات الاتية

أ- تجمد الكحول ج //

انجماد  
صلب  $\rightarrow$  سائل

$\Delta S < 0$  يعني - نقصان بالعشوائية

ب- تبخر سائل البروم ج //

تبخر  
غاز  $\rightarrow$  سائل

$\Delta S > 0$  يعني + زيادة بالعشوائية

ت- ذوبان الكلوكون في الماء ج //

ذوبان  
سائل  $\rightarrow$  صلب

$\Delta S > 0$  يعني + يعني زيادة بالعشوائية

ث- تبريد غاز النتروجين من  $80^\circ\text{C}$  الى  $20^\circ\text{C}$  ج //

$\Delta S < 0$  يعني - يعني نقصان بالعشوائية

تمرين 10-1

كيف تتغير انتروبي النظام للعمليات الاتية

أ- تكثف بخار الماء

ج / سائل  $\rightarrow$  غاز تكثف

تقل العشوائية اي تقل الانتروبي

ب- تكون بلورات السكر من محلوله فوق المشبع

ج / صلب  $\rightarrow$  سائل تبلور

تقل العشوائية اي تقل الانتروبي

ت- تسخين غاز  $\text{H}_2$  من  $20^\circ\text{C}$  الى  $80^\circ\text{C}$

ج // التسخين يزيد من الطاقة الحركية ل  $\text{H}_2$  اي يزيد من العشوائية اي يزيد الانتروبي

ث- تسامي اليود الصلب

ج / غاز  $\rightarrow$  صلب تسامي

تزداد العشوائية اي تزداد الانتروبي





سؤال 28-1

ماذا تعني العمليات التلقائية وضع ذلك ثم اعطي مثالين لكك من العمليات التلقائية وغير تلقائية ؟

**الحل** || العمليات التلقائية :- هي عملية فيزيائية او كيميائية يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير خارجي .

|| العمليات التلقائية مثل :

١- سقوط الماء من اعلى الشلال

٢- انجماد الماء النقي تحت  $0^{\circ}\text{C}$

|| العمليات الغير تلقائية مثل :

١- تسلق قمة الجبل

٢- صعود الماء الى اعلى الشلال

سؤال 29-1

اي من العمليات الاتية تلقائية وأيها غير تلقائية ؟

١- ذوبان ملح الطعام ج // عملية تلقائية

٢- تسلق قمة ايفريست ج // عملية غير تلقائية

٣- انتشار رائحة العطر في الغرفة بعد رفع غطاء قنينة العطر ج // عملية تلقائية

٤- فصل الهليوم والنيون من مزيج من الغازات ج // عملية غير تلقائية .

سؤال 30-1

عرف الانتروبي وماهي وحداتها ؟

|| الحل

|| الانتروبي :-

هي دالة حالة ثرموداينمكية تعتبر مقياس الانظام للثرموداينمكي ويرمز

لها بالرمز S ووحداتها J/K.mol







## حسابات الانتروبي القياسية لتفاعلات الكيمائية

لايمكن حساب القيمة المطلقة للانتروبي  $S^0$  لذلك يمكن استخدامها في قياس التغير في الانتروبي  $\Delta S_r^0$  للتفاعل من خلال :

$$\Delta S_r^0 = \sum nS_{(PRODUCTS)}^0 - \sum nS_{(REACTION)}^0$$

حيث  $S^0$  هي انتروبية المواد الداخلة في التفاعل و  $n$  عدد مولات المواد الداخلة في التفاعل اما (  $\sum$  ) فتعني مجموع .

⚡ انتبه :- هنا  $S^0$  للعنصر الحر لا تساوي صفر

⚡ انتبه :- لحساب  $\Delta S_r^0$  تتبع نفس خطوات حساب  $\Delta H_r^0$  من انتالبيات التكوين القياسية

حيث يمكن حساب  $\Delta S_r^0$  للتفاعل :  $aA + bB \rightarrow gG + hH$

تقاس  $\Delta S_r^0$  بوحدات  $J/K \cdot mol$

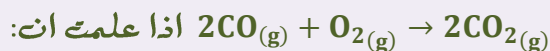
$$\Delta S_r^0 = \sum nS_{(P)}^0 - \sum nS_{(R)}^0$$

$$\Delta S_r^0 = [g * S_G^0 + h * S_H^0] - [a * S_A^0 + b * S_B^0]$$

### مثال 10-1

### تمرين 11-1

احسب التغير في انتروبي التفاعل القياسية  $\Delta S_r^0$  للتفاعل التالي عند الظروف القياسية  $25^\circ C$  وضغط  $1atm$



$$S_{(CO)}^0 = 198 \text{ J/K} \cdot mol$$

$$S_{(CO_2)}^0 = 214 \text{ J/K} \cdot mol \quad S_{(O_2)}^0 = 205 \text{ J/K} \cdot mol$$

الحل //

$$\Delta S_r^0 = \sum nS_{(P)}^0 - \sum nS_{(R)}^0$$

$$\Delta S_r^0 = \sum [2 * S_{(CO_2)}^0] - \sum [2 * S_{(CO)}^0 + 1 * S_{(O_2)}^0]$$

$$\Delta S_r^0 = [2 * 214] - [(2 * 198) + (1 * 205)]$$

$$\Delta S_r^0 = -173 \text{ J/K} \cdot mol$$

احسب التغير في الانتروبي المطلقة  $\Delta S_r^0$  للتفاعل

التالي عند الظروف القياسية  $25^\circ C$  وضغط  $1atm$



$$S_{(Fe_2O_3)}^0 = 87 \text{ J/K} \cdot mol, \quad S_{(Fe)}^0 = 27 \text{ J/K} \cdot mol$$

$$S_{(O_2)}^0 = 205 \text{ J/K} \cdot mol$$

الحل //

$$\Delta S_r^0 = \sum nS_{(P)}^0 - \sum nS_{(R)}^0$$

$$\Delta S_r^0 = \sum [2 * S_{(Fe_2O_3)}^0] - \sum [4 * S_{(Fe)}^0 + 3 * S_{(O_2)}^0]$$

$$\Delta S_r^0 = [2 * 87] - [(4 * 27) + (3 * 205)]$$

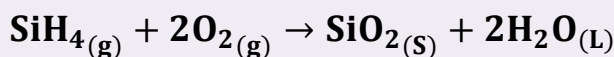
$$\Delta S_r^0 = [174] - [723] = -549 \text{ J/K} \cdot mol$$





سؤال 32-1

احسب  $\Delta S_r^0$  للتفاعل الاتي عند الظروف القياسية  $25^\circ\text{C}$  وضغط  $1\text{atm}$



اذا علمت ان

$$S_{(\text{SiH}_4)}^0 = 206 \text{ J/K.mol} \quad S_{(\text{SiO}_2)}^0 = 42 \text{ J/K.mol}$$

$$S_{(\text{H}_2\text{O})}^0 = 70 \text{ J/K.mol} \quad S_{(\text{O}_2)}^0 = 205 \text{ J/K.mol}$$

الحل //

$$\Delta S_r^0 = -434 \text{ J/K.mol} \quad \text{ج / واجب}$$

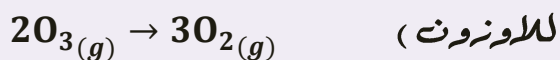
سؤال 33-1

اذا علمت ان قيمة  $\Delta S_r^0$  للتفاعل التالي

تساوي  $137 \text{ J/K.mol}$  عند حرارة  $25^\circ\text{C}$

وضغط  $1\text{atm}$  وان قيمة

$$S_{(\text{O}_2)}^0 = 206 \text{ J/K.mol} \quad \text{احسب قيمة } S_{(\text{O}_3)}^0$$



الحل //

$$\Delta S_r^0 = \sum nS_{(\text{P})}^0 - \sum nS_{(\text{R})}^0$$

$$\Delta S_r^0 = [3 * S_{(\text{O}_2)}^0] - [2 * S_{(\text{O}_3)}^0]$$

$$137 = [3 * 206] - [2S_{(\text{O}_3)}^0]$$

$$2S_{(\text{O}_3)}^0 = 618 - 137$$

$$2S_{(\text{O}_3)}^0 = 481$$

$$S_{(\text{O}_3)}^0 = \frac{481}{2} = 240.5 \text{ J/K.mol}$$

سؤال 27-1

احسب  $\Delta S_r^0$  للتفاعل الاتي في الظروف

القياسية  $25^\circ\text{C}$  وضغط  $1\text{atm}$

اذا علمت :  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$

$$S_{(\text{H}_2)}^0 = 131 \text{ J/K.mol}$$

$$S_{(\text{NH}_3)}^0 = 193 \text{ J/K.mol}$$

$$S_{(\text{N}_2)}^0 = 192 \text{ J/K.mol}$$

الحل /

$$\Delta S_r^0 = \sum nS_{(\text{P})}^0 - \sum nS_{(\text{R})}^0$$

$$\Delta S_r^0 = [2 * 193] - [(1 * 192) + (3 * 131)]$$

$$\Delta S_r^0 = (386) - [(192) + (393)]$$

$$\Delta S_r^0 = -199 \text{ J/K.mol}$$





طاقة كبس الحرة  $\Delta G$

16-1

وجد العالم كبس علاقة تربط الانثالبي ( $H$ ) والانتروبي ( $S$ ) تتيح لنا التنبؤ بتلقائية التفاعل ::

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

بشوت الحرارة و الضغط

طاقة كبس الحرة :-

هي دالة حالة ترموداينمكية تتيح لنا التنبؤ بتلقائية العمليات الفيزيائية والكيميائية وتمثل الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس التغير في الانثالبي والانتروبي

سؤال 2-1

ماهي وحدات الانثالبي والانتروبي وطاقة كبس الحرة بالوحدات الدولية ؟

الانتالبي  $KJ/mol$  و الانتروبي  $J/K.mol$  و طاقة كبس الحرة  $KJ/mol$

ملاحظات

١-  $\Delta G > 0$  يعني قيمة (+) موجبة  $\Delta G =$  يعني التفاعل غير تلقائي

٢-  $\Delta G < 0$  يعني قيمة (-) سالبة  $\Delta G =$  يعني التفاعل تلقائي

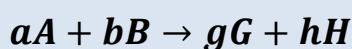
٣-  $\Delta G = 0$  يعني التفاعل في حالة اتزان .

طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل  $\Delta G_r^0$

يمكن قياس  $\Delta G_r^0$  بنفس الطريقة التي يقاس بها  $\Delta S_r^0$  و  $\Delta H_r^0$

حيث تساوي مجموع  $\Delta G_f^0$  للنواتج - مجموع  $\Delta G_f^0$  للمتفاعلات

$$\Delta G_r^0 = \sum n\Delta G_{f(P)}^0 - \sum n\Delta G_{f(R)}^0$$



يقاس  $\Delta G_r^0$  لهذا التفاعل حسب العلاقة

$$\Delta G_r^0 = [g * \Delta G_{f(G)}^0 + h * \Delta G_{f(H)}^0] - [a * \Delta G_{f(A)}^0 + b * \Delta G_{f(B)}^0]$$





سؤال 34-1

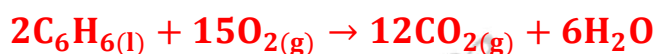
عرف طاقة كس الحرارة للتكوين القياسية وماهي وحداتها ؟

الجواب / هي مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول واحد من اي مادة من عناصرها الاساسية بأبسط صورة عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm وحدتها  $\Delta G_f^0 = \text{KJ/mol}$

ملاحظة // طاقة كس الحرارة للتكوين القياسية  $\Delta G_f^0$  للعناصر في أبسط صورها تساوي صفر

مثال 11-1

احسب طاقة كس الحرارة القياسية للتفاعل التالي عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm ثم بين هل يجري التفاعل بصورة تلقائية ام لا عند هذه الظروف



اذا علمت ان :

$$\Delta G_f^0(\text{C}_6\text{H}_6) = 173 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta G_f^0(\text{CO}_2) = -394 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta G_f^0(\text{H}_2\text{O}) = -237 \text{ KJ/mol}$$

// الحل

$$\Delta G_r^0 = \sum n\Delta G_f^0(\text{P}) - \sum n\Delta G_f^0(\text{R})$$

$$\Delta G_r^0 = [12 * \Delta G_f^0(\text{CO}_2) + 6 * \Delta G_f^0(\text{H}_2\text{O})] -$$

$$[2 * \Delta G_f^0(\text{C}_6\text{H}_6) + 15 * \Delta G_f^0(\text{O}_2)]$$

$$\Delta G_r^0 = [12 * -394 + 6 * -237] - [2 * 173 + 15 * 0]$$

$$\Delta G_r^0 = [-4728 - 1422] - [346]$$

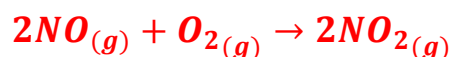
$$\Delta G_r^0 = [-6150] - [346]$$

$$= -6496 \text{ KJ/mol}$$

بما ان القيمة سالبة اذا التفاعل تلقائي

تمرين 12-1

جد قيمة  $\Delta G_r^0$  للتفاعل الاتي عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm بين هل ان التفاعل تلقائي ام لا ؟



اذا علمت ان :  $\Delta G_f^0(\text{NO}_2) = 52 \text{ KJ/mol}$  و

$$\Delta G_f^0(\text{NO}) = 87 \text{ KJ/mol}$$

الحل |

$$\Delta G_r^0 = \sum n\Delta G_f^0(\text{P}) - \sum n\Delta G_f^0(\text{R})$$

$$\Delta G_r^0 = [2\Delta G_f^0(\text{NO}_2)] - [2 * \Delta G_f^0(\text{NO}) + 1 * \Delta G_f^0(\text{O}_2)]$$

$$\Delta G_r^0 = [2 * 52] - [2 * 87 + 1 * 0]$$

$$\Delta G_r^0 = [104] - [174]$$

$$\Delta G_r^0 = -70 \text{ KJ/mol}$$

بما انه القيمة سالبة اذا التفاعل تلقائي .





ملاحظات قبل الدخول الى الاسئلة التي تجمع  $\Delta H_r^0$ ,  $\Delta G_r^0$ ,  $\Delta S_r^0$

نتذكر أن:

٤- اثنالي التفاعل  $\Delta H_r^0$  نستخرجه من

ت- من السعر  $q_{\frac{KJ}{mol}} = \Delta H_{r,0}$

ث- من مجموع اثناليات التكوين  $\Delta H_f^0$

$$\Delta H_{r,0} = \sum n \Delta H_{f,0}(\text{PRODUCTS}) - \sum n \Delta H_{f,0}(\text{REACTION})$$

ج- علاقة كبس الحره  $\Delta H_{r,0} = \Delta G + T\Delta S$

٥-  $\Delta H_r^0 = \Delta H_f^0$  اذا كان المتكون مول واحد من مركب من عناصره اساسية في اثبت

صوره

و-  $\Delta H_r^0 = \Delta H_c^0$  اذا كان المتحرك مول واحد مع كمية وافره من الاوكسجين

٥- من قانون هيس

٦- التغير في الانتروبي  $\Delta S_r^0$  للتفاعل نستخرجه من

ت- علاقة كبس  $\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G_r^0}{T}$

ث- مجموع الانتروبي للتفاعل

$$\Delta S_r^0 = \sum nS_{(P)}^0 - \sum nS_{(R)}^0$$

٧- طاقة كبس الحره يمكن ان نستخرجها من

ت- علاقة كبس  $\Delta G_r^0 = \Delta H_r^0 - T\Delta S_r^0$

ث- مجموع طاقات كبس الحره للتكوين القياسية

$$\Delta G_r^0 = \sum n\Delta G_{f(P)}^0 - \sum n\Delta G_{f(R)}^0$$

**ملاحظة مهمه :-**

اذا طلب في السؤال  $\Delta G_r^0$  ولم يعطي  $\Delta G_f^0$  لكل مركب او عنصر هنا يجب ان يعطي  $\Delta S_r^0$  او طريق يوصلنا اليها (نجدها من مجموع الانتروبي  $S^0$ ) ويجب ان يعطي  $\Delta H_{r,0}$  او طريق يوصلنا لل  $\Delta H_{r,0}$  مثل  $\Delta H_{f,0}$  ثم نطبق علاقة كبس لايجاد المجهول الرئيسي

$$\Delta G_r^0 = \Delta H_r^0 - T\Delta S_r^0$$

ملاحظة مهمه:  $\Delta S_r^0$  في علاقة كبس تحول الى  $KJ|K.mol$  و  $T_k = t_{\text{°C}} + 273$





سؤال 12-1

للتفاعل الاتي  $C_2H_5OH_{(L)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(L)}$  بالاستعانة بالعلومات

الاتية -

المادة	$\Delta H_f^0$ KJ/mol	$S^0$ J/K .mol
$C_2H_5OH$	-278	161
$O_2$	0	205
$CO_2$	-394	214
$H_2O$	-286	70

احسب : ١-  $\Delta H_r^0$  ٢-  $\Delta S_r^0$  ٣-  $\Delta G_r^0$  عند الظروف القاسية للتفاعل

الحل/

١- حساب  $\Delta H_r^0$

$$\Delta H_{r,0} = \sum n \Delta H_{f,0}^0(P) - \sum n \Delta H_{f,0}^0(R)$$

$$\Delta H_{r,0} = [(2 * -394) + (3 * -286)] - [(1 * -278) + (3 * 0)]$$

$$\Delta H_{r,0} = [-788 + (-858)] - [-278] = -1368 \text{ KJ/mol}$$

٢- حساب  $\Delta S_r^0$

$$\Delta S_r^0 = \sum n S_{(P)}^0 - \sum n S_{(R)}^0$$

$$\Delta S_r^0 = [(2 * 214) + (3 * 70)] - [(1 * 161) + (3 * 205)]$$

$$\Delta S_r^0 = [428 + 210] - [161 + 615]$$

$$\Delta S_r^0 = -138 \text{ J/K.mol}$$

$\Delta S_r^0$  بوحدات J/K.mol اما في علاقة كبس يجب ان تكون بوحدات KJ/K.mol

$$\Delta S_r^0 \text{ KJ/K.mol} = -\frac{138 \text{ J/K.mol}}{1000} = -0.138 \text{ KJ/K.mol}$$

٣- حساب  $\Delta G_r^0$

$$T_{\text{C}} = 25^{\circ}\text{C} \quad T_{\text{K}} = 25 + 273 = 298\text{K}$$

في الظروف القياسية

$$\Delta G_r^0 = \Delta H_r^0 - T \Delta S_r^0$$

$$\Delta G_r^0 = -1368 \text{ (KJ/mol)} - (298 \text{ K} * -0.138 \text{ (KJ/K.mol)})$$

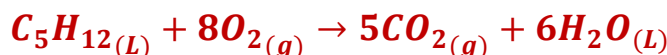
$$\Delta G_r^0 = -1327 \text{ KJ/mol}$$





تمرين 13-1

احسب  $\Delta G_r^0$  للتفاعل التالي عند الظروف القياسية  $25^\circ\text{C}$  و ضغط 1atm



حيث تم حساب  $\Delta H_{r,0}$  للتفاعل من قيم اثنالبي التكوين وكانت تساوي  $\Delta H_{r,0} = -3536 \text{ KJ}$

mol وكذلك تم حساب  $\Delta S_{r,0}$  وكانت تساوي  $\Delta S_{r,0} = 374 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$

.....

الحل // نحول وحدات  $\Delta S_{r,0}$  الى  $\text{KJ/K} \cdot \text{mol}$

$$\Delta S_{r,0}^{\text{KJ/K} \cdot \text{mol}} = \frac{374 \text{ J/K} \cdot \text{mol}}{1000 \text{ J/KJ}} = 0.374 \text{ KJ/K} \cdot \text{mol}$$

الحرارة في الظروف القياسية  $25^\circ\text{C}$  حولها الى  $\text{K}$   $T_K = 273 + 25 = 298 \text{ K}$

$$\Delta G_r^0 = \Delta H_r^0 - T\Delta S_r^0$$

$$\Delta G_r^0 = -3536 (\text{KJ/mol}) - (298 \text{ K} * 0.374 (\text{KJ/K} \cdot \text{mol}))$$

$$\Delta G_r^0 = -3536 \text{ KJ/mol} - 111.452 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta G_r^0 = -3647.452 \text{ KJ/mol}$$

تمرين 14-1

اذا كان لدينا التفاعل الاتي  $\text{HCOOH}(\text{L}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{L})$  فاذا كانت قيمة  $\Delta H_{r,0}$  للتفاعل

تساوي  $16 \text{ KJ/mol}$  والتغير في الانتروبي  $\Delta S_{r,0}$  يساوي  $234 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$  احسب قيمة  $\Delta G_r^0$

للتفاعل التالي عند الظروف القياسية  $25^\circ\text{C}$  و ضغط 1atm ؟ وهل التفاعل تلقائي ام لا ؟

الحل // واجب ع  $\Delta G_r^0 = -53.7 \text{ KJ/mol}$  بما ان قيمة سالبة فان التفاعل تلقائي





سؤال 1-15

جد قيمة  $\Delta G_r^0$  للتفاعل  $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$  الذي يجري في الظروف القياسية اذا اعطيت المعلومات الآتية :

$$\Delta H_f^0(CO) = -110.5 \text{ KJ/mol} \quad \Delta H_f^0(CO_2) = -393.5 \text{ KJ/mol}$$

$$S^0(O_2) = 205 \text{ J/K.mol} \quad S^0(CO) = 198 \text{ J/K.mol} \quad S^0(CO_2) = 214 \text{ J/K.mol}$$

الحل // نجد كل من  $\Delta S_r^0, \Delta H_r^0$ , ثم نجد  $\Delta G_r^0$

١- حساب  $\Delta H_r^0$

$$\Delta H_{r,0} = \sum n \Delta H_{f,0}^0(P) - \sum n \Delta H_{f,0}^0(R)$$

$$\Delta H_{r,0} = [(2 * \Delta H_f^0(CO_2))] - [(2 * \Delta H_f^0(CO)) + (1 * \Delta H_f^0(O))] ]$$

$$\Delta H_{r,0} = [(2 * -393.5)] - [2 * -110.5 + 0]$$

$$\Delta H_{r,0} = [-787] - [-221] = -566 \text{ KJ/mol}$$

٢- حساب  $\Delta S_r^0$

$$\Delta S_r^0 = \sum nS_{(P)}^0 - \sum nS_{(R)}^0$$

$$\Delta S_r^0 = [(2 * S^0(CO_2))] - [(2 * S^0(CO)) + (S^0(O_2))] ]$$

$$\Delta S_r^0 = [2 * 214] - [2 * 198 + 1 * 205]$$

$$\Delta S_r^0 = 428 - 601 = -173 \text{ J/K.mol}$$

$\Delta S_r^0$  بوحدات  $J/K.mol$  اما في علاقة كبس يجب ان تكون بوحدات  $KJ/K.mol$

$$\Delta S_r^0_{KJ/K.mol} = -\frac{173 \text{ J/K.mol}}{1000} = -0.173 \text{ KJ/K.mol}$$

$$T_C = 25 \text{ }^\circ\text{C} \quad T_K = 273 + 25 = 298 \text{ K}$$

الحرارة في الظروف القياسية  $\Leftarrow$

$$\Delta G_r^0 = \Delta H_r^0 - T\Delta S_r^0$$

$$\Delta G_r^0 = -566(\text{KJ/mol}) - (298 \text{ K} * -0.173 (\text{KJ/K.mol}))$$

$$\Delta G_r^0 = -566 - (-51.554 \text{ KJ/mol})$$

$$\Delta G_r^0 = -514.4 \text{ KJ/mol}$$

قيمة  $\Delta G_r^0$  سالبة  $\therefore$  التفاعل تلقائي







سؤال 31-1

للتفاعل التالي  $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$  احسب قيمة  $\Delta S_r^0$  للتفاعل بوحدة  $J/K.mol$  علما ان:  $\Delta H_f^0(H_2O) = -242 KJ/mol$   $\Delta G_f^0(H_2O) = -228 KJ/mol$

الحل / نجد  $\Delta G_r^0, \Delta H_r^0$  ثم نجد  $\Delta S_r^0$  :

$$\Delta H_{r,0} = \sum n \Delta H_{f,0}^o (P) - \sum n \Delta H_{f,0}^o (R)$$

$$\Delta H_{r,0} = [(2 * \Delta H_f^o(H_2O))] - [(2 * \Delta H_f^o(H)) + (\Delta H_f^o(O_2))]$$

$$\Delta H_{r,0} = [(2 * -242)] - [2 * 0 + 0]$$

$$\Delta H_{r,0} = -484 KJ/mol$$

$$\Delta G_{r,0} = \sum n \Delta G_{f,0}^o (P) - \sum n \Delta G_{f,0}^o (R)$$

$$\Delta G_{r,0} = [(2 * \Delta G_f^o(H_2O))] - [(2 * \Delta G_f^o(H)) + (\Delta G_f^o(O_2))]$$

$$\Delta G_{r,0} = [(2 * -228)] - [2 * 0 + 0]$$

$$\Delta G_{r,0} = -456 KJ/mol$$

$$T_{\text{C}} = 25 \text{ } ^\circ\text{C} \quad T_{\text{K}} = 273 + 25 = 298\text{K}$$

الحرارة في الظروف القياسية  $\Leftarrow$

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$

$$T\Delta S_r^o = \Delta H_r^o - \Delta G_r^o$$

$$\Delta S_r^o = \frac{\Delta H_r^o - \Delta G_r^o}{T} = \frac{-484 - (-456)}{298\text{K}} = -0.094 KJ/K.mol$$

كما قلنا سابقا ان  $\Delta S_r^o$  في معادلة كبس تكون بوحدة  $KJ/K.mol$  لكن في السؤال طلبها بوحدة  $J/K.mol$

$$\Delta S_r^o J/K.mol = -0.094 KJ/K.mol * 1000 J/KJ$$

$$\Delta S_r^o J/K.mol = -94 J/K.mol$$





ملاحظة:

في بعض الاسئلة يطلب درجة الحرارة التي تجعل التفاعل تلقائي لحك هذا النوع من المسائل

تتبع الخطوات الاتية:

١- نحول  $\Delta S$  الى وحدات  $KJ/K \cdot mol$

٢- نجد  $T$  الحرارة من العلاقة  $T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$  حيث  $T$  تمثل حرارة الاتزان

٣- اذا كانت قيمة  $\Delta H$  موجبة التفاعل ماص نقول:

(( لكي يصبح التفاعل تلقائي يحتاج تسخين أكثر من حرارة الاتزان ))

ب اذا كانت قيمة  $\Delta H$  سالبة التفاعل باع نقول:

(( لكي يصبح التفاعل تلقائي يحتاج الى تبريد أقل من حرارة الاتزان ))

للتذكير  $\Delta S$  في معادلة كبس بوحدة  $KJ/K \cdot mol$

سؤال 1-36

جد درجة الحرارة التي يصبح عندها التفاعلات التالية تلقائية اذا علمت ان قيم  $\Delta S$  لها:

التفاعل A  $\Delta H = 126 KJ/mol$   $\Delta S = 48 J/K \cdot mol$

التفاعل B  $\Delta H = -12 KJ/mol$   $\Delta S = -105 J/K \cdot mol$

الحل //

التفاعل B

$$1) \Delta S_r^{0} \text{ KJ/K.mol} = \frac{-105 \text{ J/K.mol}}{1000} = -0.105 \text{ KJ/K.mol}$$

$$2) T = \frac{\Delta H}{\Delta S} = \frac{-12 \text{ KJ/mol}}{-0.105 \text{ KJ/K.mol}} = 114.3 \text{ K}$$

٣) بما ان قيمة  $\Delta H$  سالبة:

لكي يصبح التفاعل تلقائي يحتاج الى تبريد اقل من  $114.3 \text{ K}$

التفاعل A

$$1- \Delta S_r^{0} \text{ KJ/K.mol} = \frac{48 \text{ J/K.mol}}{1000} = 0.048 \text{ KJ/K.mol}$$

$$2- T = \frac{\Delta H}{\Delta S} = \frac{126 \text{ KJ/mol}}{0.048 \text{ KJ/K.mol}} = 2625 \text{ K}$$

٣- بما ان قيمة  $\Delta H$  موجبة:

لكي يصبح التفاعل تلقائي يحتاج الى تسخين أكثر من  $2625 \text{ K}$





سؤال 37-1

من قيم  $\Delta S$  و  $\Delta H$ , تتبأ اي من التفاعلين سيكون تلقائي عند حرارة  $25^\circ\text{C}$  وضغط  $1\text{atm}$

التفاعل A  $\Delta H = 11\text{ KJ/mol}$   $\Delta S = 30\text{ J/K.mol}$  ○

التفاعل B  $\Delta H = 2\text{ KJ/mol}$   $\Delta S = 113\text{ J/K.mol}$  ○

اذا لم يكن كل من التفاعلين تلقائياً عند حرارة  $25^\circ\text{C}$  وضغط  $1\text{atm}$

في أي درجة حرارة سيكون التفاعلين تلقائيين .

الحل //

تفاعل A فحول  $\Delta S$ , الى  $\Delta S_r^0\text{ KJ/K.mol}$

$$\Delta S_r^0\text{ KJ/K.mol} = \frac{30\text{ J/K.mol}}{1000} = 0.03\text{ KJ/K.mol}$$

الحرارة في الظروف القياسية  $\Leftarrow T_{\text{C}} = 25^\circ\text{C}$   $T_{\text{K}} = 273 + 25 = 298\text{K}$

$$\Delta G_r^0 = \Delta H_r^0 - T\Delta S_r^0 \Rightarrow \Delta G_r^0 = 11(\text{KJ/mol}) - (298\text{ K} * 0.03 (\text{KJ/K.mol}))$$

$$\Delta G_r^0 = 11(\text{KJ/mol}) - 8.94 (\text{KJ/mol}) = 2.06\text{KJ/mol}$$

قيمة  $\Delta G_r^0$  موجبة يعني التفاعل غير تلقائي .

لذلك نحتاج الى إيجاد حرارة تجعل التفاعل تلقائي كما مطلوب في السؤال

$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S} \Rightarrow T = \frac{11\text{ KJ/mol}}{0.03\text{ KJ/K.mol}} = 366.66\text{ K}$$

بما ان قيمة  $\Delta H$ , موجبة :

لكي يصبح التفاعل تلقائي يحتاج الى تسخين أكثر من  $366.66\text{ K}$

تفاعل B فحول  $\Delta S$ , الى  $\Delta S_r^0\text{ KJ/K.mol}$

$$\Delta S_r^0\text{ KJ/K.mol} = \frac{113\text{ J/K.mol}}{1000} = 0.113\text{ KJ/K.mol}$$

الحرارة في الظروف القياسية  $\Leftarrow T_{\text{C}} = 25^\circ\text{C}$   $T_{\text{K}} = 273 + 25 = 298\text{K}$

$$\Delta G_r^0 = \Delta H_r^0 - T\Delta S_r^0 \Rightarrow \Delta G_r^0 = 2(\text{KJ/mol}) - (298\text{ K} * 0.113 (\text{KJ/K.mol}))$$

$$\Delta G_r^0 = 2(\text{KJ/mol}) - 33.674 (\text{KJ/mol}) = -31.674\text{ KJ/mol}$$

قيمة  $\Delta G_r^0$  سالبة يعني التفاعل تلقائي ،





سؤال 1 - 38

للتفاعل الاتي  $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$  غير تلقائي بالظروف الاعتيادية بين حسابيا بأي درجة حرارة يصبح عندها التفاعل تلقائي عند (  $627^\circ C$  او  $927^\circ C$  ) اذا علمت  $\Delta H_r^\circ = 178.5 KJ$  و  $\Delta S_r^\circ = 160 J/K.mol$  ؟

الحل / نجد  $\Delta G$  عند  $627^\circ C$  وعند  $927^\circ C$  ونعرف عند اي حرارة يكون التحول تلقائي

✚ عند درجة حرارة  $627 C$

$$T_K = 273 + T^\circ C$$

$$T_K = 273 + 627 = 900K$$

$$\Delta S = - \frac{160 J/K.mol}{1000} = 0.16 KJ/K.mol$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = 178.5 - (900K \times 0.16)$$

$$\Delta G = 178.5 - 144 = 34.5 KJ/mol$$

الاشارة موجبه التفاعل غير تلقائي

✚ عند درجة حرارة  $927 C$

$$T_K = 273 + T^\circ C$$

$$T_K = 273 + 927 = 1200K$$

$$\Delta S = - \frac{160 J/K.mol}{1000} = 0.16 KJ/K.mol$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = 178.5 - (1200K \times 0.16)$$

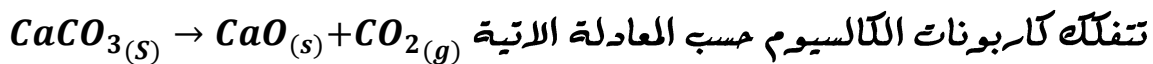
$$\Delta G = 178.5 - 192 = -13.5 KJ/mol$$

الاشارة سالبة التفاعل تلقائي





سؤال 24-1



قيمة  $\Delta S_r^0 = 160 J/K \cdot mol$  فاذا علمت ان  $\Delta H_f^0$  لكل من  $CaCO_3, CaO, CO_2$  هي على التوالي بوحدة  $KJ/mol$  (-1207, -635, -393.5) جد :

١-  $\Delta H_r^0$  للتفاعل ثم ارسم منحنى الطاقة

٢-  $\Delta G_r^0$  للتفاعل

٣- درجة الحرارة الي تصبح عندها التفاعل تلقائي .

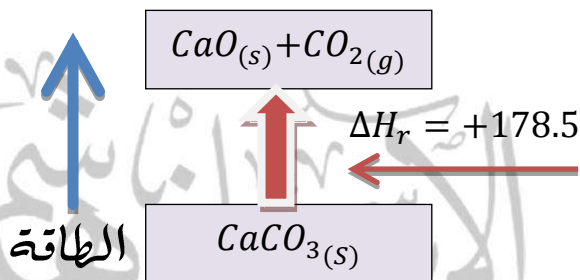
// الحل

١- نجد  $\Delta H_r^0$  للتفاعل و نرسم منحنى الطاقة

$$\Delta H_{r,0} = \sum n \Delta H_{f,0} (P) - \sum n \Delta H_{f,0} (R)$$

$$\Delta H_{r,0} = [(-635) + (-3935)] - [-1207]$$

$$\Delta H_{r,0} = [-1028.5] + [1207] = 178.5 KJ/mol$$



٢- إيجاد قيمة  $\Delta G_r^0$  للتفاعل

نحول  $\Delta S_r^0$  بوحدة  $KJ/K \cdot mol$

$$\Delta S_r^0 KJ/K \cdot mol = \frac{160 J/K \cdot mol}{1000} = 0.16 KJ/K \cdot mol$$

$$T_{\text{C}} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad T_K = 273 + 25 = 298K$$

○ الحرارة في الظروف القياسية ⇐

$$\Delta G_r^0 = \Delta H_r^0 - T \Delta S_r^0 \quad \Rightarrow \Delta G_r^0 = 178.5(KJ/mol) - (298 K * 0.16 (KJ/K \cdot mol))$$

$$\Delta G_r^0 = 178.5(KJ/mol) - 47.68 (KJ/mol) = 130.82 KJ/mol$$

٣- إيجاد الحرارة التي تجعل التفاعل تلقائي

$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S} \quad \Rightarrow T = \frac{178.5 KJ/mol}{0.16 KJ/K \cdot mol} = 1115.6 K$$

✚ بما ان قيمة  $\Delta H$  موجبة :

لكي يصبح التفاعل تلقائي يجب تسخين التفاعل الى أكثر من 1115.6 K





## تطبيقات معادلة كبس واتجاه سير التفاعلات الكيميائية

تعد معادلة كبس معادلة مهمة جدا عند تطبيقها على التفاعلات الكيميائية وذات العلاقة وثيقة بالتغيرات التي تحدث في خواص النظام  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

يتضمن التغير في الطاقة الحرة  $\Delta G$  حسب معادلة كبس عاملين مهمين يؤثران على تلقائية التفاعل الكيميائي :

○ العامل الاول :- يتجه التفاعل على الاغلب الى الحالة التي تكون فيها الطاقة (الانتالبي) اقل ما يمكن وتكون التلقائية اكثر احتمالا اذا كانت قيمة  $\Delta H$  سالبة اي ان التفاعل باعث للحرارة

○ العامل الثاني :- يتجه التفاعل على الاغلب الى الحالة التكون فيها الانتروبي  $\Delta S$  اعلى ما يمكن وتكون التلقائية اكثر احتمالا اذا كانت قيمة  $\Delta S$  موجبة اي تزداد العشوائية بسبب ذلك يعود الى وجود  $\Delta S$  ضمن الحد  $-T\Delta S$  لذلك فالقيمة الموجبة للانتروبي  $\Delta S$  تساعد على جعل قيمة  $\Delta G$  سالبة

وبشكل عام تؤثر اشارة كل من  $\Delta H$  و  $\Delta S$  على قيمة  $\Delta G$  هي ك :

١- اذا كان كل من  $\Delta H$  و  $\Delta S$  موجبه ستكون  $\Delta G$  سالبة عندما  $\Delta H < T\Delta S$

٢- اذا كان كل من  $\Delta H$  سالبة و  $\Delta S$  موجبة تكون  $\Delta G$  سالبة دائماً

٣- اذا كانت  $\Delta H$  موجبة و  $\Delta S$  سالبة تكون  $\Delta G$  موجبة دائماً

٤- اذا كان كل من  $\Delta H$  و  $\Delta S$  سالبة  $\Delta H > T\Delta S$

### ملاحظات

١- اذا كانت  $\Delta H$  موجبه يعني التفاعل ماص للحرارة

و اذا كانت  $\Delta H$  سالبة يعني التفاعل باعث للحرارة

٢- اذا كانت  $\Delta S$  موجبه يعني زيادة في عشوائية النظام

اذا كانت  $\Delta S$  سالبة نقصان في عشوائية النظام

٣- اذا كانت  $\Delta G$  موجبة يعني التفاعل غير تلقائي

اذا كانت  $\Delta G$  سالبة يعني التفاعل تلقائي

٤- عمليات التبخر والانصهار والذوبان والتسامي عمليات ماصة للحرارة  $\Delta H$  موجبة





- ٥- عمليات الانجماد والتبلور والتكثيف والتصلب عمليات باعثه للحرارة  $\Delta H$  سالبة
- ٦- عملية التفكك زيادة في العشوائية وعملية الاتحاد نقصان في العشوائية
- ٧- تعتمد قيمة  $\Delta G$  على قيمتي  $\Delta H$  و  $\Delta S$  في تحديد تلقائية التفاعل من عدمها
- ٨-  $\Delta H$  و  $\Delta S$  في تعاليل كس غالباً نفس الإشارة

**⚠ انتبه :-** بالنسبة لتعاليل علاقة كس اول شي لازم تعرف  $\Delta G$  موجب تفاعل غير

تلقائي و  $\Delta G$  سالبة تفاعل تلقائي. مرات هو يذكر لك بالتعليل تلقائي او غير تلقائي.. زين واذا ماذكر لك شلون. تعال اعلمك اذا التعليل منفي يعني التفاعل غير تلقائي واذا التعليل مثبت يعني التفاعل تلقائي.

هسه بعد ما عرفنه التفاعل تلقائي لو لاجبي ثبت شلون طلع تلقائي وغير تلقائي.. شلون ثبت تعال شوف لازم اعرف اشارة  $\Delta H$  و  $\Delta S$  ولا تدوخ همهم اثنينهم نفس الاشارة غالباً يعني تعرف وعده الثانية نفس اشارته بعد ما عرفنه اشارة  $\Delta H$  و  $\Delta S$  تخليهم بالقانون  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  ونعرف ياخذ اكبر من الثاني  $\Delta H$  لو  $T\Delta S$

### خطوات حل التعليل وفق علاقة كس

١- ايجاد اشارة  $\Delta G$

٢- ايجاد اشارة  $\Delta H$

٣- ايجاد اشارة  $\Delta S$

٤- اثبات اشارة  $\Delta G$  عن طريق معادلة كس  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

غالباً نفس الاشارة

استراجه || كلماتي

كثيكت الليك اتعلك تعاليل

اقره وعلتي زادت تعاليل

ركزلي على هاي التعاليل

وزاري وكل سنة مني هديه

**مثال توضيحي //**

س/ يتسامى اليود بالحرارة العالية علك ذلك وفق علاقة كس ؟

الحل //

1)  $\Delta G = -$  (عملية تلقائية) عرفته لأن التعليل مثبت (مو منفي).

2)  $\Delta H = +$  (عملية ماصة للحرارة)

3)  $\Delta S = +$  (تسامي يعني زياده بالعشوائية)

4)  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = + - (+)$

$\Delta G = - \rightarrow \Delta H < T\Delta S$

يعني  $T\Delta S$  اكبر من  $\Delta H$  حتى يطلع  $\Delta G = -$





سؤال 39-1

○ علك ما يأتي على ضوء علاقة كبس  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

١. عملية انصهار الجليد تلقائية بالظروف الاعتيادية

ع/

a)  $\Delta G = -$  عملية تلقائية

b)  $\Delta H = +$  عملية ماصة للحرارة

c)  $\Delta S = +$  تزدادا العشوائية

d)  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$$\Delta G = (+) - (+)$$

$$\Delta G = + \quad - \quad \Delta H < T\Delta S$$

٢. لا يتحلل الماء الـ عناصره الاولية بالظروف الاعتيادية

ع/

a)  $\Delta G = +$  عملية غير تلقائية

b)  $\Delta H = +$  عملية ماصة للحرارة

c)  $\Delta S = +$  تزدادا العشوائية

d)  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$$\Delta G = (+) - (+)$$

$$\Delta G = + \quad - \quad \Delta H > T\Delta S$$

٣. يذوب غاز ثنائي اوكسيد الكبريت في الماء تلقائياً ويبعث حرارة عند ذوبانه

ع/

a)  $\Delta G = -$  عملية تلقائية

b)  $\Delta H = -$  عملية باعثة للحرارة

c)  $\Delta S = -$  تقل لعشوائية

d)  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$$\Delta G = (-) - (-)$$

$$\Delta G = - \quad + \quad \Delta H > T\Delta S$$







٤. لا تتفكك كاربونات الكالسيوم بدرجات الحرارة الاعتيادية

ع/ا

- a)  $\Delta G = +$  عملية غير تلقائية  
 b)  $\Delta H = +$  عملية ماصة للحرارة  
 c)  $\Delta S = +$  تزداد العشوائية  
 d)  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$   
 $\Delta G = (+) - (+)$   
 $\Delta G = + - \Delta H > T\Delta S$

٥. تفكك اوكسيد الزئبق II يكون تلقائي دائما عند درجات الحرارة العالية.

ع/ا

- a)  $\Delta G = -$  عملية تلقائية  
 b)  $\Delta H = +$  عملية ماصة للحرارة  
 c)  $\Delta S = +$  تزداد العشوائية  
 d)  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$   
 $\Delta G = (+) - (+)$   
 $\Delta G = + - \Delta H < T\Delta S$

٦- لا يجمد الماء تلقائيا بالظروف الاعتيادية

ع/ا

- e)  $\Delta G = +$  عملية غير تلقائية  
 f)  $\Delta H = -$  عملية باعثة للحرارة  
 g)  $\Delta S = -$  تقل العشوائية  
 h)  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$   
 $\Delta G = (-) - (-)$   
 $\Delta G = - + \Delta H < T\Delta S$

اجابات اضافية : علل وفق علاقة كبس  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

تعليق رقم ١ و ٢ شواذ حيث تكون  $\Delta H = -$  و  $\Delta S = +$

- ١- يتحلل الاوزون الى الاوكسجين تلقائياً بالظروف الاعتيادية  
 ٢- يتحلل بيروكسيد الهيدروجين الى ماء واوكسجين تلقائياً في الظروف الاعتيادية  
 ٣- لا يحدث ندى في فصل الصيف





## حساب انتروبي التغيرات

17-1

كما عرفنا ان المادة تتحول من حالتها الصلبة الى السائلة بدرجة حرارة تسمى  $T_m$  (درجة حرارة الانصهار) ومن حالتها السائلة الى الغازية بدرجة حرارة تسمى  $T_b$  (درجة حرارة الغليان) وعند هاتان الدرجات  $T_b, T_m$  يحدث اتزان بين ضغط بخار الماء او السائل مع الضغط الجوي هذا يعني ان قيمة  $\Delta G$  تساوي صفر .

$$T_m = \text{درجة الانصهار بالكلفن} \quad \Delta S_{Fus} = \frac{\Delta H_{Fus}}{T_m} \quad \text{معادلة الانصهار}$$

$$T_b = \text{درجة الغليان بالكلفن} \quad \Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} \quad \text{معادلة التبخر}$$

حيث :

- $\Delta S_{Fus}$  انتروبي انصهار و  $\Delta H_{Fus}$  انتالبي انصهار .
- $\Delta S_{vap}$  انتروبي التبخر و  $\Delta H_{vap}$  انتالبي التبخر .

**علاقة تروتن :** لاحظ العالم تروتن أن  $\Delta S_{vap}$  للأغلب السوائل تساوي  $85 \text{ J/K.mol}$

### ملاحظات

١- اذا طلب  $\Delta H_{vap}$  واعطى درجة غليان ولم يعطي قيمة  $\Delta S_{vap}$  نطبق العلاقة

$$\Delta S_{vap} = 85 \text{ J/K.mol} \quad \text{ونعوض مكان} \quad \Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

$$85 \text{ J/K.mol} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

٢- اذا طلب انتروبي التبخر  $\Delta S_{vap}$  واعطى  $\Delta H_{vap}$  ودرجة غليان نطبق العلاقة

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

- أنتبه // هذا الرقم  $\Delta S_{vap} = 85 \text{ J/K.mol}$  نعوضه مكان  $\Delta S_{vap}$  بس من يطلب  $\Delta H_{vap}$  وما نطبقه قيمة لك  $\Delta S_{vap}$





مثال 13-1

احسب انتالبي التبخر  $\Delta H_{vap}$  للهكسان عند الاتزان بوحدة  $KJ/mol$  اذا علمت درجة غليانه  $69^\circ C$

الحل // نحول درجة الحرارة  $^\circ C$  من الى  $K$

$$T_K = 273 + t_{^\circ C} \Rightarrow T_K = 273 + 69 = 342 K$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} \Rightarrow 85 J/K \cdot mol = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

$$\Delta H_{vap} = 85 J/K \cdot mol * 342 K$$

$$\Delta H_{vap} = 29070 J/mol$$

نحول الى  $KJ/mol$  كما مطلوب في السؤال

$$\Delta H_{vap} = 29070 J/mol * \frac{1KJ}{1000J} = 29 KJ/mol$$

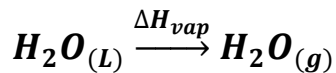
تمرين 15-1

احسب التغير في الانتروبي للتحول الآتي  $H_2O_{(L)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$  حيث  $\Delta H_{vap} = 44 KJ/mol$  عند درجة غليان الماء  $100^\circ C$

الحل //

نحول درجة الحرارة  $^\circ C$  من الى  $K$

$$T_K = 273 + t_{^\circ C} \Rightarrow T_K = 273 + 100 = 373 K$$



$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{44 KJ/mol}{373 K}$$

$$\Delta S_{vap} = 0.118 KJ/K \cdot mol$$

$$\Delta S_{vap} = 0.118 KJ/K \cdot mol * 1000 J/KJ$$

$$\Delta S_{vap} = 118 J/K \cdot mol$$





## حل اسئلة الفصل الاول

رقم الصفحة باللمزة	السؤال	رقم الصفحة باللمزة	السؤال
موجود ص ( ٢١ )	س٢١	جميع التعاريف في اللمزة	س١
موجود ص ( ٢٢ )	س٢٢	موجود ص ( ٣٤ )	س٢
موجود ص ( ٢٢ )	س٢٣	جميع التعاريف في اللمزة	س٣
موجود ص ( ٤٤ )	س٢٤	موجود ص ( ٦ )	س٤
موجود ص ( ٢٦ )	س٢٥	موجود ص ( ١٢ )	س٥
موجود ص ( ٢٧ )	س٢٦	موجود ص ( ٣ )	س٦
موجود ص ( ٣٣ )	س٢٧	موجود ص ( ٧ )	س٧
موجود ص ( ٣١ )	س٢٨	موجود ص ( ٩ )	س٨
موجود ص ( ٣١ )	س٢٩	موجود ص ( ٤ )	س٩
موجود ص ( ٣١ )	س٣٠	موجود ص ( ٥ )	س١٠
موجود ص ( ٤٠ )	س٣١	موجود ص ( ٤ )	س١١
موجود ص ( ٣٣ )	س٣٢	موجود ص ( ٥ )	س١٢
موجود ص ( ٣٣ )	س٣٣	موجود ص ( ٥ )	س١٣
موجود ص ( ٣٥ )	س٣٤	موجود ص ( ٥ )	س١٤
موجود ص ( ٢٢ )	س٣٥	موجود ص ( ٣٩ )	س١٥
موجود ص ( ٤١ )	س٣٦	موجود ص ( ١١ )	س١٦
موجود ص ( ٤٢ )	س٣٧	موجود ص ( ١١ )	س١٧
موجود ص ( ٤٣ )	س٣٨	موجود ص ( ١١ )	س١٨
موجود ص ( ٤٧ )	س٣٩	موجود ص ( ٢٧/ ٢٦ )	س١٩
		موجود ص ( ١٧ )	س٢٠





## الأسئلة الوزارية الخاصة بالفصل الاول من سنة ٢٠١٣ الى ٢٠١٧

### تمهيدي 2013

عرف النظام المفتوح

مثال 1-1

تمرين 9-1

### دور اول 2013

عرف النظام المغلق

سؤال 39-1 تعليق رقم 1

تمرين 2-1

### دور ثاني 2013

عرف دالة الحالة

سؤال 39-1 تعليق رقم 3

سؤال 17-1

تمرين 15-1

### دور ثالث 2013

املأ الفراغات : تقسم الخواص العامة للمواد الى نوعين ..... و.....

سؤال 20-1

سؤال 39-1 تعليق رقم 1

### تمهيدي 2014

ذوبان ملح الطعام عملية تلقائية وهي ماصة للحرارة ؟ علك وفق علاقة

كبس

سؤال 37-1





دور اول 2014

- ✚ عرف الحرارة النوعية
- ✚ عملية انجماد الماء تلقائية في درجات الحرارة المنخفضة؟ علك وفق علاقة كبس
- ✚ سؤال 1-20
- ✚ تمرين 1-15 على شكل فراغ

دور ثاني 2014

- ✚ املا الفراغات: تقسم الخواص العامة للمواد الى ..... و .....
- ✚ احسب التغير في الطاقة الحرة القياسية لتكوين احادي اوكسيد الكاربون CO للتفاعل الغازي الاتي  $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$  اذا علمت ان  $\Delta S_r^\circ$  للتفاعل تساوي  $-173 J/K \cdot mol$  وان  $\Delta H_r^\circ = -566 KJ$  و  $\Delta G_f^\circ (CO_2) = -394 KJ/mol$

دور ثالث 2014

- ✚ املا الفراغات الاتيه
- 1- عند تبريد غاز النتروجين من  $80^\circ C$  الى  $20^\circ C$  يؤدي الى ..... في الانتروبي
- 2- يكون النظام ..... اذا كانت حدوده تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيط
- ✚ سؤال 1-39 تعليق رقم 2
- ✚ تمرين 1-9 تغير المطلوب حساب  $\Delta H_f^\circ$  للبرين

تمهيد 2015

- ✚ عرف السعة الحرارية
- ✚ لاينجمد الماء في درجة الحرارة الاعتيادية ؟ علك وفق علاقة كبس
- ✚ سؤال 1-26





دوره اولك 2015

سؤال 39-1 تعليق رقم 1

سؤال 2-1

سؤال 12-1

نازمين 2015

عرف قانون هيس

سؤال 39-1 تعليق رقم 4

سؤال 31-1

املا الفراغات الآتية : تسخين غاز النتروجين من  $30^{\circ}\text{C}$  الى  $90^{\circ}\text{C}$  يؤدي الى

..... في الانتروبي

دوره ثاني 2015

املا الفراغات الآتية: النظام المعزول هو .....

سؤال 39-1 تعليق رقم 2

سؤال 24-1

تمرين 8-1 ( مع تغير بسيط بالمركب المطلوب) البروبان بدك الاستلين

دوره ثالث 2015

املا الفراغات الآتية : ..... تشمل جميع الخواص التي لاتعتمد على كمية

المادة الموجودة في النظام

سؤال 17-1 ( تغير بسيط بالارقام)

تمهيد 2016

سؤال 39-1 تعليق رقم 4

سؤال 13-1

سؤال 7-1





دوره اولك 2016

عرف النظام المعزول

تمرين 1-15 ( على شكل فراغ )

يحترق البترين  $C_6H_6$  في الهواء ليعت حرارة مقدارها  $-3271 \text{ KJ / mol}$

ويعطي غاز ثنائي اوكسيد الكاربون وسائل الماء احسب انتالبي التكوين

للبرين اذا علمت ان انتالبي الاحتراق القياسي بوحدهات  $\text{KJ / mol}$  لكل من

$$C = -394 \text{ و } H_2 = -286$$

دوره ثاني 2016

عرف قانون هيس

ما الفرق بين الخواص المركزة والخواص الشاملة مع مثال لكل نوع

$\Delta H_r$  للتفاعل الاتي  $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$  لاساوي  $\Delta H_f^\circ$  لـ  $H_2O$

للتفاعل الاتي  $C_2H_2(g) + \frac{5}{2}O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(l)$  بالاستعانه

بالعلوم الاتية -

المادة	$\Delta H_f^\circ \text{ KJ/mol}$	$S^\circ \text{ J/K.mol}$
$C_2H_2$	277	201
$O_2$	0	205
$CO_2$	-394	214
$H_2O$	-286	70

احسب : ١-  $\Delta H_r^\circ$  ٢-  $\Delta S_r^\circ$  ٣-  $\Delta G_r^\circ$  عند الظروف القاسية للتفاعل

دوره ثالث 2016

املأ الفراغات الاتيه : تبريد غاز  $H_2$  من  $90^\circ\text{C}$  الى  $30^\circ\text{C}$  يؤدي الى ..... في

الانتروبي

مثال 1-7

سؤال 1-24







تمهيد 2017

تنبأ فيما اذا كان التغير في الانتروبي أكبر او اصغر من صفر للعمليات الاتية

١- تبريد غاز  $H_2$  من  $85^\circ C$  الى  $25^\circ C$

٢- ذوبان الكلكوز في الماء

تمرين 2-1

سؤال 39-1 تعليك رقم 1

علك  $\Delta H_f^0$  للتفاعل الاتي  $4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_3$  لالتساوي  $\Delta H_c^0$

للألنيوم  $Al$  ولا  $\Delta H_f^0$  لـ  $Al_2O_3$

دور اول 2017

تعريف الخواص الشاملة

سؤال 39-1 تعليك 4

سؤال 35-1

تمرين 15-1

دور ثاني 2017

تعريف النظام المعزول

علك | تكون قيمة  $\Delta S$  لتسامي المواد الصلبة أكبر من صفر

جد قيمة  $\Delta S_r^0$  للتفاعل  $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$  الذي يجري في الظروف القياسية اذا

اعطيت المعلومات الاتية :

$$\Delta H_f^0(CO) = -110.5 \text{ KJ/mol} \quad \Delta H_f^0(CO_2) = -393.5 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta G_f^0(CO) = -137 \text{ KJ/mol} \quad \Delta G_f^0(CO_2) = -394 \text{ KJ/mol}$$

سؤال 1-13 (تغير ارقام)





دوره ثالث 2017

- ✚ علك  $\Delta H_r^0 \neq \Delta H_c^0$  للالمنيوم في التفاعل  $2Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(s)}$
- ✚ اختر من بين الاقواس || اذا كانت حدود النظام تسمح تبادل الطاقة فقط ولا تسمح تبادل المادة يسمى النظام ( مفتوح . معلق . معزول )
- ✚ جد قيمة  $\Delta S_r^0$  للتفاعل  $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$  الذي يجري في الظروف القياسية وهل التفاعل تلقائي ام لا؟ اذا علمت ان :

$$\Delta G_f^0(NH_3) = -17 \text{ KJ/mol} \quad \Delta H_f^0(NH_3) = -46 \text{ KJ/mol}$$

تمهيد 2018

- ✚ عرف || دالة الحالة
- ✚ علك | عملية انصهار الجليد تلقائية في الظروف الاعتيادية
- ✚ فراغ || ان عملية تكثيف بخار الماء تؤدي الى ..... في انتروبي النظام
- ✚ ما الفرق بين الحرارة النوعية والسعة الحرارية مع ذكر وحدات هاتين الكميتين؟
- ✚ تمرين 1-1 ( تغير بسيط بالارقام )
- ✚ عدد انواع النظام مع ذكر مثال لكل نوع





## بعض النضائح المهمه حول الفصل الثاني (الاتزان الكيمائي)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

- ١- مسائل حساب ثابت الاتزان  $K_p$  او  $K_c$  ومسائل حاصل التفاعل
- ٢- مسائل قاعدة لي شاتليه
- ٣- تعاليل قاعدة لي شاتليه

### ملخص الفصل الثاني

١- **مسائل حساب ثوابت الاتزان  $K_p$  و  $K_c$**  : هذه المسائل فكرية تعتمد على فكر الطالب وفهمه

للسؤال ( اهم شي تفهم السؤال ) حيث تحل هذه المسائل عن طريق كتابة المعادلة وعمل الفرضية وكتابة القانون ( معادلة فرضيه قانون ) مع مراعاة وضع كل معطى في مكانه الصحيح ( اي شي ينطوي الكه بالعطيات تساويه مع مكانه في الفرضيه ) وتكون هذه الاسئلة نوعان

- أ- ثابت الاتزان معلوم : يجب ان يكون في الحقل الثالث من الفرضيه ( تراكيز الاتزان او ضغوط الاتزان ) مجهول واحد فقط
- ب- ثابت الاتزان مجهول : يجب ان يكون في الحقل الثالث من الفرضيه ( تراكيز الاتزان او ضغوط الاتزان ) ولا مجهول

٢- اما في موضوع حاصل التفاعل ( نعرف ان السؤال يخص موضوع حاصل التفاعل اذا اعطى او طلب تراكيز ابتدائي للمادة الناتجة ) اهم خطوه هي معرفة اتجاه التفاعل وتحديد النقصان والزيادة في الفرضيه ثم بعد تحديد اتجاه التفاعل حل كما تعلمنا معادلة فرضيه قانون

٣- قاعدة لي شاتليه : ( قاعدة لي شاتليه للمواد الغازية فقط )

في مسائل قاعدة لي شاتليه على الاغلب يعطى اجراءات مثل ( رفع او خفض الحرارة ) او ( رفع او خفض الضغط ) او ( اضافة او سحب تركيز مادة معينه ) ويسأللك هذا الاجراءات كيف تؤثر على حالة الاتزان وثابت الاتزان . عندما يسأللك عن حالة الاتزان يريد ان يعرف التفاعل امامي ام خلفي وعندما يسأللك عن ثابت الاتزان يريد ان يعرف قل ام زاد ( ثابت الاتزان : رفع او خفض الحرارة فقط من يؤثر عليه ) حيث اذا اصبح التفاعل امامي يزداد واذا خلفي يقل





## الفصل الثاني الاتزان الكيميائي

### 1-2 التفاعلات غير الانعكاسية والانعكاسية

**التفاعل الكيميائي** :- هو عملية تتحول فيها مادة او اكثر الى مواد جديدة تختلف في صفاتها عن المادة التي تفاعلت في البداية .

#### تكون التفاعلات على نوعين :

١- **التفاعلات غير الانعكاسية** :- هي التفاعلات التي يتم فيها استهلاك تام للأعد او جميع المواد المتفاعلة ولا يكون للمواد الناتجة القدرة على ان تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها في نفس الظروف .



٢- **التفاعلات الانعكاسية** :- هي التفاعلات التي فيها تحول المواد المتفاعلة الى نواتج في بداية التفاعل ويكون للمواد الناتجة القدرة على ان تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة مرة اخرى .

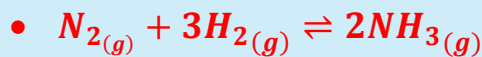


### 2-2 التفاعلات الانعكاسية وحالة الاتزان

اغلب التفاعلات الانعكاسية تسير باتجاهين متعاكسين بظروف التفاعل نفسها مثلا عند ظروف مناسبة يتفاعل  $N_2$  مع غاز  $H_2$  لتكوين الامونيا في بداية التفاعل يكون التفاعل الامامي  $R_f \rightarrow$  باتجاه تكوين الامونيا بمرور الوقت وزيادة تركيز الامونيا تتحلل الامونيا الناتجة لتكوين  $R_b \leftarrow$  امامي

$N_2$  ,  $H_2$  مرة اخرى بسرعه مقدارها  $R_b \leftarrow$  حيث يستمر التفاعل باتجاهين متعاكسين حتى يصل

التفاعل حالة معينة تتساوى عند سرعتي التفاعل الامامي والخلفي  $(R_f = R_b)$  فيصل التفاعل الى حالة معينة تدعى بحالة الاتزان الكيميائي



●  $K_f$  = ثابت التفاعل الامامي

●  $K_b$  = ثابت التفاعل الخلفي





- ❖ **تعليق | تتوقف بعض التفاعلات الكيميائية بينما تظهر الاخرى وكأنها متوقفة ؟**
- ❖ **الجواب |** التفاعلات التي تتوقف هي التفاعلات الغير انعكاسية حيث تستهلك احد او جميع المواد المتفاعلة اما التفاعلات التي تظهر وكأنها متوقفة هي التفاعلات الانعكاسية حيث تكون في حالة اتزان ديناميكي مركبي اي ان:

**سرعة التفاعل الامامي = سرعة التفاعل الخلفي .**

- **الاتزان الكيميائي :-** هي حالة اتزان ديناميكي مركبي و ليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) اي ان التفاعل مستمر باتجاهين بنفس السرعة .

### 3-2 التفاعلات الانعكاسية المتجانسة وغير المتجانسة .

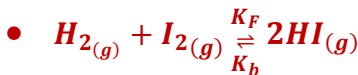
- التفاعلات الانعكاسية المتجانسة :- هي تفاعلات تكون فيها جميع المواد من طور واحد .
- التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة :- هي تفاعلات تكون فيها المواد من أكثر من طور (الطور بين صلب s او سائل L او غازي g)

- متجانس  $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$
- غير متجانس  $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(L)}$

### 4-2 حالة الاتزان وقانون فعل الكتلة

عند خلط مول واحد من  $H_2$  ومول واحد من  $I_2$  لتكوين يوديد الهيدروجين عند حرارة  $445^\circ C$  المفروض يتكون 2 مول من HI حسب المعادلة الاتية  $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$  لكث وجد علميا بتحليل الخليط في حالة الاتزان الكيميائي انه يحتوي 78% من غاز HI و 11% من كل  $H_2$  و  $I_2$  يطلق على العلاقة التي تربط بين سرعة التفاعل الكيميائي وتركيز المواد **قانون فعل الكتلة**

- **قانون فعل الكتلة :-** عند ثبوت درجة الحرارة فان سرعة التفاعل الكيميائي في اي اتجاه تناسب طردياً مع التركيز المولارية للمواد المتفاعلة كلاً منها مرفوع الى اسس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة



- حيث يكون التعبير :

$$R_F = K_F [I_2][H_2] \quad \text{التفاعل الامامي}$$

$$R_b = K_b [HI]^2 \quad \text{التفاعل الخلفي}$$





## 5-2 ثابت الاتزان

• لنفرض ان التفاعل الانعكاسي المتزن الاتي :



❖ سرعة التفاعل الأمامي  $R_F = K_F[A]^a[B]^b$

❖ سرعة التفاعل الخلفي  $R_b = K_b[G]^g[H]^h$

بما ان :  $R_F = R_b$

$$K_F[A]^a[B]^b = K_b[G]^g[H]^h$$

$$K_{eq} = \frac{K_F}{K_b}$$

❖ وعند ترتيب المعادلات تصبح  $K_{eq} = \frac{[G]^g[H]^h}{[A]^a[B]^b}$  ←

• ثابت الاتزان  $K_{eq}$  :- هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كل منهما مرفوع الى أس يمثل عدد المولات في المعادلة الكيميائية الموزونة .

⚡ يكون ثابت الاتزان  $K_{eq}$  بدلالة التراكيز  $K_C$

⚡ يكون ثابت الاتزان  $K_{eq}$  بدلالة الضغوط الجزئية  $K_P$

١. ثابت الاتزان  $K_C$  :- هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كل منها مرفوع الى اس يمثل عد المولات في المعادلة الكيميائية

$$K_C = \frac{[G]^g[H]^h}{[A]^a[B]^b} \quad \text{الموزونة}$$

٢. ثابت الاتزان  $K_P$  :- هو حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كل منهم مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في المعادلة الكيميائية الموزونة

$$K_P = \frac{P_H^h * P_G^g}{P_A^a * P_B^b}$$





ملاحظة مهمة :-

١- ثابت الاتزان  $K_c$  للمواد الغازية (g) والمحاليل المائية (aq) فقط:  $A_{(g)} + 2B_{(s)} \rightleftharpoons 3C_{(aq)}$

$$K_c = \frac{[C]^3}{[A]}$$

٢- ثابت الاتزان  $K_p$  للمواد الغازية فقط (g) :  $2A_{(g)} + 2B_{(L)} \rightleftharpoons 3C_{(g)} + O_{(S)}$

$$K_p = \frac{P_c^3}{P_A^2}$$

مثال 1-2 | للتفاعل المتزن الاتي  $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \xrightleftharpoons[K_b]{K_F} 2NH_{3(g)}$

وجد ان ثابت السرعة الأمامي  $K_F$  يساوي 0.11 وثابت السرعة الخلفي يساوي 0.05

احسب ثابت الاتزان  $K_{eq}$

❖ الحل |

$$K_{eq} = \frac{K_F}{K_b} = \frac{0.11}{0.05} = 2.2$$

تمرين 1-2 | تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له  $K_{eq}$  يساوي 4.24 وثابت سرعة التفاعل الخلفي  $K_b$

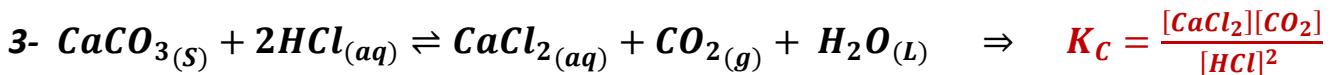
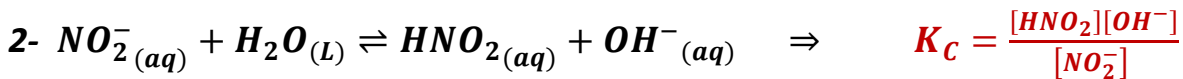
يساوي 0.02 احسب ثابت سرعة التفاعل الامامي  $K_F$  ؟

❖ الحل |

$$K_{eq} = \frac{K_F}{K_b} \Rightarrow K_F = K_{eq} * K_b$$

$$K_F = 4.24 * 0.02 = 0.0848$$

مثال 2-2 | اكتب ثوابت الاتزان للتفاعلات الآتية بدلالة التراكيز المولارية :

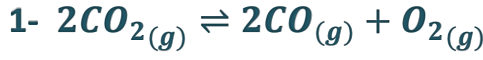


❖ انتبه خلي ابالك  $K_c$  ياخذ الغازات (g) والمحاليل المائية (aq) و  $K_p$  ياخذ بس الحالة الغازية (g)

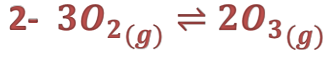




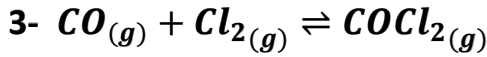
**تمرين 2-2** | اكتب ثوابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية  $K_C$  و ثوابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية  $K_P$  للتفاعلات الآتية :



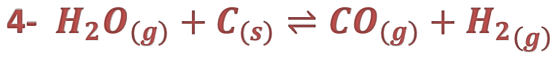
**الجواب**  $K_C = \frac{[O_2][CO]^2}{[CO_2]^2}$  ,  $K_P = \frac{P_{O_2} \cdot P_{CO}^2}{P_{CO_2}^2}$



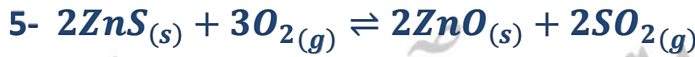
**الجواب**  $K_C = \frac{[O_3]^2}{[O_2]^3}$  ,  $K_P = \frac{P_{O_3}^2}{P_{O_2}^3}$



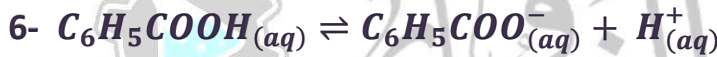
**واجب**  $K_C =$  ,  $K_P =$



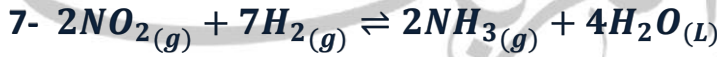
**الجواب**  $K_C = \frac{[CO][H_2]}{[H_2O]}$  ,  $K_P = \frac{P_{CO} \cdot P_{H_2}}{P_{H_2O}}$



**واجب**  $K_C =$  ,  $K_P =$

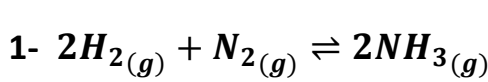


**الجواب**  $K_C = \frac{[C_6H_5COO^-][H^+]}{[C_6H_5COOH]}$  ,  $K_P = 1$  لأن جميع المواد سائلة

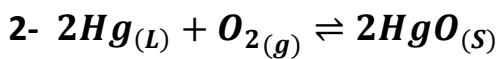


**واجب**  $K_C =$  ,  $K_P =$

**سأل 3-2** | اكتب ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية للتفاعلات الآتية :



$K_P = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{H_2}^2 \cdot P_{N_2}}$



$K_P = \frac{1}{P_{O_2}}$

### ثابت الاتزان $K_{eq}$

يمكن إيجاد قيمة ثابت الاتزان عن طريق قياس تراكيز جميع المواد المتفاعلة والناجمة عند الاتزان حيث يتم تعويض هذه القيم بواسطة علاقة ثابت الاتزان. يمكن تقسيم مسائل حساب ثابت الاتزان من حيث الفكرة الى قسمين:







- ✚ **القسم الاول** : ثابت الاتزان مجهول (يجب ان يكون في الفرضية عند الاتزان ولا مجهول)
- ✚ **القسم الثاني**: ثابت الاتزان معلوم (يجب ان يكون في الفرضية عند الاتزان مجهول واحد)

✓ **لحل مسائل حساب ثابت الاتزان :**

نكتب المعادلة المعطاة في السؤال ثم نعمل الفرضية ونطبق علاقة ثابت الاتزان .

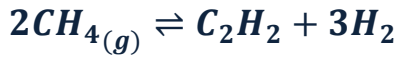
**ملاحظة** | | عندما يعطى تراكيز او ضغوط عند الاتزان للاختام لعمل الفرضية لأن الغاية من الفرضية هي إيجاد تراكيز او ضغوط الاتزان

**مثال 4-2** | جد قيمة  $K_{eq}$  للتفاعل الاتي :-  $2CH_{4(g)} \rightleftharpoons C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$

إذا علمت أن التراكيز في درجة حرارة معينة عند **مجهول الاتزان** هي :

$$[CH_4] = 0.02M \quad , \quad [C_2H_2] = 0.05M \quad , \quad [H_2] = 0.143M$$

❖ **الحل** | اعطى تراكيز جاهز عند الاتزان ( $K_{eq}$  هو نفسه  $K_c$ )



$$0.02 \quad 0.05 \quad 0.143$$

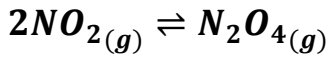
$$K_c = \frac{[C_2H_2][H_2]^3}{[CH_4]^2} = \frac{(0.05)(0.143)^3}{(0.02)^2} = 0.37$$

**تمرين 3-2** | جد قيمة  $K_{eq}$  للتفاعل الاتي عند درجة  $100^\circ C$   $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$

إذا علمت ان التراكيز عند حالة الاتزان هي ::

$$[N_2O_4] = 0.002 M \quad , \quad [NO_2] = 0.017 M$$

❖ **الحل** | اعطى تراكيز عند الاتزان :



$$0.017 \quad 0.002$$

$$K_c = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{0.002}{(0.017)^2} = 6.92$$

✓ **كيفية عمل الفرضية**

أ- نكتب الحقل الاول من الفرضية تحت المعادلة حيث نكتب التراكيز الابتدائي للمواد المتفاعلة ويكون التراكيز الابتدائي للمواد الناتجة يساوي صفر

ب- نكتب الحقل الثاني من الفرضية والتي هي تمثل قيمة التحلل (X) ويكون في حالة نقصان بالتفاعلات وزيادة في النواتج مضروباً في عدد المولات في المعادلة



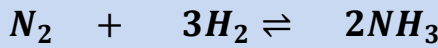


ج- نكتب الحقل الثالث من الفرضية و التي هي تمثل المتبقي او التراكيز النهائية عند الاتزان حيث (المتحلل X - الابتدائي = المتبقي)

### ملاحظات

- ١- اذا ذكر (وضع، خلط، سخن، ادخل، مزج) يعني التراكيز الابتدائية.
- ٢- لا يمكن تطبيق قانون ثابت الاتزان  $K_C$  او  $K_P$  إلا :
  - أ- ( $K_P$  ،  $K_C$ ) مجهول وجميع التراكيز او الضغوط الجزئية معلومة .
  - ب- ( $K_P$  ،  $K_C$ ) معلوم واحد التراكيز او عند الاتزان مجهول .
- ٣-  $n = M$  عندما يكون الحجم لتر واحد .

مثال توضيحي  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$



$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

التراكيز الابتدائية

a                      a                      0

التغير بالتراكيز

-X                      -3X                      +2X

التراكيز عند الاتزان

(a - X)                      (a - 3X)                      2X

$$K_c = \frac{[2X]^2}{[a - X][a - 3X]^3}$$

مثال 5-2 | التفاعل الاتي:  $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$  خلط 0.5 mol من  $H_2, I_2$  في لتر واحد

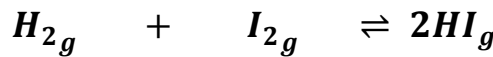
وحرارة  $430^\circ C$  وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ثابت الاتزان  $K_C$  لهذا

التفاعل يساوي 5.29 احسب تراكيز المواد التي تمثل مزيج الاتزان ؟

$$\text{علماء ان } \sqrt{5.29} = 2.3$$

✓ الحل | بما ان الحجم 1 لتر اذا  $M = n$

❖ هنا المطلوب حساب التراكيز النهائية عند الاتزان :



التراكيز الابتدائية

0.5                      0.5                      0

التغير بالتراكيز

-X                      -X                      +2X

التراكيز عند الاتزان

(0.5 - X)                      (0.5 - X)                      2X

• نلاحظ في التراكيز النهائية مجهول واحد فقط (X) ولدينا  $K_C$  اذا

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \Rightarrow 5.29 = \frac{(2X)^2}{(0.5 - X)(0.5 - X)}$$

بالجذر التربيعي للطرفين





$$2.3 = \frac{(2X)}{(0.5 - X)} \Rightarrow 2X = 1.15 - 2.3X$$

$$2X + 2.3X = 1.15 \Rightarrow 4.3X = 1.15$$

$$X = \frac{1.15}{4.3} = 0.267 M$$

$$[HI] = 2 * 0.267 = 0.534 \text{ mol/L} \quad \blacksquare$$

$$[H_2] = [I_2] = 0.5 - 0.267 = 0.233 \text{ mol/L} \quad \blacksquare$$

التركيز عند الاتزان

**انتبه** | مسائل حساب ثابت الاتزان مسائل فكرية تعتمد على ذكاء الطالب فكرته هي كيفية توظيف كل معطى في مكانه الصحيح ( اهم شي الرقم العطى بالسؤال نساويه مع قيمة بالفرضيه )

❖ كل المسائل تحل عن طريق عمل المعادلة والفرضية وتطبيق قانون ثابت الاتزان

❖ التركيز يجب ان تكون بوحدة المولاري

❖ الضغوط يجب ان تكون بوحدة الاتوم atm

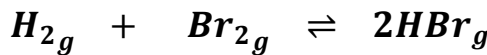
**تمرين 4-2** | التفاعل الاتمي :-  $H_{2g} + Br_{2g} \rightleftharpoons 2HBr_g$  وضع في وعاء حجمه لتر واحد

0.4 mol من كل  $Br_2, H_2$  وبدرجة حرارة  $425^\circ C$ . احسب التركيز المواد التي تكونت خليط

الاتزان. اذا علمت ان ثابت الاتزان  $K_c$  لهذا التفاعل يساوي 0.25 .

✓ الحل | بما ان الحجم لتر اذا  $M = n$

**ملاحظة :-** لو لامعنا ان بعد عمل الفرضية اصبحت الغاية هي ايجاد قيمة (X) التي تعتبر مقدار التغير في التركيز الابتدائي



التركيز الابتدائية	0.4	0.4	0
التغير بالتركيز	-X	-X	+2X
التركيز عند الاتزان	(0.4 - X)	(0.4 - X)	2X

• نلاحظ في التركيز النهائية مجهول واحد فقط (X) ولدينا  $K_c$  اذا





$$K_c = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \Rightarrow 0.25 = \frac{(2X)^2}{(0.4 - X)(0.4 - X)}$$

بالمجذر التربيعي للطرفين

$$0.5 = \frac{(2X)}{(0.4 - X)} \Rightarrow 2X = 0.20 - 0.5X$$

$$2X + 0.5X = 0.20$$

$$X = \frac{0.20}{2.5} = 0.08 M$$

- $[HBr] = 2 * 0.08 = 0.16 \text{ mol/L}$
- $[H_2] = [Br_2] = 0.4 - 0.08 = 0.32 \text{ mol/L}$

التركيز عند الاتزان

⚡ انتبه : الفرضية اساس حل السؤال

⚡ عندما يعطى ابتدائي نعوضه في الحقل الاول للفرضية

⚡ عندما يعطى مستهلك نعوضه في الحقل الثاني من الفرضية

⚡ عندما يعطى نهائي نعوضه في الحقل الثالث من الفرضية

	A	+ 2B	⇌	3C	مثال توضيحي :
التركيز الابتدائي	a	a		0	الحقل الاول
التغير بالتركيز	-X	-2X		+3X	الحقل الثاني
التركيز النهائي او التركيز عند الاتزان	(a - X)	(a - 2X)		3X	الحقل الثالث

	A	+ B	⇌	C	مثال توضيحي :
ابتدائي	a	a		0	الحقل الاول
مستهلك او متغير	-X	-X		+X	الحقل الثاني
تركيز نهائي او تركيز عند الاتزان	(a - X)	(a - X)		X	الحقل الثالث





### ملاحظات

١- (سخن ، مزج ، ادخل ، وضع ، خلط ، قبل التفكك ، تراكيز ابتدائية )

كك هذه الكلمات تعني تركيز ابتدائي (a) يعني الفرضية الاولى

٢- (استهلك بمقدار - التحلل - التفكك)

كك هذه الكلمات تعني المستهلك (X) يعني الفرضية الثانية

٣- (متبقي - تركيز نهائي - تركيز عند الاتزان)

كك هذه الكلمات تعني التراكيز النهائية (a - X) يعني الفرضية الثالثة .

٤- الضغط الكلي يساوي مجموع الضغوط الجزئية عند الاتزان للمواد الناتجة والتفاعلة :

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots \leftarrow \text{لا يعتمد على عدد المولات في العادلة}$$

٥- عدد المولات الكلية يساوي مجموع المولات عند الاتزان للمواد المتفاعلة والناتجة :

$$n_T = n_1 + n_2 + n_3 + \dots$$

٦- الفائدة من اعطائك  $P_T$  هي للايجاد قيمة  $X$  او  $a$  والفائدة من اعطائك  $n_T$  هي ايضا للايجاد قيمة  $X$  او  $a$

**سؤال 6-2** | في احد التجارب العملية ادخل  $0.625 \text{ mol}$  من غاز  $N_2O_4$  في وعاء سعته  $5 \text{ L}$  فتفكك الغاز حسب التفاعل التالي وبدرجة حرارة معينة. وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان تركيز  $N_2O_4$  المتبقي يساوي  $0.025 \text{ mol/L}$ .  
احسب قيمة  $K_c$  لهذا التفاعل  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$  ؟

$$M [N_2O_4] = \frac{n}{v} \Rightarrow M = \frac{0.625}{5} = 0.125 \text{ mol/L} \quad \checkmark \text{ الحل}$$

	$N_2O_4$	$\rightleftharpoons$	$2NO_2$
التراكيز الابتدائية	0.125		0
التغير بالتراكيز	-X		+2X
التراكيز النهائية	(0.125 - X)		2X
التراكيز عند الاتزان	$\downarrow$		
معطى في السؤال	$\rightarrow$ 0.025		

$$\begin{aligned} \square [N_2O_4] &= 0.025 \\ (0.125 - X) &= 0.025 \Rightarrow X = 0.125 - 0.025 \Rightarrow X = 0.1 \end{aligned}$$

$$[NO_2] = 2X = 2 * 0.1 = 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\square K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow K_c = \frac{(0.2)^2}{(0.025)} = 1.6$$

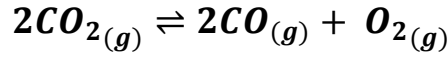




**تمرين 5-2** | للتفاعل الاتي :  $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$  وضع في اناء حجمه لتر واحد  $0.8 \text{ mol}$  من غاز  $CO_2$  وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد أن نصف كمية الغاز قد تفككت أحسب  $K_c$  ؟

$$\diamond [M] = \frac{n}{v} \Rightarrow M = \frac{0.8}{1} = 0.8 \text{ mol/L}$$

✓ الحل |



التركيز الابتدائي	0.8	0	0
التغير بالتركيز	-2X	+2X	+X
التركيز النهائي	(0.8 - 2X)	(2X)	(X)
التركيز عند الاتزان			

✚ بما انه نصف كمية الغاز قد استهلك  $2X = \frac{1}{2} * 0.8$

$$\blacksquare 2X = \frac{1}{2} * 0.8 = 0.4 \text{ M} \Rightarrow x = \frac{0.4}{2} = 0.2$$

$$\therefore [CO_2] = 0.8 - 2x \Rightarrow 0.8 - 2 * 0.2 = 0.4$$

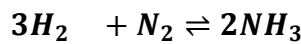
$$\blacksquare [CO] = 2 * x = 0.4 \text{ M} , [O_2] = x = 0.2 \text{ M}$$

$$\diamond K_c = \frac{[CO]^2 [O_2]}{[CO_2]^2} = \frac{(0.4)^2 * 0.2}{(0.4)^2} = 0.2$$

**تمرين 6-2** | في التفاعل الغازي التالي :  $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  وضعت كميات متلفة (مولات متلفة) من  $H_2, N_2$  في اناء حجمه لتر وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد أن ما استهلك من  $H_2$  يساوي  $0.3 \text{ mol}$  وما تبقى من  $N_2$  يساوي  $0.2 \text{ mol}$  ما عدد مولات كل من  $H_2, N_2$  قبل التفاعل. علما ان ثابت الاتزان  $K_c$  للتفاعل يساوي 200 ؟

$$[M] = \frac{n}{v} \Rightarrow [M] = \frac{n}{1L} \Rightarrow [M] = n$$

✓ الحل |



التركيز الابتدائي	a	b	0
التغير بالتركيز (مستهلك)	-3x	-x	+2x
التركيز النهائي	(a - 3x)	(b-x)	(2x)
التركيز عند الاتزان		↓	
معطى في السؤال →		0.2	

- نفرض تركيز  $[H_2]$  الابتدائي a
- وتركيز  $[N_2]$  الابتدائي b

من معطيات السؤال نلاحظ ان :

- المستهلك من  $H_2 \Leftarrow 3x = 0.3$
- المتبقي من  $N_2 \Leftarrow b - x = 0.2$





- $3x = 0.3 \Rightarrow x = \frac{0.3}{3} = 0.1$
- $[H_2] = a - 3x \Rightarrow a - 3 * 0.1 \Rightarrow [H_2] = a - 0.3$
- $[N_2] = b - x \Rightarrow b - 0.1 = 0.2 \Rightarrow b = 0.1 + 0.2$   
 **$b = 0.3 M = [N_2]$**
- $[NH_3] = 2x \Rightarrow [NH_3] = 2 * 0.1 = 0.2 M$
- $K_c = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \Rightarrow 200 = \frac{(0.2)^2}{((a-0.3))^3(0.2)} \Rightarrow 200 = \frac{0.2}{((a-0.3))^3}$   
بالجذر التكعيبي  
 $((a - 0.3))^3 = \frac{0.2}{200} \Rightarrow ((a - 0.3))^3 = 0.001$   
 $(a - 0.3) = 0.1 \Rightarrow a - 0.3 = 0.1 \Rightarrow a = 0.3 + 0.1$   
 **$a = 0.4 M = [H_2]$**

**سؤال 7-2 |** للتفاعل الغازي الاتي  $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$  وفي وعاء مغلق حجمه لتر واحد وجد ان ضغط غاز  $SO_3$  قبل تفككه يساوي  $3atm$  عند درجة معينة بلغ التفاعل حالة الاتزان فوجد ان الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي  $4atm$  احسب  $K_p$  للتفاعل عند الاتزان؟



الحل ✓

الضغوط الابتدائية	3	0	0
التغير في الضغوط	-2X	+2X	+X
الضغوط عند الاتزان	(3 - 2X)	(2X)	(X)

•  $P_T =$  مجموع الضغوط الجزئية للمواد عند الاتزان

$$P_T = P_{SO_3} + P_{SO_2} + P_{O_2}$$

$$4 = 3 - 2X + 2X + X$$

$$X = 4 - 3 = 1$$

$$K_p = \frac{(P_{SO_2})^2 * P_{O_2}}{(P_{SO_3})^2} = \frac{(2)^2 * 1}{(1)^2} = 4$$

**سؤال 21-2 |** في التفاعل المتزن الغازي  $PCL_3 + Cl_2 \rightleftharpoons PCL_5$  وجد ان ضغط  $PCL_3$  الجزئي في الاناء المغلق ضعفت ضغط  $Cl_2$  وعند وصول التفاعل الى وضع الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد ان ضغط  $Cl_2$  يساوي  $1atm$  فاذا علمت ان  $K_p = \frac{1}{6}$  فما ضغطا غازي  $Cl_2, PCL_3$  في بداية التفاعل؟





✓ الحل |

	$P_{Cl_3}$	$+ Cl_2$	$\rightleftharpoons P_{Cl_5}$
الضغوط الابتدائية	2a	a	0
التغير بالضغوط	-x	-x	+x
التراكيز عند الاتزان	$(2a - X)$	$(a - X)$	$(X)$

• بما انه ضغط  $Cl_2 = 1 \text{ atm}$

•  $P_{Cl_2} = a - x = 1 \Rightarrow x = a - 1$

•  $P_{P_{Cl_3}} = 2a - x$

$P_{P_{Cl_3}} = 2a - (a - 1) \Rightarrow P_{P_{Cl_3}} = a + 1$

▪  $K_P = \frac{P_{P_{Cl_5}}}{P_{Cl_3} \cdot P_{Cl_2}} \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{a-1}{(a+1) \cdot 1} \Rightarrow 6a - 6 = a + 1$

$5a = 7 \Rightarrow a = \frac{7}{5} = 1.4 \text{ atm}$

•  $P_{Cl_2} = 1.4 \text{ atm}$

•  $P_{P_{Cl_3}} = 2 * 1.4 = 2.8 \text{ atm}$

سؤال 24-2 | في التفاعل المتزن  $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O$  وفي إناء حجمه لتر واحد تم

خلط مولات متساوية من  $CO_2, H_2$  وبدرجة حرارة  $2000K$  وصل التفاعل حالة

الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان تساوي  $3 \text{ mol}$  ما

تراكيز خليط الاتزان علما بأن ثابت الاتزان  $K_C = 4$  ؟

✓ الحل | بما ان الحجم 1 لتر  $M = n$   $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O$

التراكيز الابتدائية	a	a	0	0
التغير في التراكيز	-x	-x	+x	+x
التراكيز عند الاتزان	$(a - X)$	$(a - X)$	x	x

▪  $n_T = n_{CO_2} + n_{H_2} + n_{CO} + n_{H_2O}$

$3 = a - x + a - x + x + x$

$3 = 2a$

$3 = 2a$

$a = \frac{3}{2} = 1.5$

▪  $K_C = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} \Rightarrow 4 = \frac{x^2}{(1.5-x)^2} \Rightarrow 2 = \frac{x}{1.5-x}$

$X = 3 - 2X \Rightarrow 3X = 3$

▪  $X = 1$

▪  $[CO_2] = [H_2] = 1.5 - 1 = 0.5 M$

▪  $[CO] = [H_2O] = 1 M$

استراجه | كلماتي

يادنيا اشما اجاج وياي كيسي

بجي يوم واطلنج بي كيسي

الك Kp للضغط والتراكيز Kc

احفظه وابد لاتنسى الوصيه







سؤال 26-2 | وضع 4g من غاز HF في وعاء مغلق حجمه 2L عند درجة حرارة 27°C وتركه في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الآتية :

الجزئي لغاز HF عند الاتزان ؟ علماً بأن الكتلة المولية 20 g/mol . احسب الضغط الجزيئي لغاز HF عند الاتزان ؟ علماً بأن الكتلة المولية 20 g/mol

$$n_{HF} = \frac{m}{M} = \frac{4g}{20 g/mol} = 0.2 mol$$

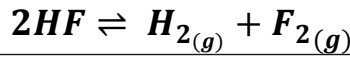
✓ الحل |

$$T_K = t_{°C} + 273 \Rightarrow T_K = 27 + 273 = 300K$$

$$V_{(L)} = 2L, R = 0.082 L \cdot atm/mol \cdot K$$

$$P_{HF} = \frac{nRT}{V} \Rightarrow P_{HF} = \frac{0.2mol \cdot 0.082 \cdot 300}{2L}$$

$$P_{HF} = 2.46 atm \leftarrow$$



الضغوط الابتدائية	2.46	0	0
التغير بالضغط	-2X	+X	+X
التركيز عند الاتزان	(2.46 - 2X)	X	(X)

$$K_P = \frac{P_{H_2} \cdot P_{F_2}}{P_{HF}^2}$$

$$1.21 = \frac{X^2}{(2.46 - 2X)^2} \quad \text{بالجذر}$$

$$1.1 = \frac{X}{2.46 - 2X} \Rightarrow X = 2.7 - 2.2X \Rightarrow 3.2X = 2.7 \Rightarrow X = \frac{2.7}{3.2} = 0.84$$

$$P_{HF} = 2.46 - (2 \cdot 0.84) \Rightarrow P_{HF} = 0.76 atm$$

✚ ملاحظة مهمة

عندما يعطى تركيز ابتدائية ونسبة مئوية لتفكك او قيمة التحلل (X)

ويطلب تركيز نهائية او قيمة  $K_C$

$$\%100 * \frac{\text{التحلل } X}{\text{الابتدائي } a} = \frac{\text{النسبة المئوية للتفكك}}{\text{لا } (X)}$$

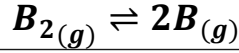
فائدة اعطاء النسبة المئوية هي اما إيجاد التحلل X او التركيز الابتدائي a

مثال توضيحي | اذا كانت درجة تفكك مول واحد من  $B_2$  الى  $2B$  هي 20% عند حرارة وضغط

معين في اناء حجمه لتر واحد احسب قيمة  $K_C$  للتفاعل  $B_{2(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$

✓ الحل |  $M = n$  لأن الحجم = 1(L)





الضغوط الابتدائية	1	0
التغير بالضغط	-X	+2X
التركيز عند الاتزان	1-X	2X

$$\bullet \% B_2 = \frac{X_{B_2}}{1} * 100\% \Rightarrow 20\% = \frac{X}{1} * 100\%$$

$$X = \frac{20}{100} \Rightarrow X = 0.2$$

$$\bullet [B_2] = 1 - X \Rightarrow [B_2] = 1 - 0.2 = 0.8 M$$

$$[B] = 2X \Rightarrow [B] = 2 * 0.2 = 0.4$$

$$\bullet K_C = \frac{[B]^2}{[B_2]} \Rightarrow K_C = \frac{(0.4)^2}{0.8} = 0.2$$

**سؤال 18-2 |** للتفاعل المتزن:  $A_{2(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$  وجد أن عند وضع مول واحد من  $A_2$  في اناء

تفاعل عجمة لتر عند ظروف قياسية يصل التفاعل الى حالة اتزان فوجد انه

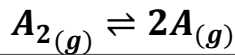
يتحلل 1% من  $A_2$  ما قيمة  $K_C$  للتفاعل وما تركيز  $A$  الذي يكون في حالة اتزان

مع  $0.01M$  من  $A_2$  عند ظروف التفاعل نفسها.

✓ **الحل |** بما ان الحجم 1L فان  $M = n$

$$\bullet \% \text{ للمتحلل } A_2 = \frac{X}{a_{\text{الابتدائي}}} * 100\%$$

$$\%1 = \frac{X}{1} * 100\% \Rightarrow X = \frac{1}{100} = 0.01 M$$



الضغوط الابتدائية	1	0
التغير بالضغط	-X	+2X
التركيز عند الاتزان	1-X	2X

$$\bullet [A_2] = 1 - X \Rightarrow [A_2] = 1 - 0.01 = 0.99 M$$

$$[A] = 2X \Rightarrow [A] = 2 * 0.01 = 0.02 M$$

$$\bullet K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]} \Rightarrow K_C = \frac{(0.02)^2}{0.99} = 4 * 10^{-4}$$

• بما ان  $K_C$  هي نفسها وعند نفس الظروف نحسب تركيز  $[A]$

$$K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]} \Rightarrow 4 * 10^{-4} = \frac{[A]^2}{0.01} \quad \text{بالجذر}$$

$$2 * 10^{-2} = \frac{[A]}{0.1} \Rightarrow [A] = 2 * 10^{-2} * 0.1$$

$$[A] = 0.002 M$$





7-2 العلاقة بين ثابتي الاتزان  $K_C$  ,  $K_P$

• هناك علاقة تربط بين ثابت الاتزان  $K_P$  وثابت الاتزان  $K_C$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g}$$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$R = 0.082 \text{ L. atm/mol. K}$$

$$T_K = t_{\text{°C}} + 273$$

•  $\Delta n_g$  تمثل الفرق بين عدد مولات المواد الناتجة والمواد المتفاعلة في حالتها الغازية فقط

$$\Delta n_g = \sum n_{g(P)} - \sum n_{g(R)} \quad \Leftarrow \text{ونستخرجها من العلاقة :}$$

• حيث :

١- اذا كانت  $\Delta n_g = 0$  صفر فأن  $K_C = K_P$

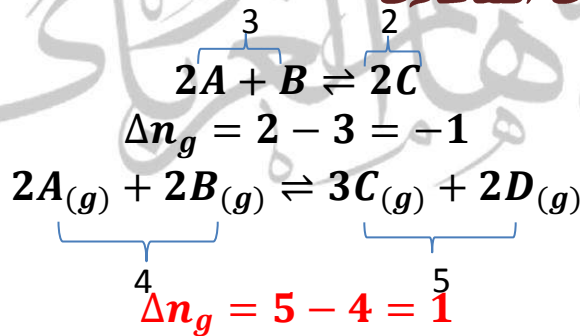
٢-  $\Delta n_g$  تساوي قيمة موجبة فأن  $K_C < K_P$

٣-  $\Delta n_g$  تساوي قيمة سالبة فأن  $K_C > K_P$

✓ ملاحظة |

•  $\Delta n_g$  : هي حاصل جمع عدد مولات غازات النواتج ناقص حاصل جمع المولات

لغازات المتفاعلات



• ملاحظة | نعرف ان السؤال يخص موضوع العلاقة بين  $K_P$  و  $K_C$  اذا اعطى  $K_C$  وطلب

$K_P$  او العكس او اعطى تراكيز وطلب  $K_P$  او اعطى ضغوط وطلب  $K_C$

مثال 8-2 | في تفاعل ما  $\Delta n_g = -1$  و  $K_C = 4.1$  بدرجة حرارة  $227^\circ\text{C}$  فما قيمة  $K_P$  لهذا التفاعل .

✓ الحل | نحول درجة الحرارة من  $^\circ\text{C}$  الى  $K$

$$T_K = t_{\text{°C}} + 273 \Rightarrow T_K = 227^\circ\text{C} + 273 = 500\text{K}$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g} \Rightarrow K_P = 4.1 * (0.082 * 500)^{-1}$$

$$K_P = \frac{4.1}{41} = 0.1$$



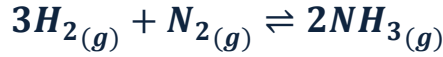


$$\frac{1}{\text{رقم}} \leftarrow (-1)$$

$$\frac{1}{RT} \leftarrow (RT)^{-1} \quad \text{ملاحظة}$$

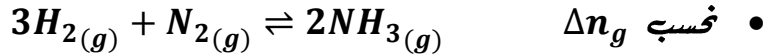
**تمرين 7-2** | احسب قيمة  $K_C$  للتفاعل المتزن التالي عند  $500^\circ\text{C}$  اذا علمت ان قيمة  $K_P$

للتفاعل تساوي  $1.5 \times 10^{-5}$  عند درجة الحرارة نفسها



✓ الحل | نحول درجة الحرارة من  $^\circ\text{C}$  الى  $K$

$$T_K = t_{^\circ\text{C}} + 273 \Rightarrow T_K = 500^\circ\text{C} + 273 = 773\text{K}$$



$$\bullet \Delta n_g = 2 - 4 = -2$$

$$\text{✚ } K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$K_C = 1.5 \times 10^{-5} (0.082 \times 773)^{-(-2)}$$

$$K_C = 1.5 \times 10^{-5} (0.082 \times 773)^{+2} \Rightarrow K_C = 0.06$$

**مثال 9-2** | افترض مصوك التفاعل الغازي الآتي عند حرارة  $300\text{K}$



وجهد ان قيم الضغوط الجزئية لكل من غازي

النواتج عند مصوك الاتزان تساوي  $0.3\text{ atm}$  احسب  $K_P$  و  $K_C$  للتفاعل ؟

✓ الحل |



$$\text{✚ } K_P = \frac{P_{\text{NH}_3} \cdot P_{\text{H}_2\text{S}}}{1} \Rightarrow K_P = \frac{0.3 \cdot 0.3}{1} \Rightarrow K_P = 0.09$$

$$\Delta n_g = 2 - 0 = 2$$

$$\text{✚ } K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$K_C = 0.09 (0.082 \times 300\text{K})^{-2}$$

$$K_C = 0.09 (0.082 \times 300)^{-2}$$

$$K_C = \frac{0.09}{(0.082 \times 300)^2} \Rightarrow K_C = \frac{0.09}{(24.6)^2} = \frac{0.09}{605.16} = 1.5 \times 10^{-4}$$

**تمرين 8-2** | اذا كانت  $K_C$  تساوي  $1.6$  عند  $1000^\circ\text{C}$  بالنسبة للتفاعل الاتي:



احسب ضغط  $\text{CO}$  الجزئي في حالة الاتزان عندما يكون

الضغط الجزئي في تلك الحالة لغاز  $\text{CO}_2$  يساوي  $(P_{\text{CO}_2} = 0.6\text{ atm})$





✓ الحل | حسب قيمة  $K_p$

نحول درجة الحرارة من  $^{\circ}C$  الى  $K$

$$T_K = t_{^{\circ}C} + 273 \Rightarrow T_K = 1000^{\circ}C + 273 = 1273K$$

$$\Delta n_g = 2 - 1 = 1$$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n_g} \Rightarrow K_p = 1.6 * (0.082 * 1273)^1 = 167$$

$$K_p = \frac{P_{CO}^2}{P_{CO_2}} \Rightarrow 167 = \frac{P_{CO}^2}{0.6} \Rightarrow P_{CO}^2 = 100.2 \Rightarrow P_{CO} = 10 \text{ atm}$$

**سؤال 27-2** | اذا كانت درجة التفكك مول واحد من  $N_2O_4$  الى  $NO_2$  هي 20% عند درجة الحرارة  $27^{\circ}C$  وضغط  $1 \text{ atm}$  وفي اناء عجمة  $1L$  احسب قيمة  $K_p$  للتفاعل .

✓ الحل | بما ان الحجم 1 لتر  $M = n$

$$\%N_2O_4 = \frac{X_{\text{التحلل}}}{X_{\text{الابتدائي}}} * 100\%$$

$$\%20 = \frac{X}{1} * 100\% \Rightarrow X = \frac{20}{100} = 0.2 M$$

	$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$	
التراكيز الابتدائية	1	0
التغير بالتراكيز	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	1-X	2X

• بما ان  $X = 0.2 M$

$$[N_2O_4] = 1 - X \Rightarrow [N_2O_4] = 1 - 0.2 = 0.8 M$$

$$[NO_2] = 2X \Rightarrow [NO_2] = 2 * 0.2 = 0.4 M$$

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow K_c = \frac{(0.4)^2}{0.8} = 0.2$$

$$T_K = t_{^{\circ}C} + 273 = 300K$$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n_g} \Rightarrow K_p = 0.2 * (0.082 * 300)^1 = 4.92$$

**سؤال 11-2** | عند تسخين غاز  $NOCl$  النقي الى حرارة  $240^{\circ}C$  في انا مغلق عجمة لتر يتحلل حسب المعادلة  $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$  وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لتوزيع الاتزان يساوي  $1 \text{ atm}$  والضغط الجزئي لغاز  $P_{NOCl} = 0.64 \text{ atm}$  احسب

١- الضغوط الجزئية لكل من غازي  $NO$  ,  $Cl_2$  عند الاتزان .

٢- ثابت الاتزان  $K_c$  للتفاعل عند نفس درجة الحرارة .





✓ الحل |

	$2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$		
الضغوط الابتدائية	a	0	0
التغير بالضغط (مستهلك)	-2X	+2X	+X
الضغوط عند الاتزان	a-2X ↓ 0.64	2X	X

• من معطيات السؤال  $P_{NOCl} = 0.64 \text{ atm}$

$$P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2}$$

$$1 = 0.64 + 2X + X \Rightarrow 1 - 0.64 = 3X$$

$$3X = 0.36 \Rightarrow X = \frac{0.36}{3} = 0.12 \text{ atm}$$

$$P_{NOCl} = 0.64$$

$$P_{NO} = 2X = 2 * 0.12 = 0.24 \text{ atm}$$

$$P_{Cl_2} = X = 0.12 \text{ atm}$$

$$K_P = \frac{P_{NO}^2 * P_{Cl_2}}{P_{NOCl}^2} \Rightarrow K_P = \frac{(0.24)^2 * 0.12}{(0.64)^2} \Rightarrow K_P = 0.0169$$

$$\Delta n_g = 3 - 2 = 1, T_K = t^{\circ}C + 273 \Rightarrow T_K = 240^{\circ}C + 273 = 513K$$

$$K_C = K_P (RT)^{-\Delta n_g}$$

$$K_C = 0.0169 * (0.082 * 513)^{-1}$$

$$K_C = \frac{0.0169}{0.082 * 513} = \frac{0.0169}{42.066} = 4 * 10^{-4}$$

**سؤال 12-2 |** التفاعل التالي يجري بدون عامل مساعد  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$  وعند وصول

التفاعل الى حالة اتزان وجد ان الضغوط الجزئية

$P_{N_2O_4} = 0.377 \text{ atm}$   $P_{NO_2} = 1.56 \text{ atm}$  عند درجة حرارة  $100^{\circ}C$  أحسب :

١-  $K_C$  ,  $K_P$  للتفاعل

٢- ماذا يحدث للضغوط الجزئية للغازات في خليط الاتزان بعد اضافة العامل

المساعد .

✓ الحل |

١- بما انه اعطى ضغوط جزئية عند الاتزان نجد  $K_P$  مباشرة :

$$K_P = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} \Rightarrow K_P = \frac{(1.56)^2}{0.377} \Rightarrow K_P = 6.455$$





$$\bullet \Delta n_g = 2 - 1 = 1, T_K = t_{\text{C}} + 273 \Rightarrow T_K = 100^{\circ}\text{C} + 273 = 373\text{K}$$

$$\bullet K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$K_C = 6.455 * (0.082 * 373)^{-1}$$

$$K_C = 6.455 * (0.082 * 373)^{-1}$$

$$K_C = \frac{6.455}{0.082 * 373} = \frac{6.455}{30.586} = 0.21$$

٢- العامل المساعد لا يؤثر على الضغوط الجزئية حيث انه يقلل من زمن التفاعل للوصول الى حالة الاتزان .

**سؤال 19-2** | للتفاعل المتزن الاتي  $3A(g) \rightleftharpoons aB(g)$  وجد ان ثابت الاتزان  $K_C = 147.6$

وثابت الاتزان  $K_P = 6$  بدرجة حرارة  $27^{\circ}\text{C}$  جد قيمة  $a$  في المعادلة ؟

✓ الحل | هنا مجهول عدد المولات ( $a$ ) في المعادلة لذلك يجب ان نجد  $\Delta n_g$  من قانون

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g} \quad \checkmark$$

$$\blacksquare T_K = 27 + 273 = 300\text{K}$$

$$\blacksquare \Delta n_g = a - 3$$

$$\blacksquare K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$147.6 = 6 * (0.082 * 300)^{-\Delta n_g}$$

$$147.6 = 6 * (24.6)^{\Delta n_g} \quad \text{نقسم الطرفين على 6}$$

$$\frac{147.6}{6} = \frac{6 * (24.6)^{-\Delta n_g}}{6} \Rightarrow 24.6 = (24.6)^{-\Delta n_g}$$

$$-\Delta n_g = 1 \Rightarrow \Delta n_g = -1$$

$$\blacksquare \Delta n_g = a - 3 \Rightarrow -1 = a - 3 \Rightarrow a = 3 - 1 = 2$$

اذا تساوت الاساسات تتساوى الاسس

**سؤال 20-2** | في التفاعل المتزن  $NiO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Ni(s) + CO_2(g)$  بدرجة حرارة  $727^{\circ}\text{C}$

وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز  $CO$  يساوي  $304 \text{ Torr}$  والضغط

الكلي  $1 \text{ atm}$  جد ثابت الاتزان  $K_C$  ( معلومة  $1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr}$  )

✓ الحل | تحول ضغط  $CO$  الى  $\text{atm}$

$$\blacksquare P_{CO} = \frac{304 \text{ Torr}}{760 \text{ Torr/atm}} \Rightarrow P_{CO} = 0.4 \text{ atm}$$

$$\blacksquare P_T = P_{CO} + P_{CO_2} \Rightarrow 1 = 0.4 + P_{CO_2} \Rightarrow P_{CO_2} = 1 - 0.4 = 0.6 \text{ atm}$$

$$\blacksquare K_P = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}} \Rightarrow K_P = \frac{0.6}{0.4} = 1.5$$

$$\left( \Delta n_g = 1 - 1 = 0 \right), \quad T_K = 727^{\circ}\text{C} + 273 = 1000\text{K}$$

$$\blacksquare K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g} \Rightarrow K_C = 1.5(0.082 * 1000)^0 \Rightarrow K_C = 1.5$$





### ملاحظات

- ١- المواد الصلبة لا تذكر في قانون  $K_C, K_P$
- ٢- عندما يعطى  $K_P$  ويعطى  $K_C$  او العكس نستخدم العلاقة بينهما لإيجاد احد هما بدلالة الاخر
- ٣- عندما تكون  $\Delta n_g = 0$  فإن  $K_C = K_P$  كما في السؤال اعلاه .

● **انتبه** | من يطلب منك  $K_P$  ويريد  $K_C$  او بالعكس ركز اذا يريد  $K_P$  لانزم ينطيك  $K_C$  او طريق يوصلك لـ  $K_C$  (تراليز مولارية عند الاتزان) اما اذا يريد  $K_C$  لانزم ينطيك  $K_P$  او ضغوط جزئية عند الاتزان حتى نطلع  $K_P$  . ولانزم تنتبه على  $\Delta n_g$  من تشوفه صفر كبل اتكول  $K_C = K_P$  .

● **وما عندك علاقة تربط  $K_C, K_P$  غير ذولة العلاقتين**

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g}$$

**سؤال 2-25** | للتفاعل التزن غير التجانس  $CaO(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons CaCO_3(s)$  بدرجة حرارة  $800^\circ C$  وجد ان ضغط  $CO_2(g)$  عند الاتزان يساوي  $0.235 \text{ atm}$  احسب  $K_C$  للتفاعل عند درجة الحرارة نفسها .

✓ **الحل** | المواد الصلبة لا تذكر في قانون  $K_P$  حيث يعوض بدلها برقم واحد  
المواد الصلبة لا تذكر في حساب ويعوض بدلها برقم (0)

$$K_P = \frac{1}{P_{CO_2}} \Rightarrow K_P = \frac{1}{0.235} = 4.255$$

$$\Delta n_g = 0 - 1 = -1, \quad T_K = 800^\circ C + 273 = 1073K$$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$K_C = 4.255 * (0.082 * 1073)^{-(-1)}$$

$$K_C = 4.255 * (0.082 * 1073)^{+1} \Rightarrow K_C = 4.255 * 0.082 * 1073$$

$$K_C = 374.38$$

### 8-2 | اهمية ثابت الاتزان

- لمعرفة قيمة ثابت الاتزان اهمية كبرى حيث يمكن من خلاله
  - ١- تحديد اتجاه التفاعل
  - ٢- بيان العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة







### ❖ -1 تحديد اتجاه التفاعل

○ اذا اخذنا التفاعل  $A \rightleftharpoons B$  فاذا كانت قيمة  $K_C = 100$

$$\bullet K_C = \frac{[B]}{[A]} \Rightarrow 100 = \frac{[B]}{[A]} \Rightarrow [B] = 100[A]$$

• وهذا يعني ان تركيز  $[B]$  اكبر بـ 100 مرة من قيمة تركيز  $[A]$

$$\bullet [A] = \frac{[B]}{100}$$

• وهذا يعني ان تركيز  $[A]$  اصغر بـ 100 مرة من قيمة تركيز  $[B]$  **وعليه :**

١- اذا كانت قيمة  $K_C$  كبيرة جداً يدك على ان تركيز المواد الناتجة كبيرة اي ان التفاعل يتجه

$$\text{بالاتجاه الامامي} \quad K_C = \frac{[\text{النواتج}]}{[\text{التفاعلات}]}$$

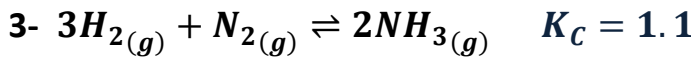
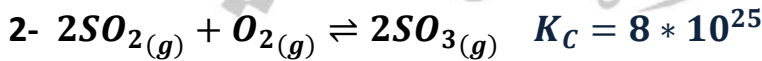
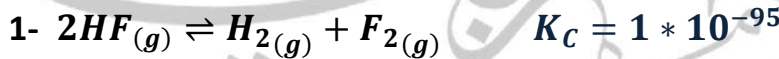
٢- اذا كانت قيمة  $K_C$  صغيرة جداً يدك على ان تركيز النواتج قليل أي ان التفاعل يتجه  
بالاتجاه الخلفي

٣- اذا كانت قيمة  $K_C$  تساوي او قريبة من الواحد الصحيح يدك على ان التفاعل متزن :

(كمية التراكيز للمواد الناتجة والتفاعلة متساوية تقريباً)

### ❖ ملاحظة // قيمة ثابت الاتزان تتناسب طردياً مع النواتج وعكسياً مع التفاعلات

**مثال 10-2 |** من قيم ثوابت الاتزان  $K_C$  لكل من التفاعلات الآتية تنبأ بحالة الاتزان لها :



✓ الحل |

١- التفاعل الاول قيمة  $K_C$  صغيرة جداً ← وهذا يدك على ان التفاعل خلفي

• تركيز المواد الناتجة قليل جداً لدرجة ان يمكن اعتبار التفاعل لا يحدث من الناحية العلمية

٢- التفاعل الثاني قيمة  $K_C$  كبيرة جداً ← وهذا يدك على ان التفاعل امامي

• تركيز المواد الناتجة كبير جداً لدرجة ان يمكن القول بان هذا التفاعل وصل الى درجة قريبة من الكمال

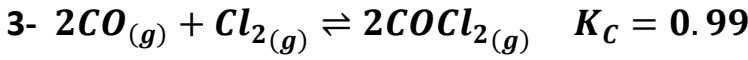
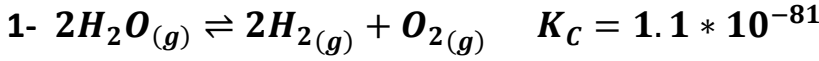
٣- التفاعل الثالث قيمة  $K_C$  قريبة للواحد الصحيح ← وهذا يدك على ان التفاعل

متزن اي ان تركيز النواتج مقارب الى تركيز التفاعلات.





تمرين 9-2 | من قيم ثوابت الاتزان  $K_C$  لكل من التفاعلات الآتية تنبأ بحالة الاتزان لها :



✓ الحل | واجب/ نفس جواب المثال اعلاه ( مثال 10-2 )

### ❖ ٢- العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة

• لمعرفة العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة يجب ان نفهم الملاحظات ادناه :

١- اذا عكس اتجاه التفاعل فان قيمة ثابت الاتزان تقلب :



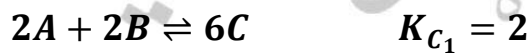
قلب المعادلة

٢- اذا تم ضرب المعادلة في معامل معين فان هذا العامل يكون اس لثابت الاتزان الجديد :



ضرب المعادلة في 2

٣- اذا تم قسمة المعادلة على معامل معين فان هذا العامل يكون جذر لثابت الاتزان

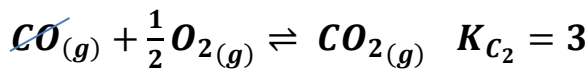


قسمة المعادلة على 2

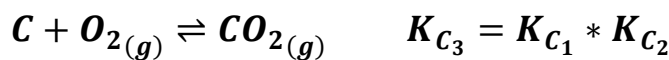
٤- اذا كان التفاعل ناتج من مجموع عدد من التفاعلات :

• فان ثابت الاتزان = حاصل ضرب ثوابت الاتزان للتفاعلات التي ينتج من مجموعها

(تقريباً نفس قانون هيس ) .



• جمع حاصل التفاعلين فحصل على التفاعل الآتي :

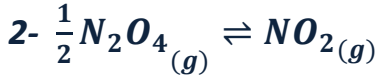
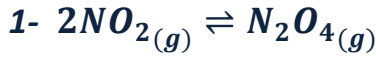


$K_{C_3} = 3 * 4 = 12$





**مثال 11-2** | اذا كان ثابت الاتزان عند  $100^\circ\text{C}$  للتفاعل  $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$  يساوي 0.36 فما ثابت الاتزان للتفاعلات التالية عند درجة الحرارة نفسها :



✓ **الحل** | نلاحظ ان المعادلة الاولى هي مقلوب المعادلة الرئيسية اذا نقلت قيمة  $K_C$  والمعادلة الثانية هي نفس المعادلة الرئيسية : لكنها مقسومة على 2 اذا تجد قيمة  $K_C$  بالجذر التربيعي .



**تمرين 10-2** | للتفاعل  $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$  ثابت الاتزان  $K_P$  له = 0.39 بدرجة حرارة  $227^\circ\text{C}$  فما قيمة  $K_C$  للتفاعل  $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$  عند درجة الحرارة نفسها ؟

✓ **الحل** | نلاحظ ان اعطى  $K_P$  ويطلب  $K_C$  لتفاعل اخر اذا يجب ان نجد  $K_C$  للتفاعل الاول بدلالة  $K_P$  ثم نجري عليه ما نراه مناسباً للمعادلة الثانية .

❖  $K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$

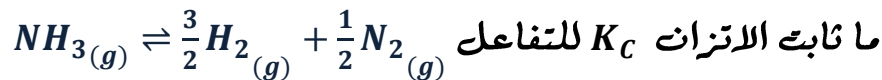
$\Delta n_g = 1 - 2 = -1$  ,  $T_K = 227^\circ\text{C} + 273 = 500\text{K}$

$K_C = 0.39 * (0.082 * 500)^{-(-1)} \Rightarrow K_C = 0.39 * (41)^1 = 16$

❖ بما ان المعادلة الثانية هي عكس المعادلة الاولى اذا نقلت قيمة  $K_C$

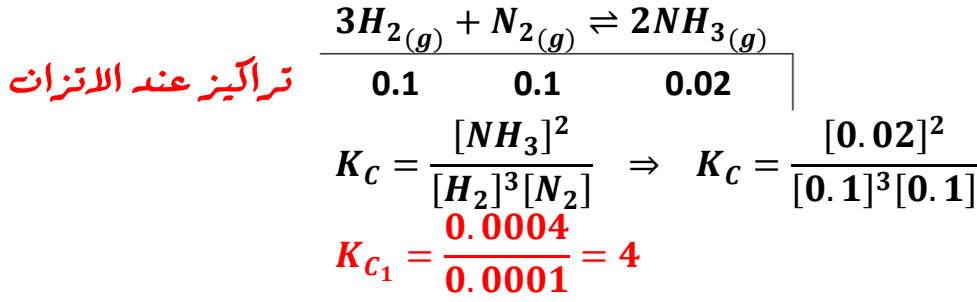
❖  $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)} \quad K_C = \frac{1}{16} = 0.0625$

**تمرين 11-2** | للتفاعل الغازي  $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$  بدرجة حرارة معينة وجد ان خليط الاتزان يحتوي على  $0.02\text{ M}$  من  $NH_3$  ،  $0.1\text{ M}$  من  $N_2$  وكذلك من  $H_2$



✓ **الحل** | نلاحظ انه اعطى تراكيز عند الاتزان للتفاعل الأول لذلك نستطيع ان نجد  $K_C$  ونجري عليه ما نراه مناسباً للتفاعل الثاني



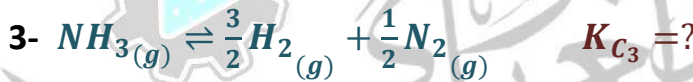
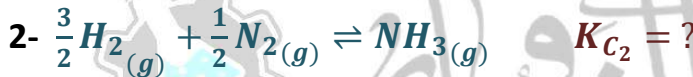
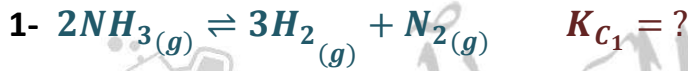


❖ نلاحظ ان المعادلة الثانية هي معكوس المعادلة الاولى ومقسومة على 2

❖ لذلك نقلب قيمة  $K_C$  ونجذر الجذر التربيعي



**سؤال 14-2** | يتزن التفاعل الاتي  $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$  عند درجة  $377^\circ C$  وقيمة ثابت الاتزان  $K_C = 1.96$  احسب  $K_C$  للتفاعلات الاتية :



✓ الحل | واجب

استرامه | كلماتي

امس شفئك يبعد الروح بالوك

شعجب تصرفت صرت تلاف بالاك

اذا التركيز مرة انطاه بالوك

تسمه عالجم يصبح مولارية

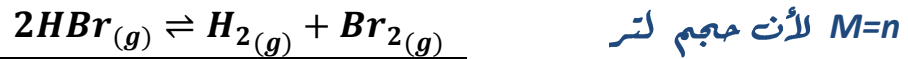
الجواب  $K_{C_1} = 0.51$   $K_{C_2} = 1.4$   $K_{C_3} = 0.7$





**تمرين 12-2** | وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين  $HBr$  في وعاء مغلق حجمه لتر واحد وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان التكون من غاز البروم  $0.2\text{mol}$  حسب التفاعل الاتي  $2HBr(g) \rightleftharpoons H_2(g) + Br_2(g)$  فما عدد مولات غاز  $HBr$  في خليط الاتزان لأناء اخر حجمه  $1\text{L}$  ناتج من خليط غازي البروم والهيدروجين بكميات  $2\text{mol}$  لكل منهما ؟

- الحل | نلاحظ انه اعطى تراكيز قبل وبعد الاتزان للتفاعل الاول ويطلب تراكيز  $HBr$  لتفاعل اخر اذا من التراكيز المعطاة للتفاعل الاول نستخرج  $K_C$  ثم نعمل مقارنة مع التفاعل الثاني لليجاد  $K_C$  له ثم نجد تراكيز  $HBr$  في التفاعل الثاني .



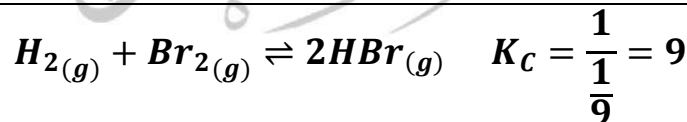
تراكيز الابتدائية	1	0	0
التغير بالتراكيز	-2X	+X	+X
تراكيز النهائية	1-2x	x	x

بما ان التكون من غاز  $Br$   $0.1 = Br$  اذا  $0.1 = x$  اذا  $0.2 = M$   $[H_2] = X = 0.2M$

$$[HBr] = 1 - 2X \Rightarrow [HBr] = 1 - 2 * 0.2 = 1 - 0.4 = 0.6$$

$$K_C = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2} \Rightarrow K_C = \frac{(0.2)(0.2)}{(0.6)^2} = \frac{1}{9}$$

نلاحظ ان المعادلة الثانية هي عكس المعادلة الاولى اذ نقلب قيمة



تراكيز الابتدائية	2	2	0
التغير بالتراكيز	-X	-X	+2X
تراكيز النهائية	2-X	2-X	2X

بجذر الطرفين  $K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \Rightarrow 9 = \frac{[2X]^2}{[2-X]^2}$

$$3 = \frac{2X}{2-X} \Rightarrow 6 - 3X = 2X$$

$$3X + 2X = 6 \Rightarrow X = \frac{6}{5} = 1.2$$

$[HBr] = 2 = 2 * 1.2 = 2.4\text{ M}$

استراجه | كلماتي

جم عقدة ابرجتك علي حليت

مثل حلت مدارس علي حليت

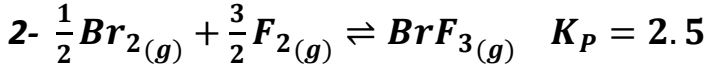
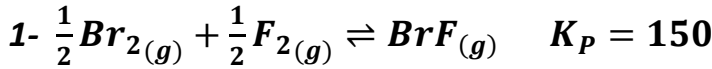
بمسائل  $K_p$  و  $K_c$  اذا حليت

القانون اهم شي والفرضية





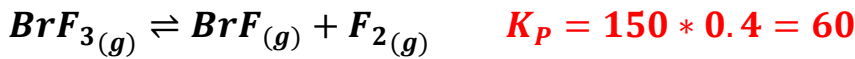
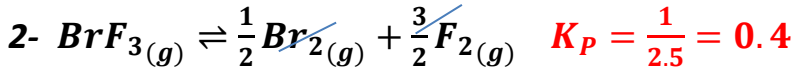
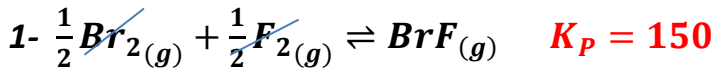
تمرين 13-2 | وجد ان ثابت الاتزان للضغط الجزئية بدرجة حرارة  $2000K$  لكل من التفاعلات الآتية :



❖ احسب ثابت الاتزان  $K_C$  للتفاعل  $BrF_{3(g)} \rightleftharpoons BrF_{(g)} + F_{2(g)}$   $K_C = ?$

• الحل | يمكن ان نجد  $K_P$  للتفاعل المطلوب ثم نجد  $K_C$  بدلالة  $K_P$

❖ المعادلة الاولى تبقى كما هي وتقلب المعادلة الثانية

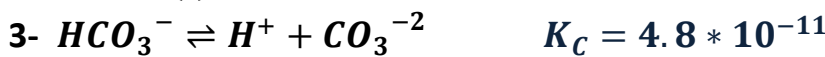
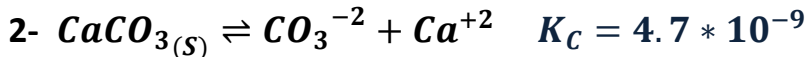


$$❖ K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$\Delta n_g = 2 - 1 = 1, \quad T_K = 2000K$$

$$K_C = 60 * (0.082 * 2000)^{-1} \Rightarrow K_C = \frac{60}{164} = 0.366$$

سؤال 15-2 | اذا كان ثابت الاتزان لكل من التفاعلات الآتية :

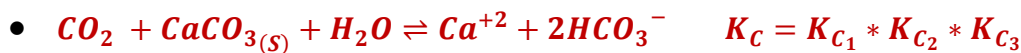
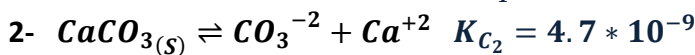


فما ثابت الاتزان للتفاعل التالي :



✓ الحل | للحصول المعادلة المطلوبة بقيمة  $K_C$  لها :

❖ تبقى المعادلة الاولى كما هي والثانية تبقى كما هي والثالثة تقلب :

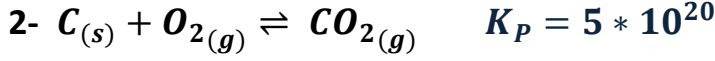
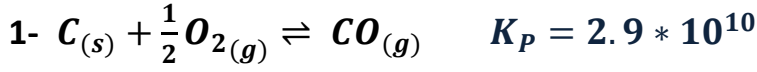


$$K_C = 4.2 * 10^{-7} * 4.7 * 10^{-9} * \frac{1}{4.8 * 10^{-11}} \Rightarrow K_C = 4.1 * 10^{-5}$$



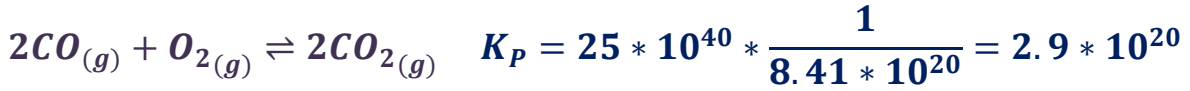
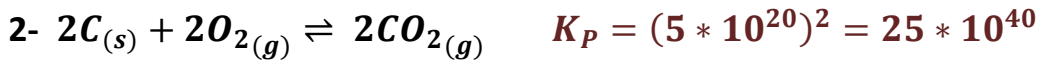


**سؤال 29-2** | وجد ان ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية  $K_p$  بدرجة حرارة  $1000K$  للتفاعلات :



• احسب ثابت الاتزان بدلالة  $K_c$  للتفاعل التالي  $K_c = ?$   $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)}$  **الحل** | للعصوك على العادلة المراد حساب  $K_c$  لها :

❖ نقلب العادلة الاولى ونضربها \*2 و العادلة الثانية نضرب \*2



• نجد  $K_c$  بدلالة  $K_p$

$$K_c = K_p(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$\Delta n_g = 2 - 3 = -1, T_K = 1000K$$

$$K_c = 2.9 * 10^{20} * (0.082 * 1000)^{+1} \Rightarrow K_c = 2.9 * 10^{20} * 82 = 2.4 * 10^{22}$$

### 9-2 | حاصل التفاعل Q

هو حاصل ضرب تراكيز المواد الناتجة على تراكيز المواد المتفاعلة لك منهم مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في العادلة وليس بالضرورة ان تكون التراكيز في حالة اتزان .

❖ سن | ماهي فائدة معرفة حاصل التفاعل :

❖ ج | لتحديد اتجاه سير التفاعل

❖ يمكن تحديد اتجاه سير التفاعل عن طريق مقارنته مع قيمة  $K_c$  حيث :

١- اذا كانت قيمة  $K_c = Q$  فام التفاعل متزن

٢- اذا كانت قيمة  $K_c < Q$  فان التفاعل يتجه من اليمين الى اليسار اي التفاعل خلفي .

٣- اذا كانت قيمة  $K_c > Q$  فان التفاعل يتجه من اليسار الى اليمين اي التفاعل امامي .

❖ ملاحظة | حاصل التفاعل Q نستخرجه من التراكيز الابتدائية





### ملاحظات مهمة لحل مسائل حاصل التفاعل

- ١- في موضوع حاصل التفاعل يعطى او يطلب التراكيز الابتدائية للمواد الناتجة في بداية التفاعل
- ٢- لا يمكن كتابة الفرضية تحت المعادلة الا بعد معرفة اتجاه سير التفاعل ويمكن معرفة اتجاه سير التفاعل من خلال :
  - أ- المقارنة بين قيمة  $K_c, Q$
  - ب- من خلال معرفة تركيز احد المواد الابتدائي والنهائي حيث اذا كان تركيز المادة المتفاعلة A الابتدائي = 0.2 واصبح النهائي = 0.4 يعني ان الزيادة (+X) من جهة التفاعلات او اذا قل نفس تركيز المادة من 0.3 الى 0.2 يعني ان النقصان (-X) في جهة التفاعلات وكذلك للمواد الناتجة ايضاً يمكن معرفة الاتجاه عن طريق احد تراكيز موادها
  - ج- من خلال مصطلحات السؤال ( تركيز المادة A زاد بمقدار يعني (+X) قل بمقدار يعني (-X) )
  - د- من خلال قاعدة لي شاتلية وتأثير درجة الحرارة .
- ٣- بعد تحديد اتجاه التفاعل حل كما تعلمنا سابقاً .

❖ **انتبه :** انة اتعلمنه من حل فرضن تراكيز النواتج يساوي صفر والنقصان (-X) من جهة التفاعلات والزيادة (+X) من جهة النواتج . لكن في موضوع حاصل التفاعل تركيز المادة الناتجة في بداية التفاعل مو صفر لو هو ينطوي لو يطلبه وهذا الي تحلينه نعرف الموضوع يخص موضوع حاصل التفاعل نرين بعد ما حددنه الموضوع يخص حاصل التفاعل لانرم نحدد التفاعل وين اتجاهه حتى نعرف وين (+X) وين (-X) من الملاحظات اعلاه بعد ما حددنه اتجاه التفاعل حل مثل ما جنبه حل قبل وحسب المطلوب

❖ **انتبه :** حاصل التفاعل نستخرجه من التراكيز الابتدائية و  $K_c$  نستخرجه من التراكيز في حالة اتزان (النهائية) .

سالك 12-2 | ثابت الاتزان للتفاعل :  $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  عند  $500^\circ C$  هو 0.06

ادرس الحالات التاليه وقرر اتجاه سير التفاعل (علماً ان جميع التراكيز معبر عنها بوحدة mol/l)

	$[H_2]$	$[N_2]$	$[NH_3]$
1-	0.002	0.00001	0.001
2-	0.345	0.000015	0.0002
3-	0.01	5.00	0.0001







✓ الحل | نجد  $Q$  لكل تجربة ونقارن مع  $K_C$  ونحدد اتجاه سير التفاعل .

$$1- Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.001)^2}{(0.002)^3(0.00001)} = 12.5 * 10^5$$

• نلاحظ ان  $K_C < Q$  فأن التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي اي ان النظام يتراخ نحو اليسار (باتجاه التفاعلات) لكي يصل الى حالة اتزان جديدة .

$$2- Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.0002)^2}{(0.345)^3(0.000015)} = 0.06$$

• نلاحظ ان  $K_C = Q$  فأن التفاعل في حالة اتزان .

$$3- Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.0001)^2}{(0.01)^3(5)} = 0.002$$

• نلاحظ ان  $K_C > Q$  فأن التفاعل يسير بالاتجاه الامامي اي ان النظام يتراخ نحو اليمين (باتجاه النواتج) لكي يصل الى حالة اتزان جديدة .

**تمرين 14-2** | للتفاعل الغازي :  $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  ثابت الاتزان  $K_C$  له يساوي 9.0

(1) هل ان مزيج مكون من 2.0 mol من كل من الغازات  $H_2, N_2, NH_3$  في وعاء

عجمة لتر 1.0L يمثل حالة اتزان ولماذا ؟

(2) لو افترضنا ان المزيج غير متزن ما حجم الاناء اللازم لجعله متزن .

✓ الحل | لاحظ انه معطى تراكيز المواد الناتجة والتفاعلة اذا نستخرج  $Q$  ونقارن مع  $K_C$

•  $M = n$  لأن الحجم 1 لتر

$$\square Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(2)^2}{(2)^3(2)} = 0.25$$

▪  $K_C \neq Q$  اذا التفاعل غير متزن اذا كان حجم الاناء = 1L

❖ نجد الحجم الذي يجعل التفاعل متزن حيث  $M = \frac{n}{V(L)}$  نعوض مكان التركيز

▪  $K_C = Q$  لأننا فرضنا التفاعل متزن .

$$\square K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \Rightarrow 9 = \frac{\left(\frac{2}{V}\right)^2}{\left(\frac{2}{V}\right)^3 \left(\frac{2}{V}\right)}$$

$$9 = \frac{1}{\left(\frac{2}{V}\right)^2} \Rightarrow 9 = \frac{V^2}{4} \quad \text{بالجذر التربيعي}$$

$$3 = \frac{V}{2} \Rightarrow V = 6L$$

❖ اذا يكون المزيج في حالة اتزان عندما يكون الحجم (6L)





**تمرين 15-2** | في اناء حجمه 2L سخن 1.4 mol من مزيج الغازات  $H_2$ ,  $Br_2$ ,  $HBr$  الى درجة حرارة معينة حتى وصل التفاعل حالة الاتزان  $H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2HBr(g)$  فاذا علمت ان ثابت الاتزان لتكوين مول واحد  $HBr$  من غازي  $H_2$ ,  $Br_2$  بدلالة الضغوط الجزئية يساوي 0.25 فما عدد مولات المواد الناتجة المتبقية في الاناء عند الاتزان.

✓ الحل | نلاحظ انه اعطى تراكيز للمواد الناتجة و التفاعلة اي انه السؤال يخص Q ونلاحظ ايضاً اعطى  $K_p$  لتفاعل ونحن نحتاج  $K_c$  لتفاعل مختلف لذلك :

- $\frac{1}{2}H_2(g) + \frac{1}{2}Br_2(g) \rightleftharpoons HBr(g) \quad K_p = 0.25$
- $H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2HBr(g) \quad K_p = (0.25)^2 = 0.0625$

❖ نجد  $K_c$  بدلالة  $K_p$  :

$$\Delta n_g = 2 - 2 = 0 \Rightarrow K_p = K_c \quad \Delta n_g = 0$$

$$K_c = K_p = 0.0625$$

• نجد حاصل التفاعل لتحديد اتجاه سير التفاعل

$$Q = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \Leftrightarrow [H_2] = [Br_2] = [HBr] = \frac{1.4}{2} = 0.7$$

$$Q = \frac{[0.7]^2}{[0.7][0.7]} = 1$$

❖  $K_c < Q$  لذلك التفاعل يكون بالاتجاه العكسي.

( يعني زيادة بالتفاعلات +X ونقصات -X بالنواتج )

	$H_2(g)$	$Br_2(g)$	$2HBr(g)$
تراكيز الابتدائية	0.7	0.7	0.7
التغير بالتراكيز	+X	+X	-2X
تراكيز النهائية	0.7+X	0.7+X	0.7-2X

•  $K_c = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \Rightarrow 0.0625 = \frac{(0.7-2X)^2}{(0.7+X)^2}$  بالجذر

$$0.25 = \frac{0.7 - 2X}{0.7 + X} \Rightarrow 0.7 - 2X = 0.175 + 0.25X$$

$$2X + 0.25X = -0.175 + 0.7$$

$$2.25X = 0.525 \Rightarrow X = \frac{0.525}{2.25} = 0.233 M$$

❖ التراكيز عند الاتزان تساوي :

- $[H_2] = [Br_2] = 0.7 + X = 0.7 + 0.233 = 0.933M$
- $[HBr] = 0.7 - 2X = 0.7 - (2 * 0.233) = 0.234M$

❖ يمكن حساب عدد المولات المتبقية من  $n = M * V$

- $n_{H_2} = n_{Br_2} = 2 * 0.933 = 1.866 mol$
- $n_{HBr} = 2 * 0.234 = 0.486 mol$





**سؤال 16-2** | في التفاعل الافتراضي الغازي  $2A + B \rightleftharpoons 3C$  وفي اناء عجمة لتر واحد وضع  $3mol$  من  $B$  مع مولات مختلفة من  $A, C$  وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان اناء التفاعل يحتوي على  $6 mol$  من  $C$  وكذلك  $6 mol$  من  $A$  ما عدد مولات كل من  $A, C$  قبل بدء التفاعل . علما بأن  $K_C = 1.5$  للتفاعل .

✓ الحل |

نعرف ان السؤال يحسن موضوع حاصل التفاعل لأنه اعطى تراكيز للمواد الناتجة في بدء التفاعل لذلك نحتاج تحديد اتجاه سير التفاعل نلاحظ اعطى تراكيز  $B$  الابتدائي يمكن ان نعرف تراكيزه النهائي ومن خلاله نحدد اتجاه سير التفاعل

$$\circ K_C = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]} \Rightarrow 1.5 = \frac{(6)^3}{(6)^2[B]} \Rightarrow [B] = \frac{(6)^3}{(6)^2 \cdot 1.5} = 4 mol$$

▪ نلاحظ ان تراكيز  $B$  الابتدائي  $3mol$  والنهائي  $4mol$  اذا الزيادة بالتفاعلات

	2A + B $\rightleftharpoons$ 3C		
تراكيز الابتدائية	a	3	b
التغير بالتراكيز	+2X	+X	-3X
تراكيز النهائية	a+2X	3+X	B-3X

❖ بما ان  $[B]$  النهائي = 4

$$\square [B]: 3 + X = 4 \Rightarrow X = 4 - 3 = 1$$

$$\square [A]: a + 2X = 6 \Rightarrow [A] = a + 2 * 1 = 6$$

$$a + 2 = 6 \Rightarrow a = 6 - 2 = 4mol$$

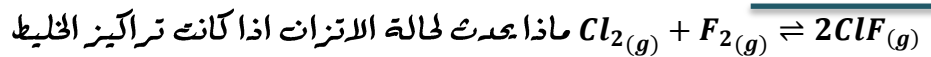
$$\square [C]: b - 3X = 6 \Rightarrow b - 3X \Rightarrow b - 3 * 1 = 6$$

$$b - 3 = 6 \Rightarrow b = 9mol$$

❖  $\therefore$  تراكيز  $[A] = 4$  وتراكيز  $[C] = 9$  في بداية التفاعل .

( هذا يعني ان الزيادة باتجاه التفاعلات )

**سؤال 17-2** | ثابت الاتزان  $K_C$  يساوي 19.9 بدرجة حرارة 2500K للتفاعل المتزن



$$[ClF] = 1.2M, [Cl_2] = 0.2M, [F_2] = 1M$$

✓ الحل | هنا يطلب اتجاه سير التفاعل لذلك نحتاج  $Q$  ونقارنه مع  $K_C$  ونحدد اتجاه التفاعل :

$$Q = \frac{[ClF]^2}{[Cl_2][F_2]} = \frac{(1.2)^2}{(0.2)(1)} = \frac{1.44}{0.2} = 7.2 \quad \circ$$

$$K_C = 19.9 \quad \text{و} \quad Q = 7.2$$

❖  $\therefore K_C > Q$  لذلك التفاعل يكون باتجاه النواتج اي يتراج التفاعل للأمام .

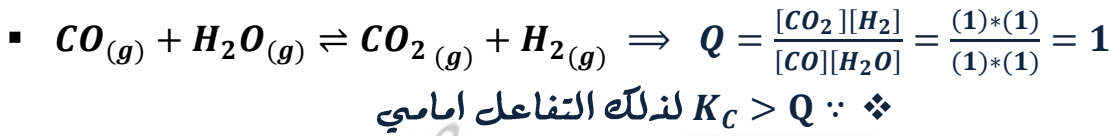




**سؤال 2-30** | في وعاء مغلق مجهزة لتر واحد يتفاعل غاز  $CO$  مع بخار الماء وتكون  $H_2$ ,  $CO_2$  بدرجة حرارة  $700K$ . ما تراكيز خليط الغازات عند وصولها حالة الاتزان اذا تم وضع مول واحد من كل التفاعلات والنواتج علماً ان ثابت الاتزان  $K_C = 5.29$

✓ **الحل** | نلاحظ انه اعطى تراكيز ابتدائي للمواد المتفاعلة والناجمة

- اذا السؤال يخص حاصل التفاعل : حيث نجد حاصل التفاعل ونقارن مع  $K_C$  لتحديد اتجاه سير التفاعل .
- الحجم = 1 لتر  $\Leftarrow M = n$



تراكيز الابتدائية	1	1	1	1
التغير بالتراكيز	-X	-X	+X	+X
تراكيز النهائية	1-X	1-X	1+X	1+X

•  $K_C = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{(1+X)^2}{(1-X)^2} \Rightarrow 5.29 = \frac{(1+X)^2}{(1-X)^2}$  جذر الطرفين

$$2.3 = \frac{1+X}{1-X} \Rightarrow 1+X = 2.3 - 2.3X$$

$$2.3X + X = 2.3 - 1 \Rightarrow 3.3X = 1.3$$

$$X = \frac{1.3}{3.3} = 0.4 M$$

**وعلية التراكيز عند الاتزان تصبح**

- $[CO] = [H_2O] = 1 - X = 1 - 0.4 = 0.6 M$
- $[CO_2] = [H_2] = 1 + X = 1 + 0.4 = 1.4 M$

استرامه | | كلماتي

نرعتك وانتظرت امويك حاصل

انتبيت وما اظنك يوم حاصل

نعرفه السؤال على ال حاصل

اذا دخل تراكيز النواتج الابتدائية





10-2 | العلاقة بين الطاقة الحرة  $\Delta G$  وحاصل التفاعل  $Q$

• للتفاعل الاتي :  $aA + bB \rightleftharpoons gG + hH$

❖ ترتبط الطاقة الحرة الغير قياسية مع الطاقة الحرة القياسية لهذا التفاعل بالعلاقة الاتية :

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{[G]^g [H]^h}{[A]^a [B]^b} \dots \dots \dots (1)$$

○ حيث  $R$  : هو ثابت الغازات  $R = 8.314 \text{ J/K.mol}$

○ و  $T$  درجة الحرارة بالكلفن  $T_K$

❖ ومن تعريف حاصل القسمة يمكن كتابة المعادلة (1) على الصورة الاتية :

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q \dots \dots \dots (2)$$

وعند وصول التفاعل الى حالة اتزان تكون قيمة الطاقة الحرة  $\Delta G$  مساوية للصفر

( $\Delta G = 0$ ) و  $Q$  عند الاتزان يصبح  $K_{eq}$ .

❖ حيث تصبح المعادلة (2) بالشكل

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$$

▪ ملاحظة  $\Delta G^\circ$  هنا بوحدة الجول وليس كج

سؤال 33-2 | وضع الفرق بين  $\Delta G, \Delta G^\circ$  واكتب العلاقة بينهما ومتى تكون  $\Delta G = \Delta G^\circ$   
اثبت ذلك حسابياً ؟

✓ الحل |

▪  $-\Delta G$  هي مقدار التغير في الطاقة الحرة الغير قياسية بظروف غير قياسية

▪  $-\Delta G^\circ$  في مقدار التغير في الطاقة الحرة القياسية بظروف قياسية .

❖ العلاقة بينهما هي :  $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$

▪ وتكون  $\Delta G = \Delta G^\circ$  عندما يكون  $Q = 1$  (حيث  $\ln 1 = 0$ )

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT * \ln 1$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT * 0$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ$$





**مثال 13-2** | اذا علمت ان  $\Delta G^\circ$  للتفاعل التالي تساوي  $\Delta G^\circ = -104 \text{ KJ/mol}$  عند درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$  وضغط  $1 \text{ atm}$   $\text{CCl}_4(\text{L}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCl}(\text{g}) + \text{CHCl}_3(\text{L})$  احسب ثابت الاتزان  $K_{eq}$  للظروف نفسها ؟

**علما ان  $\ln 1.7 * 10^{18} = 42$**

✓ الحل |

▪ تحول  $\Delta G^\circ$  الى وحدات الجول :  $\Delta G^\circ_{\text{J/mol}} = -104 * 1000 = -104000 \text{ J/mol}$

▪ تحول الحرارة الى  $T_K$   $T_K = 25 + 273 = 298 \text{ K}$

▪  $R = 8.314 \text{ J/K.mol}$

•  $\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$

$-104000 \text{ J/mol} = -8.314 \text{ J/K.mol} * 298 * \ln K_{eq}$

$-104000 = -2477.572 * \ln K_{eq}$

$\ln K_{eq} = \frac{-104000}{-2477.572} \Rightarrow \ln K_{eq} = 42$

$\ln K_{eq} = \ln 1.7 * 10^{18} \Rightarrow K_{eq} = 1.7 * 10^{18}$

• نلاحظ القيمة الكبيرة وهذا يدل على ان التفاعل شبه تام .

**تمرين 16-2** | احسب ثابت الاتزان  $K_p$  للتفاعل التالي عند  $25^\circ\text{C}$  وضغط  $1 \text{ atm}$



$\Delta G^\circ_{f(\text{H}_2\text{O})} = -237 \frac{\text{KJ}}{\text{mol}}$  وبين هل يحدث هذا التفاعل تلقائيا في درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$

**علما ان :  $\ln 8 * 10^{-84} = -191.3$**

✓ الحل | نجد  $\Delta G_r^\circ$  من مجموع الطاقات الحرة القياسية للتكوين .

▪  $\Delta G_r^\circ = \sum n\Delta G_{f(P)}^\circ - \sum n\Delta G_{f(R)}^\circ$

$\Delta G_r^\circ = [2 * +0] - [2 * -237] = 474 \text{ KJ/mol}$

$\Delta G_r^\circ \text{ J/mol} = 474 \text{ KJ/mol} * 1000 = 474000 \text{ J/mol}$

❖ قيمة  $\Delta G_r^\circ$  موجبة اذا التفاعل لا يحدث تلقائياً

❖  $T_K = 25 + 273 = 298 \text{ K}$

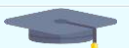
❖  $\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$

$474000 \text{ J/mol} = -8.314 \text{ J/K.mol} * 298 \text{ K} * \ln K_{eq}$

$\ln K_{eq} = \frac{474000 \text{ J/mol}}{-8.314 * 298} \Rightarrow \ln K_{eq} = -191.3$

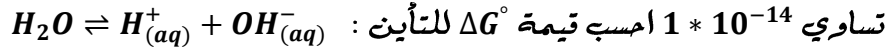
$\ln K_{eq} = \ln 8 * 10^{-84}$

**$K_{eq} = 8 * 10^{-84}$**





سؤال 2-34 | اذا علمت ان ثابت التآين الذاتي للماء عند درجة حرارة 25°C و ضغط 1 atm



$$\ln 10^{-14} = -32.24 \text{ علما ان}$$

✓ الحل | بما ان التفاعل هو معادلة التآين للماء اذا  $K_{eq}$  هو ثابت التآين

$$\diamond T_K = 25 + 273 = 298 K$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$$

$$\Delta G^\circ = -8.314 J/K.mol * 298 K * \ln 10^{-14}$$

$$\Delta G^\circ = -2477.572 * \ln 10^{-14}$$

$$\Delta G^\circ = -2477.572 * -32.24$$

$$\Delta G^\circ = 79881 J/mol$$

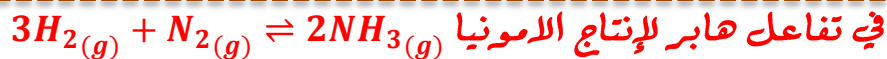
## 2 - 11 قاعدة لو شاتلية

اذا اثر مؤثر خارجي مثل تغير التركيز او الحجم او الضغط او درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة اتزان فان هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة .

❖ هذا المبدأ يشبه قانون نيوتن في الانظمة الميكانيكية والذي ينص:  
(لكل فعل رد فعل مساو له بالقوة ومعاكس له بالاتجاه)

❖ المؤثرات الخارجية التي تؤدي الى الإخلال بحالة الاتزان هي:

١- تأثير التغير في تراكيز المواد المتفاعلة او الناتجة على موضع الاتزان :



• عند اضافة او سحب مادة متفاعلة او ناتجة نلاحظ انه :

أ- عند اضافة مزيد من الهيدروجين  $H_2$  و النيتروجين  $N_2$  (مواد متفاعلة) :

○ فان التفاعل يتراج الى الامام ( اي باتجاه النواتج ) للتخلص من الزيادة الحاصلة .

ب- عند سحب كمية من  $H_2$  و  $N_2$  (مواد متفاعلة) :

○ فان التفاعل يتراج بالاتجاه الخلفي لسد النقص الحاصل في المواد المسحوب منها .

ج- عند اضافة مزيد من الامونيا  $NH_3$  (مادة ناتجة) :

○ فان التفاعل يتراج بالاتجاه الخلفي (باتجاه المتفاعلات) للتخلص من الزيادة الحاصلة في

تركيز  $NH_3$

د- عند سحب كمية من الامونيا  $NH_3$  :

○ فان التفاعل يتراج بالاتجاه الامامي لسد النقص الحاصل في الامونيا .





### ملاحظات

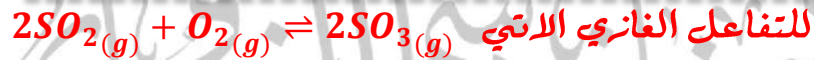
- ١- عند الاضافة للمواد المتفاعلة او الناتجة فان التفاعل ينزاح عكس الاضافة .
- ٢- عند سحب مادة متفاعلة او ناتجة فان التفاعل ينزاح باتجاه السحب منه .
- ٣- التغير في تراكيز المواد المتفاعلة و الناتجة يؤثر للمواد الغازية فقط ( اي عند اضافة او سحب مادة صلبة لا يؤثر على موضع الاتزان لو اخذنا التفاعل الاتي فان اضافة B او سحب منه لا يؤثر



### انتبه

حتى تفهم شلون يأثر التغير بالتركيز على حالة الاتزان تذكر ان المواد الناتجة والمواد المتفاعلة جيران بينهم بس سهم التفاعل ( $\rightleftharpoons$ ) اي واحد منهم تجي اضافة يدزله للأخر. واي واحد يسحبون منه جيرانه يدزله لسد النقص الحاصل عنده

### ٢- تأثير الضغط او حجم الاناء لتفاعل على موضع الاتزان :



يعتمد تأثير الضغط على عدد مولات المواد الناتجة والمتفاعلة حيث نلاحظ عدد مولات النواتج = 2 ومجموع عدد مولات المتفاعلات = 3 لذا عند زيادة الضغط فان التفاعل يتجه بالاتجاه الامامي وعند نقصان الضغط يتجه بالاتجاه الخلفي

### ملاحظات

- ١- زيادة الضغط ترجع التفاعل باتجاه عدد المولات الاقل .
- ٢- نقصان الضغط ترجع التفاعل باتجاه عدد المولات الاكبر .
- ٣- في حال تساوت عدد مولات النواتج مع المتفاعلات فان الضغط لا يؤثر على حالة الاتزان
- ٤- علاقة الضغط بالحجم عكسية حيث :  
عند نقصان الحجم يزداد الضغط وعند زيادة الحجم يقل الضغط
- ٥- تأثير الضغط او حجم الاناء على المواد الغازية فقط .  
اما المواد الصلبة عند حساب عدد المولات كأنها لا توجد نعطي عدد مولاتها = صفر



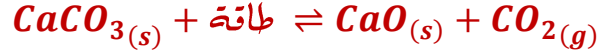




### ٣- تأثير درجة الحرارة

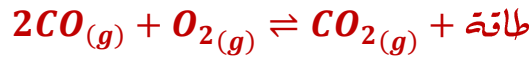
❖ لفهم تأثير درجة الحرارة نقسم التفاعلات الى :

أ- تفاعل ماص للحرارة ( $\Delta H = +$ ) أي ان الحرارة في جانب التفاعلات



حيث نلاحظ عند زيادة الحرارة على التفاعل او التسخين فان التفاعل ينزاع باتجاه النواتج للتخلص من الزيادة الحاصلة في الحرارة وعند التبريد (نقصان الحرارة) فان التفاعل ينزاع باتجاه المواد المتفاعلة لسد النقص الحاصل .

ب- تفاعل باع للحرارة ( $\Delta H = -$ ) اي ان الحرارة في جانب النواتج :



حيث نلاحظ عند زيادة الحرارة او التسخين فان التفاعل يتجه باتجاه المواد المتفاعلة للتخلص من الزيادة الحاصلة وعند تبريد التفاعل (نقصان الحرارة) فان التفاعل يتراج بالاتجاه الامامي (باتجاه المواد الناتجة) لسد النقص الحاصل .

### + ملاحظات

- ١- اين ما تكون الحرارة في التفاعلات (ماص) او في النواتج (باع) .
- فأن زيادة الحرارة ترجع التفاعل بالاتجاه الذي لا يحوي الحرارة .
- ٢- اين ما تكون الحرارة في التفاعلات (ماص) او في النواتج (باع) .
- فأن نقصان الحرارة ترجع التفاعل بالاتجاه الذي يحوي الحرارة .
- ٣- المصطلحات (خفض - نقصان - تبريد) كلها تعني نقصان الحرارة .
- ٤- المصطلحات (رفع - زيادة - تسخين) كلها تعني زيادة الحرارة .
- ٥- التفاعل الماص (شواء) بالتسخين يصبح امامي وبالتبريد يصبح خلفي.. والتفاعل الباع (صيف) بالتسخين يصبح خلفي وبالتبريد يصبح امامي

### ٤- تأثير اضافة العامل المساعد

- العامل المساعد لا يؤثر على موضع الاتزان (علل)
- ج | لأن العامل المساعد يزيد من سرعة التفاعل الامامي والتفاعل الخلفي بنفس الدرجة حيث يتم الوصول الى حالة الاتزان بسرعة عالية بدون حدوث تغيرات في المواد الداخلة في التفاعل .

❖ ملاحظة / عند اضافة العامل المساعد على تفاعل متزن فإنه لا يؤثر على موضع الاتزان .





## 11-2 | العوامل المؤثرة على قيمة ثابت الاتزان

ان كل من الضغط والحجم والتركيز والعامل المساعد لا يؤثر على قيمة ثابت الاتزان .  
درجة الحرارة فقط تؤثر على ثابت الاتزان حيث ان ثابت الاتزان يزداد بزيادة

التركييز المواد الناتجة :  $\text{ثابت الاتزان} = \frac{[\text{نواتج}]}{[\text{متفاعلات}]}$

• اي ان ثابت الاتزان يتناسب طردي مع تركيز المواد الناتجة

❖ ملاحظة مهمة :

الحرارة عندما تجعل التفاعل امامي نرادت قيمة ثابت الاتزان وكلما تجعل التفاعل خلفي قلت قيمة ثابت الاتزان .

❖ ملاحظة | المادة التي يخرج منها سهم التفاعل تقل والمادة التي يذهب اليها سهم التفاعل تزداد .

A B A B  
تقل ← تزداد " تزداد → تقل

مثال 14-2 | التفاعل المتزن الاتي  $2Hg_{(L)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(S)}$

$\Delta H$  للتفاعل تساوي  $-181 \text{ KJ}$  عند درجة حرارة  $298 \text{ K}$  و  $K_p$  للتفاعل تساوي  $3.2 \times 10^{20}$

بين هل قيمة  $K_p$  عند  $500 \text{ K}$  أكبر ام اقل من قيمتها عند  $298 \text{ K}$  للتفاعل نفسه ؟

✓ الحل | ( ملاحظة بما ان  $(\Delta H = -)$  اذا التفاعل باعك )

ان التفاعل الباعك للحرارة فعند زيادة درجة الحرارة المؤثرة على التفاعل يتجه نحو اليسار وذلك لتخلص من الزيادة الحاصلة في درجة الحرارة وبالتالي تقل تركيز النواتج عند الاتزان وتزداد تركيز المتفاعلات وبالتالي تقل  $K_p$  لهذا التفاعل بدرجة حرارة  $(500 \text{ K})$  .

تمرين 17-2 | للتفاعل المتزن الاتي  $2BrF_{5(g)} \rightleftharpoons Br_{2(g)} + 5F_{2(g)}$  ( $\Delta H = 858 \text{ KJ}$  للتفاعل)

عند درجة حرارة  $1000 \text{ K}$  و  $K_p = 7.4 \times 10^{-16}$  بين هل ان قيمة  $K_p$  عند  $1500 \text{ K}$

للتفاعل أكبر ام اقل من قيمتها عند  $1000 \text{ K}$  للتفاعل نفسه .

✓ الحل | ملاحظة ( $\Delta H = +$ ) التفاعل ماص (يعني الحرارة بالمتفاعلات)

ان التفاعل الماص للحرارة فعند زيادة درجة الحرارة المؤثرة على التفاعل يتجه نحو اليمين لتخلص من الحرارة الفائضة وبالتالي يزداد تركيز النواتج ويقل تركيز المتفاعلات وبالتالي تزداد قيمة  $K_p$  لهذا التفاعل بدرجة حرارة  $1500 \text{ K}$

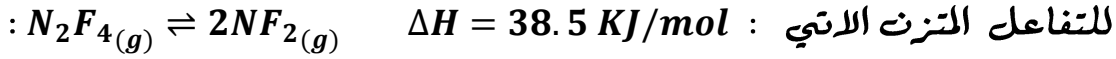
ملاحظة | في اسئلة قاعدة لوشاتليه : عندما يطلب التأثير على حالة الاتزان (يريد تحديد اتجاه التفاعل)

وعندما يطلب التأثير على ثابت الاتزان (يقول او يزداد) او عندما يطلب اجراءات ترفع التنوع (نعطي الاجراءات التي تجعل التفاعل امامي) اما عندما يطلب التأثير على التراكيز (يعني يطلب زيادة التركيز او نقصانه)





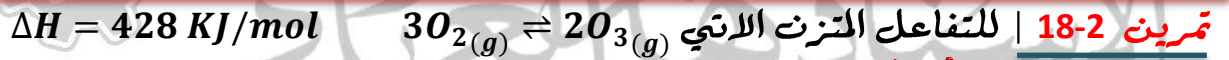
**مسألة 2-15** | ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان :



- ١- تسخين خليط الاتزان في اناء مغلق .
- ٢- سحب  $N_2F_4$  من خليط الاتزان عند ثبوت درجة الحرارة والحجم .
- ٣- خفض الضغط على خليط المتزن بدرجة حرارة ثابتة .
- ٤- اضافة العامل المساعد على خليط الاتزان .

✓ الحل | ملاحظه بما ان  $(\Delta H = +)$  اذا التفاعل ماص ( الحرارة بالتفاعلات )

- ١- التفاعل ماص للحرارة وعند تسخين يتجه التفاعل نحو اليمين للتخلص من الحرارة الفائضة و بالتالي تزداد قيمة ثابت الاتزان .
- ٢- عند سحب كمية من  $N_2F_4$  فان التفاعل يتجه باتجاه السحب منه اي ان التفاعل يتجه نحو اليسار لسد النقص الحاصل وثابت الاتزان لا يتأثر .
- ٣- عند خفض الضغط يتجه التفاعل باتجاه المولات الاكبر  $2 - 1 = 1$  حيث سيتجه نحو اليمين بالتالي يزداد تركيز النواتج وثابت الاتزان لا يتأثر .
- ٤- العامل المساعد لا يؤثر على موضع الاتزان لكنه يخفض طاقة التنشيط اي يزيد من سرعة التفاعل الامامي والخلفي بنفس الدرجة .



ما تأثير كل من العوامل الآتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان .

- ١- زيادة الضغط على التفاعل وذلك بانقاص حجم الاناء
- ٢- اضافة مزيد من  $O_2$  الى النظام
- ٣- خفض درجة الحرارة
- ٤- اضافة العامل المساعد

✓ الحل | ملاحظة بما ان  $(\Delta H = +)$  التفاعل ماص للحرارة ( الحرارة بالتفاعلات )

- ١- زيادة الضغط ترجع التفاعل باتجاه المولات الاقل اي نحو اليمين باتجاه النواتج وثابت الاتزان لا يتأثر .
- ٢- اضافة مزيد من  $O_2$  ترجع التفاعل الامامي للتخلص من الزيادة الحاصلة وثابت الاتزان لا يتأثر .
- ٣- خفض حرارة التفاعل الماص للحرارة ترجع التفاعل الخلفي لسد النقص الحاصل في الحرارة وان النواتج تقل لذلك تقل قيمة ثابت الاتزان .
- ٤- العامل المساعد لا يؤثر على موضع الاتزان لكنه يخفض من طاقة التنشيط اي يزيد من سرعة التفاعل الامامي و الخلفي بنفس المقدار .





**تمرين 2-19** | يصل مزيج الغازات  $C_2H_6, H_2, C_2H_4$  الموضوعة في وعاء مغلق عند  $25^\circ C$  الى حالة الاتزان كما في التفاعل الاتي:



صف عدد من الاجراءات التي تؤدي الى رفع كمية  $C_2H_6$  الناتجة من هذا التفاعل:

✓ **الحل** | ملاحظة  $\Delta H$  في النواتج يعني ان التفاعل باعك

- ١- زيادة تراكيز المواد المتفاعلة
- ٢- سحب غاز  $C_2H_6$  باستمرار
- ٣- خفض كمية حرارة التفاعل كون ان التفاعل باعك حيث تبريد التفاعل يرجع التفاعل الامامي
- ٤- زيادة الضغط يرجع التفاعل باتجاه المولات الاقل اي النواتج .

**سؤال 2-5** | للتفاعل المتزن الغازي الباعك للحرارة  $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$

كيف تتغير حالة الاتزان ولماذا ؟

- ١- عند زيادة الضغط السط على التفاعل المتزن
- ٢- رفع درجة حرارة اثناء التفاعل
- ٣- سحب غاز  $N_2O_4$  المتكون عند الاتزان

✓ **الحل** |

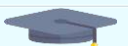
- ١- زيادة الضغط ترجع التفاعل باتجاه المولات الاقل اي باتجاه النواتج
- ٢- رفع درجة حرارة الباعك ترجع التفاعل الخلفي للتخلص من الحرارة الفائضة
- ٣- سحب  $N_2O_4$  يرجع التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل في كمية  $N_2O_4$

**سؤال 2-6** | التفاعل الغازي المتزن الاتي  $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$  انتالبي التفاعل

تساوي  $\Delta H = 92.5 \text{ KJ/mol}$  .

ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان .

- ١- خفض درجة الحرارة
- ٢- اضافة زيادة  $Cl_2$  الى خليط الاتزان
- ٣- سحب  $PCl_3$  من خليط الاتزان
- ٤- زيادة الضغط على خليط الاتزان
- ٥- اضافة العامل المساعد





✓ الحل | ملاحظة ( $\Delta H = +$ ) التفاعل ماص (الحرارة بالتفاعلات)

- ١- خفض حرارة التفاعل الماص ترجع التفاعل الخلفي وتقل قيمة ثابت الاتزان .
- ٢- اضافة زيادة من  $Cl_2$  ترجع التفاعل الخلفي للتخلص من الزيادة الحاصلة وقيمة ثابت الاتزان لا تتأثر .
- ٣- سحب  $PCl_3$  يرجع التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل وقيمة الاتزان لا تتأثر .
- ٤- زيادة الضغط ترجع التفاعل باتجاه المولات الاقل اي باتجاه التفاعلات حيث يترجع التفاعل الخلفي وقيمة ثابت الاتزان لا تتأثر .
- ٥- لا يؤثر على موضع الاتزان ولا على قيمة ثابت الاتزان .

**سؤال 7-2** | التفاعل المتزن الاتمي  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$  اتالي التفاعل  $\Delta H = -198.2$  ماذا يحدث لتركيز  $SO_2$  ,  $O_2$  ,  $SO_3$  عند الاتزان بعد :

- ١- زيادة درجة حرارة التفاعل
- ٢- تقليل الضغط المسلط على التفاعل
- ٣- زيادة تركيز  $SO_2$  في خليط الاتزان
- ٤- اضافة عامل مساعد

✓ الحل | نلاحظ ان التفاعل باعك للحرارة (الحرارة بالنواتج)

التأثير على تركيز المواد			العوامل المؤثرة
$[SO_2]$	$[O_2]$	$[SO_3]$	
يزداد تركيزه	يزداد تركيزه	يقل تركيزه	١- زيادة درجة حرارة التفاعل
يزداد تركيزه	يزداد تركيزه	يقل تركيزه	٢- تقليل الضغط المسلط على التفاعل
يقل تركيزه	يقل تركيزه	يزداد تركيزه	٣- زيادة تركيز $SO_2$ في خليط الاتزان
لا يؤثر	لا يؤثر	لا يؤثر	٤- اضافة عامل مساعد



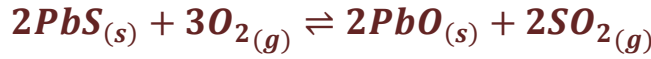


**سؤال 8-2** | هل يؤدي دائما رفع درجة حرارة اي تفاعل في حالة اتزان الى زيادة في تركيز النواتج؟

- اذا كانت اجهابتك النفي ما التفاعلات التي تؤدي او لا تؤدي الى زيادة النواتج؟
- بين ذلك مع ذلك امثلة؟

✓ **الجواب** | كلا ليس كل التفاعلات تؤدي الى زيادة تركيز النواتج عند رفع درجة الحرارة . التفاعلات الماصة هي فقط ترجع التفاعل الامامي عند رفع الحرارة حيث تؤدي الى زيادة النواتج بينما التفاعلات الباعثة عند رفع درجة الحرارة ترجع التفاعل الخلفي اي تؤدي الى نقصان تركيز المواد الناتجة .

**سؤال 9-2** | التفاعل المتزن الاتي الباعث للحرارة :



- وضع تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان :

١- خفض الضغط المسلط على التفاعل

٢- تبريد اناء التفاعل

✓ **الحل** | ملاحظة/ المواد الصلبة (S) لا تدخل ولا تتأثر بالعوامل المؤثرة .  
١- عند خفض الضغط يتجه التفاعل باتجاه عدد المولات الاكثر اي يتجه التفاعل الخلفي وثابت الاتزان لا يتأثر.

٢- تبريد التفاعل يرجع التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل في الحرارة وقيمة ثابت الاتزان تزداد .

**سؤال 10-2** | التفاعل الاتي الماص للحرارة يجري في اناء مغلق :



- ماذا يحدث للتفاعل عند :

١- تقليل حجم الاناء

ج/ يرجع التفاعل نحو التفاعلات ( تفاعل خلفي )

٢- اضافة مزيد من CaO الى خليط الاتزان

ج/ لا يؤثر لأنه مادة صلبة

٣- سحب جزء من CaCO<sub>3</sub> الى خليط الاتزان

ج/ لا يؤثر لأنه مادة صلبة

٤- اضافة مزيد من CO<sub>2</sub> الى خليط الاتزان

ج/ يرجع التفاعل الخلفي

٥- زيادة درجة الحرارة

ج/ ترجع التفاعل الامامي

✓ **ملاحظة** / اضافة او سحب مواد صلبة لا تؤثر على حالة الاتزان .





**سؤال 2-13** | للتفاعل الغازي المتزن  $A \rightleftharpoons 2B$  من خلال الجدول التالي :

• احسب قيمة  $K_C, K_P$  للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة

• ثم بين هل ان التفاعل ماص او باعك للحرارة :

رقم NO	$A_{mol/L}$	$B_{mol/L}$	درجة الحرارة / °C
1.	0.0125	0.843	200
2.	0.171	0.764	300
3.	0.250	0.724	400

✓ **الحل** | ملاحظة نجد قيمة  $K_C$  من التراكيز ونجد  $K_P$  من العلاقة بين  $K_C, K_P$  لكك تفاعل

ثم نقارن قيم  $K_C$  ونلاحظ ماذا يحدث عند زيادة الحرارة حيث نستطيع معرفة

التفاعل باعك ام ماص :

✚ **التفاعل الاول :**

$$K_C = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.843)^2}{(0.0125)} = 56.85$$

$$\Delta n_g = 2 - 1 = 1, T_K = 200 + 273 = 473K$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g} \Rightarrow K_P = 56.85(0.082 * 473)^1 \Rightarrow K_P = 2205$$

✚ **التفاعل الثاني :**

$$K_C = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.764)^2}{(0.171)} = 3.41$$

$$\Delta n_g = 2 - 1 = 1, T_K = 300 + 273 = 573K$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g} \Rightarrow K_P = 3.41(0.082 * 573)^1 \Rightarrow K_P = 160.3$$

✚ **التفاعل الثالث :**

$$K_C = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.724)^2}{(0.250)} = 2.09$$

$$\Delta n_g = 2 - 1 = 1, T_K = 400 + 273 = 673K$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n_g} \Rightarrow K_P = 2.09(0.082 * 673)^1 \Rightarrow K_P = 115.7$$

• نلاحظ ان قيمة ثابت الاتزان تقل كلما زادت درجة الحرارة اذا التفاعل باعك للحرارة .

**انتبه**

في الاسئلة التي يطلب منك :

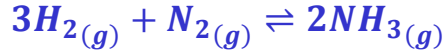
ما هي الاجراءات التي تؤدي الى رفع التنوع مثل سؤال 2-23 وتمرين 2-19

خلي ابالك تنظي الاجراءات الى تخلي التفاعل يصير امامي .





سؤال 23-2 | صف اربع اجراءات تؤدي الى رفع المنتوج للتفاعل الغازي المتزن الباعث للحرارة



✓ الحل |

- ١- سحب غاز  $NH_3$  باستمرار ترمج التفاعل الامامي
- ٢- زيادة تراكيز المواد المتفاعلة ترمج التفاعل الامامي
- ٣- زيادة الضغط ترمج التفاعل الامامي
- ٤- خفض حرارة التفاعل الباعث ترمج التفاعل الامامي

سؤال 22-2 | للتفاعل الغازي الباعث  $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$  وفي اناء حجمه لتر واحد

وضعت مولات متساوية من  $H_2, I_2$  وضعفها من  $HI$  فوجد ان حرارة الاناء ارتفعت

حين استتباب حالة الاتزان ووجد ان الاناء يحتوي على  $1mol$  من  $HI$  و

$2mol$  من  $H_2, I_2$  احسب :

١- تراكيز مكونات المزيج قبل التفاعل .

٢-  $K_C$  للتفاعل .

✓ الحل | نلاحظ ان حرارة التفاعل قد ارتفعت (من تلقاء نفسها) بمجرد وضع مواد التفاعل ،

• اي ان التفاعل باعث اي انه اتجه نحو النواتج باتجاه الحرارة .



تراكيز الابتدائية	2a	a	a
التغير بالتراكيز	-2X	+X	+X
تراكيز النهائية	2a-2X	a+X	a+X

• من معطيات السؤال فحصل على معادلتين انيتين :

معادلة (1) نضرب \* 2  $[H_2] = [I_2] \Rightarrow a + X = 2 \dots (1)$

$[HI] \Rightarrow 2a - 2X = 1$

$2a + 2X = 4$

■  $2a - 2X = 1$

$4a = 5 \Rightarrow a = \frac{5}{4} = 1.25 M$

■  $[H_2] = [I_2] = 1 * 1.25 = 1.25M$

■  $[HI] = 2 * 1.25 = 2.5 M$

$K_C = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2} \Rightarrow K_C = \frac{2 * 2}{1} = 4$

استراحه || كلماتي

شكلي ابدرية بس والله لا اشتليه

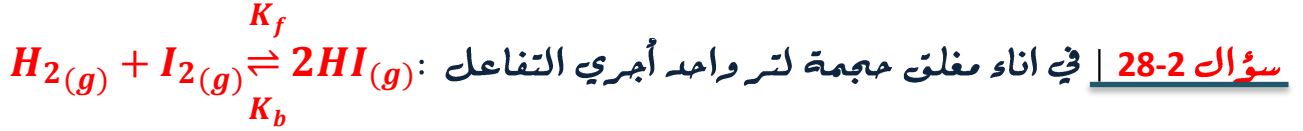
وردة ابوسط بستاني لا اشتليه

الفصل الثاني اظبطلي في شاتليه

تعاليل ومساائل تجي هيه







عند درجة الحرارة  $490^{\circ}C$  كان ثابت سرعة التفاعل الامامي يساوي

$K_f = 0.6256$  و وثابت سرعة التفاعل الخلفي  $K_b = 0.0136$  . وان ثابت

الاتزان للتفاعل بدرجة  $872 K$  يساوي  $59$  . بين كيف يتأثر عدد مولات  $HI$

عند الاتزان بما يلي من اجراءات :

١- اضافة مزيد من  $H_2$

٢- اخفاض درجة الحرارة

٣- انزاحة بعض من  $I_2$

✓ الحل |

١- ان اضافة مزيد من  $H_2$  يرجع التفاعل بالاتجاه الامامي (→) وبالتالي تزداد

عدد مولات  $HI$

٢- نستخرج قيم  $K_C$  في الحرارتين لمعرفة هل ان التفاعل ماص ام باعك :

▪  $T_K = 490 + 273 = 763K$

$$K_C = \frac{K_f}{K_b} = \frac{0.6256}{0.0136} = 46$$

عند  $763K$  الاتزان ثابت

$$K_C = 59$$

ثابت الاتزان

عند  $872 K$

نلاحظ ان قيمة  $K_C$  زادت بارتفاع درجة الحرارة اي ان قيمة النواتج زادت حيث

ان عند الرفع درجة الحرارة ترجع التفاعل الامامي اذا التفاعل ماص للحرارة اما

عند خفض الحرارة للتفاعل الماص فانه يجمع التفاعل الخلفي ←

و بالتالي تقل عدد مولات  $HI$  .

٣- عند انزاحة  $I_2$  فان التفاعل يتراج باتجاه التفاعلات سد النقص وبالتالي تقل

عدد مولات  $HI$

⚡ ملاحظة |

في الاسئلة التي تكون ( هل ان التفاعل باعك للحرارة ام ماص ) .

يجب ان تكون لديك قيمتين لثابت الاتزان كل قيمة عند درجة حرارة معينة.

ونقارن هل ان قيمة ثابت الاتزان زادت او قلت بارتفاع او اخفاض درجة الحرارة .





**سؤال 31-2** | للتفاعل التالي  $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$  ثابت الاتزان  $K_C$  لهذا التفاعل  $K_C = 6 * 10^{-3}$  عند درجة حرارة  $298 K$  ولكنه يساوي  $K_C = 1.5 * 10^{-2}$  عند درجة حرارة  $35^\circ C$  هل ان تفكك غاز  $N_2O_4$  باعك ام ماص ؟

✓ الحل |

▪ عند حرارة  $298 K$   $K_C = 6 * 10^{-3}$

$T_K = 35 + 273 = 308 K$

▪ عند حرارة  $308 K$   $K_C = 1.5 * 10^{-2}$

وعليه نلاحظ انه عند ارتفاع درجة الحرارة زادت قيمة  $K_C$  اي انه التفاعل اتجه نحو النواتج حيث كلما زادت قيمة النواتج زادت قيمة  $K_C$  وهذا يعني ان التفاعل ماص لأن التفاعل الماص عند زيادة الحرارة يرجع التفاعل الامامي للتخلص من الزيادة الحاصلة .

→ التخلص من الحرارة



↑ زيادة حرارة

**سؤال 32-2** | للتفاعل التالي  $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$  وجد ان خليط الاتزان بدرجة حرارة  $25^\circ C$  يحتوي على  $[SO_2] = 0.08M$  ,  $[SO_3] = 0.002M$  ,  $[O_2] = 0.01M$  وعند تبريد التفاعل الى  $10^\circ C$  وجد ان  $K_C = 4$  هل ان التفاعل باعك ام ماص

✓ الحل |

▪ عند حرارة  $25^\circ C$  :

$$K_C = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(0.08)^2 (0.01)}{(0.002)^2} = 16$$

▪ عند حرارة  $10^\circ C$  :  $K_C = 4$

وعليه نلاحظ قلت قيمة  $K_C$  بانخفاض درجة الحرارة اي ان التفاعل انزاع باتجاه المتفاعلات اذا التفاعل ماص لأن التفاعل الماص عند انخفاض الحرارة يرجع التفاعل الخلفي لسد النقص الحاصل ،

← سد نقص



↓ نقصان حرارة





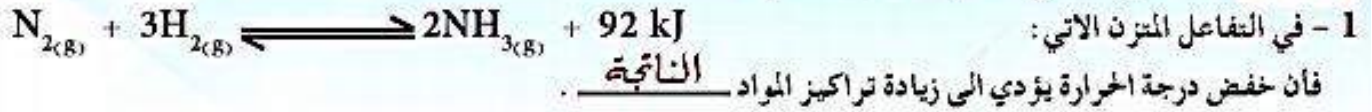
سؤال 2-3 | اعلك ما يأتي ( مهم )

- ١- زيادة حجم اناء التفاعل لتفاعل غازي  $\Delta n_g(P) < \Delta n_g(R)$  يؤدي الى خفض النتوج ؟
  - الجواب | زيادة حجم الاناء يعني تقليل الضغط حيث ان التفاعل يتجه باتجاه المولات الاكبر والتي في هذا التفاعل مولات المواد المتفاعلة مما يؤدي الى تقليل النتوج .
- ٢- في التفاعل الافتراضي المتزن  $A \rightleftharpoons B + \text{طاقة}$  لا تتغير حرارة التفاعل عند زيادة الضغط الكلي ؟
  - الجواب | لأن عدد مولات المادة الناتجة يساوي عدد مولات المادة المتفاعلة حيث لا يؤثر الضغط على موضع الاتزان .
- ٣- قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات الغير الانعكاسية تكون كبيرة جداً ؟
  - الجواب | وذلك لان جميع المواد المتفاعلة تستهلك لتكوين مواد ناتجة حيث ان تركيز المادة المتفاعلة = صفر وتكون كمية الناتج كبيرة بالتالي قيمة ثابت الاتزان كبيرة .
- ٤- ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص عندما  $K_C = 0.3$  و  $Q = 1$  ؟
  - الجواب | لأن قيمة  $Q$  أكبر من قيمة  $K_C$  مما يرجع التفاعل الخلفي وتزداد درجة حرارة التفاعل الماص .
- ٥- يعد التفاعل باعناً للحرارة اذا انخفضت فيه  $K_C$  عند زيادة درجة حرارة التفاعل ؟
  - الجواب | لأن زيادة درجة الحرارة الباعك ترجع التفاعل الخلفي للتخلص من الحرارة الفائضة حيث تقل قيمة  $K_C$  كلما كان التفاعل خلفي .
- ٦- قيمة  $K_C$  تزداد عند رفع حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة .
  - الجواب | لأن ارتفاع حرارة التفاعلات الماص للحرارة ترجع التفاعل الامامي للتخلص من الحرارة الفائضة حيث تزداد قيمة  $K_C$  كلما كان التفاعل امامي .
- ٧- زيادة الضغط على خليط متوازن  $\Delta n_g = +1$  فان الاتزان يتراج باتجاه التفاعلات ؟
  - الجواب | لأن قيمة  $\Delta n_g$  موجبة يعني ان عدد مولات الناتج أكبر من عدد مولات التفاعل وزيادة الضغط ترجع التفاعل باتجاه المولات الاقل اي نحو المواد المتفاعلة .
- ٨- تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تظهر الاخرى وكأنها متوقفة تماماً ؟
  - الجواب | التفاعلات التي تتوقف هي تفاعلات تامة يحدث فيها استهلاك تام للمواد المتفاعلة بينما التي تظهر وكأنها متوقفة فهي تفاعلات تستمر باتجاهين وهدت الى حالة الاتزان وتراكيزها اصبحت ثابتة .
- ٩- في التفاعل المتزن الاتي :  $SO_2Cl_2(g) + \text{طاقة} \rightleftharpoons SO_2(g) + Cl_2(g)$  ترتفع حرارة التفاعل عند اضافة  $SO_2$  الى الخليط ؟
  - الجواب | لأن عند اضافة  $SO_2$  الى خليط الاتزان ترجع التفاعل الخلفي حيث تزداد حرارة التفاعل الماص كلما كان التفاعل متجه نحو التفاعلات .

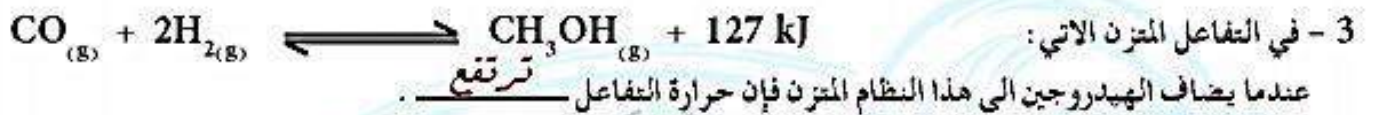




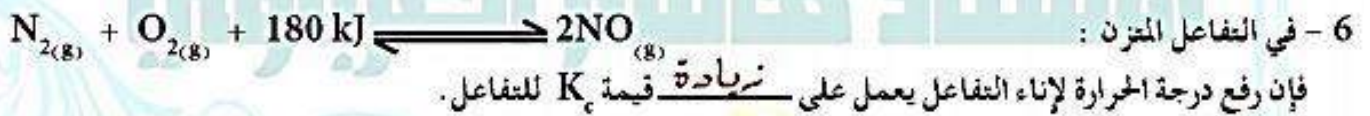
1-2 املأ الفراغات في الجمل التالية بما يناسبها :



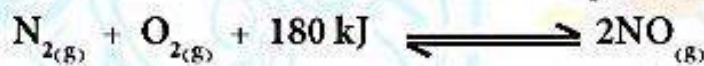
2 - اذا كانت قيمة ثابت الاتزان  $K_c$  لنظام متزن عند  $500^\circ\text{C}$  تساوي  $2 \times 10^{-15}$  وقيمته عند  $200^\circ\text{C}$  تساوي  $4 \times 10^{-12}$  فان ذلك يدل على ان التفاعل باعتى للحرارة .



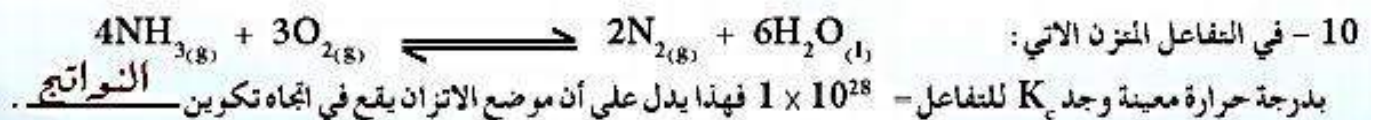
4 - في التفاعلات الانعكاسية الباعثة للحرارة يزاح موضع الاتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة في التفاعل عند زيادة درجة الحرارة .



7- التغيير بـ الضغط لا يؤثر على حالة الاتزان للتفاعل المتزن الاتي :



9 - في التفاعل المتزن : 
$$\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$$
 وبدرجة حرارة معينة اذا كانت قيمة  $K_p$  للتفاعل - 3 والضغط الجزئي لغاز  $\text{NO}_2$  يساوي 3 atm فان الضغط الجزئي لغاز  $\text{N}_2\text{O}_4$  يساوي 3 atm .



11 - عندما تكون  $K_p$  أصغر من  $K_c$  فان مجموع عدد مولات المواد المتفاعلة أكبر من مجموع عدد مولات





المواد الناتجة .

- 12 - اذا كان حاصل التفاعل عند نقطة معينة من التفاعل اصغر من ثابت الاتزان  $K_c$  للتفاعل فان التفاعل يتجه نحو المواد الناتجة .
- 13 - عند زيادة الضغط الكلي على حالة اتزان لتفاعل فيه عدد المولات للغازات المتفاعلة اصغر من عدد مولات الغازات الناتجة فإن موضع الاتزان ينحرف باتجاه التفاعلات .
- 14 - العلاقة بين ثابت الاتزان  $K_c$  وتراكيز النواتج علاقة الناحية .
- 15 - عند تقليل الضغط في خليط متزن ( $\Delta n_g = -1$ ) فالتفاعل ينزاح نحو التفاعلات وثابت الاتزان  $K_c$  لا يتأثر .
- 16 - تفاعل متزن ثابت اتزانه  $K_c = 4$  فعند سحب النواتج من خليط الاتزان فان ثابت الاتزان لا يتأثر .
- 17 - عندما  $\Delta n_g =$  صفر لا يكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير في حالة الاتزان .
- 18 - يترجح التفاعل الخلفي لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد اثناء التفاعل .
- 19 - في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند زيادة درجة الحرارة .
- 20 - في تفاعل متزن وجد ان  $K_c = \frac{K_p}{RT}$  ما يدل على ان مجموع مولات المواد الغازية الناتجة في هذا التفاعل الأكبر من مجموع مولات المواد الغازية المتفاعلة .

2-2 اختر الجواب الصحيح :

1 - ثابت الاتزان  $K_c$  للتفاعل المتزن :  $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$  عند درجة حرارة  $727^\circ C$  تبلغ  $4.17 \times 10^{-2}$  . فإن اتجاه التفاعل عند خلط  $0.4 M$  من  $SO_3$  و  $0.1 M$  من  $O_2$  و  $0.02 M$  من  $SO_2$  تكون :

- أ- باتجاه المواد المتفاعلة .
- ب- باتجاه المواد الناتجة .

ج- التفاعل في حالة اتزان ديناميكي .

د- كل الاجابات السابقة خاطئة .

2 - التفاعل المتزن :  $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + CaO_{(s)}$  يتم في وعاء مغلق فان كمية  $CaCO_3$  تزداد عندما :

أ- تزال كمية من غاز  $CO_2$  من التفاعل عند الاتزان .

ب- يزداد الضغط الكلي .

ج- تضاف كمية من  $CaO$  الى خليط الاتزان .

د- كل الاجابات السابقة خاطئة .

3 - التفاعل المتزن :  $I_{2(g)} + F_{2(g)} \rightleftharpoons 2IF_{(g)}$  ثابت الاتزان  $K_c$  يساوي  $1 \times 10^6$  بدرجة حرارة  $200K$  فاذا كان الضغط الجزئي عند الاتزان  $0.2 atm$  لغاز  $IF$  و  $4 \times 10^{-3} atm$  لغاز  $F_2$  فان الضغط الجزئي





لغاز  $I_2$  يساوي:

أ-  $5 \times 10^4 \text{ atm}$

ب-  $1 \times 10^{-5} \text{ atm}$  ✓

ج-  $1 \times 10^5 \text{ atm}$

د- كل الاجابات السابقة خاطئة.

4- اذا كانت قيمة  $K_c$  للتفاعل:  $Li_{(g)} + \frac{1}{2}I_{2(g)} \rightleftharpoons LiI_{(g)}$  عند  $300K$  تساوي  $640.3$  فإن قيمة  $K_c$  للتفاعل:  $2Li_{(g)} \rightleftharpoons 2LiI_{(g)} + I_{2(g)}$  عند درجة الحرارة نفسها تساوي.

أ-  $25.3$

ب-  $41 \times 10^4$

ج-  $15.6 \times 10^5$

د- كل الاجابات السابقة خاطئة. ✓

5- عند مزج محلول  $K_2CrO_4$  مع محلول  $HCl$  فإنه يصل الى حالة الاتزان حسب المعادلة الايونية الاتية:



اصفر

فإذا اردنا ان نجعل اللون البرتقالي هو السائد في الاناء فأنا نقوم بالآتي:

أ- نضيف مزيد من الماء

ب- نضيف مزيد من  $HCl$  ✓

ج- نضيف مزيد من  $K_2Cr_2O_7$

د- كل الاجابات السابقة خاطئة.

6- عند اضافة محلول  $NaOH$  الى المزيج في السؤال السابق فأنا نتوقع أن يحدث.

أ- زيادة بتركيز  $Cr_2O_7^{2-}$

ب- زيادة بتركيز  $H_2O$

ج- نقص بتركيز  $Cr_2O_7^{2-}$  ✓

د- كل الاجابات السابقة خاطئة.

7- للتفاعل المتزن:  $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 92kJ$  قيمة  $K_p$  للتفاعل عند  $25^\circ C$  تساوي  $5.5 \times 10^{-5}$  لذا فإن قيمة  $K_c$  للتفاعل تساوي

أ-  $22513.3$

ب-  $9 \times 10^4$

ج-  $0.03$  ✓

د- كل الاجابات السابقة خاطئة.

8- للتفاعل المتزن:  $Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2Br_{(g)}$  قيمة  $K_p$  عند الاتزان  $2558.4$  بدرجة حرارة  $4000K$





وقيمة  $K_p$  للتفاعل بدلالة التراكيز المولارية تساوي 1.56 فإن قيمة  $K_p$  تساوي :

✓ 0.2 -1

ب- 20

ج- 7.8

د- كل الاجابات السابقة خاطئة.

9- للتفاعل المتزن:  $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$  ثابت الاتزان  $K_p = 2$  فإن التفاعل يتجه نحو النواتج

عندما تكون التراكيز للمواد الناتجة والمتفاعلة (بوحدة mole/L) هي الآتي :

أ- تركيز HI يساوي 0.1 و تركيز  $I_2$  يساوي 0.05 و تركيز  $H_2$  يساوي 0.05

ب- تركيز HI يساوي 0.4 و تركيز  $I_2$  يساوي 0.1 و تركيز  $H_2$  يساوي 0.2

ج- تركيز HI يساوي 0.001 و تركيز  $I_2$  يساوي 0.0002 و تركيز  $H_2$  يساوي 0.0025

✓ د- كل الاجابات السابقة خاطئة

الاستاذ هاشم الغرباوي





## حل اسئلة الفصل الثاني

السؤال	رقم الصفحة باللمزة	السؤال	رقم الصفحة باللمزة
س ١	موجود ص ( ٥٠ )	س ٢١	موجود ص ( ١٣ )
س ٢	موجود ص ( ٥١ )	س ٢٢	موجود ص ( ٤٦ )
س ٣	موجود ص ( ٤٩ )	س ٢٣	موجود ص ( ٤٦ )
س ٤	جميع التعاريف في اللزمة	س ٢٤	موجود ص ( ١٤ )
س ٥	موجود ص ( ٤٢ )	س ٢٥	موجود ص ( ٢٢ )
س ٦	موجود ص ( ٤٢ )	س ٢٦	موجود ص ( ١٥ )
س ٧	موجود ص ( ٤٣ )	س ٢٧	موجود ص ( ١٩ )
س ٨	موجود ص ( ٤٤ )	س ٢٨	موجود ص ( ٤٧ )
س ٩	موجود ص ( ٤٤ )	س ٢٩	موجود ص ( ٢٩ )
س ١٠	موجود ص ( ٤٤ )	س ٣٠	موجود ص ( ٣٤ )
س ١١	موجود ص ( ١٩ )	س ٣١	موجود ص ( ٤٨ )
س ١٢	موجود ص ( ٢٠ )	س ٣٢	موجود ص ( ٤٨ )
س ١٣	موجود ص ( ٤٥ )	س ٣٣	موجود ص ( ٣٥ )
س ١٤	موجود ص ( ٢٦ )	س ٣٤	موجود ص ( ٣٧ )
س ١٥	موجود ص ( ٢٨ )		
س ١٦	موجود ص ( ٣٣ )		
س ١٧	موجود ص ( ٣٣ )		
س ١٨	موجود ص ( ١٦ )		
س ١٩	موجود ص ( ٢١ )		
س ٢٠	موجود ص ( ٢١ )		







## الأسئلة الوزارية الخاصة بالفصل الثاني من سنة ٢٠١٣ الى ٢٠١٧

تمريدي 2013

عرف التفاعلات الانعكاسية المتجانسة

سؤال 1-2: فراغ رقم 15

سؤال 2-9

دور اول 2013

عرف التفاعلات غير الانعكاسية

ماتأثير (تقليص الحجم و زيادة درجة الحرارة) على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان

لتفاعل غازي باعث للحرارة  $\Delta ng = -1$  حسب قاعدة لوشاتلية

سؤال 2-11

دور ثاني 2013

عرف قانون فعل الكتلة

املأ الفراغات: زيادة الحرارة على تفاعل باعث ترجع التفاعل .....

سؤال 2-3: تعليق رقم 8

تمرين 2-15

دور ثالث 2013

عرف الاتزان الكيميائي

سؤال 2-3: تعليق رقم 7

سؤال 2-22

تمريدي 2014

سؤال 2-1: فراغ رقم 15

سؤال 2-21





دور اول 2014

تمرين 2-1 على شكل فراغ

تمرين 18-2

سؤال 27-2

دور ثاني 2014

عرف التفاعلات الغير متجانسة

سؤال 5-2

سؤال 11-2

دور ثالث 2014

علك: تنخفض درجة حرارة تفاعل باعث للحرارة عندما  $Q=1$  و  $Kc=0.3$

سؤال 6-2

تمرين 5-2

تمهيدي 2015

عرف قاعدة لو شاتلية

سؤال 33-2

سؤال 1-2 فراغ رقم 17

سؤال 24-2

دور اول 2015

املاً الفراغات: تفاعل متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي له = 0.036 وثابت سرعة

التفاعل الخلفي له = 0.009 فأن ثابت الاتزان له = .....

سؤال 3-2 تليل رقم 2

تمرين 14-2





نارحين 2015

✚ عرف التفاعلات غير المتجانسة

✚ سؤال 3-2 تعليق رقم 7

✚ تمرين 15-2

✚ تمرين 1-2

دور اول 2015

✚ سؤال 3-2 تعليق رقم 2

✚ املاء الفراغات : تفاعل متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي له = 0.036 وثابت سرعة

التفاعل الخلفي له = 0.009 فأن ثابت الاتزان له = .....

✚ تمرين 14-2

دور ثاني 2015

✚ سؤال 3-2 تعليق رقم 3

✚ سؤال 9-2

دور ثالث 2015

✚ عرف قانون فعل الكتلة

✚ سؤال 14-2

✚ سؤال 22-2 ( تغير ارقام )

تمرين 2016

✚ سؤال 3-2 تعليق رقم 4

✚ املاء الفراغات : تتوقف العلاقة بين  $K_p$  و  $K_c$  على قيمة .....

✚ سؤال 2-2





دور اول 2016

- ✚ تمرين 1-2 على شكل فراغ
- ✚ علك: تقليص الحجم على خليط متوازن  $\Delta ng = -1$  فأن الاتزان يتراج نحو النواتج
- ✚ سؤال 2-32 (تغير ارقام)

دور ثاني 2016

- ✚ عرف قانون فعل الكتلة
- ✚ سؤال 2-23
- ✚ سؤال 2-11

دور ثالث 2016

- ✚ املاً الفراغات: في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تركيز المواد الناتجة عند ..... درجة الحرارة
- ✚ علك: انخفاض الضغط على خليط متوازن  $\Delta ng = -1$  فأن الاتزان يتراج نحو التفاعلات
- ✚ تمرين 2-12 (تغير بالارقام)

تمهيدي 2017

- ✚ عرف التفاعلات الانعكاسية المتجانسة
- ✚ سؤال 1-2 فراغ رقم 15
- ✚ تمرين 2-6

دور اول 2017

- ✚ سؤال 2-3 تليل 2
- ✚ اهمية ثابت الاتزان نقطة ب
- ✚ سؤال 2-18





دور ثاني 2017

علك | تنخفض قيمة  $K_c$  للتفاعلات الباعثة للحرارة عند رفع الحرارة

سؤال 2-26

معللة ثابت الاتزان  $K_c$  مع حاصل التفاعل  $Q$

دور ثالث 2017

سؤال 2-24

علك | زيادة حجم الاناء على تفاعل  $\Delta n_g = -$  يؤدي الى خفض المنتج

سؤال 2-8

تمهيدي 2018

في التفاعل الغازي  $SO_2Cl_2 + \text{طاقة} \rightleftharpoons Cl_2 + SO_2(g)$  بيت هل ترتفع حرارة النظام

عند اضافة  $SO_2$  الى خليط الاتزان ولماذا؟

سؤال 2-30





بعض النهايح المهمة حول الفصل الثالث (الاتزان الايوني)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

- ١- مسائل بفر
  - ٢- مسائل الذوبانية
  - ٣- تعاليل التمذوب ( التحلل المائي للاملاح)
- اهم شي تحفظ جدول الالكتروليتات القوية والضعيفة (صفحة 3) وذا  
ما حفظتة تصير مثل الاطرش بالزفه لأن كلشي ماتعرفت تحمل بهذا الفصل  
ملخص الفصل الثالث

تصنف المسائل حسب عدد المواد الموجودة في السؤال

- ١- **مادة واحد** : وتكون اما الكتروليت قوي او الكتروليت ضعيف او ملح
  - أ- اذا كانت الكتروليت قوي : يكون تفلكه المادة باتجاه واحد ويمكن حساب تراكيز الايونات من المعادلة مباشرة والالكتروليتات القوية ليس لها ثابت تأين ولا درجة تأين
  - ب- اذا كانت الكتروليت ضعيف يكون الحل ( معادلة فرضية قانون) مع اهمال قيمة  $X$  المطروحه
  - ت- اذا كانت ملح : اهم شي عرفة ملح حامضي او ملح قاعدي وكل نوع اله 5 قوانين تحفظهن وتطبيق مباشر للقانون ( نعرفه ملح من اسمة يكون مركب مثل كبريتات الامونيوم او خلاص الهوديوم )
- ٢- **مادتين** : وتكون اما ايون مشترك او بفر بدون اضافة
  - أ- ايون مشترك : اذا طلب بالسؤال مالتأثير وحل حسب ما موجود باللمزه
  - ب- بفر بدون اضافة : نميز نوع بفر ( حامض ضعيف وملحه القاعدي او قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي ) ونكتب القانون الخاص بنوع بفر ونجد المجهول
- ٣- **ثلاث مواد** : ويكون بفر بوجود اضافة حيث نجد تركيز المادة المضافة بعد الاضافة ثم نعمل لها معادلة تفلكه ونجد ال  $H$  اذا كانت المضاف حامض ونجد  $OH$  اذا كانت المضاف قاعدة ثم نكتب القانون الخاص ببفر مع وجود اضافة
- ٤- **مسائل الذوبانية** : ونميزها من كلمة **ذوبانية** او من  $KSP$  والذوبانية هي للاملاح الشحيحة ( الكتروليتات ضعيفة ) ومقسمة الى 6 اقسام في اللزمة وموضحة بالتفصيل
- ٥- **مسائل النزج والاضافات** : تقسم الى ثلاثة اقسام موضحة توضح مفصل في اللزمة





## الفصل الثالث الاتزان الايوني

1-3 | مقدمة :

❖ تحدث التفاعلات الكيميائية في الغالب في المحاليل ولذلك تعتبر المحاليل مهمة جداً في الكيمياء.

2-3 || المواد الالكترووليتية والمواد غير الالكترووليتية :

- **المحلول المائي** :- هو مزيج متجانس ناتج من ذوبان مادة مذابة في المذيب .  
تقسم المحاليل الى نوعين حسب التوصيلية الكهربائية :

- ١- **المواد الالكترووليتية** :- هي المواد التي تكون محاليلها المائية القابلة على التوصيل الكهربائي
- ٢- **المواد غير الالكترووليتية** :- هي المواد التي ليست محاليلها المائية القابلة على التوصيل الكهربائي .

• سؤال | ماهي اهم السمات المميزة للالكتروليات ؟

• الجواب :

- ١- قابليتها على التوصيل الكهربائي في حالتها المنصهرة او على شكل محلول .
- ٢- تكون محاليلها متعادلة كهربائياً حيث تكون محصلة الشحنة لمحاليلها = صفر .
- ٣- عند ذوبانها في الماء تعطي ايونات موجبة وسالبة .
- ٤- تعتمد قابلية التوصيل الكهربائي للمحلول الالكترووليتي على طبيعة الايونات وتركيز الايونات ودرجة الحرارة .

❖ **ملاحظة** || يحدث الاتزان الايوني بين جزئيات المحلول وايوناته في داخل المحلول .

• تقسم المواد الالكترووليتية الى قسمين :

الالكتروليات الضعيفة	الالكتروليات القوية
هي المواد التي تكون محاليلها المائية ضعيفة التوصيل الكهربائي (علك) بسبب تفككها الجزئي في محاليلها المائية (⇒) .	وهي المواد التي تكون محاليلها المائية عالية التوصيل الكهربائي (علك) بسبب تفككها التام في محاليلها المائية (→) .





الالكتروليتات القوية (مفظ) (→):

املاح ذائبة

NaCl  
KCl  
KNO<sub>3</sub>  
Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

قاعدة قوية

NaOH هيدروكسيد الصوديوم  
KOH هيدروكسيد البوتاسيوم  
Ca(OH)<sub>2</sub> هيدروكسيد الكالسيوم  
Ba(OH)<sub>2</sub> هيدروكسيد الباريوم  
RbOH هيدروكسيد الربيديوم

حامض قوي

HCl حامض الهيدروكلوريك  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> حامض الكبريتيك  
HNO<sub>3</sub> حامض النتريك  
HBr حامض البروميك  
H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> حامض الكروميك  
HClO<sub>4</sub> حامض البيروكلوريك

الالكتروليتات الضعيفة (مفظ) (⇌):

املاح شحيحة

BaSO<sub>4</sub>  
PbSO<sub>4</sub>  
AgCl  
Ba(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

قواعد ضعيفة

NH<sub>3</sub> الامونيا  
C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>N الانلين  
C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>N البريدين  
CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> ميثيل امين

حوامض ضعيفة

CH<sub>3</sub>COOH حامض الخليك  
HCN حامض الهيدروسيانيك  
HCOOH حامض الفورميك  
HNO<sub>2</sub> حامض النتروز  
H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> حامض الفسفوريك  
C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH الفينول

ملاحظات

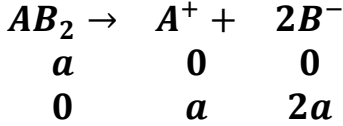
- ١- الالكتروليتات القوية ليس لها ثابت تفكك ولا درجة تأين حيث ان احد او جميع المواد المتفاعلة تستهلك لتكوين المواد الناتجة والتفاعل باتجاه واحد (→)
- ٢- الالكتروليتات الضعيفة لها ثابت تفكك ودرجة تأين حيث ان جزء من المواد المتفاعلة يستهلك والتفاعل يكون باتجاهين (⇌)
- ٣- اي تفاعل متزن (⇌) له ثابت تفكك
- ٤- جميع المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعة (OH) هي حوامض ضعيفة .

أ- الالكتروليتات القوية :

تفكك الالكتروليتات القوية باتجاه واحد فقط (→) ويمكن حساب تركيز الايونات مباشرة من المعادلة حيث ان تركيز الايون يساوي تركيز الالكتروليت القوي مضروب بعدد مولات الايون





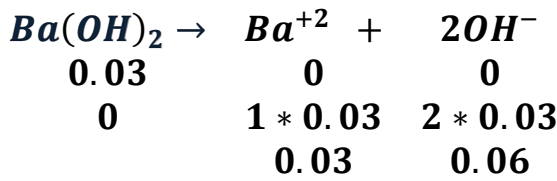


$$[A] = [AB] * A^+ \text{ عدد مولات} \Rightarrow [A] = [AB] * 1$$

$$[B] = [AB] * B^- \text{ عدد مولات} \Rightarrow [B] = [AB] * 2$$

❖ مثال 1-3 | احسب التراكيز المولارية لايون  $Ba^{+2}$  وايون  $OH^-$  في محلول  $0.03M$  من هيدروكسيد الباريوم

✓ الحل | تكتب معادلة تفكك لقاعدة القوية  $Ba(OH)_2$



$$[Ba^{+2}] = 0.03 M , [OH^-] = 0.06$$

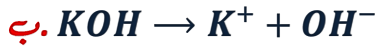
❖ تمرين 1-3 | احسب تركيز لاصناف الايونية في محاليل المركبات (الكتروليتات القوية) التالية حسب التراكيز المولارية لها؟

(أ)  $HBr$   $0.25 M$  (ب)  $KOH$   $0.055 M$  (ج)  $CaCl_2$   $0.155 M$



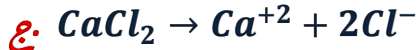
$0.25$	$0$	$0$
$0$	$0.25$	$0.25$

$$[H] = 0.25M , [Br] = 0.25 M$$



$0.055$	$0$	$0$
$0$	$0.055$	$0.055$

$$[K^+] = 0.055M , [OH^-] = 0.055M$$



$0.155$	$0$	$0$
$0$	$0.155$	$2 * 0.155$

$$[Ca^{+2}] = 0.155 M , [Cl^-] = 0.310 M$$

استرامه | كلماتي

مامض صرتلك بمن انت صرت قاعدة

وبوسط كلبي انصبت من العشك قاعدة

داعش عليه صرت لا بل صرت قاعدة

لانزاد غزر ابد ليكون ناقص ملح

حيث احسن بس بعد صدكفي كافي ملح

بمدوك الحوامض مفظ وقاعدة ومتي ال ملح

ولانتسي مي نط من انفلك القاعدة





ب- الالكتروليتات الضعيفة

تفكك الالكتروليتات الضعيفة باتجاهين  $\Rightarrow$  وسيكون حساب تراكيز الايونات من خلال الفرضية كما تعلمنا في الفصل الثاني حيث لهذا النوع من الالكتروليتات ثابت اتزان حيث

نلاحظ

عند ثبوت درجة الحرارة .

- يتفكك حامض الخليك الى ايونات  $H^+$  و  $CH_3COO^-$  كما ان هذه الايونات تتحد مرة اخرى لتكوين حامض الخليك  $CH_3COOH$

$$K_C = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$$

وان ثابت الاتزان :

- مثال 2-3 | اكتب التعبير الرياضي لحساب قيمة  $K_C$  للمحلول الامونيا المخفف :



✓ الحل |

تتشارك جزيئة الماء في التفاعل وتساهم بالوصول الى حالة الاتزان لكن بما انه تركيزها ثابت يدمج تركيزها مع قيمة ثابت الاتزان حيث يمكن حساب تركيز الماء النقي لـ 1000 g بحجم لتر واحد :

$$M_{\frac{mol}{L}} = \frac{m(g)}{M_{g/mol} * V(L)} \Rightarrow M = \frac{1000(g)}{18 \frac{g}{mol} * 1L} = 55.55 \frac{mol}{L}$$

$$K_{eq} * [H_2O] = K_{eq} * 55.55 = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow kc = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

تفكك الألكتروليتات الضعيفة

| 3-3

❖ لقد تعلمنا سابقا يمكن تعريف الحامض والقاعدة حسب نظرية برونشستد

- الحامض :- هو المادة التي لها القابلية على فقدان بروتون لتكوين قاعدة قرينة

قاعدة قرينة + بروتون  $\Rightarrow$  حامض

- القاعدة :- هي المادة التي لها القابلية على اكتساب بروتون لتكوين حامض قرين

حامض قرين  $\Rightarrow$  بروتون + قاعدة

١- الحوامض الضعيفة :- تعد الحوامض الضعيفة الكتروليتات ضعيفة ولذلك فان عملية تفككها في الوسط المائي تخضع الى حالة اتزان بين الجزيئات غير التفككة والايونات الناتجة .





لكل تفاعل متزن (انعكاسي) هنالك ثابت اتزان (ثابت تفكك)

ثابت التفكك للحمض الضعيف هو  $K_{acid} \Leftarrow K_a$

وهو حاصل ضرب التراكيز الايونات الناتجة على تراكيز المواد المتفاعلة  
وبصورة عامة لا يذكر الماء في قانون ثابت التفكك  $K_a$  لان تركيزه ثابت .

### الحموض الضعيفة احادية البروتون والمتعددة البروتون

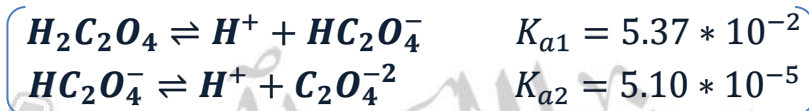
١- الحموض احادية البروتون :- هو حمض الذي يمتلك بروتون ( $H^+$ ) واحد قابل للتأين



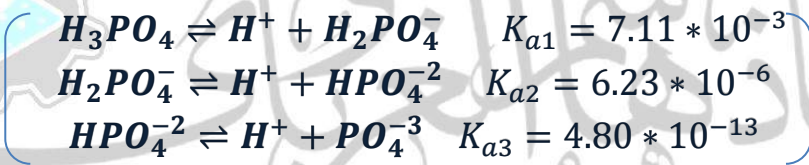
٢- حموض متعددة البروتون :- هي الحموض التي تمتلك اكثر من بروتون ( $H^+$ ) قابل للتأين

مثل حمض الاوكزاليك وحمض الفسفوريك .

يتفكك حمض الاوكزاليك كما في المعادلات ادناه :



ويتفكك حمض الفسفوريك كما في المعادلات ادناه :



حيث ان  $K_{a3} < K_{a2} < K_{a1}$  (علك) (مرهم)

الجواب |

لان الاصناف التي تحمل شحنة سالبة تقل قابليتها على فقدان بروتون ( $H^+$ ) بسبب زيادة قوة التجاذب الالكتروستاتيكي بين الايونات المختلفة وبذلك يقل تفككها ويقل  $K_a$ .

### ٢- القواعد الضعيفة :-

وتعرف حسب مفهوم برونتستد على انها الصنف الذي له القابلية على اكتساب

بروتون وتفكك القواعد الضعيفة باتجاهين اي تفاعل انعكاسي غير تام.



وللقواعد الضعيفة ثابت تفكك يدعى  $K_b \Leftarrow (K_{base})$  :

وهو حاصل ضرب التراكيز للأيونات الناتجة مقسوما على تراكيز المادة المتفاعلة

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$





- ملاحظة | كما قلنا سابقا لا يذكر الماء في قانون ثابت التفكك :  
لأن تركيزه يساوي قيمة ثابتته = 55.55
- ملاحظة | يستخدم الماء  $H_2O$  في معادلة تفكك القاعدة الضعيفة لإظهار ايون  $OH^-$  في المحلول

### خطوات حل مسائل الالكتروليتات الضعيفة

- 1- نميز الالكتروليت الضعيف هل هو حامض ضعيف ام قاعدة ضعيفة
- 2- نكتب معادلة تفكك الالكتروليت الضعيف :



- 3- نكتب الفرضية كما تعلمنا وتمثل قيمة (X) هي تركيز  $[H^+]$  للحامض و  $[OH^-]$  للقاعدة

	$B + H_2O \rightleftharpoons HB^+ + OH$		$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$
تركيز ابتدائي $\rightarrow$	a	0	0
تغير في التراكيز $\rightarrow$	-X	+X	+X
تركيز النهائي $\rightarrow$	a - X	X	X

تعمل

- 4- يستعمل أسلوب التقريب وذلك بإهمال قيمة (-X) المطروحة حتى وان كانت معلومة في الحالات الآتية :

أ- اذا كانت قيمة  $K_b, K_a$  تساوي  $10^{-5}$ , فما دون  $10^{-6}$  ...  $10^{-7}$  ...

ب- اذا كانت النسبة المئوية للتأين تساوي 5% فما دون 4%, 3%

5- في حال عدم اهمال قيمة (-X) المطروحة نستخدم طريقة الدستور (للتفكير بيبا)

6- نطبق قانون  $K_a$  للحامض الضعيف او  $K_b$  للقاعدة الضعيفة ونجد المجهول ( $H^+$  او  $OH^-$  او د.ت)

### ملاحظات مهمة

$$\diamond \text{ درجة التفكك} = \frac{\text{التأين } X}{\text{الاصلي } a}$$

$$\diamond \text{ النسبة المئوية للتفكك} = \frac{\text{التأين } X}{\text{الاصلي } a} * 100\%$$

✚ ويمكن القول ان النسبة المئوية = درجة التفكك \* 100%

✚ فائدة اعطاء النسبة المئوية او درجة التفكك هي اما للايجاد التأين (X) او الاصلي (a)

✚ اتجاه التفاعل دائما امامي اي (-X) بالتفاعلات و (+X) بالنواتج

$$\diamond \text{ عدد مرات التخفيف} = \frac{M_1}{M_2} \text{ بعد التخفيف } M_2 \text{ و قبل التخفيف } M_1$$



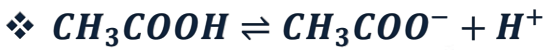


❖ **علك تزداد درجة التفكك الالكتروليتات الضعيفة عند التخفيف في محاليلها المائية ؟**  
 ✓ **الجواب |** لان التخفيف يؤدي الى ازاحة موقع الاتزان من موقعة الاصلي وبالتالي حسب قاعدة لوشاتلية يزيد الالكتروليت الضعيف من تفككه ليصل الى حالة اتزان جديدة .

✚ **درجة التآين :-** هي النسبة بين كمية الصنف الذائب (التآين) عند الاتزان الى كمية الصنف الكلية .

**سالك 3-3 |** احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي  $H^+_{(aq)}$  في  $0.1M$  محلول مائي لحمض الخليك ودرجة التآين والنسبة المئوية لتفكك الحمض اذا علمت ان ثابت تفكك حمض الخليك  $1.8 \times 10^{-5}$

**الحل |** نكتب معادلة تفكك الحمض الضعيف ونعمل الفرضية ونطبق قانون  $K_a$



0.1	0	0
-X	+X	+X
0.1 - X	X	X

❖ **نلاحظ ان قيمة  $K_a = 10^{-5}$  لذلك نتمك قيمة  $-X$**

تتمك  $K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X)(X)}{(0.1)}$

$X^2 = 1.8 \times 10^{-5} \times 0.1$

$X^2 = 1.8 \times 10^{-6}$  بالجذر

$X = 1.3 \times 10^{-3}$

$1.3 \times 10^{-2} = \frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1} = \frac{\text{التآين } X}{\text{الابتدائي } a} = \text{درجة التفكك}$

النسبة المئوية للتفكك = درجة التآين \* 100%

$\%100 \times 1.3 \times 10^{-2} =$

**% 1.3-**

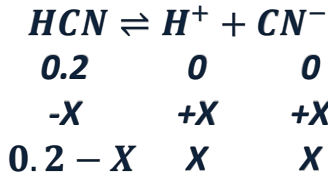




❖ تمرين 2-3 | احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي في المحلول المائي لحمض الهيدروسيانيك

$$K_a = 4.9 * 10^{-10} \text{ HCN} \text{ وتركيزه يساوي } 0.2 \text{ M}$$

✓ الحل | نكتب معادلة تفكك الحمض الضعيف ونكتب الفرضية ونطبق قانون  $K_a$



• نعلم قيمة  $X$  لان  $K_a = 10^{-10}$

تعمل

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]} \Rightarrow 4.9 * 10^{-10} = \frac{X^2}{0.2}$$

$$X^2 = 0.98 * 10^{-10} \text{ بالجذر}$$

$$X = 1 * 10^{-5}$$

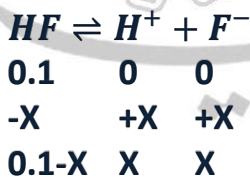
$$X = [\text{H}^+] = 1 * 10^{-5}$$

سؤال 4-3 | احسب درجة التفكك والنسبة المئوية للتأين لحمض  $\text{HF}$  ( $K_a = 6.8 * 10^{-4}$ )

في محلولها المائي بتركيز: 0.1 M ① 0.01 M ②

❖ الحل | أ- نلاحظ ان  $K_a = 10^{-4}$  وهنا لا يمكن اهمال قيمة  $X$

لذلك نلجأ الى طريقة الدستور (وهذا النوع غير وارد).



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{F}^-]}{[\text{HF}]} \Rightarrow 6.8 * 10^{-4} = \frac{X^2}{0.1-X}$$

$$X^2 = 6.8 * 10^{-4} * (0.1 - X)$$

$$X^2 = 6.8 * 10^{-5} - 6.8 * 10^{-4} X$$

$$X^2 + 6.8 * 10^{-4} X - 6.8 * 10^{-5} = 0$$

$$X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

• وبتعويض الارقام نصل على قيمة  $X$  وهي تساوي

$$X = 7.91 * 10^{-3} \text{ M}$$

$$7.91 * 10^{-2} = \frac{7.91 * 10^{-3}}{0.1} = \frac{\text{التأين}}{\text{الابتدائي}} = \text{درجة التفكك}$$

$$\bullet \text{ النسبة المئوية} = \text{درجة التفكك} * 100\%$$

$$= 7.91 * 10^{-2} * 100\%$$

$$= 7.91\%$$





❖ بـ - 0.01 M || واجب

❖ تمرين 3-3 | احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي في المحلول المائي للفينول  $C_6H_5OH$

بـ - بعد تخفيفه 100 مرة  $K_a = 1.3 * 10^{-10}$  الذي تركيزه: أـ 0.2 M

✓ الحل أـ



0.2	0	0
-X	+X	+X
0.2 - x	X	X

لـ تحمل

$$❖ K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} \Rightarrow 1.3 * 10^{-10} = \frac{x^2}{0.2}$$

$$x^2 = 0.26 * 10^{-10} \text{ بالجذر}$$

$$x = 0.51 * 10^{-5} = [H]$$

❖ بعد التخفيف 100 مرة ②

$$M_2 = \frac{M_1}{\text{عدد مرات التخفيف}} \Rightarrow M_2 = \frac{0.2}{100} = 0.002$$



0.002	0	0
-X	+X	+X
0.002 - x	X	X

لـ تحمل

$$❖ K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} \Rightarrow 1.3 * 10^{-10} = \frac{x^2}{0.002}$$

$$x^2 = 0.26 * 10^{-12} \text{ بالجذر}$$

$$x = 0.51 * 10^{-6} = [H]$$

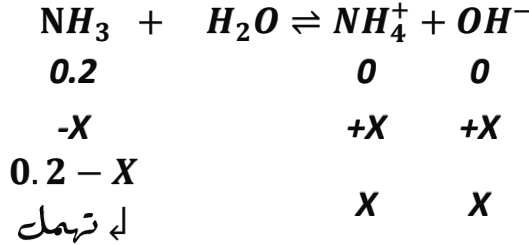




❖ مثال 3-5 | احسب تركيز  $[OH^-]$  ودرجة التآين والنسبة المئوية للمحلول المائي للأمونيا الذي تركيزه  $0.2M$

❖ علما ان ثابت التفكك للقاعد الضعيفة  $K_b = 1.8 * 10^{-5}$

❖ الحل | نكتب معادلة تفكك القاعدة الضعيفة مع الماء ونكتب الفرضية ونطبق قانون  $K_b$



$$\text{❖ } K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 1.8 * 10^{-5} = \frac{x^2}{0.2}$$

$$\text{بالجذر } x^2 = 0.36 * 10^{-5}$$

$$\text{❖ } x = 1.9 * 10^{-3} M = [OH^-]$$

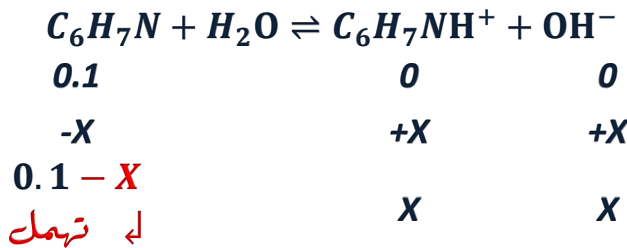
$$\text{❖ } 95 * 10^{-4} = \frac{1.9 * 10^{-3}}{0.2} = \frac{x_{\text{التآين}}}{a_{\text{الاصلي}}} = \text{درجة التآين}$$

$$\text{❖ } \text{النسبة المئوية للتآين} = \text{درجة التآين} * 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= 95 * 10^{-4} * 100\% \\
 &= 0.95\%
 \end{aligned}$$

❖ تمرين 3-4 | احسب درجة التآين للمحلول المائي للانيلين  $C_6H_7N$  ( $K_b = 3.8 * 10^{-10}$ ) الذي تركيزه يساوي  $0.1 M$

❖ الحل |



$$\text{❖ } K_b = \frac{[C_6H_7NH^+][OH^-]}{[C_6H_7N]}$$

$$\text{❖ } 3.8 * 10^{-10} = \frac{x^2}{0.1} \Rightarrow x^2 = 0.38 * 10^{-10} \text{ بالجذر}$$

$$x = 0.62 * 10^{-5}$$

$$\text{❖ } 6.2 * 10^{-5} = \frac{0.62 * 10^{-5}}{0.1} = \frac{x_{\text{التآين}}}{a_{\text{الاصلي}}} = \text{درجة التآين}$$







سؤال 3 - 10 | اذا علمت ان قيمة  $K_a$  لحمض البروبانويك  $C_2H_5COOH$  تساوي  $1.3 * 10^{-5}$  ماهي النسبة المئوية لتفكك الحمض في محلوله المائي

ذو تركيز  $0.65 M$  ؟

✓ الحل | البروبانويك مركب عضوي محوي (OH) اذا هو حامض ضعيف



$$0.65 \quad 0 \quad 0$$

$$-X \quad +X \quad +X$$

$$0.65 - X$$

$$\downarrow \text{تعمل} \quad X \quad X$$

$$\diamond K_a = \frac{[C_2H_5COO^-][H^+]}{[C_2H_5COOH]}$$

$$\diamond 1.3 * 10^{-5} = \frac{X^2}{0.65} \Rightarrow X^2 = 8.45 * 10^{-6} \text{ بالجزء}$$

$$X = 2.9 * 10^{-3}$$

$$\diamond \text{النسبة المئوية للتأين} = \frac{X_{\text{التأين}}}{a_{\text{الاصلي}}} * 100\%$$

$$= \frac{2.9 * 10^{-3}}{0.65} * 100\% = 0.45\%$$

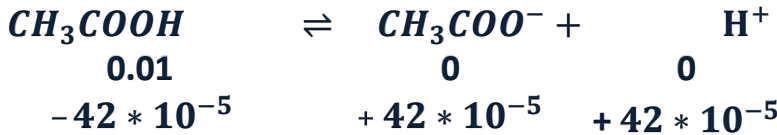
سؤال 3 - 17 | يتأين حامض الخليك في محلوله المائي ذو التركيز 0.01 بمقدار 4.2%

احسب ثابت التأين الحامض

✓ الحل | انتبه | | فائدة اعطاء النسبة المئوية هي لاجاد اما التأين X او التركيز الابتدائي .

$$\frac{X_{\text{التأين}}}{0.01} * 100\% = 4.2\% \Leftrightarrow \frac{X_{\text{التأين}}}{a_{\text{الاصلي}}} * 100\% = \text{النسبة المئوية للتأين}$$

$$42 * 10^{-5} = X \Leftrightarrow \frac{4.2 * 0.01}{100} = X$$



$$0.01 - 42 * 10^{-5} \quad 42 * 10^{-5} \quad 42 * 10^{-5}$$

تعمل لان النسبة المئوية

اقل من 5%

$$\bullet K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$\bullet K_a = \frac{(42 * 10^{-5})^2}{0.01} \Rightarrow K_a = \frac{1764 * 10^{-10}}{1 * 10^{-2}} = 1.764 * 10^{-5}$$





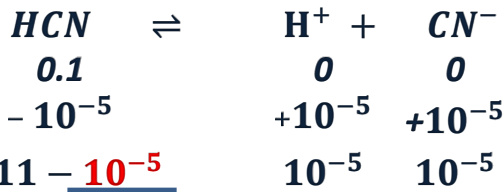
❖ سؤال 3 - 26 | اذا علمت ان النسبة المئوية للتفكك  $0.1M$  من حامض الهيدروسيانيك  $HCN$  تساوي  $0.01\%$  ما هو ثابت التفكك لهذا الحامض ؟

❖ الحل |

• النسبة المئوية للتأين =  $\frac{\text{التأين } X}{\text{الاصلي } a} * 100\%$

$$100 * \frac{X}{0.1} = 0.01\%$$

$$X = \frac{0.1 * 0.01}{100} \Rightarrow X = 1 * 10^{-5} M = [H^+]$$



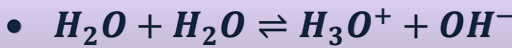
تُهمل لان النسبة المئوية اقل من 5%

$$K_a = \frac{[CN^-][H^+]}{[HCN]} \Rightarrow K_a = \frac{(10^{-5})^2}{0.1} \Rightarrow K_a = 1 * 10^{-9}$$

❖ ملاحظة |  $1 * 10^{-9} = 10^{-9}$

### 3 - 4 | التأين الذاتي للماء

هو تفاعل كيميائي يتم فيه انتقال بروتون من جزيء ماء الى جزيء ماء اخر لتكوين ايون الهيدرونيوم  $H_3O^+$  وايون  $OH^-$  وتعد هذه العملية برتنة ذاتية وهي المسؤولة عن الصفة الامفوتيرية للماء .



❖ بما انه لكل تفاعل متزن ثابت اتزان او ثابت تفكك

• ثابت التفكك لهذا التفاعل هو  $K_w \leftarrow K_{water}$  :

$$K_w = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

• بما ان تركيز الماء  $H_2O$  قيمة ثابتة لذلك يهمل :

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

• وجد علميا ان تركيز  $[H^+]$ ,  $[OH^-]$  في الماء النقي يساوي  $(10^{-7})$

$$K_w = 10^{-7} * 10^{-7} \Rightarrow K_w = 10^{-14}$$





• يمكن تعويض القيمة في المعادلة اعلاه :

$$10^{-14} = [H^+][OH^-]$$

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} \Leftrightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$

• تستخدم هذه العلاقة لإيجاد  $[H^+]$  بدلالة  $[OH^-]$  وبالعكس

• **انتبه** | وبين ما عندك  $[H^+]$  وتريد  $[OH^-]$  او بالعكس

نستخدم هذه العلاقة  $10^{-14} = [H^+][OH^-]$

• ملاحظة اذا طلب  $H^+, OH^-$  لمحلول حامض فان الحامض يمكن ان نستخرج منه  $H^+$

اما تركيز الـ  $OH^-$  يمكن ايجاده من معادلة التأيين الذاتي للماء  $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$

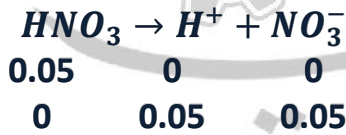
اما اذا طلب  $H^+, OH^-$  لمحلول قاعدي فان القاعدة يمكن ان نستخرج منها تركيز  $OH^-$

اما تركيز الـ  $H^+$  يمكن ايجاده من معادلة التأيين الذاتي للماء  $[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]}$

❖ **مثال 3 - 6** | احسب تركيز ايونات  $H^+, OH^-$  في  $0.05 M$  من محلول حامض النتريك؟

✓ **الحل** | انتبه | اعطى حامض قوي لذلك نستخرج  $H^+$  من معادلة تفكك الحامض القوي

$$\text{و } OH^- \text{ من قانون } [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$



$$❖ [H^+] = 0.05 \Rightarrow [H^+] = 5 * 10^{-2}$$

$$❖ [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1 * 10^{-14}}{5 * 10^{-2}}$$

$$[OH^-] = 2 * 10^{-13} M$$

❖ **تمرين 3 - 5** | احسب تركيز ايونات الهيدروجين  $H^+$  المائية في محلول يحتوي على

ايونات الهيدروكسيد المائية بتركيبة: (أ)  $0.01 M$  (ب)  $2 * 10^{-9} M$

✓ **الحل** | انتبه هنا اعطى تركيز  $[OH^-]$  جاهزة ولاستخراج تركيز  $[H^+]$

نستخدم القانون  $[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]}$  في كل مرة

$$أ-  $0.01 M \Leftrightarrow 1 * 10^{-2} \Rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1 * 10^{-14}}{1 * 10^{-2}} = 1 * 10^{-12} M$$$

$$ب-  $2 * 10^{-9} M \Rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1 * 10^{-14}}{2 * 10^{-9}} = 5 * 10^{-6} M$$$





❖ سؤال اضافي واجب | احسب تركيز  $[OH^-]$ ,  $[H^+]$  في محلول  $0.02M$  من حامض الخليك  
❖ اذا علمت ان ثابت التفكك للحامض يساوي  $1.8 \times 10^{-5}$

✓ الحل |

✓ الجواب  $[OH^-] = 16 \times 10^{-12}$ ,  $[H^+] = 6 \times 10^{-4}$

### ❖ 3 - 5 | الأس الهيدروجيني

• نلجأ الى استعمال الدالة الحامضية (الاس الهيدروجيني)

بسبب التراكيز الصغيرة جداً لـ  $H^+$ ,  $OH^-$

• الدالة الحامضية = PH

• الدالة القاعدية = POH

•  $PH = -\log_{10}[H^+] \Leftrightarrow [H^+] = 10^{-PH}$

•  $POH = -\log_{10}[OH^-] \Leftrightarrow [OH^-] = 10^{-POH}$

✚ العلاقة التي تربط  $POH, PH$

•  $10^{-14} = [H^+][OH^-]$

• نأخذ  $\log$  لطرفي المعادلة

•  $\log 10^{-14} = \log[H^+] + \log[OH^-]$

• نضرب المعادلة في (-1)

•  $-\log 10^{-14} = -\log[H^+] - \log[OH^-]$

$14 = PH + POH$

$PH + POH = 14$

• هذه المعادلة تستخدم لإيجاد PH بدلالة POH او العكس

$PH < 7 \leftarrow 7 \rightarrow PH > 7$   
حامضي                      متعادل                      قاعدي

المحلول	الحالة العامة	عند 25°C
حامضي	$PH < POH$	$PH < 7 < POH$
متعادل	$PH = POH$	$PH = 7 = POH$
قاعدي	$PH > POH$	$PH > 7 > POH$





ملاحظة مهمة || العلاقة بين  $POH, PH$  دائما عكسية .

ملاحظة مهمة || العلاقة بين  $OH^-, H^+$  دائما عكسية .

ملاحظة مهمة  $\pm$   $PH = -\log X$  ,  $X = 10^{-PH}$

ملاحظة مهمة  $\pm$  || في المحاليل المتعادلة  $PH = POH = 7$  و  $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$

ملاحظة  $\pm$  انتبه || شايك  $POH, PH, OH, H$  بس عندك واحد منهم تذكر تطلعهم كلهم

		$PH = -\log[H]$		
$[H^+] = \frac{1 * 10^{-14}}{[OH^-]}$	$[H^+]$	$[H^+] = 10^{-PH}$	$PH$	$PH = 14 - POH$ $POH = 14 - PH$
$[OH^-] = \frac{1 * 10^{-14}}{[H^+]}$	$[OH^-]$	$[OH^-] = 10^{-POH}$	$POH$	
		$POH = -\log [OH]$		

• مراجعة لبعض قوانين اللوغارتم العشري

1-  $PX = -\log X \Leftrightarrow X = 10^{-PX}$

2-  $\log X * Y = \log X + \log Y$   
 $\log 5 * 4 = \log 5 + \log 4$

3-  $\log \frac{X}{Y} = \log X - \log Y$   
 $\log \frac{5}{4} = \log 5 - \log 4$

4-  $\log 10^X = X \Rightarrow \log 10^{-2} = -2, \dots, \log 10^{-4} = -4$

• ملاحظة || للأيجاد عدد اساسه 10 وأسه عدد عشري سالب .

- ١- نأخذ أكبر رقم قريب على الأس العشري السالب نظيفه ونطرحه من الأس
- ٢- نأخذ معكوس قاعدة عند الضرب تجمع الأسس (نوزع الاس على الاساس 10)
- ٣- ستظهر قيمة اس عشري سالب من جديد يكون معطى في السؤال قيمته ونعوضه للتخلص من الأس العشري

❖ مثال | توضيحي جد قيمة  $10^{-3.4}$

١- نأخذ أكبر رقم قريب للأس نظيفه ونطرحه (4)  $10^{-3.4+4-4} \Rightarrow 10^{(0.6)-4}$

٢- نأخذ معكوس قاعدة عند الضرب تجمع الأسس  $10^{0.6} * 10^{-4}$

٣- نعوض قيمة  $\log$  المعطى في السؤال مكان  $10^{0.6} \Leftrightarrow \log 4 = 0.6$

$10^{\log 4} * 10^{-4} \Rightarrow 4 * 10^{-4}$

10 مع  $\log$  يختصر





❖ مثال | توضيحي جد قيمة  $10^{-2.3}$

$$1- 10^{-2.3+3-3} \Rightarrow 10^{(-2.3+3)-3}$$

$$2- 10^{0.7-3} \Rightarrow 10^{0.7} * 10^{-3} \quad \log 5 = 0.7$$

$$3- 10^{\log 5} * 10^{-3} \Rightarrow 5 * 10^{-3}$$

ملاحظة هذه اللوغارتمات حفظ

$$\log 1 = 0$$

$$\log 2 = 0.3$$

$$\log 3 = 0.47$$

$$\log 4 = 0.6$$

$$\log 5 = 0.7$$

$$\log 6 = 0.78$$

$$\log 7 = 0.84$$

$$\log 8 = 0.9$$

$$\log 9 = 0.95$$

$$\log 10 = 1$$

$$\log 100 = 2$$

$$\log 1000 = 3$$

❖ مثال 3 - 7 | احسب قيمة PH محلول يكون فيه تركيز ايونات  $H^+$  يساوي  $0.05M$

علمنا ان  $\log 5 = 0.7$

✓ الحل |

$$PH = -\log[H^+]$$

$$PH = -\log 5 * 10^{-2}$$

$$PH = -(\log 5 + \log 10^{-2})$$

$$PH = -(0.7 + (-2))$$

$$PH = -(-1.3) \Rightarrow PH = 1.3$$

ملاحظة مهمة | دائما قيمة PH , POH موجبة ضمن النهرج ونادراً تكون سالبة

❖ مثال 3 - 8 | اذا كانت قيمة PH محلول تساوي 3.301 فكم يكون تركيز  $H^+$  فيه

علمنا ان  $\log 5 = 0.7$

✓ الحل |

$$[H^+] = 10^{-PH}$$

$$[H^+] = 10^{-3.301} \Rightarrow [H^+] = 10^{(-3.301+4)-4}$$

$$[H^+] = 10^{0.7-4} \Rightarrow [H^+] = 10^{0.7} * 10^{-4}$$

$$[H^+] = 10^{\log 5} * 10^{-4}$$

$$[H^+] = 5 * 10^{-4}$$





❖ تمرين 3 - 6 | احسب قيمة الدالة الحامضية PH للمحاليل الآتية : علما ان  $\log 6 = 0.78$

أ-  $6 * 10^{-4} \text{ mol/L}$  من حامض الهيدروكلوريك

ب-  $0.03 \text{ mol/L}$  من حامض الكبريتيك

✓ الحل | نستخرج تركيز  $H^+$  كما تعلمنا من تفكك الحامض القوي



$6 * 10^{-4}$	0	0
0	$6 * 10^{-4}$	$6 * 10^{-4}$

- $[H^+] = 6 * 10^{-4}$
- $PH = -\log[H^+] \Rightarrow PH = -\log 6 * 10^{-4}$   
 $PH = -(\log 6 + \log 10^{-4})$   
 $PH = -(0.78 - 4) \Rightarrow PH = -(-3.22)$   
 **$PH = 3.22$**



0.03	0	0
0	0.06	0.03

- $[H^+] = 0.06 \Leftrightarrow [H^+] = 6 * 10^{-2}$
- $PH = -\log[H^+] \Rightarrow PH = -\log 6 * 10^{-2}$   
 $PH = -(\log 6 + \log 10^{-2})$   
 $PH = -(0.78 - 2) \Rightarrow PH = -(-1.22)$   
 **$PH = 1.22$**

❖ تمرين 3 - 7 | اذا علمت ان PH محلول حامض النتريك يساوي 3.32

ماهي مولارية المحلول

علما ان  $\log 4.79 = 0.68$

✓ الحل || نستخرج تركيز  $[H^+]$  ثم نجد مولارية المحلول

- ❖  $[H^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-3.32}$   
 $[H^+] = 10^{-3.32+4-4} \Rightarrow [H^+] = 10^{0.68-4}$   
 $[H^+] = 10^{0.68} * 10^{-4} \Rightarrow [H^+] = 10^{\log 4.79} * 10^{-4}$   
 **$[H^+] = 4.79 * 10^{-4}$**

$HNO_3$	$\rightarrow$	$H^+$	+	$NO_3^-$
a		0		0
0		$4.79 * 10^{-4}$		$4.79 * 10^{-4}$

$[HNO_3] = [H^+] = 4.79 * 10^{-4}$





❖ تمرين 3 - 8 | اكمل الجدول الاتي هل وجدت علاقة واضحة بين قيم  $PH, POH$  لكلك محلول ماهي ؟ علما ان  $\log 15 = 1.18$

المحلول	$[H^+]$	$[OH^-]$	$PH$	$POH$
0.15 M HI				
0.06 M RbOH				
0.02M Ba(OH) <sub>2</sub>				
0.0003M HClO <sub>4</sub>				

✓ الحل | نجد  $POH, PH, OH, H$  لكلك محلول

HI	$\rightarrow$	$H^+$	+	$I^-$
0.15		0		0
0		0.15		0.15

- $[H^+] = 0.15 \Leftrightarrow [H^+] = 15 * 10^{-2}$
- $[OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{15*10^{-2}} = 6.7 * 10^{-14}$
- $PH = -\log[H^+] \Rightarrow PH = -\log 15 * 10^{-2}$   
 $PH = -(\log 15 + \log 10^{-2})$   
 $PH = -(1.18 - 2) \Rightarrow PH = -(-0.82)$   
 $PH = 0.82$
- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 0.82 = 13.18$

• العلاقة بين  $POH, PH$  عكسية وبين  $OH, H$  عكسية

RbOH	$\rightarrow$	$Rb^+$	+	$OH^-$
0.06		0		0
0		0.06		0.06

- $[OH^-] = 0.06 \Leftrightarrow [OH^-] = 6 * 10^{-2}$
- $[H^+] = \frac{1*10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1*10^{-14}}{6*10^{-2}} = 1.67 * 10^{-12}$
- $POH = -\log[OH^-] \Rightarrow POH = -\log 6 * 10^{-2}$   
 $POH = -(\log 6 + \log 10^{-2})$   
 $POH = -(0.78 - 2) \Rightarrow POH = -(-1.22)$   
 $POH = 1.22$
- $PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 1.22 = 12.78$

• العلاقة بين  $POH, PH$  عكسية وبين  $OH, H$  عكسية

Ba(OH) <sub>2</sub>	$\rightarrow$	$Ba^+$	+	$2OH^-$
0.02		0		0
0		0.02		0.04







- ❖  $[OH^-] = 0.04 \Leftrightarrow [OH^-] = 4 * 10^{-2}$
- ❖  $[H^+] = \frac{1*10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1*10^{-14}}{4*10^{-2}} = 25 * 10^{-14}$
- ❖  $POH = -\log[OH^-] \Rightarrow POH = -\log 4 * 10^{-2}$   
 $POH = -(\log 4 + \log 10^{-2})$   
 $POH = -(0.6 - 2) \Rightarrow POH = -(-1.4)$   
 $POH = 1.4$
- ❖  $PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 1.4 = 12.6$

❖ العلاقة بين  $POH, PH$  عكسية وبين  $OH, H$  عكسية



0.0003	0	0
0	0.0003	0.0003

- $[H^+] = 0.0003 \Leftrightarrow [H^+] = 3 * 10^{-4}$
- $[OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{3*10^{-4}} = 33 * 10^{-12}$
- $PH = -\log[H^+] \Rightarrow PH = -\log 3 * 10^{-4}$   
 $PH = -(\log 3 + \log 10^{-4})$   
 $PH = -(0.47 - 4) \Rightarrow PH = -(-3.53)$   
 $PH = 3.53$
- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 3.53 = 10.47$

• العلاقة بين  $POH, PH$  عكسية وبين  $OH, H$  عكسية

استراجه | كلماتي

عليه ايام صعبة وزين ولدن  
الرجعتهن صرخت اللا و اللن  
ترى قيمة الجذر واللوك واللدن  
ينطوهه الوزاري اهل الحميه





❖ مثال 3 - 9 | احسب  $[H]$ ,  $[OH]$ ,  $PH$ ,  $POH$  لمحلول حامض لهيدروكلوريك

بتركيزه  $0.015 M$  ؟ علما ان  $\log 15 = 1.18$

✓ الحل || انتبه اذا استخرجنا  $H^+$  من الحامض نستطيع ايجاد  $POH$ ,  $PH$ ,  $OH$

$HCl$	$\rightarrow$	$H^+$	+	$Cl^-$
0.015		0		0
0		0.015		0.015

- ❖  $[H^+] = 0.015 \Leftrightarrow [H^+] = 15 * 10^{-3}$
- ❖  $[OH^-] = \frac{1 * 10^{-14}}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1 * 10^{-14}}{15 * 10^{-3}} = 67 * 10^{-14}$
- ❖  $PH = -\log[H^+] \Rightarrow PH = -\log 15 * 10^{-3}$   
 $PH = -(\log 15 + \log 10^{-3})$   
 $PH - (1.18 + (-3)) \Rightarrow PH = -(-1.82)$   
 $PH = 1.82$
- ❖  $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 1.82 = 12.18$

❖ تمرين 3 - 9 | احسب قيم  $[H]$ ,  $[OH]$ ,  $PH$ ,  $POH$  للمحلول اللائي لـ  $Ca(OH)_2$

تركيزه  $0.015$  هل المحلول حامضي ام قاعدي ولماذا ؟

✓ الحل | نجد تركيز  $OH$  من تفككه  $Ca(OH)_2$  ثم نجد  $[H]$ ,  $PH$ ,  $POH$

$Ca(OH)_2$	$\rightarrow$	$Ca^{+2}$	+	$2OH^-$
0.015		0		0
0		0.015		0.03

- $[OH^-] = 0.03 \Leftrightarrow [OH^-] = 3 * 10^{-2}$
- $[H^+] = \frac{1 * 10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1 * 10^{-14}}{3 * 10^{-2}} = 33 * 10^{-14}$
- $POH = -\log[OH^-] \Rightarrow POH = -\log 3 * 10^{-2}$   
 $POH = -(\log 3 + \log 10^{-2})$   
 $POH - (0.47 + (-2)) \Rightarrow POH = -(-1.53)$   
 $POH = 1.53$
- $PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 1.53 = 12.47$

• المحلول قاعدي لأن  $PH > 7$

▪ ملاحظة || في حال كان المطلوب ايجاد كتلة الالكتروليت القوي او الضعيف

كما في سؤال (3-4) و سؤال (3-25).

يجب ان نستخرج مولارية الالكتروليت (M)

ونجد الكتلة من قانون:  $m(g) = M_{(mol/L)} * M_{(g/mol)} * V_{(L)}$





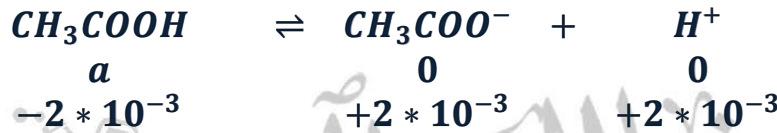
❖ سؤال 3 - 4 | ماعدد غرامات  $CH_3COOH$  ( $M = 60 \text{ g/mol}$ ) الواجب اضافتها الى  $250 \text{ ml}$

من الماء المقطر ليصبح  $PH$  المحلول بعد الاضافة  $2.7$  ؟ علما بأن  $PK_a = 4.74$

❖ علما ان  $\log 1.8 = 0.26$  ,  $\log 2 = 0.3$

✓ الحل | للأيجاد كتلة الحامض يجب ان نجد مولاريته ( $M$ )

- $[H^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-2.7}$   
 $[H^+] = 10^{(-2.7+3)-3} \Rightarrow [H^+] = 10^{0.3-3}$   
 $[H^+] = 10^{0.3} * 10^{-3} \Rightarrow [H^+] = 10^{\log 2} * 10^{-3}$   
 $[H^+] = 2 * 10^{-3}$
- $K_a = 10^{-PK_a} \Rightarrow K_a = 10^{-4.74}$   
 $K_a = 10^{-4.74+5-5} \Rightarrow K_a = 10^{0.26-5}$   
 $K_a = 10^{0.26} * 10^{-5} \Rightarrow K_a = 10^{-\log 1.8} * 10^{-5}$   
 $K_a = 1.8 * 10^{-5}$



- $a - 2 * 10^{-3}$   
 ↓ تهمل لان قيمة  
 $10^{-5} = K_a$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$1.8 * 10^{-5} = \frac{(2 * 10^{-3})^2}{a} \Rightarrow a = \frac{(2 * 10^{-3})^2}{1.8 * 10^{-5}}$$

$$a = \frac{4 * 10^{-6}}{1.8 * 10^{-5}} = 0.22 M = [CH_3COOH]$$

$$V(L) = 250 \text{ ml} * \frac{1}{1000 \text{ L/ml}} = 0.250 L$$

$$m_{(g)} = M_{(mol/L)} * M_{(g/mol)} * V_{(L)}$$

$$m_{(g)} = 0.22 * 60 * 0.250$$

$$m_{(g)} = 3.3 \text{ g}$$

ID استرامه | | كلماتي

اذا اتمسك اتملكه خوس كتله  
 وعلى كلبى الحزن مصفوف كتله  
 احسب التركيز اذا المطلوب كتله  
 لأن ماتطلع الكتله ابدون تركيز  
 وركز من تحمل فدنوب تركيز  
 الكتلة تنحسب بس كون تركيز  
 المادة ابصير ما بين اديه



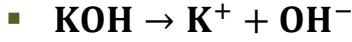


❖ سؤال 3 - 25 | كم هي كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم ( $M = 56 \text{g/mol}$ ) اللازم اضافتها الى 200ml من الماء لتصبح قيمة PH المحلول الناتج تساوي 11 ؟

✓ الحل || نجد تركيز القاعدة KOH ثم نجد الكتلة

$$\text{POH} = 14 - \text{PH} \Rightarrow \text{POH} = 14 - 11 = 3$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{POH}} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-3}$$



$$\begin{array}{ccc} 10^{-3} & 0 & 0 \\ 0 & 10^{-3} & 10^{-3} \end{array}$$

$$a = 10^{-3} \Leftrightarrow [\text{OH}^-] = [\text{KOH}] = 10^{-3}$$

$$V(\text{L}) = 200 \text{ml} * \frac{1}{1000 \text{ ml/L}} = 0.2(\text{L})$$

$$m(\text{g}) = M_{\text{mol/L}} * M_{\text{g/L}} * V(\text{L})$$

$$m(\text{g}) = 10^{-3} * 56 * 0.2 = 0.0112(\text{g})$$

❖ سؤال واجب | ما كتلة حامض النتريك ( $M = 63 \text{g/mol}$ ) الواجب اضافتها الى 300ml من الماء المقطر ليصبح PH المحلول يساوي 3

الحل |

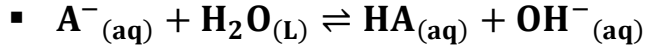
✓ الجواب | 0.0189 (g)

### ❖ 3 - 6 | التمدوب

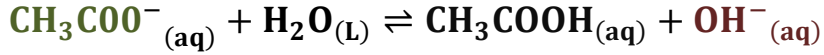
هو تفاعل المادة مع المذيب المستعمل لأذابتها وهي تحدث في المحاليل المائية غالباً  
التحلل المائي :- هو تفاعل المادة مع الماء المستعمل لأذابتها وتتضمن بعض تفاعلات التحلل المائي التفاعل مع  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}^+$

- يتضمن احد انواع التحلل المائي تفاعل الجذر السالب من الحامض (القاعدة القوية) مع جزيء الماء لتكوين جزيء الحامض الضعيف غير التآين (التفكك) حيث يؤدي الى اضطراب الاتزان بين ايونات  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}^+$  وتكوين محلول قاعدي

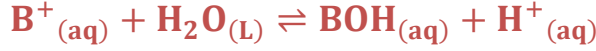




زيادة في OH ليصبح المحلول قاعدي + حامض ضعيف  $\rightleftharpoons$  جذر سالب للحامض الضعيف



- يتضمن التحلل المائي نوع اخر هو تفاعل الجذر الموجب من القاعدة الضعيفة (حامض قرين) مع جزيء الماء



زيادة في  $\text{H}^{+}$  ليصبح المحلول حامضي + قاعدة ضعيفه  $\rightleftharpoons$  جذر موجب للقاعدة الضعيفه



- **ملاحظة** || الملح يكون ناتج من اتحاد الجزء الموجب من القاعدة مع الجزء السالب من الحامض .
- **أنتبه** || احنه نعرف اي مركب يتكون من جزء موجب وجزء سالب . كذلك في الملح يكون الجزء الموجب منه جاي من القاعدة والجزء السالب جاي من الحامض .  
يعني اي ملح نكدر نعرفه حامضي لو قاعدي تشوف الجزء الموجب (للازم قاعدة) قاعدة ضعيفه لو قويه . وتشوف الجزء السالب (للازم حامض) حامض قوي لو ضعيف .



Na من NaOH قاعدة قوية

Cl من HCl حامض قوي

∴ NaCl ملح من قاعدة قوية وحامض قوي (ملح متعادل)



Na من NaOH قاعدة قوية

CN من HCN حامض ضعيف

∴ NaCN ملح من قاعدة قوية وحامض ضعيف (ملح قاعدي)



$\text{NH}_4$  من  $\text{NH}_4\text{OH}$  قاعدة ضعيفة

Cl من HCl حامض قوي

∴  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ملح من قاعدة ضعيفة وحامض قوي (ملح حامضي)

- **انتبه** || يسمى ملح قاعدي اذا كان الملح مكون من حامض ضعيف وقاعدة قوية  
و يسمى ملح حامضي اذا كان الملح مكون من حامض قوي وقاعدة ضعيفة  
ويسمى ملح متعادل اذا كان الملح مكون من حامض قوي وقاعدة قوية





## أنواع الأملاح

- ١- املاح لقواعد قوية وحموض قوية
- ٢- املاح لقواعد قوية وحموض ضعيفة
- ٣- املاح لقواعد ضعيفة وحموض قوية
- ٤- املاح لقواعد ضعيفة وحموض ضعيفة

• وسنتطرق لكك نوع منها بشكل مختصر:

### ١- املاح لقواعد قوية وحموض قوية

هي املاح ناتجة من اتحاد الايونات الموجبة للقاعدة القوية والايونات السالبة للحموض القوي وتكون هذه الاملاح متعادلة وذلك لان ليس للأيونات الموجبة ولا السالبة القابلية على التفاعل مع الماء بشكل ملحوظ.

▪ **علل | عند اذابة كلوريد الصوديوم NaCl في الماء لا يؤثر على PH الماء ؟**

▪ **الجواب |** لأنه ملح مشتق من حمض قوي وقاعدة قوية ليس لايونيه الموجب  $Na^+$  (حمض ضعيف قرين) ولا ايونيه السالب  $Cl^-$  التفاعل مع الماء بشكل ملحوظ.

✚ **علل واجب | عند اذابة كبريتات البوتاسيوم  $K_2SO_4$  في الماء لا يؤثر على PH الماء ؟**

**الجواب |**

✚ **ملاحظات |**

- لكك حمض ضعيف قاعدة قرينة قوية
- لكك حمض قوي قاعدة قرينه ضعيفة
- لكك قاعدة قوية حمض قرين ضعيف
- لكك قاعدة ضعيفة حمض قرين قوي

✚ **ملاحظة | للملح المتعادل  $PH = 7$  ,  $[OH^-] = [H^+] = 10^{-7}$**

**ملاحظة | القرين هو عكس الصفة وعكس القوة (الحمض قرينه قاعدة) (الضعيف قرينه قوي)**

**استرامه | | كلماتي**

ابوسط، بحركه احسن بيه بلم للاع

وعفتني المشكله يمكن بالاملاح

التعاليل التي توجد بالاملاح

وزاري وكل سنه واعتب عليه





## ٢- املاح لقواعد قوية وحموض ضعيفة

عند اذابة املاح مشتقة من قواعد قوية وحموض ضعيفة في الماء يكون المحلول قاعدي بسبب قابلية الايون السالب العائد الى الحمض الضعيف (قاعدة ترينه قوية) مع  $H^+$  من الماء ليكون الحمض الضعيف وتحصل زيادة في تركيز  $OH^-$ .

علك | عند ذوبان  $CH_3COONa$  في الماء يكون المحلول قاعدي (تزداد PH)؟

الجواب | لأن  $CH_3COONa$  ملح مشتق من حمض ضعيف وقاعدة قوية لذلك عند ذوبانه في الماء يتفاعل الايون السالب العائد الى الحمض الضعيف (قاعدة ترينه قوية) مع  $H^+$  من الماء ليكون الحمض الضعيف وتحصل زيادة في تركيز  $OH^-$ .

- $CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na$
- $CH_3COONa + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$

انتبه | الطرف القوي في الملح لا يتفاعل مع الماء

الطرف الضعيف في الملح يتفاعل مع الماء

علك | واجبت | عند اذابة  $KCN$  في الماء يكون المحلول قاعدي (تزداد PH)؟  
الجواب |

قوانين الملح المشتق من قاعدة قوية وحمض ضعيف

$$1- K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

$K_a$  = ثابت تفكك الحمض الضعيف

$K_h$  = ثابت التحلل المائي للملح

$K_w$  = ثابت التأين الذاتي للماء =  $10^{-14}$

$$2- PK_h = PK_w - PK_a$$

$$3- PH = \frac{1}{2} [PK_w + PK_a + \log C]$$

$$4- [H^+] = \sqrt{\frac{K_w * K_a}{C}}$$

$$5- [OH^-] = \sqrt{\frac{K_w * C}{K_a}}$$

تركيز الملح = C





ملامح مبرمة

- ١- نعرف ان السؤال يخص التمذوب ( التحلل المائي للأملح )  
اذا كان فقط الملح في السؤال او في المحلول (الملح اسمة مركب)
  - ٢- يمكن معرفة الملح قاعدي (مشتق من قاعدة تويه ومامض ضعيف) في الحالات الآتية :-  
أ- من اسم الملح وصيغته الكيميائية  
ب- اذا اعطى  $K_a$  للملح  
ج-  $PH < 7$
  - ٣- عند حل مسائل الاملاح لا نحتاج الى كتابة معادلة مجرد تطبيق مباشر للقوانين
- انتبه | | الملح الاسم للقوي والشغل للضعيف . هنا ثابت التفكك  $K_a$  للمامض الضعيف

سؤال 10-3 | ما قيمة ثابت التحلل المائي للملح خلاص الهوديوم اذا علمت ان ثابت تفكك مامض الخليك  $K_a(CH_3COOH) = 1.8 * 10^{-5}$  و ثابت الحاصل الايوني للماء  $K_w = 1 * 10^{-14}$

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1 * 10^{-14}}{1.8 * 10^{-5}} = 5.6 * 10^{-10} \quad \checkmark \text{ الحل}$$

سؤال 3- 11 | احسب قيمة PH لمحلول ملح خلاص الهوديوم تركيزه 0.01 M في درجة حرارة 25°C علما بأن قيمة  $K_a(CH_3COOH) = 1.8 * 10^{-5}$  علما ان  $\log 1.8 = 0.26$

الحل | نلاحظ الملح مشتق من مامض ضعيف وقاعدة قوية

$PH = \frac{1}{2} [PK_w + PK_a + \log C]$	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>PH = \frac{1}{2} [14 + 4.74 - 2]</math></li> <li><math>PH = \frac{1}{2} [18.74 - 2]</math></li> <li><math>PH = \frac{1}{2} [16.74]</math></li> <li><math>PH = 8.37</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>PK_w = -\log K_w</math> <math>PK_w = -\log 10^{-14}</math> <math>PK_w = 14</math></li> <li>• <math>PK_a = -\log K_a</math> <math>PK_a = -\log 1.8 * 10^{-5}</math> <math>PK_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})</math> <math>PK_a = -(0.26 + (-5))</math> <math>PK_a = 4.74</math></li> <li>• <math>\log c = \log 0.01</math> <math>= \log 10^{-2}</math> <math>= -2</math></li> </ul>







❖ تمرين 3 - 10 | احسب تركيز أيون الهيدروكسيد للمحلول المائي لسيانيد البوتاسيوم  
 $\sqrt{2.04} = 1.43$  (0.1 mol/L) تركيزه  $K_{a(\text{HCN})} = 4.9 * 10^{-10}$  KCN

وهل المحلول حامضي ام قاعدي .

✓ الحل | ملح مشتق من حامض ضعيف وقاعدة قوية :

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w * C}{K_a}}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{1 * 10^{-14} * 10^{-1}}{4.9 * 10^{-10}}} = \sqrt{\frac{1 * 10^{-15}}{49 * 10^{-11}}} = \sqrt{\frac{1}{49} * 10^{-4}}$$

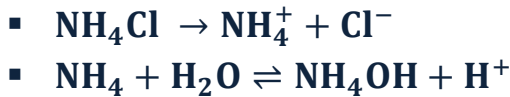
$$[\text{OH}^-] = \frac{1}{7} * 10^{-2} = 0.143 * 10^{-2} = 1.43 * 10^{-3} \quad \text{الملح قاعدي}$$

### ٣- املاح لقواعد ضعيفة وحموض قوية

هي املاح مشتقة من قاعدة ضعيفة وحموض قوي وعند اذابة هذا النوع من  
 الاملاح في الماء يكون المحلول حامضي بسبب قابلية الايون الموجب للملح العائد  
 للقاعدة الضعيفة على التفاعل مع ايونات  $\text{OH}^-$  من الماء لتكوين القاعدة

الضعيفة وتحصل زيادة في تركيز  $\text{H}^+$

- علك | عند ذوبان  $\text{NH}_4\text{Cl}$  في الماء يكون المحلول حامضي (تقل PH)؟
- الجواب | لأنه ملح مشتق من حموض قوي وقاعدة ضعيفة لذلك يتفاعل الايون الموجب  
 للملح العائد للقاعدة الضعيفة مع  $\text{OH}^-$  للماء لتكوين القاعدة الضعيفة  
 وتحصل زيادة في  $\text{H}^+$  لذلك يصبح المحلول حامضي .



- علك واجب | عند اذابة  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  في الماء يكون المحلول حامضي (تقل PH)؟
- الجواب ||

### قوانين الملح المشتق من حموض قوي وقاعدة ضعيفة

$$1- K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

$$2- PK_h = PK_w - PK_b$$

$$3- PH = \frac{1}{2} [PK_w - PK_b - \log C]$$

$$4- [\text{H}^+] = \sqrt{\frac{C * K_w}{K_b}}$$

$$5- K_h = \frac{[\text{H}^+]^2}{C}$$





❖ ملاحظة || يمكن معرفة السؤال يخص الملح الحامضي :-

١- من اسم الملح وصيغته الكيميائية

٢- اذا اعطى  $K_b$  للملح

٣-  $PH < 7$

▪ **انتبه ||** لا تدوخ من اتشوف ملح حامضي ومنطلي  $K_b$  لان ثابت التفكك هو للطرف الضعيف من الملح الي هو القاعدة الضعيفة (الملح : الاسم للقوي والشغل للضعيف)

❖ **سالك 3 - 12** | كم هي قيمة PH محلول كلوريد الامونيوم تركيزه  $0.2 \text{ mol/L}$  ؟ اذا علمت ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة  $K_b(\text{NH}_3) = 1.8 * 10^{-5}$  علما ان  $\log 1.8 = 0.26$ .

✓ **الحل ||** كلوريد الامونيوم ملح مشتق من حامض قوي وقاعدة ضعيفة لذلك يمكن ايجاد قيمة PH من :

$$PH = \frac{1}{2} [PK_w - PK_b - \log C]$$

❖  $PH = \frac{1}{2} [14 - 4.74 - (-0.7)]$

$$PH = \frac{1}{2} [9.26 + 0.7]$$

$$PH = \frac{1}{2} [9.96]$$

$$PH = 4.98$$

- $PK_w = -\log K_w$   
 $PK_w = -\log 10^{-14}$   
 $PK_w = 14$

- $PK_b = -\log K_b$   
 $PK_b = -\log 1.8 * 10^{-5}$   
 $PK_b = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$   
 $PK_b = -(0.26 + (-5))$   
 $PK_b = 4.74$

- $\log c = \log 0.2$   
 $\log c = \log 2 * 10^{-1}$   
 $\log c = \log 2 + \log 10^{-1}$   
 $\log c = 0.3 + (-1)$   
 $= -0.7$

❖ **تمرين 3 - 11** | احسب قيمة POH لمحلول نترات الامونيوم  $PK_b(\text{NH}_3) = 4.74$  بتركيز  $0.5M$  هل المحلول حامضي ام قاعدي

✓ **الحل ||** نجد PH للملح الحامضي ثم نجد POH





$$PH = \frac{1}{2} [PK_w - PK_b - \log C]$$

$$\diamond PH = \frac{1}{2} [14 - 4.74 - (-0.3)]$$

$$PH = \frac{1}{2} [9.26 + 0.3]$$

$$PH = \frac{1}{2} [9.56]$$

$$PH = 4.78$$

$$\diamond POH = 14 - PH$$

$$POH = 14 - 4.78$$

$$POH = 9.22 \text{ المحلول حامضي}$$

$$\bullet PK_w = 14$$

$$\bullet PK_b = 4.74$$

$$\bullet \log c = \log 0.5$$

$$= \log 5 * 10^{-1}$$

$$= \log 5 + \log 10^{-1}$$

$$= 0.7 + (-1)$$

$$= -0.3$$

❖ سؤال 3-3 | في المحاليل المائية للمواد التالية هل يكون المحلول حامضياً او قاعدياً او متعادلاً؟ ولماذا؟

ج - $CH_3COOK$	ب- $Na_2SO_4$	أ - $NH_4Cl$
و- $KCl$	هـ - $MgSO_4$	د - $CaF_2$

✓ الحل ||

أ- محلول حامضي لأنه مشتق من حامض قوي وقاعدة ضعيفة

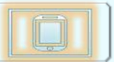
ب- محلول متعادل لأنه مشتق من حامض قوي وقاعدة قوية

ج- محلول قاعدي لأنه مشتق من حامض ضعيف وقاعدة قوية

د- محلول قاعدي لأنه مشتق من حامض ضعيف وقاعدة قوية

هـ- محلول متعادل لأنه مشتق من حامض قوي وقاعدة قوية

و- محلول متعادل لأنه مشتق من حامض قوي وقاعدة قوية





❖ سؤال 3 - 16 | احسب قيمة PH, [OH<sup>-</sup>] لمحاليل الاملاح الاتية :-

أ- 0.1M سيانيد الصوديوم NaCN ب 0.25 M من نترات الامونيوم NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>

ج- 0.5M من نترات الصوديوم NaNO<sub>3</sub>

• علما ان  $K_a(\text{HCN}) = 4.9 \times 10^{-10}$  ,  $K_b(\text{NH}_3) = 1.8 \times 10^{-5}$

• علما ان  $\log 1.8 = 0.26$  ,  $\log 4.9 = 0.7$  ,  $\log 2.5 = 0.4$

✓ الحل |

(أ) حسب PH للملح القاعدي من قانون الملح القاعدي ثم حسب OH<sup>-</sup>

$$\text{PH} = \frac{1}{2} [\text{PK}_w + \text{PK}_a + \log C]$$

❖  $\text{PH} = \frac{1}{2} [\text{PK}_w + \text{PK}_a + \log C]$

$$\text{PH} = \frac{1}{2} [14 + 9.3 + (-1)]$$

$$\text{PH} = \frac{1}{2} [23.3 - 1]$$

$$\text{PH} = \frac{1}{2} [22.3]$$

$$\text{PH} = 11.15$$

❖  $[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w \cdot C}{K_a}} \Rightarrow [\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14} \cdot 10^{-1}}{4.9 \cdot 10^{-10}}}$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{2.04 \cdot 10^{-6}} = 1.43 \cdot 10^{-3} \text{M}$$

•  $\text{PK}_w = 14$

•  $\text{PK}_a = -\log K_a$

$$\text{PK}_a = -\log 4.9 \cdot 10^{-10}$$

$$\text{PK}_a = -(\log 4.9 + \log 10^{-10})$$

$$\text{PK}_a = -(0.7 + (-10)) = 9.3$$

•  $\log C = \log 0.1$

$$\log C = \log 10^{-1}$$

$$\log C = -1$$

(ب) حسب PH للملح الحامضي ثم نجد OH<sup>-</sup>

$$\text{PH} = \frac{1}{2} [\text{PK}_w - \text{PK}_b - \log C]$$

❖  $\text{PH} = \frac{1}{2} [\text{PK}_w - \text{PK}_b - \log C]$

$$\text{PH} = \frac{1}{2} [14 - 4.74 - (-0.6)]$$

$$\text{PH} = \frac{1}{2} [9.26 + 0.6]$$

$$\text{PH} = \frac{1}{2} [9.86]$$

$$\text{PH} = 4.93$$

❖  $[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w \cdot C}{K_b}} \Rightarrow [\text{H}^+] = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14} \cdot 0.25}{1.8 \cdot 10^{-5}}}$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{139 \cdot 10^{-8}} = 11.8 \cdot 10^{-4} \text{M}$$

❖  $[\text{OH}^-] = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{[\text{H}^+]} \Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{11.8 \cdot 10^{-4}}$

$$[\text{OH}^-] = 8.5 \cdot 10^{-10} \text{M}$$

•  $\text{PK}_w = 14$

•  $\text{PK}_b = -\log K_b$

$$\text{PK}_b = -\log 1.8 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{PK}_b = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$$

$$\text{PK}_b = -(0.26 + (-5)) = 4.74$$

•  $\log C = \log 0.25$

$$\log C = \log 2.5 \cdot 10^{-1}$$

$$\log C = \log 2.5 + \log 10^{-1}$$

$$\log C = 0.4 - 1 = -0.6$$

• ج | ملح نترات الصوديوم ملح متعادل لذلك :  $\text{PH} = 7$  ,  $[\text{OH}^-] = 10^{-7}$



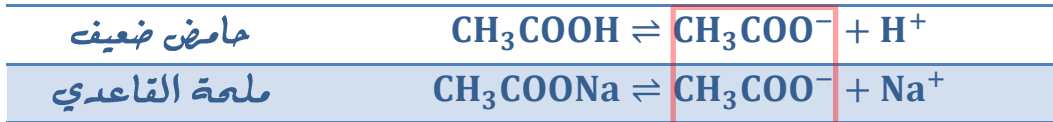


❖ 3 - 7 | تأثير الايون المشترك

هي ظاهر تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف الناتجة عن وجود الالكتروليت قوي محوي احد ايونات الالكتروليت الضعيف في نفس المحلول .

يكون الأيون المشترك نوعين :

١- حامض ضعيف يضاف له ملح القاعدي :



• نلاحظ ان الحامض الضعيف  $CH_3COOH$  سيقل تفككه بوجود ملح القاعدي  $CH_3COONa$  خلاص الصوديوم بسبب وجود الايون المشترك بينهما  $CH_3COO^-$  حيث تحدث زيادة في  $CH_3COO^-$  مما يرجع الحامض الضعيف  $CH_3COOH$  التفاعل الخلفي للتخلص من الزيادة الحاصلة وبالتالي يقل تفككه

٢- قاعدة ضعيفة يضاف اليها ملحها الحامضي :



نلاحظ ان وجود ملح كلوريد الامونيوم  $NH_4Cl$  سيقلل من تفكك الامونيا  $NH_4OH$  بسبب الايون المشترك  $NH_4^+$  حيث تحدث زيادة في ايون الامونيوم  $NH_4^+$  فنرجع القاعدة الضعيفة (الامونيا) التفاعل الخلفي للتخلص من الزيادة الحاصلة مما يؤدي الى تقليل تفكك القاعدة الضعيفة .

خطوات حل اسئلة الايون المشترك

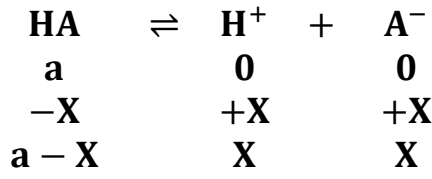
- ١) نكتب معادلة تفكك الالكتروليت الضعيف (حامض ضعيف او قاعدة ضعيفة) ونجد المطلوب  $PH$ ,  $[H^+]$ ,  $[OH^-]$  او درجة التاين .
- ٢) نكتب معادلة تفكك الالكتروليت الضعيف ونكتب تحتها معادلة تفكك الملح (ملح حامضي او ملح قاعدي) ونأخذ تركيز الايون المشترك القادم من الملح ونجعله للأيون المشترك من الالكتروليت الضعيف ونجد مرة اخرى  $PH$ ,  $[H^+]$ ,  $[OH^-]$  او درجة التاين (ونقارن بينهما).





مثال توضيحي

1- حامض ضعيف

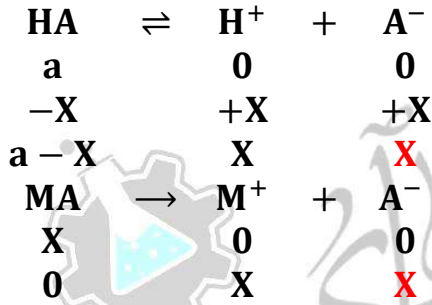


لـ تحمل

$$K_a = \frac{[\text{X}]^2}{[\text{a}]}$$

• ونجد المطلوب

2-



$$K_a = \frac{[\text{X}][\text{X}]}{[\text{a}]}$$

• ونجد المطلوب

**ملاحظة** || نعرف ان السؤال يخص موضوع الايون المشترك  
اذا كان السؤال ( ما التأثير الذي يحصل من اضافة ملح  
حامضي الى قاعدة ضعيفة أو ما التأثير الناتج من اضافة ملح  
قاعدتي الى حامض ضعيف

▪ **أنتبه** || هو اي طلاب ما يفرقون بين الايون المشترك وبين بفر  
باعتبار بفر و الايون المشترك محتون على نفس المواد في انا  
التفاعل تريد الصدك هم نفس الشيء بس راح انطيك شي يميز  
الايون المشترك و عندك خطوات حل للايون المشترك تمشي  
عليه من اتسوف السؤال يكون ما التأثير الناتج .





ملاحظة || عندما يطلب بالسؤال ما التأثير الناتج على :-

أ- PH : نستخرج PH (قبل الاضافة) للالكتروليت الضعيف وبعده PH بعد الاضافة بوجود الايون المشترك

ب-  $[H^+]$  : نستخرج  $[H^+]$  قبل الاضافة للالكتروليت الضعيف وبعده  $[H^+]$  بعد الاضافة بوجود الايون المشترك

ج-  $[OH^-]$  : نستخرج  $[OH^-]$  قبل الاضافة للالكتروليت الضعيف وبعده  $[OH^-]$  بعد الاضافة بوجود الايون المشترك

د- درجة التأين :- نستخرج درجة التأين للالكتروليت الضعيف وبعده قبل الاضافة ودرجة التأين بعد الاضافة بوجود الايون المشترك.

❖ مثال 3 - 13 | ما التأثير الذي تحدثه اضافة 8.2 (g) 0.1mol من ملح خلاص

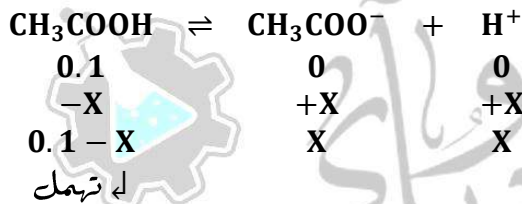
الصوديوم  $CH_3COONa$  الى لتر واحد من محلول حامض الخليك بتركيز 0.1mol/L على

تركيز ايون  $[H^+]$  عند  $25^\circ C$  علما بأن  $K_a(CH_3COOH) = 1.8 * 10^{-5}$

الحل | نتب معادلة تفلك الحامض الضعيفة ونجد  $[H^+]$

ثم نجد  $[H^+]$  بعد تأثير الايون المشترك من الملح ونقارن بينهما.

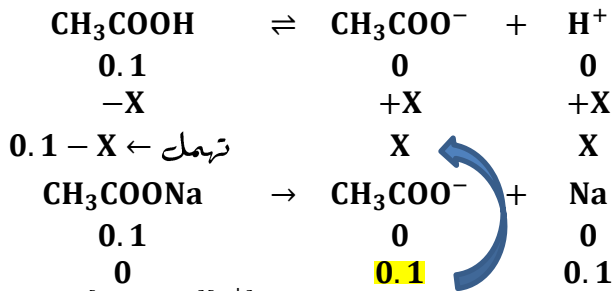
1-



$$\text{❖ } K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 1.8 * 10^{-5} = \frac{X^2}{0.1}$$

$$X^2 = 1.8 * 10^{-6} \text{ بالجذر} \Rightarrow X = 1.3 * 10^{-3} M = [H^+]$$

2-



$$\text{❖ } K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$1.8 * 10^{-5} = \frac{0.1 * X}{0.1} \Rightarrow 0.1 * X = 1.8 * 10^{-6}$$

$$X = \frac{1.8 * 10^{-6}}{0.1} \Rightarrow X = 1.8 * 10^{-5} = [H^+]$$

❖

• عند مقارنة تركيز  $[H^+]$  قبل الاضافة وبعده اضافة الملح نجد ان تركيز  $[H^+]$  قد انخفض بعد

اضافة الملح بسبب وجود الايون المشترك الذي بسبب نقصه تفلك الحامض الضعيف.



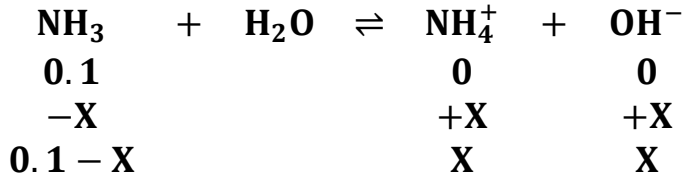


❖ تمرين 3 - 12 | ما التأثير الناتج من اضافة (g) 26.75 (0.5 mol) من ملح كلوريد الامونيوم الى لتر واحد من محلول الامونيا بتركيز 0.1 M على درجة تفلكه القاعدة ؟ علما ان ثابت تفلكه القاعدة الضعيفة

$$K_b(\text{NH}_3) = 1.8 \times 10^{-5}$$

✓ الحل || نكتب معادلة تفلكه القاعدة الضعيفة ونحسب درجة التفلكه ثم نحسب درجة التفلكه بعد تأثير الايون المشترك ونقار بينهما

1-

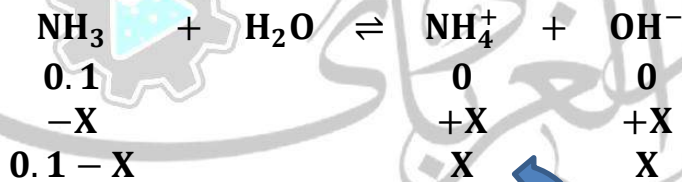


لـ تهمل

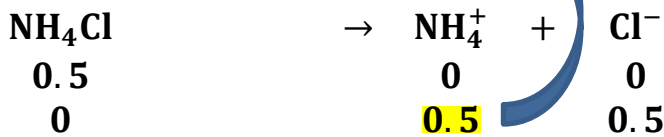
•  $K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.1}$   
 $X^2 = 1.8 \times 10^{-6}$  بالجذر  $\Rightarrow X = 1.3 \times 10^{-3} \text{ M}$

• درجة التفلكه =  $\frac{\text{النأين X}}{\text{الابتدائي a}}$  =  $\frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1} = 1.3 \times 10^{-2}$

2-



لـ تهمل



❖  $K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$   
 $1.8 \times 10^{-5} = \frac{0.5 \times X}{0.1} \Rightarrow 0.5 \times X = 1.8 \times 10^{-6}$

$X = \frac{1.8 \times 10^{-6}}{0.5} \Rightarrow X = 3.6 \times 10^{-6} \text{ M} = [\text{OH}^-]$

• درجة التفلكه =  $\frac{\text{النأين X}}{\text{الابتدائي a}}$  =  $\frac{3.6 \times 10^{-6}}{0.1} = 3.6 \times 10^{-5}$

• نلاحظ ان درجة التفلكه قلت بسبب وجود الايون المشترك الذي يعمل على تقليل تفلكه القاعدة الضعيفة







❖ 3 - 8 | المحاليل المنظمة (محاليل بفر)

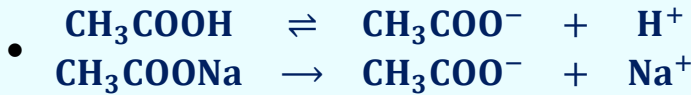
هو مزيج مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي او من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الالاس الهيدروجيني PH عند اضافة كميات صغيرة من حامض قوي او قاعدة قوية .

- يكون محلول بفر نوعين :
  - ١- حامض ضعيف وملحة القاعدي
  - ٢- قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي

• النوع الاول :- بفر مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي

• حالاته الثلاثة :

١- اذا كان في المحلول حامض ضعيف وملحة القاعدي بدون اضافة :



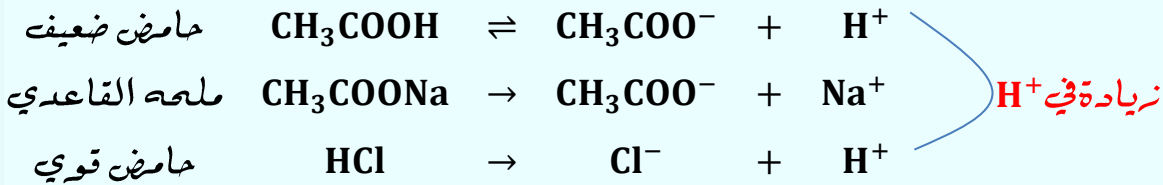
▪ يكون قانونه بالصورة الآتية :

$$\begin{aligned} \circ \quad \text{PH} &= \text{PK}_a + \log \frac{\text{salt}}{\text{acid}} \\ \circ \quad [\text{H}^+] &= \text{K}_a * \frac{[\text{acid}]}{[\text{salt}]} \end{aligned}$$

salt = ملح

acid = حامض ضعيف

٢- عند اضافة حامض قوي :



▪ عند اضافة حامض قوي الى محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي فان الحامض القوي سوف يطلق ايونات  $\text{H}^+$  في المحلول وبالتالي سوف تحصل زيادة في  $[\text{H}^+]$  في المحلول (بسبب وجود  $\text{H}^+$  من الحامض الضعيف) لذلك يرجع الحامض الضعيف التفاعل الخلفي للتخلص من الزيادة في تركيز  $[\text{H}^+]$  لذلك يزداد تركيز الحامض مقدار  $[\text{H}^+]$  ويقل تركيز الملح مقدار  $\text{H}^+$

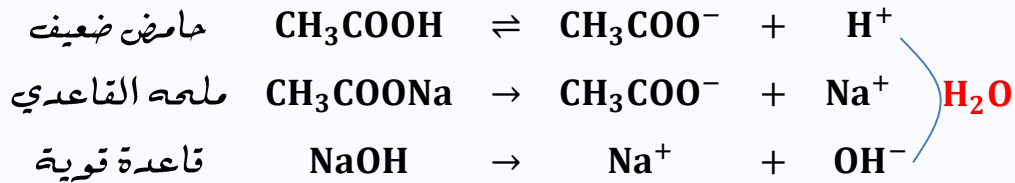
▪ ويصبح القانون :  $\text{PH} = \text{PK}_a + \log \frac{[\text{salt}] - [\text{H}^+]}{[\text{acid}] + [\text{H}^+]}$





- **انتبه** || خاف ما فهمت هاي الهوسه وما عرفت ليس الزيادة للحمض والنقص من الملح . شوف عندك بالاناء طرف حامضي الي هو الحامض الضعيف وطرف قاعدي الي هو الملح القاعدي انضات حامض الهيم منو يزيد طبعاً الطرف الحامضي يزيد الي هو الحامض الضعيف .

٣- عند اضافة قاعدة قوية



- عند اضافة قاعدة قوية الي محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحه القاعدي فان القاعدة القوية ستطلق ايونات  $\text{OH}^-$  في المحلول والتي تتفاعل مع  $\text{H}^+$  من الحامض الضعيف وتكون الماء لذا يحصل نقص في تركيز  $[\text{H}^+]$  فيزيد الحامض الضعيف من تفككه ويرجع التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل في  $\text{H}^+$  لذلك يقل الحامض الضعيف بمقدار  $\text{OH}^-$  ويزداد الملح القاعدي بمقدار  $\text{OH}^-$

▪ ويصبح القانون :  $\text{PH} = \text{PK}_a + \log \frac{[\text{salt}] + [\text{OH}^-]}{[\text{acid}] - [\text{OH}^-]}$

- **انتبه** || عندك طرف حامضي الي هو الحامض الضعيف وطرف قاعدي الي هو الملح القاعدي ضافو اله قاعدة تويه منو يزيد آيد الطرف القاعدي يزيد لذلك راع تشوف (الملح +  $\text{OH}^-$ ) و (الحامض -  $\text{OH}^-$ )

النوع الثاني :- بفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي

▪ حالاته الثلاثة :

١- اذا كان بدون اضافة :



- يكون قانونه بالصورة الاتية :



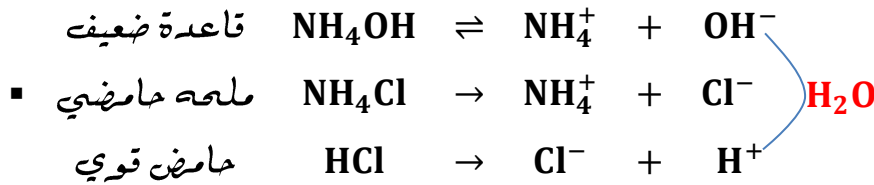


$$\begin{aligned} \text{POH} &= \text{PK}_b + \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{base}]} \\ [\text{OH}^-] &= K_b * \frac{[\text{base}]}{[\text{salt}]} \end{aligned}$$

salt = ملحة

base = قاعدة ضعيفة

٢- عند اضافة حامض قوي :



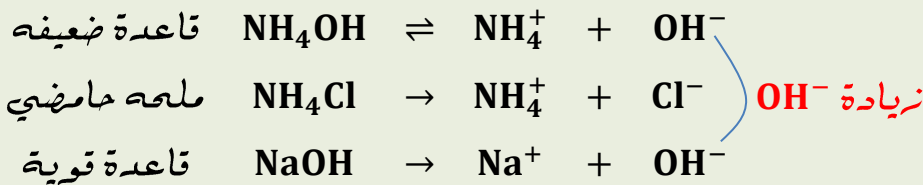
- عند اضافة حامض قوي الى محلول بفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي فان الحامض القوي سوف يطلق ايونات  $\text{H}^+$  في المحلول والتي تتفاعل مع  $\text{OH}^-$  السالب من القاعدة الضعيفة لتكوين الماء بالتالي يحصل نقص في تركيز  $[\text{OH}^-]$  لذلك ترجع القاعدة الضعيفة التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل في  $\text{OH}^-$  فيقل تركيز القاعدة بمقدار  $\text{H}^+$  ويزداد تركيز الملح الحامضي بمقدار  $\text{H}^+$

$$\text{POH} = \text{PK}_b + \log \frac{[\text{salt}] + [\text{H}^+]}{[\text{base}] - [\text{H}^+]}$$

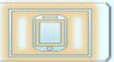
ويصبح القانون

- انتبه** || عندك طرف قاعدي الي هو القاعدة الضعيفة وطرف حامضي الي هو الملح الحامضي وضانوا اله حامض قوي منو يزيد الكيد الطرف الحامضي الي هو الملح الحامضي . (الملح +  $[\text{H}^+]$ ) و (القاعدة -  $[\text{H}^+]$ )

٣- عند اضافة قاعدة قوية



- عند اضافة قاعدة قوية الى محلول بفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي فان القاعدة القوية ستطلق ايونات  $\text{OH}^-$  في المحلول حيث تحصل زيادة مع  $\text{OH}^-$  من القاعدة الضعيفة بالتالي ترجع القاعدة الضعيفة التفاعل الخلفي للتخلص من الزيادة الحاصلة في  $\text{OH}^-$  فيزداد تركيز القاعدة الضعيفة مقدار  $\text{OH}^-$  ويقل تركيز الملح الحامضي مقداره  $\text{OH}^-$





ويصبح القانون :  $POH = PK_b + \log \frac{[salt] - [OH^-]}{[base] + [OH^-]}$

**انتبه** عندك طرف حامضي الي هو الملح الحامضي وطرف قاعدي الي هو القاعدة الضعيفة ضافو اله قاعدة قوية منو يزيد ازيد الطرف القاعدي يزيد لذلك راع تشوف (القاعدة + OH<sup>-</sup>) و يقل الملح الحامضي (الملح - OH<sup>-</sup>)

### خطوات حل اسئلة بفر بدون اضافة

نكتب القانون الخاص ببفر وتطبيق مباشر للقانون ونجد المطلوب

### خطوات حل اسئلة بفر مع وجود اضافة

١- نجد تركيز الالكتروليت المضاف (حامض أو قاعدة قوية) عن طريق **أ** او **ب** او **ج**

**أ** - اذا كان الالكتروليت المضاف كتله بالفرام نجد تركيزه من قانون  $M_{mol/L} = \frac{mg}{Mg/mol * V_L}$

**ب** - اذا كان المضاف تركيز كبير ومجم نطبق قانون التخفيف لليجاد تركيز الالكتروليت المضاف بعد الاضافة

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

مجم محلول تركيز المضاف قبل الاضافة  
بفر بعد الاضافة للمضاف

**ج** - اذا كان المضاف تركيز قليل بدون مجم لا تجري عليه اي عملية ونأخذها مباشر للخطوة الثانية

٢- نكتب معادلة تفكك الالكتروليت القوي بعد الاضافة ونجد تركيز (H<sup>+</sup>) اذا كان المضاف حامض قوي ونجد تركيز (OH<sup>-</sup>) اذا كان المضاف قاعدة قوية :



٣- نكتب القانون الخاص ببفر مع الاضافة حسب نوع بفر في السؤا

**انتبه** من نطلع تركيز H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup> بالخطوة الثانية مو تصير شاطر وتطلع منه PH... لا هذه التراكيز هي مقدار الزيادة او النقص في قانون بفر





انتبه || شلون اعرف السؤال يخص موضوع بفر؟

من تشوف بالسؤال

( قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي ) او (حامض ضعيف وملحه القاعدي )  
 وضايقله حامض قوي او قاعدة قوية ( او بدون اضافة هذا محلول بفر )  
 ولاتنسى الايون المشترك هو بفر لكن عدنه خطوات نحل الايون المشترك من  
 نشوف السؤال يطلب ( ما التأثير ) اذا ما شفت ما التأثير نحل على قوانين بفر

❖ مثال 3 - 14 | احسب تركيز ايون  $H^+$  و PH لمحلول مكون من مزيج من 0.1M حامض الخليك و 0.2M من خلاص الصوديوم اذا علمت ان

$$\log 2 = 0.3 \quad \log 1.8 = 0.26 \quad \text{علما ان} \quad K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.8 * 10^{-5}$$

✓ الحل || نلاحظ ان المحلول مكون من حامض ضعيف وملحه القاعدي اذا هو بفر بدون اضافة

$$\text{PH} = \text{PK}_a + \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{acid}]}$$

$$\text{PK}_a = -\log \text{PK}_a \Rightarrow \text{PK}_a = -\log 1.8 * 10^{-5}$$

$$\text{PK}_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5}) \Rightarrow \text{PK}_a = -(0.26 + (-5))$$

$$\text{PK}_a = 4.74$$

$$\text{PH} = 4.74 + \log \frac{0.2}{0.1}$$

$$\text{PH} = 4.74 + \log 2$$

$$\text{PH} = 4.74 + 0.3$$

$$\text{PH} = 5.04$$

$$\text{[H}^+] = K_a * \frac{[\text{acid}]}{[\text{salt}]}$$

$$[\text{H}^+] = 1.8 * 10^{-5} * \frac{0.1}{0.2}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{1.8 * 10^{-6}}{2 * 10^{-1}} = 9 * 10^{-6} \text{M}$$

استراحه || كلماتي

مبيني اشكده حلو امرتب منظم

وعليه امستتم اوضاعه منظم

بفر جنك ومحلوك منظم

بس خايفت يوم تتغير عليه





❖ تمرين 3 - 13 | احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH لمحلول يحتوي على  $\text{NH}_3$  بتركيز  $0.15 \text{ mol/L}$  و  $\text{NH}_4\text{Cl}$  بتركيز  $0.3 \text{ mol/L}$  وقارن النتيجة مع قيمة

PH لمحلول الامونيا ذي تركيز  $0.15\text{M}$  علما ان :  $\text{PK}_b = 4.74$

❖ علما ان :  $\log 1.6 = 0.2, \log 2 = 0.3, \log 1.8 = 0.26$

✓ الحل || نجد PH لمحلول بفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي ثم نجد PH للامونيا وبعدها ونقارن النتيجة .

•  $\text{POH} = \text{PK}_b + \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{base}]}$

$$\text{POH} = 4.74 + \log \frac{0.30}{0.15}$$

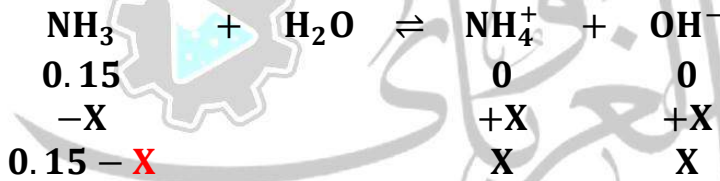
$$\text{POH} = 4.74 + \log 2$$

$$\text{POH} = 4.74 + 0.3$$

$$\text{POH} = 5.04$$

$$\text{PH} = 14 - \text{POH} \Rightarrow \text{PH} = 14 - 5.04 = 8.96$$

• نجد PH للامونيا كما تعلمنا سابقاً



تتملك

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$1.8 * 10^{-5} = \frac{X^2}{0.15} \Rightarrow X^2 = 2.7 * 10^{-6} \text{ بالجذر}$$

$$X = 1.6 * 10^{-3} = [\text{OH}^-]$$

•  $\text{POH} = -\log[\text{OH}^-]$

$$\text{POH} = -\log[1.6 * 10^{-3}]$$

$$\text{POH} = -(\log 1.6 + \log 10^{-3})$$

$$\text{POH} = -(0.2 + (-3))$$

$$\text{POH} = -(-2.8) \Rightarrow \text{POH} = 2.8$$

•  $\text{PH} = 14 - \text{POH} \Rightarrow \text{PH} = 14 - 2.8 = 11.2$

• نلاحظ ان قيمة الاس الهيدروجيني للامونيا = 11.2 ولكنها قلت عند وجود الملح الحامضي بسبب وجود الايون المشترك يقلل من تفكك القاعدة الضعيفة .

$$K_b = 10^{-\text{PK}_b}$$

$$K_b = 10^{-4.74}$$

$$K_b = 10^{-4.74+5-5}$$

$$K_b = 10^{0.26} * 10^{-5}$$

$$K_b = 10^{\log 1.8} * 10^{-5}$$

$$K_b = 1.8 * 10^{-5}$$





❖ مثال 3 - 15 | ماذا يجب ان يكون تركيز كلوريد الامونيوم في محلول يحتوي على امونيا

( $PK_b = 4.74$ ) بتركيز  $0.1M$  لتكون قيمته تساوي  $PH = 9$

❖ علما ان  $\log 1.8 = 0.26$

✓ الحل || بفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي:

$$POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 9 = 5$$

$$POH = PK_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.74 + \log \frac{[salt]}{0.1}$$

$$5 - 4.74 = \log \frac{[salt]}{0.1} \Rightarrow 0.26 = \log \frac{[salt]}{0.1}$$

$$\log 1.8 = \log \frac{[salt]}{0.1} \Rightarrow 1.8 = \frac{[salt]}{0.1} \Rightarrow [salt] = 0.18 M$$

❖ تمرين 3 - 14 | ما تركيز حامض الخليك في محلول محوي اضافة الى الحامض ملح خلاص

الصوديوم بتركيز  $0.3M$  اذا علمت ان قيمة  $PH = 4.31$  للمحلول .

❖ علما ان  $K_a = 1.8 * 10^{-5}$  علما ان  $\log 1.8 = 0.26$  ,  $\log 0.37 = -0.43$

✓ الحل || بفر مكون من حامض ضعيف وملح القاعدي

$$PK_a = -\log K_a \Rightarrow PK_a = -\log 1.8 * 10^{-5}$$

$$PK_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5}) \Rightarrow PK_a = -(0.26) + (-5)$$

$$PK_a = 4.74$$

$$❖ PH = PK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$4.31 = 4.74 + \log \frac{0.3}{[acid]}$$

$$4.31 - 4.74 = \log \frac{0.3}{[acid]}$$

$$-0.43 = \log \frac{0.3}{[acid]}$$

$$\log 0.37 = \log \frac{0.3}{[acid]}$$

$$0.37 = \frac{0.3}{[acid]}$$

$$[acid] = \frac{0.30}{0.37} = 0.81 M$$





❖ مثال 3 - 16 | احسب قيمة الالاس الهيدروجيني PH بعد اضافة 1ml من محلول حامض الهيدروكلوريك تركيزه 10M الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك بتركيز 0.1 M وغلالت الصوديوم بتركيز 0.1M  
علمنا ان  $PK_a = 4.74$  علمنا ان  $\log 0.81 = -0.09$

❖ الحل || بفر مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي عند اضافة حامض قوي تتبع الخطوات الثلاثة للحل

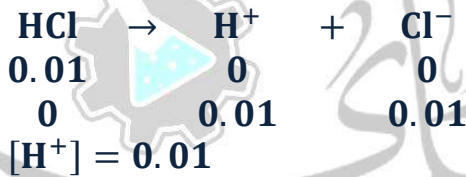
$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

1- نلاحظ انه اعطي حجم وتركيز للمضاف لذا حجم محلول بعد الاضافة قبل الاضافة بفر

$$10M * 1ml = M_2 * 1000ml \quad \Leftrightarrow 1L = 1000ml$$

$$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01M$$

2-



3-

$$PH = PK_a + \log \frac{[salt] - [H^+]}{[acid] + [H^+]}$$

$$PH = 4.74 + \log \frac{0.1 - 0.01}{0.1 + 0.01}$$

$$PH = 4.74 + \log \frac{0.09}{0.11}$$

$$PH = 4.74 + \log 0.81$$

$$PH = 4.74 + (-0.09)$$

$$PH = 4.65$$







❖ تمرين 3 - 15 | احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH :

أ- للتر من محلول بفر مكون من الامونيا بتركيز  $0.1 M$  وكلوريد الامونيوم بتركيز  $0.1 M$   
 ب- لنفس المحلول لكن بعد اضافة  $1ml$  من حامض الكبريتيك تركيزه  $10 M$  ثم احسب مقدار التغير الحاصل في

قيمة PH وناقش النتيجة علما ان  $PK_b = 4.74$

علما ان  $\log 3 = 0.47, \log 2 = 0.3, \log 1 = 0$

✓ الحل ||

أ- نجد PH لبفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي

$$\text{❖ POH} = PK_b + \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{base}]}$$

$$\text{POH} = 4.74 + \log \frac{0.1}{0.1}$$

$$\text{POH} = 4.74 + \log 1$$

$$\text{POH} = 4.74 + 0$$

$$\text{POH} = 4.74 \Rightarrow \text{PH} = 14 - \text{POH} \Rightarrow \text{PH} = 14 - 4.74 = 9.26$$

ب- نجد PH

لنفس المحلول لكن بعد اضافة الحامض القوي حامض الكبريتيك لذ اصبح لدينا بفر عند اضافة حامض قوي فخل  
 بالخطوات الثلاثة نلاحظ انه اعطى حجم وتركيز كبير للمضاف لذا :

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

1- قبل الاضافة      بعد الاضافة      حجم محلول

$$10M * 1ml = M_2 * 1000ml \leftarrow 1L = 1000ml$$

$$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01 M$$



$$2- \begin{array}{ccc} 0.01 & 0 & 0 \\ 0 & 0.02 & 0.01 \end{array}$$

$$[H^+] = 0.02$$

$$\text{❖ POH} = PK_b + \log \frac{[\text{salt}] + [H^+]}{[\text{base}] - [H^+]}$$

$$\text{POH} = 4.74 + \log \frac{0.1 + 0.02}{0.1 - 0.02}$$

$$\text{POH} = 4.74 + \log \frac{0.12}{0.08}$$

$$\text{POH} = 4.74 + \log \frac{3}{2}$$

$$\text{POH} = 4.74 + (\log 3 - \log 2)$$

$$\text{POH} = 4.74 + (0.47 - 0.30)$$

$$\text{POH} = 4.74 + 0.17$$

$$\text{POH} = 4.91$$

$$\text{PH} = 14 - \text{POH} \Rightarrow \text{PH} = 14 - 4.91 = 9.09$$

$$\Delta \text{PH} = \text{PH}_2 - \text{PH}_1$$

❖ قبل      بعد

الاضافة      الاضافة

$$\Delta \text{PH} = 9.09 - 9.26$$

$$\Delta \text{PH} = -0.17$$

• نلاحظ ان قيمة PH قلت بسبب نقصان تركيز  $[OH^-]$

الذي اتحدت مع  $[H^+]$  القادم من الحامض





• سؤال 3 - 11 | متركيز الامونيا  $NH_3$  في المحلول الذي يكون في حالة اتزان مع

$$[OH^-] = 1.2 * 10^{-5} \text{ و } [NH_4^+] = 0.01M$$

علما ان ثابت تفكك الامونيا  $1.8 * 10^{-5}$

• علما ان  $\log 1.5 = 0.18$  ,  $\log 1.2 = 0.08$  ,  $\log 1.8 = 0.26$

✓ **الحل** | | بفر مكون من قاعدة ضعيفة  $NH_3$  وملحها الحامضي  $NH_4^+$  نطبق القانون :

$$\text{POH} = PK_b + \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{base}]}$$

$$\bullet \text{ POH} = -\log[OH^-]$$

$$\text{POH} = -\log 1.2 * 10^{-5} \Rightarrow \text{POH} = -(\log 1.2 + \log 10^{-5})$$

$$\text{POH} = -(0.08 + (-5))$$

$$\text{POH} = 4.92$$

$$\bullet PK_b = -\log K_b$$

$$PK_b = -\log 1.8 * 10^{-5}$$

$$PK_b = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$$

$$PK_b = -(0.26 + (-5))$$

$$PK_b = 4.74$$

$$\text{POH} = PK_b + \log \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$4.92 = 4.74 + \log \frac{0.01}{[NH_3]}$$

$$4.92 - 4.74 = \log \frac{0.01}{[NH_3]}$$

$$0.18 = \log \frac{0.01}{[NH_3]}$$

$$\log 1.5 = \log \frac{0.01}{[NH_3]} \Rightarrow 1.5 = \frac{0.01}{[NH_3]}$$

$$[NH_3] = \frac{0.01}{1.5} = 0.00666 \Leftrightarrow [NH_3] = 6.66 * 10^{-3}M$$





❖ سؤال 3 - 12 | احسب كتلة ملح خلاات الصوديوم  $M = 82 \text{ g/mol}$  اللازم اضافتها الى لتر واحد من محلول  $0.125 \text{ M}$  حامض الخليك للمحصول على بفر تكون قيمة  $\text{PH}$  له تساوي  $4.74$  علماً ان ثابت تفكك حامض الخليك  $1.8 \times 10^{-5}$ .

❖ علماً ان  $\log 1 = 0$  ,  $\log 1.8 = 0.26$

✓ الحل | محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي نجد تركيز الملح ثم نحسب كتلته :

$$\text{PH} = \text{PK}_a + \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{acid}]}$$

$$\text{PK}_a = -\log K_a \Rightarrow \text{PK}_a = -\log 1.8 \times 10^{-5}$$

$$\text{PK}_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5}) \Rightarrow \text{PK}_a = -(0.26 + (-5))$$

$$\text{PK}_a = 4.74$$

$$\text{PH} = \text{PK}_a + \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{acid}]}$$

$$4.74 = 4.74 + \log \frac{[\text{salt}]}{0.125}$$

$$4.74 - 4.74 = \log \frac{[\text{salt}]}{0.125}$$

$$0 = \log \frac{[\text{salt}]}{0.125} \Rightarrow \log 1 = \log \frac{[\text{salt}]}{0.125}$$

$$1 = \frac{[\text{salt}]}{0.125} \Rightarrow [\text{salt}] = 0.125$$

$$m_g = M_{\text{mol/L}} * M_{\text{g/mol}} * V_L$$

$$m_g = 0.125 * 82 * 1$$

$$m_g = 10.25 \text{ (g)}$$

❖ سؤال 3 - 13 |

أ- ما قيمة الالاس الهيدروجيني  $\text{PH}$  لمزيج بفر من حامض النترون  $\text{HNO}_2$

$K_a(\text{HNO}_2) = 4.5 \times 10^{-4}$  وبتريه الصوديوم بتركيز  $0.12 \text{ M}$  وبتريه الصوديوم بتركيز  $0.15 \text{ M}$

ب- احسب قيمة  $\text{PH}$  المحلول الناتج بعد اضافة  $1.0 \text{ g}$  من هيدروكسيد الصوديوم

$M = 40 \text{ g/mol}$  الى لتر واحد من محلول البفر

❖ علماً ان:  $\log 4.5 = 0.65$  ,  $\log 1.25 = 0.1$  ,  $\log 1.84 = 0.26$





✓ الحل ||

أ- نلاحظ ان المزيج مكون من حامض ضعيف  $HNO_2$  وملحه القاعدي  $NaNO_2$  لذا نستخدم القانون:

$$\text{PH} = \text{PK}_a + \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{acid}]}$$

$$\text{PK}_a = -\log K_a \Rightarrow \text{PK}_a = -\log 4.5 * 10^{-4}$$

$$\text{PK}_a = -(\log 4.5 + \log 10^{-4})$$

$$\text{PK}_a = -(0.65 + (-4))$$

$$\text{PK}_a = 3.35$$

$$\text{PH} = 3.35 + \log \frac{0.15}{0.12}$$

$$\text{PH} = 3.35 + \log 1.25$$

$$\text{PH} = 3.35 + 0.1$$

$$\text{PH} = 3.45$$

ب - نحسب PH نفس المحلول لكن بعد اضافة 1.0 g من القاعدة القوية هيدروكسيد الصوديوم

عن طريق خطوات الثلاثة:

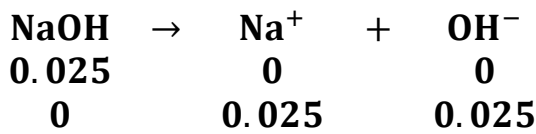
هنا اعطى كتلة للمضاف لذلك نجد تركيزها عن طريق

$$1- M_{\text{mol/L}} = \frac{\text{mg}}{\text{Mg/mol} * V_L}$$

$$M_{\text{mol/L}} = \frac{1.0 \text{ g}}{40 \text{ g/mol} * 1 \text{ L}}$$

$$M_{\text{NaOH}} = 0.025 \text{ M}$$

2-



$$[\text{OH}^-] = 0.025 \text{ M}$$

$$3- \text{PH} = \text{PK}_a + \log \frac{[\text{salt}] + [\text{OH}^-]}{[\text{acid}] - [\text{OH}^-]}$$

$$\text{PH} = 3.35 + \log \frac{0.15 + 0.025}{0.12 - 0.025}$$

$$\text{PH} = 3.35 + \log \frac{0.175}{0.095}$$

$$\text{PH} = 3.35 + \log 1.84$$

$$\text{PH} = 3.35 + 0.26$$

$$\text{PH} = 3.61$$





- ❖ **سؤال 3 - 14** | اذا كانت هناك حاجة لتحضير محلول بفر ذو  $PH = 9$  من مزيج  $NH_4Cl$  مع  $NH_3$  كم يجب ان تكون النسبة بين  $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$  ؟ علماً ان  $PK_b = 4.74$   
**علماً ان  $\log 1.8 = 0.26$**

✓ **الحل** || نلاحظ ان المزيج بفر من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي والمطلوب إيجاد  $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$

❖  **$POH = PK_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$**

❖  **$POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 9 = 5$**

❖  **$5 = 4.74 + \log \frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$**

$5 - 4.74 = \log \frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$

$0.26 = \log \frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$

$\log 1.8 = \log \frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$

❖  **$1.8 = \frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$**

- ❖ **سؤال 3 - 18** | احسب كتلة كلوريد الامونيوم  $M = 53.5 \text{ g/mol}$  الواجب اضافتها الى 500ml من محلول 0.15 M امونيا لجعل قيمة PH المحلول = 9.0 **علماً ان ثابت التفكك للامونيا  $= 1.8 \times 10^{-5}$**

❖ **علماً ان  $\log 1.8 = 0.26$**

✓ **الحل** || نلاحظ ان المزيج متكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي لذلك نجد تركيز الملح الحامضي من قانون بفر الخاص به ثم نجد الكتلة:

❖  **$POH = PK_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$**

❖  **$POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 9 = 5$**

❖  **$PK_b = -\log K_b \Rightarrow PK_b = -\log 1.8 \times 10^{-5}$**

$PK_b = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$

$PK_b = -(0.26 + (-5)) \Rightarrow PK_b = 4.74$

•  $5 = 4.74 + \log \frac{[salt]}{0.15}$

$5 - 4.74 = \log \frac{[salt]}{0.15}$

$0.26 = \log \frac{[salt]}{0.15} \Rightarrow \log 1.8 = \log \frac{[salt]}{0.15}$

$1.8 = \frac{[salt]}{0.15} \Rightarrow [salt] = 0.270 \text{ M}$

•  $m_g = M_{\text{mol/L}} * M_{\text{g/mol}} * V_L \leftarrow 500\text{ml} = 0.5\text{L}$

$m_g = 0.270_{\text{mol/L}} * 53.5_{\text{g/mol}} * 0.5\text{L}$

$m_g = 7.22 \text{ (g)}$





❖ **سؤال اضافي مهم** | محلول من حامض ضعيف النسبة المئوية لتأينه 1% و  $\text{PH} = 2.7$  مزج مع ملحة المشتق منه تركيزه  $0.1\text{M}$  ما  $\text{PH}$  المحلول الناتج بعد المزج .

علماء ان  $\log 2 = 0.3, \log 1.8 = 0.26$

✓ الحل ||

• **انتبه** | المحلول الناتج هو بفر مكون من حامض ضعيف وملحة المشتق منه (ملح قاعدي) مطلوب إيجاد  $\text{PH}$  له

❖  $\text{PH} = \text{PK}_a + \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{acid}]}$

• **انتبه** | لو نلاحظ ان تركيز الحامض غير معلوم وكذلك  $\text{K}_a$  للحامض غير معلوم .  
من  $\text{PH}$  نجد تركيز  $\text{H}^+$  (التأين) ومن النسبة المئوية نجد تركيز الحامض ومن تركيز الحامض والتأين نجد  $\text{K}_a$  ثم نجد  $\text{PK}_a$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{PH}} \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-2.7}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-2.7+3-3} \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{0.3-3}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{0.3} * 10^{-3}$$

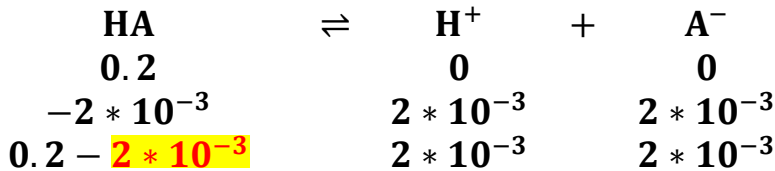
$$[\text{H}^+] = 10^{\log 2} * 10^{-3} \Rightarrow [\text{H}^+] = 2 * 10^{-3}$$

• النسبة المئوية =  $\frac{[\text{H}^+]\text{التأين}}{\text{التركيز الابتدائي}} * 100\%$

$$100\% * \frac{2 * 10^{-3}}{\text{تركيز ابتدائي}} = 1\%$$

$$0.2\text{ M} = \text{التركيز الابتدائي} \leftarrow \frac{100 * 2 * 10^{-3}}{\text{تركيز ابتدائي}} = 1$$

❖ نفرض الحامض الضعيف HA



لـ تهمل لانه

النسبة المئوية = 1%

❖  $\text{K}_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$

$$\text{K}_a = \frac{(2 * 10^{-3})^2}{0.2} \Rightarrow \text{K}_a = \frac{4 * 10^{-6}}{0.2} = 2 * 10^{-5}$$





$$\text{PK}_a = -\log K_a \Rightarrow \text{PK}_a = \log 2 * 10^{-5}$$

$$\text{PK}_a = -(\log 2 + \log 10^{-5})$$

$$\text{PK}_a = -(0.3 + (-5)) \Rightarrow \text{PK}_a = 4.7$$

$$\text{PH} = \text{PK}_a + \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{acid}]}$$

$$\text{PH} = 4.7 + \log \frac{0.1}{0.2}$$

$$\text{PH} = 4.7 + \log \frac{1}{2}$$

$$\text{PH} = 4.7 + (\log 1 - \log 2)$$

$$\text{PH} = 4.7 + 0 - 0.3$$

$$\text{PH} = 4.4$$

### ❖ 3 - 9 الذوبانية وثابت حاصل الاذابة

هي عدد مولات المادة التي تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع للمادة  
(اي عند حالة الاتزان بين المادة الصلبة ومحلول المادة)

- تعتمد قابلية الذوبان على :
  - 1- الفرق في مقدار الطاقة اللازمة لكسر الاواصر الرابطة بين الايونات المكونة للمادة .
  - 2- مقدار ما ينتج من طاقة نتيجة انتشار هذه الايونات
- لو اخذنا التفاعل الاتي باعتبار AB مادة ايونية صلبة :  $\text{AB} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^+ + \text{B}^-$
- ثابت الاتزان :  $K_{eq} = \frac{[\text{A}^+][\text{B}^-]}{[\text{AB}]}$
- بما ان AB مركب صلب شحيح الذوبان لذلك يعتبر تركيزه قيمة ثابتة لا تتغير بسبب تفككه جزو صغير منه جداً .
- وعلى هذا الاساس يمكن كتابة العلاقة السابقة كالآتي :  $K_{sp} = [\text{A}^+][\text{B}^-]$
- ثابت حاصل الاذابة  $K_{sp}$  :- هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للأيونات الناتجة من تفككه الملح الشحيح كلاً مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في العادلة الموزونة .

### • تكون الذوبانية نوعين :

1- الذوبانية المولارية  $S_{\text{mol/L}}$  عدد المولات في لتر

2- الذوبانية الغرامية  $S_{\text{g/L}}$  عدد الغرامات في لتر

$$\checkmark \text{العلاقة بين الذوبانية المولارية والذوبانية الغرامية : } S_{\text{mol/L}} = \frac{S_{\text{g/L}}}{M_{\text{g/mol}}}$$





• ملاحظة

✓ ثابت حاصل الاذابة  $K_{SP}$  يستخرج من الذوبانية المولارية فقط .

✓ وكذلك نستخرج الذوبانية المولارية من  $K_{SP}$  .

❖ يمكن التعبير عن حاصل الاذابة بالشكل الاتي :



$$K_{SP} = [\text{Ba}^{+2}][\text{SO}_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = (\text{S})(\text{S})$$

$$K_{SP} = \text{S}^2$$

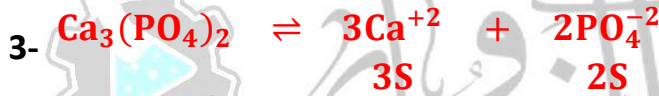
• ملاحظة || عدد مولات الايون تضرّب في S وتصبح اس له



$$K_{SP} = [\text{Ca}^{+2}][\text{F}^-]^2$$

$$K_{SP} = (\text{S})(2\text{S})^2$$

$$K_{SP} = 4\text{S}^3$$



$$K_{SP} = [\text{Ca}^{+2}]^3 [\text{PO}_4^{-2}]^2$$

$$K_{SP} = (3\text{S})^3 (2\text{S})^2$$

$$K_{SP} = 27\text{S}^3 * 4\text{S}^2$$

$$K_{SP} = 108 \text{S}^5$$

• ملاحظة || قبل الدخول الى مسائل الذوبانية تذكر ان الذوبانية هي للأملح الشحيحة

والاملاح الشحيحة هي الكتروليتات ضعيفة تفلكك تفلكك جزئي ( $\Rightarrow$ )

• ملاحظة || نعرف ان السؤالك بحهن موضوع الذوبانية عندما يعطي او يطلب ذوبانية

او عندما يعطي او يطلب  $K_{SP}$

تقسم مسائل الذوبانية الى ستة اقسام

✓ القسم الاول :- اذا اعطي  $K_{SP}$  وطلب ذوبانية في المحلوك المشبع او في الماء النقي او اذا

اعطي ذوبانية في المحلوك المشبع او في الماء النقي وطلب  $K_{SP}$

حل هذا النوع من الاسئلة :- نكتب معادلة تفلكك الملح الشحيح ونكتب ذوبانية كل ايون

تته في المعادلة ونكتب قانون  $K_{SP}$  ونجد المجهول .



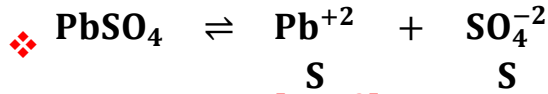




❖ **سؤال 3 - 17** || ماهي الذوبانية المولارية للملح كبريتات الرصاص  $PbSO_4$  ؟

❖ اذا علمت ان ثابت حاصل الاذابة لهذا الملح  $K_{SP} = 1.6 * 10^{-8}$

✓ **الحل** || نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونكتب ذوبانية كل ايون تحته في المعادلة ونطبق قانون  $K_{SP}$



$$K_{SP} = [\text{Pb}^{+2}][\text{SO}_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = (\text{S})(\text{S})$$

$$K_{SP} = \text{S}^2$$

$$1.6 * 10^{-8} = \text{S}^2 \quad \text{بالجذر}$$

$$\text{S} = 1.26 * 10^{-4}$$

❖ **تمرين 3 - 16** || اذا علمت ان لتر واحد من المحلول الشحيح لكرومات الفضة  $Ag_2CrO_4$

يحتوي  $0.0215 \text{ g}$  من الملح احسب ثابت حاصل الاذابة لهذا الملح .

✓ **الحل** || تذكر انه يمكن حساب  $K_{SP}$  من الذوبانية المولارية فقط وهنا اعطى ذوبانية غرامية لذلك نجد

الذوبانية المولارية ثم نجد  $K_{SP}$

$$\text{S}_{\text{mol/L}} = \frac{\text{S}_{\text{g/L}}}{\text{M}_{\text{g/mol}}} \Rightarrow \text{S}_{\text{mol/L}} = \frac{0.0215 \text{ g/L}}{332 \text{ g/mol}} = 6.5 * 10^{-5}$$



$$K_{SP} = [\text{Ag}^{+1}][\text{CrO}_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = (2\text{S})^2(\text{S})$$

$$K_{SP} = 4\text{S}^3 \Rightarrow K_{SP} = 4(6.5 * 10^{-5})^3 \Rightarrow K_{SP} = 1.09 * 10^{-12}$$

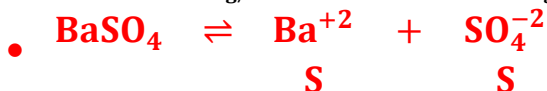
❖ **سؤال 3 - 18** || احسب قيمة ثابت حاصل الاذابة  $K_{SP}$  للملح كبريتات الباريوم

$M = 233 \text{ g/mol}$  اذا علمت ان لتر واحد من محلوله المائي الشحيح

يحتوي  $0.0025 \text{ g}$  من ملح  $BaSO_4$  الذائب

✓ **الحل** || نجد الذوبانية المولارية ثم نجد  $K_{SP}$

$$\text{S}_{\text{mol/L}} = \frac{\text{S}_{\text{g/L}}}{\text{M}_{\text{g/mol}}} \Rightarrow \text{S}_{\text{mol/L}} = \frac{0.0025 \text{ g/L}}{233 \text{ g/mol}} = 1.1 * 10^{-5}$$



$$K_{SP} = [\text{Ba}^{+2}][\text{SO}_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = (\text{S})(\text{S})$$

$$K_{SP} = \text{S}^2$$

$$K_{SP} = (1.1 * 10^{-5})^2 \Rightarrow K_{SP} = 1.2 * 10^{-10}$$

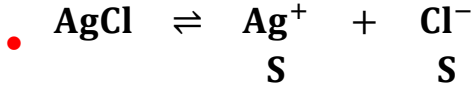




❖ تمرين 3 - 17 || احسب الذوبانية المولارية والذوبانية بدلالة (g/L) لملاح كلوريد الفضة  
AgCl (M = 143.5 g/mol) في محلول عند حالة الاتزان

❖ اذا علمت ان  $K_{SP} = 1.8 \times 10^{-10}$  علماً ان  $\sqrt{1.8} = 1.3$

✓ الحل || من  $K_{SP}$  نجد الذوبانية المولارية ثم نجد الذوبانية بدلالة g/L



$K_{SP} = [Ag^+][Cl^-]$

$K_{SP} = (S)(S)$

$K_{SP} = S^2 \Rightarrow 1.8 \times 10^{-10} = (S)^2$  بالجذر

$S = 1.3 \times 10^{-5}$

•  $S_{mol/L} = \frac{S_{g/L}}{M_{g/mol}} \Rightarrow S_{g/L} = S_{mol/L} * M_{g/mol}$

$S_{g/L} = 1.3 \times 10^{-5} * 143.5 = 1.9 \times 10^{-3}$

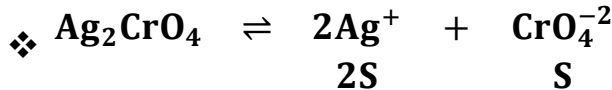
❖ سؤال 3 - 20 | ما عدد غرامات ملح كرومات الفضة  $Ag_2CrO_4$  (M = 332 g/mol)

التي يمكن ان تذوب في 100ml من الماء المقطر علماً بأن  $K_{SP} = 1.1 \times 10^{-12}$

علماً ان  $\sqrt[3]{275} = 6.5$

✓ الحل || انتبه هنا يطلب عدد غرامات وليس ذوبانية غرامية لذا نجد الذوبانية المولارية والتي تمثل

التركيز المولاري ثم نجد الكتلة  $m_g = \frac{M_{mol}}{L} * \frac{M_{g}}{mol} * V_L$



$K_{SP} = [Ag^+]^2[CrO_4^{2-}]$

$K_{SP} = (2S)^2(S)$

$K_{SP} = 4S^3$

$1.1 \times 10^{-12} = 4S^3 \Rightarrow S^3 = \frac{1.1 \times 10^{-12}}{4} \Rightarrow S^3 = 275 \times 10^{-15}$  بالجذر

$S = 6.5 \times 10^{-5}$

❖  $m_g = \frac{M_{mol}}{L} * \frac{M_{g}}{mol} * V_L$  ← 100ml = 0.1 L

$m_g = 6.5 \times 10^{-5} (mol/L) * 332 (g/mol) * 0.1 (L)$

$m_g = 2.161 \times 10^{-3} g$



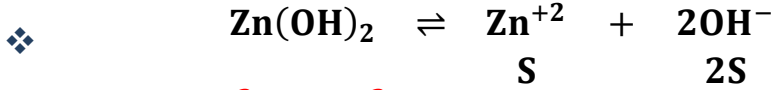


❖ سؤال 3 - 27 || احسب الذوبانية المولارية S ( التركيز المولاري للأيونات الناتجة من تفكك الملح عند الاتزان ) والذوبانية بدلالة g/L لهيدروكسيد

الخاصين  $M = 99.4 \text{ g/mol Zn(OH)}_2$

إذا علمت ان  $K_{SP} = 1.2 * 10^{-17}$  علماً ان  $\sqrt[3]{3} = 1.43$

✓ الحل || من  $K_{SP}$  نجد الذوبانية المولارية ثم نجد الذوبانية الغرامية



$$K_{SP} = [\text{Zn}^{+2}][\text{OH}^-]^2$$

$$K_{SP} = (\text{S})(2\text{S})^2$$

$$K_{SP} = 4\text{S}^3$$

$$1.2 * 10^{-17} = 4\text{S}^3 \Rightarrow \text{S}^3 = \frac{12 * 10^{-18}}{4} \Rightarrow \text{S}^3 = 3 * 10^{-18}$$

$$\text{S} = 1.43 * 10^{-6}$$

❖  $\text{S}_{g/L} = \text{S}_{mol/L} * M_{g/L}$

$$\text{S}_{g/L} = 1.43 * 10^{-6} * 99.4$$

$$\text{S}_{g/L} = 1.43 * 10^{-4}$$

### القسم الثاني :- يكون السؤال هل تتوقع ان يحصل ترسيب

- لمعرفة هل يحصل ترسيب ام لا يجب معرفة الحاصل الايوني
- الحاصل الايوني :- حاصل ضرب تراكيز الايونات الناتجة كل مرفوع الى اس مساوي لعدد المولات في المعادلة وليس بالضرورة تكون التراكيز في حالة اتزان .

✓ ملاحظة ||

١- الحاصل الايوني  $K_{SP} <$  يحصل ترسيب

٢- الحاصل الايوني  $K_{SP} >$  لا يحصل ترسيب

٣- الحاصل الايوني  $K_{SP} =$  الترسيب = الذوبان

✚ حل هذا النوع من المسائل :- نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونجد الحاصل الايوني

❖ ونقارن مع قيمة  $K_{SP}$  التي تعطى في السؤال حيث

- الحاصل الايوني  $K_{SP} <$  يحصل ترسيب
- الحاصل الايوني  $K_{SP} >$  لا يحصل ترسيب
- الحاصل الايوني  $K_{SP} =$  نقول الترسيب = الذوبان



$$\text{الحاصل الايوني} = [\text{Ba}^{+2}][\text{SO}_4^{-2}]$$





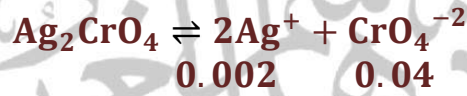
تمرين 3 - 21 || محلول من نترات الفضة تركيزه 0.01M وحجمه 20 ml اضيف الى 80 ml من محلول 0.05M كرومات البوتاسيوم  $K_2CrO_4$  بين هل تترسب كرومات الفضة ؟ علما ان  $K_{SP} (Ag_2CrO_4) = 1.1 * 10^{-12}$

الحل | نجد تراكيز كل من الفضة و الكرومات بعد المزج ثم نجد الحاصل الايوني ونقارن مع  $K_{sp}$

$$V_2 = V_1 + V_2$$

$$V_2 = 80 + 20 = 100 \text{ ml}$$

$M_1V_1 = M_2V_2$	نترات الفضة	$M_1V_1 = M_2V_2$	كرومات البوتاسيوم
$0.01 * 20 = M_2 * 100\text{ml}$		$0.05 * 80 = M_2 * 100\text{ml}$	
$M_2 = \frac{0.2}{100} = 0.002\text{M}$		$M_2 = \frac{4}{100} = 0.04\text{M}$	



$$\text{الحاصل الايوني} = [Ag^+]^2 [CrO_4^{-2}]$$

$$\text{الحاصل الايوني} = [0.002]^2 [0.04]$$

$$\text{الحاصل الايوني} = 16 * 10^{-8}$$

$$\text{الحاصل الايوني} > K_{SP}$$

يحصل ترسيب

استراجه || كلماتي

شعبت بيتك علي صارت شعبه

وعيني امن البجي صارت شعبه

الذوبانيه للاطلاع الشعبه

ومسائله مهمه و وزاريه





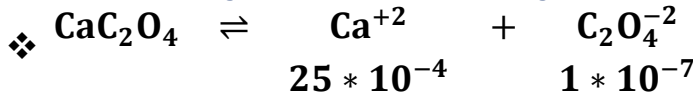
❖ سؤال 3 - 29 || ان تركيز ايون الكالسيوم  $M = 40 \text{ g/mol}$  في بلازما الدم يساوي  $0.1 \text{ g/L}$  فاذا كان تركيز ايون الاوكزالات فيه يساوي  $1 * 10^{-7} \text{ M}$  هل تتوقع ان تترسب

او كزالات الكالسيوم  $PK_{SP} (\text{CaC}_2\text{O}_4) = 8.64$  علما ان  $\log 2.3 = 0.36$

✓ الحل || اتبى اعطى ذوبانية غرامية للكالسيوم نجد ذوبانية المولارية ثم نجد الحاصل الايوني ونقارن مع

$K_{SP}$

$$❖ S_{\text{mol/L}} = \frac{S_{\text{g/L}}}{M_{\text{g/mol}}} \Rightarrow S_{\text{mol/L}} = \frac{0.1 \text{ g/L}}{40 \text{ g/mol}} = 25 * 10^{-4}$$



$$❖ \text{الحاصل الايوني} = [\text{Ca}^{+2}][\text{C}_2\text{O}_4^{-2}]$$

$$\text{الحاصل الايوني} = (25 * 10^{-4}) * (1 * 10^{-7})$$

$$\text{الحاصل الايوني} = 25 * 10^{-11}$$

$$K_{SP} = 10^{-PK_{SP}} \Rightarrow K_{SP} = 10^{-8.64}$$

$$K_{SP} = 10^{-8.64+9-9} \Rightarrow K_{SP} = 10^{0.36-9}$$

$$K_{SP} = 10^{0.36} * 10^{-9} \Rightarrow K_{SP} = 10^{\log 2.3} * 10^{-9}$$

$$K_{SP} = 2.3 * 10^{-9}$$

∴ الحاصل الايوني  $> K_{SP}$  لا يحصل ترسيب

### القسم الثالث :- اذا طلب حساب ادنى تركيز

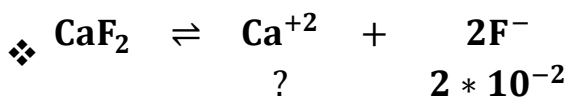
لحل هذا النوع من المسائل نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونكتب تركيز كل ايون تحت في المعادلة ثم نكتب قانون  $K_{SP}$  ونجد تركيز الايون المجهول

مثال 3 - 19 || اذا علمت ان تركيز ايون الفلوريد  $\text{F}^-$  في محلول يساوي  $2 * 10^{-2}$

احسب ادنى تركيز من ايون الكالسيوم يكون لازما وجوده في المحلول

لبدء ترسيب ملح فلوريد الكالسيوم  $\text{CaF}_2$  ( $K_{SP} = 4.9 * 10^{-11}$ )

✓ الحل || نكتب تركيز كل ايون تحت في المعادلة ثم نكتب قانون  $K_{SP}$  ونجد تركيز الايون المجهول  $\text{Ca}^{+2}$



$$K_{SP} = [\text{Ca}^{+2}][\text{F}^-]^2$$

$$4.9 * 10^{-11} = [\text{Ca}^{+2}][2 * 10^{-2}]^2 \Rightarrow [\text{Ca}^{+2}] = \frac{4.9 * 10^{-11}}{4 * 10^{-4}} = 1.23 * 10^{-7} \text{ M}$$





القسم الرابع :- يكون المطلوب حساب ادنى دالة حامضية PH

لحل هذا النوع من المسائل نكتب معادلة تفكك الملح الصحيح ونكتب تركيز كل ايون  
تحت في المعادلة ثم نكتب قانون  $K_{SP}$  ونجد تركيز الايون المجهول (دائماً الايون  
المجهول التركيز هنا هو OH) ثم نجد POH ثم PH

❖ تمرين 3 - 19 || ماهي اقل دالة حامضية (PH) لمحلول محوي ايون الحديد (III) بتركيز  
يساوي  $2 * 10^{-10}$  التي اذا تم الوصول اليها او تجاوزها يبدأ راسب  
هيدروكسيد الحديد (III) بالظهور في المحلول علماً ان  $K_{SP}$  لهيدروكسيد  
الحديد (III) تساوي  $5 * 10^{-38}$  علماً ان  $\sqrt[3]{250} = 6.3$  و  $\log 6.3 = 0.8$

✓ الحل ||



$$K_{SP} = [\text{Fe}^{+3}][\text{OH}^-]^3$$

$$5 * 10^{-38} = (2 * 10^{-10})[\text{OH}^-]^3$$

$$[\text{OH}^-]^3 = \frac{5 * 10^{-38}}{2 * 10^{-10}} = 2.5 * 10^{-28}$$

$$[\text{OH}^-]^3 = 250 * 10^{-30}$$

$$[\text{OH}^-] = 6.3 * 10^{-10}$$

$$\text{POH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$\text{POH} = -\log 6.3 * 10^{-10}$$

$$\text{POH} = -(\log 6.3 + \log 10^{-10})$$

$$\text{POH} = -(0.8 + (-10))$$

$$\text{POH} = -(-9.2) \Rightarrow \text{POH} = 9.2$$

$$\text{PH} = 14 - \text{POH}$$

$$\text{PH} = 14 - 9.2$$

$$\text{PH} = 4.8$$





## العوامل المؤثرة على الذوبانية

- ١- **درجة الحرارة** :- تزداد قابلية الذوبان لعظم الاملاح الشحيحة بزيادة درجة الحرارة وتختلف هذه الزيادة من مادة الى اخرى حسب قوى الترابط بين الجزيئات
- ٢- **تأثير الايون المشترك** :- تقل قابلية الذوبان بوجود الايون المشترك حسب قاعدة لوشاتلية ويمكن الاستفادة من هذه الظاهرة في التحكم بعملية ذوبان الرواسب .

### + القسم الخامس :- حساب الذوبانية بوجود الايون المشترك

✓ **ملاحظة** :- ممكن ان يطلب في السؤال حساب الذوبانية للملح الشحيح في الماء النقي هذا يعني **حساب ذوبانية الملح الشحيح لومدة** كما تعلمنا في القسم الاول

### لمل اسئلة حساب الذوبانية بوجود الايون المشترك تتبع الخطوات الاتية

- ١- **جد تركيز الالكتروليت المضاف عن طريق أ او ب او ج**
- أ- اذا اعطى كتلة للمضاف نجد تركيز من قانون

$$M_{\text{mol/L}} = \frac{m_g}{M_{\text{g/mol}} * V_L}$$

- ب- اذا اعطى حجم وتركيز كبير للمضاف (1M الى 10M) نجد تركيز الالكتروليت المضاف بعد الاضافة من

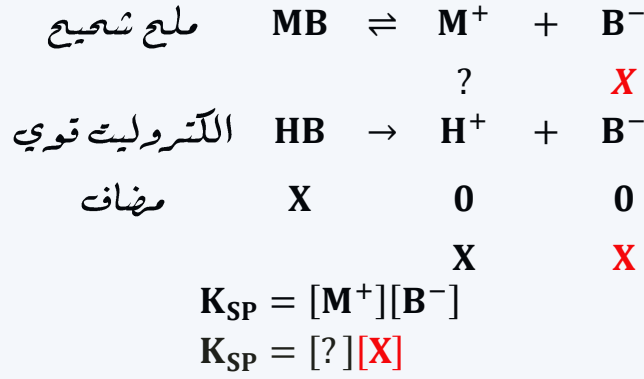
$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

للمضاف قبل
للمضاف
مجم محلول

الاضافة
بعد الاضافة
الملح الشحيح

- ج- اذا اعطى تركيز صغير فقط بدون حجم لا تجري عليه اي عملية
- ٢- نكتب معادلة تفلكه الملح الشحيح ونكتب تحتها معادلة تفلكه الالكتروليت القوي المضاف ونكتب تركيزه تحت المعادلة ونأخذ تركيز الايون المشترك القادم من القوي ونجعله للايون المشترك القادم من الضعيف ونحسب تركيز الايون الاخر للملح الشحيح غير المشترك .

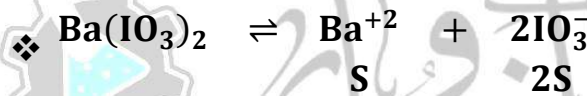




❖ مثال 3 - 20 || ماهي الذوبانية المولارية للملح يودات الباريوم  $Ba(IO_3)_2$   $S = S = S$  ( $K_{SP} = 1.57 * 10^{-9}$ )  
 أ- في الماء النقي .

ب- في محلول يودات البوتاسيوم  $KIO_3 * S$  تركيز 0.02M ثم قارن النتائج  
 • علما ان  $\sqrt[3]{0.4} = 0.73$

✓ الحل || أ- نحسب الذوبانية في الماء النقي (كما تعلمنا للملح الشحيح وحدة)



$K_{SP} = [Ba^{+2}][IO_3^-]^2$

$K_{SP} = (S)(2S)^2$

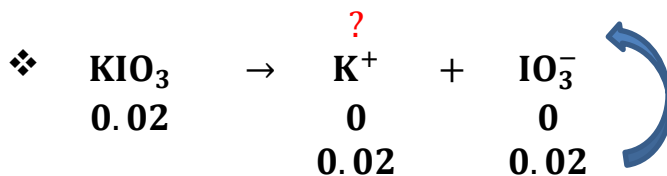
$K_{SP} = 4S^3$

$1.57 * 10^{-9} = 4S^3$

$S^3 = \frac{1.57 * 10^{-9}}{4} \Rightarrow S^3 = 0.4 * 10^{-9}$  بالجذر

$S = 0.73 * 10^{-3}$

ب- بوجود الايون المشترك



$K_{SP} = [Ba^{+2}][IO_3^-]^2$

$1.57 * 10^{-9} = [Ba^{+2}](0.02)^2$

$[Ba^{+2}] = \frac{1.57 * 10^{-9}}{0.0004} \Rightarrow [Ba^{+2}] = 3.9 * 10^{-6}M$

ذوبانية يودات الباريوم قلت بوجود الايون المشترك .







❖ تمرين 3 - 22 || قيمة ثابت حاصل الاذابة للملح فلوريد المغنيسيوم  $MgF_2$

$$K_{SP} = 6.5 * 10^{-9} \text{ تساوي}$$

أ- احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في الماء النقي

ب- احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF

(الكتروليت قوي) تركيزه (0.1 mol/L) ثم قارن النتيجةين

$$\sqrt[3]{1.63} = 1.18 \text{ علماً ان}$$

✓ الحل ||

أ- نحسب الذوبانية للملح الشحيح وعده



$$K_{SP} = [Mg^{+2}][F^{-}]^2$$

$$K_{SP} = (S)(2S)^2$$

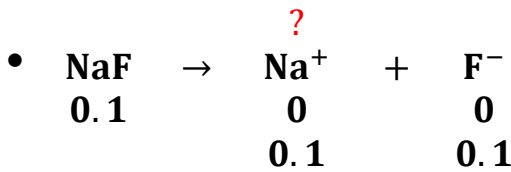
$$K_{SP} = 4S^3$$

$$6.5 * 10^{-9} = 4S^3$$

$$S^3 = \frac{6.5 * 10^{-9}}{4} \Rightarrow S^3 = 1.63 * 10^{-9} \text{ بالجذر}$$

$$S = 1.18 * 10^{-3}$$

ب- بوجود الايون المشترك



$$K_{SP} = [Mg^{+2}][F^{-}]^2$$

$$6.5 * 10^{-9} = [Mg^{+2}](0.1)^2$$

$$[Mg^{+2}] = \frac{6.5 * 10^{-9}}{0.01} \Rightarrow [Mg^{+2}] = 6.5 * 10^{-7} M$$

• تقل الذوبانية بوجود الايون المشترك





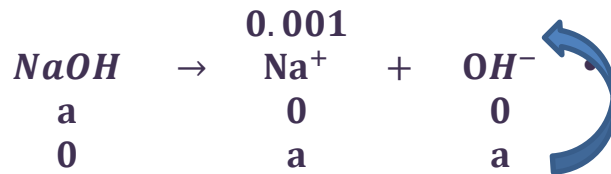
- ❖ **ملاحظة** | في بعض الالاميات يعطى مادتين في المحلول ويضيف لهما مادة تحوي ايون مشترك لهما ويكون المطلوب حساب اي المادتين تترسب اولاً بعد اضافة الايون المشترك
- ❖ لحل هكذا سؤالا نجد ذوبانية الايون المشترك مع كل مادة والتي تحتاج اقل تركيز من الايون المشترك تترسب اولاً

❖ **تمرين 3-20** | محلول حجمه لتر محتوي 0.001 mol من كل من ايونات  $Al^{+3}$  و  $Fe^{+3}$

اضيف اليه كمية من محلول  $NaOH$ . بين رياضياً ايها يترسب اولاً  $Al(OH)_3$  او

$K_{SP} Fe(OH)_3 = 5 * 10^{-38}$ ,  $K_{SP} Al(OH)_3 = 3.5 * 10^{-34}$  علماً ان

- ❖ **الحل** | نجد ذوبانية الايون المشترك مع كل مادة والافلك ذوبانية هو من يترسب اولاً

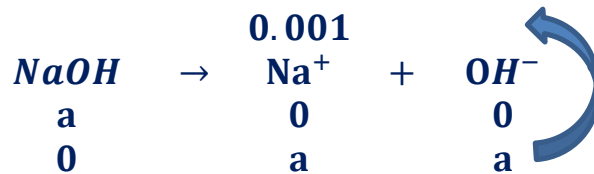


$$K_{SP} = [Al^{+3}][OH^{-}]^3$$

$$3.5 * 10^{-34} = (0.001)[OH^{-}]^3$$

$$[OH^{-}]^3 = \frac{3.5 * 10^{-34}}{0.001} = 0.35 * 10^{-30}$$

$$[OH^{-}] = 0.7 * 10^{-10}$$



$$K_{SP} = [Fe^{+3}][OH^{-}]^3$$

$$5 * 10^{-38} = (0.001)[OH^{-}]^3$$

$$[OH^{-}]^3 = \frac{5 * 10^{-38}}{0.001} = 50 * 10^{-36}$$

$$[OH^{-}] = 3.6 * 10^{-12}$$

$Fe(OH)_3$  يترسب اولاً لانه يحتاج تركيز ايون مشترك اقل من  $Al(OH)_3$

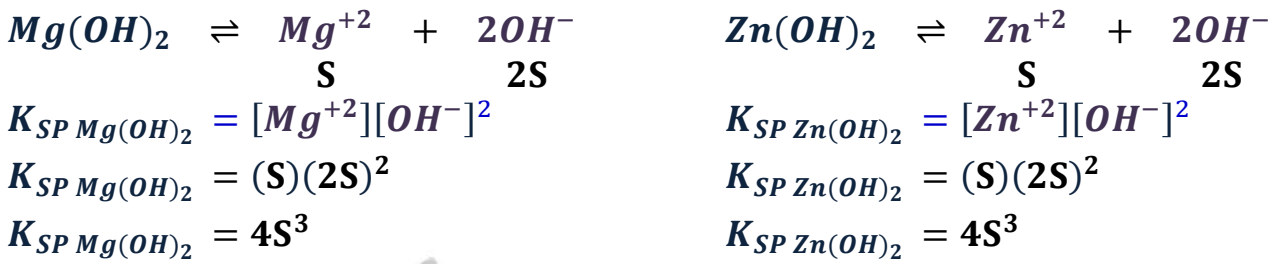




❖ تمرين 3 - 23 || محلول مشبع من  $Mg(OH)_2$  عجمه لتر ومحلول اخر مشبع من  $Zn(OH)_2$  ماعدد مولات  $NaOH$  الواجب اضافتها الى احد المحلولين لتصبح ذوبانية المحلولين متساوية ؟

علما ان  $K_{SP Zn(OH)_2} = 1.2 * 10^{-17}$  ,  $K_{SP Mg(OH)_2} = 1.8 * 10^{-11}$   
 علما ان  $\sqrt[3]{3} = 1.44$  و  $\sqrt[3]{4.5} = 1.6$

❖ **الحل** | نجد ذوبانية كل ملح من ثابت حاصل الاذابة الخاص به ثم نأخذ الملح الاكثر ذوبانية لخفض ذوبانيته الى  $1.44 * 10^{-9}$  نجد منه تركيز الايون المشترك ( $NaOH$ ) (نأخذ صيغة الملح الاكثر ذوبانية ونعوض له القيمة الاقل ذوبانية لأن الايون المشترك يقلل من ذوبانية الملح الصحيح)



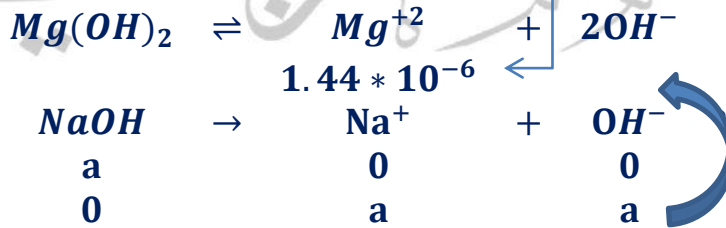
$$1.8 * 10^{-11} = 4S^3$$

$$S = 1.65 * 10^{-4}$$

$$1.2 * 10^{-17} = 4S^3$$

$$S = 1.44 * 10^{-6}$$

نلاحظ ان ذوبانية هي الاكبر  $Mg(OH)_2$



$$K_{SP Mg(OH)_2} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$$

$$1.8 * 10^{-11} = (1.44 * 10^{-6})[OH^-]^2$$

$$[OH^-]^2 = \frac{1.8 * 10^{-11}}{1.44 * 10^{-6}} = 12.5 * 10^{-6}$$

$$[OH^-] = 0.003 M = [NaOH]$$

بما ان الحجم لتر واحد n = M

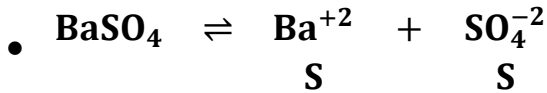




❖ سؤال 3 - 15 || ما ذوبانية  $BaSO_4$  في محلول مائي مشبع منه علماً ان  
 $K_{SP} = 1.6 * 10^{-10}$  وما ذوبانيته بعد اضافة 1ml من  $H_2SO_4$  تركيزه 10M الى لتر من  
 المحلول المشبع منه علماً ان  $\sqrt{1.6} = 1.26$

✓ الحل ||

أ- نجد ذوبانية الملح المشبع في محلوله المشبع



$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = (S)(S)$$

$$K_{SP} = S^2$$

$$1.6 * 10^{-10} = S^2 \quad \text{بالجذر}$$

$$S = 1.26 * 10^{-5}$$

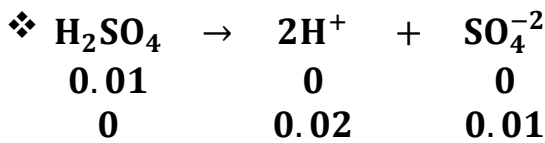
ب- نجد ذوبانية الملح المشبع بوجود الايون المشترك

• نلاحظ اعطى حجم وتركيز كبير للمضاف لذلك

$$1- M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10 * 1 = M_2 * 1000ml \quad \leftarrow 1L = 1000ml$$

$$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01M$$



$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$1.6 * 10^{-10} = [Ba^{+2}] * (0.01)$$

$$[Ba^{+2}] = \frac{1.6 * 10^{-10}}{0.01}$$

$$\text{❖ } [Ba^{+2}] = 1.6 * 10^{-8}M$$





❖ سؤال 3 - 19 | احسب الذوبانية المولارية (mol/L) والذوبانية بدلالة (g/L) للملح

كبريتات الفضة  $Ag_2SO_4$  ( $M = 314$  g/mol) و  $PK_{SP} = 4.92$

أ- في الماء النقي

ب- في محلول  $0.15$  M كبريتات البوتاسيوم  $K_2SO_4$

• علمان  $\log 1.2 = 0.08$  ,  $\sqrt[3]{3} = 1.4$  ,  $\sqrt{20} = 4.4$

✓ الحل ||

أ- نحسب الذوبانية المولارية للملح الشحيح وعده ثم نحسب الذوبانية الغرامية g/L

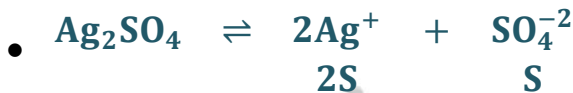
•  $K_{SP} = 10^{-PK_{SP}}$

$K_{SP} = 10^{4.92} \Rightarrow K_{SP} = 10^{-4.92+5-5}$

$K_{SP} = 10^{0.08-5} \Rightarrow K_{SP} = 10^{0.08} * 10^{-5}$

$K_{SP} = 10^{\log 1.2} * 10^{-5}$

$K_{SP} = 1.2 * 10^{-5}$



$K_{SP} = [Ag^+]^2[SO_4^{2-}]$

$K_{SP} = (2S)^2(S)$

$1.2 * 10^{-5} = 4S^3$

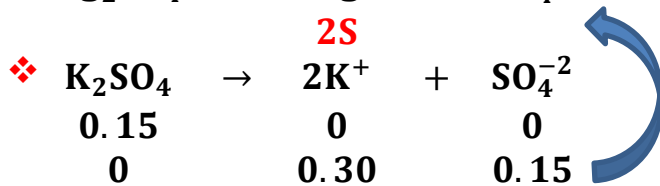
$S^3 = \frac{1.2 * 10^{-5}}{4} \Rightarrow S^3 = \frac{12 * 10^{-6}}{4} = 3 * 10^{-6}$

$S = 1.4 * 10^{-2} \Leftrightarrow S = 0.014$  mol

•  $S_{g/L} = S_{mol/L} * M_{g/mol}$

$S_{g/L} = 0.014 * 314 = 4.396$  g/L

ب- نجد الذوبانية المولارية بوجود الايون المشترك ثم الذوبانية الغرامية ب g/L



$K_{SP} = [Ag^+]^2[SO_4^{2-}]$

$1.2 * 10^{-5} = (2S)^2(0.15)$

$4S^2 = \frac{1.2 * 10^{-5}}{0.15} \Rightarrow 4S^2 = 8 * 10^{-5} \Rightarrow S^2 = \frac{8 * 10^{-5}}{4} \Rightarrow S^2 = 2 * 10^{-5}$

$S^2 = 20 * 10^{-6}$  بالجذر  $\Rightarrow S = 4.4 * 10^{-3}$

$S_{g/L} = S_{mol/L} * M_{g/L}$

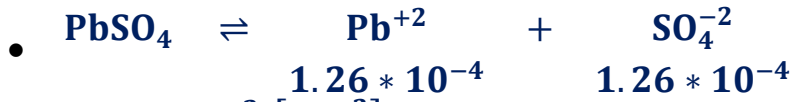
$S_{g/L} = 4.4 * 10^{-3} * 314 = 1.38$  g/L





تمرين 3 - 18 || احسب PH لمحلول حامض الكبريتيك قبل وبعد اضافة 1 ml منه الى لتر من محلول مشبع  $PbSO_4$  لتغيير ذوبانيه المحلول المشبع من  $1.26 \times 10^{-4}M$  الى  $3.2 \times 10^{-6}M$  ؟

الحل || نحسب Ksp للمحلول المشبع قبل الاضافة ثم نجد تركيز الأيون المشترك  $H_2SO_4$  بعد الاضافة وقبل الاضافة ثم نحسب PH للحالتين



$$K_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = (S)(S)$$

$$K_{SP} = S^2$$

$$K_{SP} = (1.26 \times 10^{-4})^2$$

$$K_{SP} = 1.6 \times 10^{-8}$$



$$3.2 \times 10^{-6}M$$



$$\begin{array}{ccc} a & 0 & 0 \\ 0 & 2a & a \end{array}$$

$$K_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$1.6 \times 10^{-8} = 3.2 \times 10^{-6}M * (a)$$

$$a = \frac{1.6 \times 10^{-8}}{3.2 \times 10^{-6}M} = 0.005M = [SO_4^{-2}]$$

$$[H^+] = 2a = 2 * 0.005 = 0.01M$$

$$PH = -\log[H^+]$$

$$PH = -\log 10^{-2} \Rightarrow PH = -(-2) \Rightarrow PH = 2$$

نحسب تركيز الحامض قبل الاضافة M1

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$M_1 * 1 = 0.005 * 1000ml \leftarrow 1L = 1000ml$$

$$M_1 = \frac{5}{1} = 5M$$



$$\begin{array}{ccc} 5 & 0 & 0 \\ 0 & 10 & 5 \end{array}$$

$$PH = -\log[H^+]$$

$$PH = -\log 10 \Rightarrow PH = -(1) \Rightarrow PH = -1$$

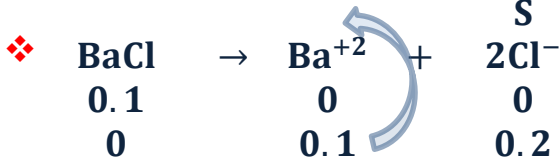




❖ سؤال 3 - 21 || ماذوبانية ملح كرومات الباريوم  $BaCrO_4$  في محلول يكون في تركيز كلوريد الباريوم  $BaCl_2$  (الكتروليت قوي) يساوي  $0.1M$  ؟

❖ اذا علمت ان  $K_{SP}(BaCrO_4) = 1.2 * 10^{-10}$

✓ الحل || المطلوب إيجاد الذوبانية بوجود الايونات المشتركة فقط



$$K_{SP} = [Ba^{+}][CrO_4^{-2}]$$

$$1.2 * 10^{-10} = (0.1)(S)$$

$$S = \frac{1.2 * 10^{-10}}{0.1}$$

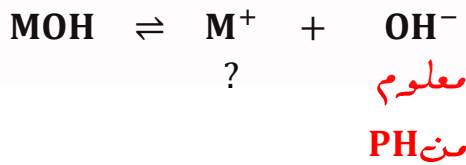
$$S = 1.2 * 10^{-9}$$

### ٣- تأثير الأَس الهيدروجيني

تزداد ذوبانية الاملاح السميعة الحاوية على  $(OH^{-})$  عند اضافة حامض  $(H^{+})$  حيث تتحد  $(H^{+})$  مع  $(OH^{-})$  من الملح لتكوين جزي ماء وتقل ذوبانية الاملاح السميعة الحاوية على  $(OH^{-})$  عند اضافة قاعدة  $(OH^{-})$  بسبب وجود الايونات المشتركة

القسم السادس : عندما يعطي PH ويطلب ذوبانية ملح شحيح

لحل هذا النوع من الاسئلة من PH نجد POH ثم نجد  $(OH^{-})$  حيث ان الملح يجب ان يكون حاويا على  $(OH^{-})$  ونجد تركيز الايونات الاخر



$$K_{SP} = [M^{+}][OH^{-}]$$

$$[M^{+}] = \frac{K_{SP}}{[OH^{-}]}$$





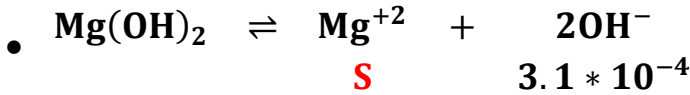
❖ مثال 3 - 21 | احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنيسيوم  $K_{SP} = 1.8 * 10^{-11}$

في محلول مائي ثبتت درجة حموضته عند  $PH = 10.5$

علما ان  $\log 3.1 = 0.5$

✓ الحل || من  $PH$  نجد  $POH$  ثم نجد  $[OH^-]$  ونجد تركيز الايون الاخر (ذوبانية  $Mg$ )

- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 10.5 = 3.5$   
 $[OH^-] = 10^{-POH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3.5}$   
 $[OH^-] = 10^{-3.5+4-4} \Rightarrow [OH^-] = 10^{0.5-4}$   
 $[OH^-] = 10^{0.5} * 10^{-4} \Rightarrow [OH^-] = 10^{\log 3.1} * 10^{-4}$   
 $[OH^-] = 3.1 * 10^{-4}$



$$K_{SP} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$$

$$1.8 * 10^{-11} = (S) * (3.1 * 10^{-4})^2$$

$$S = \frac{1.8 * 10^{-11}}{9.61 * 10^{-8}} = 1.9 * 10^{-4}$$

❖ تمرين 3 - 24 || احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين في محلول ثبتت حموضته عند:

(أ)  $PH = 6$  (ب)  $PH = 9$

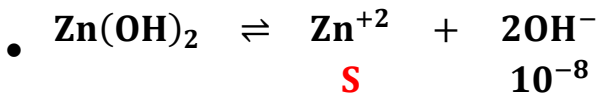
❖ اذا علمت ان  $K_{SP}(Zn(OH)_2) = 1.2 * 10^{-17}$  ثم ناقش النتائج .

✓ الحل || (أ)  $PH = 6$

من  $PH$  نجد  $POH$  ثم نجد  $[OH^-]$  ثم نجد تركيز الايون الاخر (ذوبانية  $Zn$ )

- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 6 = 8$

$$[OH^-] = 10^{-PH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-8}$$



- $K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$   
 $1.2 * 10^{-17} = (S)(10^{-8})^2$

$$S = \frac{1.2 * 10^{-17}}{10^{-16}} = 1.2 * 10^{-1} M = 0.12 M$$





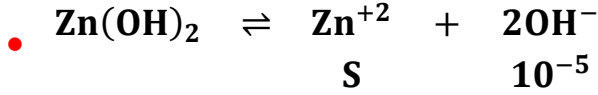


$$PH = 9 \text{ (ب)}$$

من PH نجد POH ثم نجد  $[OH^-]$  ثم نجد تركيز الايونات الاخرى (ذوبانية Zn)

$$\bullet \text{ POH} = 14 - PH \Rightarrow \text{POH} = 14 - 9 = 5$$

$$[OH^-] = 10^{-\text{POH}} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-5}$$



$$K_{SP} = [\text{Zn}^{+2}][\text{OH}^-]^2$$

$$1.2 * 10^{-17} = (S)(10^{-5})^2$$

$$S = \frac{1.2 * 10^{-17}}{10^{-10}} = 1.2 * 10^{-7} \text{ M}$$

نلاحظ قلت الذوبانية بزيادة PH المحلول

## حل مسائل المنج و الاضافات (التخفيف)

هناك عدة انواع من الاضافات منها :

- ١- اضافة الكتروليت قوي الى ماء
- ٢- اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت قوي
- ٣- اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت ضعيف

النوع الاول :- اضافة الكتروليت قوي الى الماء

الالكتروليت القوي (حامض قوي او قاعدة قوية)

• حل هذا النوع من الاسئلة (دائما المطلوب حساب PH)

١- نجد تركيز الالكتروليت القوي بعد الاضافة من خلال قانون التخفيف

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

مجموع الماء للالكتروليت القوي بعد الاضافة للالكتروليت القوي قبل الاضافة

٢- نكتب معادلة تفلك الالكتروليت القوي ونجد تركيز  $H^+$  اذا كانت المضافات حامض

قوي ونجد تركيز  $OH^-$  اذا كانت المضافات قاعدة قوية ثم نجد PH

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

للماء المستخرج

ملاحظة : اذا طلب التغير في PH دائما (PH = 7) للماء





❖ سؤال 3 - 2 | جد مقدار التغير في قيمة PH الماء عند اضافة لتر من المحاليل الاتية

١- 1ml من HCl تركيزه 10M

٢- 1ml من NaOH تركيزه 10M

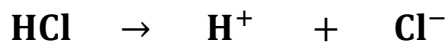
✓ الحل ||

١- 1ml من HCL تركيزه 10M

1-  $M_1V_1 = M_2V_2$

$10M * 1ml = M_2 * 1000ml$  ← حجم الماء 1L = 1000ml

$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01M$



2-  $0.01 \quad 0 \quad 0$   
 $0 \quad 0.01 \quad 0.01$

$[H^+] = 0.01M \Leftrightarrow [H^+] = 10^{-2}$

$PH = -\log[H^+] \Rightarrow PH = -\log 10^{-2}$

$PH = -(-2) \Rightarrow PH = 2$

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$\Delta PH = 2 - 7 = -5$

٢- 1ml من NaOH تركيزه 10M

1-  $M_1V_1 = M_2V_2$

$10M * 1ml = M_2 * 1000ml$  ← حجم الماء 1L = 1000ml

$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01M$



2-  $0.01 \quad 0 \quad 0$   
 $0 \quad 0.01 \quad 0.01$

$[OH^-] = 0.01M \Leftrightarrow [OH^-] = 10^{-2}$

$POH = -\log[OH^-] \Rightarrow POH = -\log 10^{-2}$

$POH = -(-2) \Rightarrow POH = 2$

$PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 2 = 12$

$PH = 12$

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$\Delta PH = 12 - 7 = 5$





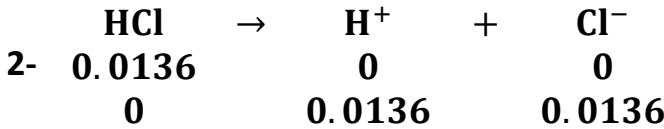
❖ سؤال 3 - 28 احسب قيمة الاس الهيدروجيني لمحلول ناتج من تخفيف 1ml من 13.6 حامض الهيدروكلوريك الى لتر من الماء علماً ان  $\log 136 = 2.133$

✓ الحل ||

1-  $M_1V_1 = M_2V_2$

$13.6 M * 1ml = M_2 * 1000ml$  ← مجم الماء 1L = 1000ml

$M_2 = \frac{13.6}{1000} = 0.0136M$



$[H^+] = 0.0136M \Leftrightarrow [H^+] = 136 * 10^{-4}$

$PH = -\log[H^+]$

$PH = -\log 136 * 10^{-4}$

$PH = -(\log 136 + \log 10^{-4})$

$PH = -(2.133 + (-4))$

$PH = -(-1.867)$

$PH = 1.867$

النوع الثاني: اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت قوي

( اضافة حامض قوي الى قاعدة قوية وبالعكس )

• لحل هذا النوع من الاسئلة ( دائماً المطلوب حساب PH )

١- نحسب  $V_2 \Leftarrow V_2 = V_{\text{الحامض}} + V_{\text{القاعدة}}$

٢- أ- نجد تركيز الحامض القوي بعد الاضافة من خلال

$M_1V_1$	=	$M_2$	$V_2$
للحامض قبل		للحامض	
الاضافة		بعد الاضافة	

ب- نجد تركيز القاعدة القوية بعد الاضافة

$M_1V_1$	=	$M_2$	$V_2$
للقاعدة قبل		للقاعدة	
الاضافة		بعد الاضافة	





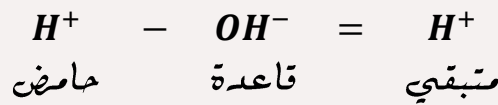
٣- نكتب معادلة تفكك الحامض القوي والقاعدة القوية (بعد الاضافة) ونجد  $[OH^-]$ ,  $[H^+]$



يعني الناتج ملح متعادك نقول  $PH = 7$  (انتهى الحل)

ب- اذا كان  $OH^- \neq H^+$  نطرح الصغير من الكبير ونجد  $PH$  للمتبقي حيث :  
 حامض قاعدة

١- اذا كان  $OH^- < H^+$  نقول  
 حامض قاعدة



$$PH = -\log[H^+_{\text{متبقي}}]$$

٢- اذا كان  $OH^- > H^+$  نقول  
 قاعدة حامض



$$POH = -\log[OH^-_{\text{متبقي}}]$$

$$PH = 14 - POH$$

❖ سؤال 3 - 24 | احسب قيمة  $PH$  لمحلول ناتج من مزج  $26ml$  من  $0.2M$  هيدروكسيد

الصوديوم مع  $50ml$  من  $0.1M$  حامض الهيدروكلوريك

$$\log 2.7 = 0.43$$

علما ان

✓ الحل || المطلوب إيجاد  $PH$  لمحلول ناتج من اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت قوي فحل حسب الخطوات

$$1- V_2 = V_{\text{حامض}} + V_{\text{قاعدة}}$$

$$V_2 = 50ml + 26ml = 76ml$$

$$2- M_1V_1 = M_2V_2 \quad \text{نجد تركيز الحامض بعد الاضافة}$$

$$0.1 * 50 = M_2 * 76$$

$$M_2 = \frac{0.1 * 50}{76} = 0.0657$$

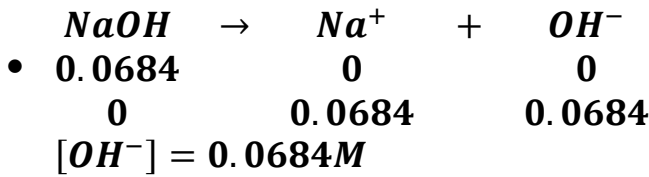
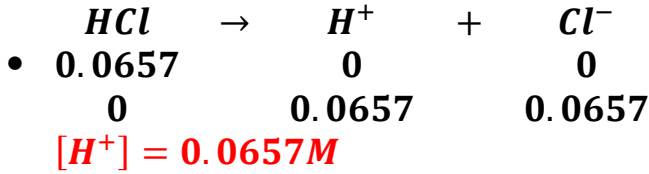




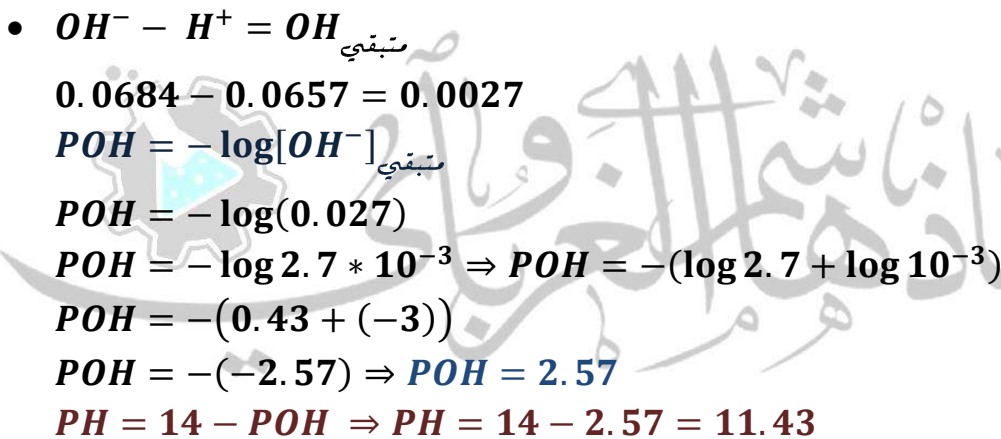
$M_1V_1 = M_2V_2$  نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة

$$0.2 * 26 = M_2 * 76$$

$$M_2 = \frac{0.2 * 26}{76} = 0.0684$$



❖ بما انه  $H < OH$





**النوع الثالث :-** اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت ضعيف  
(مزيج حامض قوي مع قاعدة ضعيفة او العكس)

✓ لحل هذا النوع من الاسئلة

$$V_2 = V_{\text{القاعدة}} + V_{\text{الحامض}} \quad \Leftarrow \quad \text{نحسب } V_2$$

٢- أ- نجد تركيز الحامض بعد الاضافة من خلال

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

للحامض قبل الاضافة      للحامض بعد الاضافة

ب- نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

للقاعدة قبل الاضافة      للقاعدة بعد الاضافة

$$M_2 = M_2$$

أ- اذا كانت حامض قاعدة      يكون المزيج الناتج ملح للقوي

( ملح للقوي : اذا كان الحامض قوي يكون ملح حامضي واذا القاعدة قوية يكون ملح قاعدي ) وتركيز الملح هو تركيز الحامض او القاعدة ونحل حسب نوع الملح .

$$M_2 \neq M_2$$

ب- اذا كانت حامض قاعدة      حيث سيكون تركيز الطرف الضعيف دائما اكبر

يكون المزيج الناتج هو محلول بفر حسب نوع بفر

متبقي من الالكتروليت الضعيف + ملح للالكتروليت القوي → الكتروليت ضعيف + الكتروليت قوي .

المتبقي من الالكتروليت الضعيف = تركيز الالكتروليت الضعيف - تركيز الالكتروليت القوي

تركيز ملح الالكتروليت القوي = تركيز الالكتروليت القوي





❖ **سؤال 3 - 22** | كم ستكون قيمة **PH** المحلول الناتج من مزيج من **20ml** من **0.2M** هيدروكسيد الصوديوم **NaOH** مع **50ml** من **0.1M** حامض الخليك

$$K_a(CH_3COOH) = 1.8 * 10^{-5} \text{ علما ان}$$

$$\log 1.8 = 0.26 , \log 4 = 0.6 \text{ علما ان} \quad \text{❖}$$

✓ **الحل** || نلاحظ المحلول الناتج من مزيج الكتروليت قوي مع الكتروليت ضعيف

$$1- V_2 = V_{\text{حامض}} + V_{\text{قاعدة}}$$

$$V_2 = 50ml + 20ml = 70ml$$

$$2- M_1V_1 = M_2V_2 \quad \text{نجد تركيز الحامض بعد الاضافة}$$

$$0.1 * 50 = M_2 * 70$$

$$M_2 = \frac{0.1 * 50}{70} = 0.071M$$

$$M_1V_1 = M_2V_2 \quad \text{نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة}$$

$$0.2 * 20 = M_2 * 70$$

$$M_2 = \frac{0.2 * 20}{70} = 0.057M$$

$$3- M_2 \neq M_2$$

قاعدة      حامض

• نلاحظ ان تركيز الحامض اكبر من تركيز القاعدة القوية لذلك يكون الناتج محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي



$$\text{❖ } PH = PK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$\text{❖ } PK_a = -\log K_a \Rightarrow PK_a = -\log 1.8 * 10^{-5}$$

$$PK_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5}) \Rightarrow PK_a = -(0.26 + (-5)) = 4.74$$

$$PH = 4.74 + \log \frac{0.057}{0.014}$$

$$PH = 4.74 + 0.6$$

$$PH = 5.34$$





❖ سؤال 3 - 23 | عند اضافة 25ml من 0.2M محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH الى 50ml من 0.1 M حامض الخليك CH<sub>3</sub>COOH ماذا ستكون قيمة الالاس الهيدروجيني PH للمحلول الناتج ؟

علماء ان  $K_a(CH_3COOH) = 1.8 * 10^{-5}$  علما ان  $\log 6.66 = 0.82, \log 1.8 = 0.26$

✓ الحل || نلاحظ ان المحلول ناتج من مزج الكتروليت قوي مع الكتروليت ضعيف

1-  $V_2 = V_{\text{حامض}} + V_{\text{قاعدية}}$

$$V_2 = 50ml + 25ml = 75ml$$

2-  $M_1V_1 = M_2V_2$  نجد تركيز الحامض بعد الاضافة

$$0.1 * 50 = M_2 * 75$$

$$M_2 = \frac{0.1 * 5}{75} = 0.0666M$$

$M_1V_1 = M_2V_2$  نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة

$$0.2 * 25 = M_2 * 75$$

$$M_2 = \frac{0.2 * 25}{75} = 0.0666M$$

3-  $M_2 = M_2$   
قاعدية حامض

• تركيز الحامض يساوي تركيز القاعدة لذا الناتج ملح للقوي (ملح قاعدي) نحل باستخدام قانون الملح القاعدي

❖  $PH = \frac{1}{2} [PK_W + PK_a + \log C]$

•  $PK_a = -\log K_a \Rightarrow PK_a = -\log 1.8 * 10^{-5}$

$$PK_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$$

$$PK_a = 4.74$$

•  $\log C = \log 0.0666 \Rightarrow \log C = \log 6.66 * 10^{-2}$

$$\log C = \log 6.66 + \log 10^{-2} \Rightarrow \log C = 0.82 + (-2)$$

$$\log C = -1.18$$

$$PH = \frac{1}{2} [14 + 4.74 + (-1.18)]$$

$$PH = \frac{1}{2} [18.74 - 1.18]$$

$$PH = 8.78$$







❖ سؤال 3 - 6 | ما قيمة PH لكل من المحاليل المحضرة بإضافة 10ml من HCl تركيزه 0.1 M الى

١- 10ml من NaOH تركيزه 0.1 M

٢- 15ml من NaOH تركيزه 0.1 M

٣- 10ml من NH<sub>3</sub> تركيزه 0.1 M

٤- 15ml من NH<sub>3</sub> تركيزه 0.1 M

❖ علما ان ثابت تفلكه الامونيا  $K_b = 1.8 * 10^{-5}$

❖ علما ان :  $\log 5 = 0.7, \log 1.8 = 0.26, \log 2 = 0.3$

✓ الحل ||

١- اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت قوي

$$2- V_2 = V_{\text{حامض}} + V_{\text{قاعدة}}$$

$$V_2 = 10ml + 10ml = 20ml$$

3-  $M_1V_1 = M_2V_2$  نجد تركيز الحامض بعد الاضافة

$$0.1 * 10 = M_2 * 20$$

$$M_2 = \frac{0.1 * 10}{20} = 0.05M$$

$M_1V_1 = M_2V_2$  نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة

$$0.1 * 10 = M_2 * 20$$

$$M_2 = \frac{0.1 * 10}{20} = 0.05M$$

4-  $M_2 = M_2$   
حامض قاعدة

❖ الناتج ملح متعادل  $PH = 7$

٢- اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت قوي

$$1- V_2 = V_{\text{حامض}} + V_{\text{قاعدة}}$$

$$V_2 = 10ml + 15ml = 25ml$$

2-  $M_1V_1 = M_2V_2$  نجد تركيز الحامض بعد الاضافة

$$0.1 * 10 = M_2 * 25$$

$$M_2 = \frac{0.1 * 10}{25} = 0.04M$$

$M_1V_1 = M_2V_2$  نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة

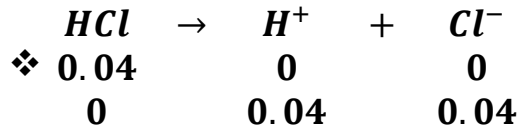
$$0.1 * 15 = M_2 * 25$$

$$M_2 = \frac{0.1 * 15}{25} = 0.06M$$

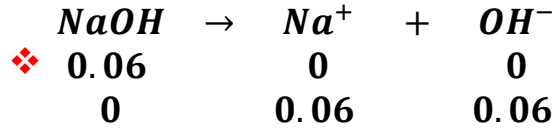




3-  $M_2 \neq M_2$   
قاعدة      حامض



$[H^+] = 0.04M$



$[OH^-] = 0.06M$

•  $OH^- - H^+ = OH^-$  متبقي  $[H^+] < [OH^-]$  بما ان  
 $0.06 - 0.04 = 0.02 \Rightarrow [OH^-]_{\text{متبقي}} = 2 * 10^{-2}$

•  $POH = -\log[OH^-]_{\text{متبقي}}$   
 $POH = -\log 2 * 10^{-2} \Rightarrow POH = -(\log 2 + \log 10^{-2})$

$POH = -(0.3 + (-2))$

$POH = -(-1.7) \Rightarrow POH = 1.7$

•  $PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 1.7 = 12.3$

3- اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت الضعيف

1-  $V_2 = V_{\text{حامض}} + V_{\text{قاعدة}}$

$V_2 = 10ml + 10ml = 20ml$

2-  $M_1V_1 = M_2V_2$  نجد تركيز الحامض بعد الاضافة

$0.1 * 10 = M_2 * 20$

$M_2 = \frac{0.1 * 10}{20} = 0.05M$

$M_1V_1 = M_2V_2$  نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة

$0.1 * 10 = M_2 * 20$

$M_2 = \frac{0.1 * 10}{20} = 0.05M$

3-  $M_2 = M_2$   
قاعدة      حامض

تركيز الحامض القوي يساوي تركيز القاعدة الضعيفة المحلول الناتج هو ملح حامضي  $C = 0.05M$





$$\diamond PH = \frac{1}{2} [PK_W - PK_b - \log C]$$

$$\bullet PK_b = -\log K_b \Rightarrow PK_b = -\log 1.8 * 10^{-5}$$

$$PK_b = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$$

$$PK_b = 4.74$$

$$\bullet \log C = \log 0.05 \Rightarrow \log C = \log 5 * 10^{-2}$$

$$\log C = \log 5 + \log 10^{-2} \Rightarrow \log C = 0.7 + (-2)$$

$$\log C = -1.3$$

$$PH = \frac{1}{2} [14 - 4.74 - (-1.3)]$$

$$PH = \frac{1}{2} [9.26 + 1.3] \Rightarrow PH = \frac{1}{2} [10.56]$$

$$PH = 5.28$$

### ٤- اضافة الكتروليت قوي الى الكتروليت ضعيف

$$1- V_2 = V_{\text{حامض}} + V_{\text{قاعدة}}$$

$$V_2 = 10ml + 15ml = 25ml$$

$$2- M_1V_1 = M_2V_2 \quad \text{نجد تركيز الحامض بعد الاضافة}$$

$$0.1 * 10 = M_2 * 25$$

$$M_2 = \frac{0.1 * 10}{25} = 0.04M$$

$$M_1V_1 = M_2V_2 \quad \text{نجد تركيز القاعدة بعد الاضافة}$$

$$0.1 * 15 = M_2 * 25$$

$$M_2 = \frac{0.1 * 15}{25} = 0.06M$$

$$3- M_2 \neq M_2$$

$$\text{قاعدة} \quad \text{حامض}$$

❖ نلاحظ ان تركيز القاعدة الضعيفة اكبر من تركيز الحامض القوي لذلك يكون المحلول الناتج هو بفر

مكون من قاعدة ضعيفة (الامونيا) وملحها الحامض ( $NH_4Cl$ )



$$0.04 \quad 0.06 \quad 0.04 \quad 0.02$$

$$POH = PK_b + \log \frac{[salt]}{[base]} \quad \diamond$$

$$POH = 4.74 + \log \frac{0.04}{0.02}$$

$$POH = 4.74 + \log 2$$

$$POH = 4.74 + 0.3$$

$$POH = 5.04$$

$$PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 5.04 = 8.96$$





سؤال 3 - 1 | العادلة الاتية تبين حالة الاتزان بين جزئيات الماء وايوناته :



(أ) هل يتأثر اتزان النظام بتغير درجة الحرارة

(ب) ما قيمة ثابت الحاصل الايوني للماء عند درجة حرارة  $25^\circ C$  وكم هو تركيز

ايون الهيدروجين وتركيز ايون الهيدروكسيد في الماء النقي

✓ الحل ||

(أ) نعم يتأثر

(ب) الحاصل الايوني للماء =  $1 * 10^{-14}$

$$1 * 10^{-7} = [H^+]$$

$$1 * 10^{-7} = [OH^-]$$

❖ سؤال 3 - 5 | اختر الجواب الصحيح :

١- ان عدد ملي غرامات يودات الباريوم ( $K_{sp} = 1.57 * 10^{-9}, M = 487 g/mol$ ) التي

يمكن ان تذوب في 150ml من الماء النقي هي :

(أ) 34.4 mg

(ب) 44.4mg

(ج) 53.4mg

٢- التراكيز المولارية لايونات  $Na^+$ ,  $SO_4^{2-}$  في محلول مائي من كبريتات الصوديوم تركيزه

يساوي 0.4 هي :

(أ)  $[Na^+] = 0.4 M, [SO_4^{2-}] = 0.4 M$

(ب)  $[Na^+] = 0.2 M, [SO_4^{2-}] = 0.4 M$

(ج)  $[Na^+] = 0.8 M, [SO_4^{2-}] = 0.4 M$

٣- قيم  $POH, PH$  لمحلول 0.05M هيدروكسيد الصوديوم هي :

(أ)  $POH = 12.7, PH = 1.3$

(ب)  $POH = 7.0, PH = 7.0$

(ج)  $POH = 1.3, PH = 12.7$

٤- ان قيمة  $POH$  لمحلول نترات الامونيوم المائية بتركيز 0.5 M تساوي :

(أ) 7.00 (ب) 9.22 (ج) 4.78





سؤال 3 - 7 | أكمل الفراغات في الجدول الاتي :

POH	PH	$[OH^-]$	$[H_3O^+]$	محلوك
13.18	0.82	$6.6 \times 10^{-14}$	0.15	حامض قوي $0.15 M HI$
11.99	2.01	$1.02 \times 10^{-12}$	$9.7 \times 10^{-3}$	حامض ضعيف $0.15M HF$
1.22	12.78	0.06	$9.6 \times 10^{-13}$	قاعدة قوية $0.06 M RbOH$
1.00	13	0.1	$1 \times 10^{-13}$	قاعدة قوية $0.05 M Ca(OH)_2$
2.44	11.56	$3.6 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-12}$	قاعدة ضعيفة $0.75 M NH_4OH$

✓ علما ان ثابت تفكك الامونيا  $1.8 \times 10^{-5}$  وثابت تفكك فلوريد الهيدروجين  $6.5 \times 10^{-4}$

سؤال 3 - 8 | أكمل الفراغات في الجدول الاتي

$[H_3O^+]$	PH	$[OH^-]$	POH	رقم المحلول
$1.45 \times 10^{-4}$	3.84	$6.8 \times 10^{-11}$	10.16	.١
$2.4 \times 10^{-13}$	12.61	$4.07 \times 10^{-3}$	1.39	.٢
$7.9 \times 10^{-12}$	11.10	$1.26 \times 10^{-3}$	2.90	.٣
$2.9 \times 10^{-5}$	4.53	$3.39 \times 10^{-10}$	9.47	.٤

سؤال 3 - 9 | أكمل الفراغات في الجدول الاتي :

$PK_{SP}$	$K_{SP}$	الذوبانية	الملح
49.22	$6.0 \times 10^{-50}$	$3.9 \times 10^{-17} (mol/L)$	$Ag_2S$
4.06	$8.7 \times 10^{-5}$	1.05 (g/L)	$MgC_2O_4$
93.49	$3.23 \times 10^{-94}$	$1.35 \times 10^{-19} (mol/L)$	$Sb_2S_3$
7.81	$1.5 \times 10^{-8}$	0.02 (g/L)	$ZnSO_4$





### حل اسئلة الفصل الثالث

السؤال	رقم الصفحة باللمزة	السؤال	رقم الصفحة باللمزة
س ١	موجود ص ( ٧٩ )	س ٢٠	موجود ص ( ٥٣ )
س ٢	موجود ص ( ٦٩ )	س ٢١	موجود ص ( ٦٦ )
س ٣	موجود ص ( ٣٠ )	س ٢٢	موجود ص ( ٧٤ )
س ٤	موجود ص ( ٢٢ )	س ٢٣	موجود ص ( ٧٥ )
س ٥	موجود ص ( ٧٩ )	س ٢٤	موجود ص ( ٧١ )
س ٦	موجود ص ( ٧٦ )	س ٢٥	موجود ص ( ٢٣ )
س ٧	موجود ص ( ٨٠ )	س ٢٦	موجود ص ( ١٣ )
س ٨	موجود ص ( ٨٠ )	س ٢٧	موجود ص ( ٥٤ )
س ٩	موجود ص ( ٨٠ )	س ٢٨	موجود ص ( ٧٠ )
س ١٠	موجود ص ( ١٢ )	س ٢٩	موجود ص ( ٥٧ )
س ١١	موجود ص ( ٤٥ )		
س ١٢	موجود ص ( ٤٦ )		
س ١٣	موجود ص ( ٤٦ )		
س ١٤	موجود ص ( ٤٨ )		
س ١٥	موجود ص ( ٦٣ )		
س ١٦	موجود ص ( ٣١ )		
س ١٧	موجود ص ( ١٢ )		
س ١٨	موجود ص ( ٤٨ )		
س ١٩	موجود ص ( ٦٤ )		





## الأسئلة الوزارية الخاصة بالفصل الثالث من ٢٠١٣ الى ٢٠١٧

### تمريدي 2013

- ✚ عرف محلول بفر
- ✚ هيدروكسيد الباريوم  $Ba(OH)_2$  بتركيز 0.05M فأنت PH له يساوي .....
- ✚ تمرين 3-13

### دور اول 2013

- ✚ عرف محلول بفر
- ✚ علك | عند اذابة املاح مشتقة من قواعد قوية وموامض ضعيفة في الماء يكون المحلول الناتج قاعدي
- ✚ تمرين 3-12
- ✚ سؤالك 3-29

### دور ثاني 2013

- ✚ علك تكون المحاليل المائية للأملاح الموامض والقواعد القوية متعادلة
- ✚ سؤالك 3-13
- ✚ تمرين 3-22

### دور ثالث 2013

- ✚ علك تزداد درجة التأيين الضعيف عند التخفيف
- ✚ سؤالك 3-27
- ✚ سؤالك 3-18
- ✚ سؤالك 3-21





تمهيد 2014

- ✚ مالهفات المميزة للالكتروليتات
- ✚ علك | محاليل الاملاح المشتقة من قواعد قوية وحموض ضعيفة تكون ذات صفات قاعدية
- ✚ سؤال 3-26
- ✚ تمرين 3-11
- ✚ سؤال 3-19

دور اول 2014

- ✚ علك | محاليل الاملاح المشتقة من قواعد ضعيفة وحموض قوية تكون ذات صفات حامضية
- ✚ سؤال 3-27
- ✚ سؤال 3-14

دور ثاني 2014

- ✚ علك | تكون الاملاح المشتقة من قواعد قوية وحموض قوية تكون محاليلها متعادلة
- ✚ تمرين 3-19
- ✚ سؤال 3-12

دور ثالث 2014

- ✚ احسب قيمة PH بعد اضافة 0.01 M من محلول هيدروكسيد الصوديوم الى لتر من محلول بفر تكون من حمض الخليك وخلات الصوديوم تركيز كل منهما 0.1 M علما ان
- $Ka_{(CH_3COOH)} = 1.8 \times 10^{-5}$
- ✚ اذا علمت ان الذوبانية المولارية لكرومات الباريوم  $BaCrO_4$  في محلوله المائي المشبع
- $M = 1.2 \times 10^{-5}$  ماعدد مولات كرومات البوتاسيوم  $KCrO_4$  التي يجب اضافتها الى لتر من المحلول لجعل تركيز ايونات الباريوم  $= 1.44 \times 10^{-8}$

تمهيد 2015

- ✚ بين متى مع ذكر السبب: تزداد درجة تفكك الالكتروليت الضعيف
- ✚ محلول امونيا عجمة ١ لتر PH = 11 ودرجة تفككه 0.02 احسب PH المحلول بعد اضافة 0.1 mol من  $NH_4Cl$
- ✚ سؤال 3-15







نارحين 2015

سؤال 3-25

سؤال 3-16

سؤال 3-29

دور اول 2015

علل محاليل الاملاح المشتقة من قواعد قوية وموامض ضعيفة تعد محاليل قاعدية

سؤال 3-16

سؤال 3-20

دور ثاني 2015

وضع تأثير الايون المشترك على الذوبانية

تمرين 3-15

تمرين 3-16

دور ثالث 2015

عرفت مامض متعدد البروتون

علل محاليل الاملاح المشتقة من قواعد قوية وموامض ضعيفة تعد محاليل قاعدية

تمرين 3-13

تمرين 2016

علل | تزداد درجة تفكك الالكتروليت الضعيف بالتخفيف

سؤال 3-13

سؤال 3-27

دور اول 2016

فراغ | يكون المحلول المائي للـ  $NaCl$  متعادك لانه مشتق من .....

تمرين 3-15

سؤال 3-15





دور ثاني 2016

- ✚ فراغ | محلول مائي لـ  $Ca(OH)_2$  تركيزه  $0.05M$  فان  $PH$  له يساوي .....
- ✚ سؤال 3-18 (تغير ارقام)
- ✚ سؤال 3-21

دور ثالث 2016

- ✚ علك | ينتج عن ذوبان الالكتروليتات القوية في الماء محاليل عالية التوصيل الكهربائي
- ✚ سؤال 3-21
- ✚ سؤال 3-13 (مكان حامض النترون (حامض الخليك) ومكان نترات الصوديوم (خلات الصوديوم))

تمريدي 2017

- ✚ عرف درجة التاين
- ✚ سؤال 3-12 (تغير ارقام)
- ✚ سؤال 3-15
- ✚ عند اضافة  $1ml$  من  $NaOH$  تركيزه  $10 M$  الى لتر من الماء فان  $\Delta PH$  يساوي .....

دور اول 2017

- ✚ سؤال 3-2 فراغ رقم 1
- ✚ تمرين 3-3
- ✚ سؤال 3-15

دور ثاني 2017

- ✚ عرف حامض متعدد البروتون
- ✚ سؤال 3-12
- ✚ اذا علمت ان الذوبانية المولارية لكرومات الباريوم  $BaCrO_4$  يساوي  $1.2 \times 10^{-5} M$  في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم  $BaCl_2$  يساوي  $0.01M$  احسب ذوبانية المولارية في محلوله المائي الشبع علما ان  $\sqrt{1.2} = 1.1$





دور ثالث 2017

سؤال 3 - 15 (تغير بسيط بالارقام)

احسب قيمة الالاس الهيدروجيني PH لمحلول يحتوي على حامض الخليك بتركيز  $0.18 \text{ mol/L}$  و خلاص الهوديوم بتركيز  $0.36 \text{ mol/L}$  ثم قارن النتيجة مع قيمة PH لمحلول حامض الخليك ذي تركيز  $0.18 \text{ M}$  علما ان :  
 $\text{PK}_a = 4.74$  علما ان :  $\log 2 = 0.3, \log 1.8 = 0.26$

اختر بين الاقواس || ان قيمة PH لمحلول نترات الامونيوم بتركيز  $0.1 \text{ M}$  هو  
 ( 1 , 7 , 13 )

تمهيد 2018

فراغ | PH لملح يساوي 5 و تركيزه يساوي  $0.1 \text{ M}$  فان Kb له تساوي .....

احسب قيمة الالاس الهيدروجيني PH :

١- للتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك بتركيز  $0.2 \text{ M}$  و خلاص الهوديوم بتركيز  $0.2 \text{ M}$   
 ٢- لنفس المحلول لكن بعد اضافة  $0.1 \text{ M}$  من حامض الهيدروكلوريك ثم احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة PH وناقش النتيجة علما ان  $\text{PK}_a = 4.74$   
 علما ان  $\log 3 = 0.47, \log 2 = 0.3, \log 1 = 0$

ان الذوبانية المولارية لملح كبريتات الباريوم  $\text{BaSO}_4$  في محلوله المشبع تساوي  $1 \times 10^{-5}$ .  
 ما ذوبانية في محلول كبريتات الهوديوم  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  بتركيز  $0.01 \text{ M}$





بعض النصائح المهمة حول الفصل الرابع (الكيمياء الكهربائية)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

- ١- مسألة من مسائل فرق الجهد  $E^{\circ}_{Cell}$
- ٢- مسائل معادلة نيرنست
- ٣- مسائل فراداي

اهم شي تحفظ اعداد التأكسد للعناصر (صفحة 3) وذا ما حفظته هم تصير  
مثل الاطرش بالزفة لأن كلشي ماتعرف تحل بهذا الفصل

ملخص الفصل الرابع

يتمحور الفصل الرابع حول نوعين من الخلايا

- ١- **الخلايا الكلفانية**: تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية وتشمل
  - أ- التأكسد والاختزال: المادة التي زاد عدد تأكسدها عانت أكسدة والتي قل عدد تأكسدها عانت اختزال
  - ب- العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة: المادة التي عانت أكسدة هي عامل ومختزل والمادة التي عانت اختزال هي عامل مؤكسد
  - ت- الانود والكاثود: المادة التي عانت أكسدة انود والتي عانت اختزال كاثود
  - ث- حساب  $E^{\circ}_{Cell}$ : اهم خطوة لحساب  $E^{\circ}_{Cell}$  يجب ان نحدد الانود والكاثود حيث نقلب اشارة الجهد المختار انود
  - ج- العلاقة بين ثابت الاتزان وجهد الخلية والطاقة الحرة: موضوع بسيط ومفصل في الملزمة (تطبيق مباشر على القوانين)
  - ح- معادلة نيرنست: فميز السؤال على معادلة نيرنست اذا اعطى تراكيز غير (1 M) نكتب معادلة نيرنست ونحل مباشرة
- ٢- **الخلايا الالكتروليتيّة**: تحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتشمل قوانين فراداي ومسائل فراداي مهمة وتوجد ملاحظات في الملزمة لحل جميع اسئلة فراداي





## الفصل الرابع الكيمياء الكهربائية

### 4 - 1 | مقدمة

الكيمياء الكهربائية : وهي فرع من فروع علم الكيمياء تهتم بالتحويلات بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية .

تحصل بعض التفاعلات نتيجة امرار تيار كهربائي كما تؤدي بعض التفاعلات الكيميائية الى نشوء تيار كهربائي .

### 4 - 2 | اعداد التأكسد :

وهي اعداد سالبة او موجبة فوق العنصر ويمثل عدد الالكترونات التي تكتسبها او تفقدها الذرات .

### القواعد المستخدمة لحساب اعداد التأكسد :

١- عدد التأكسد لأي عنصر غير متحد (عنصر حر) يساوي صفر :



٢- عدد التأكسد للأيون احمادي الذرة يساوي الشحنة على هذا الايون :



٣- عدد التأكسد للهيدروجين (+1) ماعدا في الهيدريدات فيأخذ (-1)



٤- عدد التأكسد للأوكسجين دائماً (-2) ماعدا في البيروكسيدات يكون (-1) :

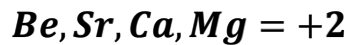


٥-

أ- عدد التأكسد لعناصر الزمرة الاولى هو (+1)



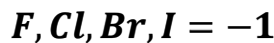
ب- عدد التأكسد لعناصر الزمرة الثانية هو (+2)



ت- عدد التأكسد لعناصر الزمرة الثالثة هو +3



٦- عدد التأكسد لعناصر الزمرة السابعة الهالوجينات هو (-1)



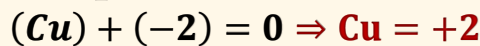
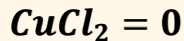
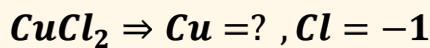


٧- اما بقية عناصر الجدول الدوري والتي لم تذكر اعداد تأكسدها في القواعد اعلاه

فيمكن استخدام القاعدتين الاتيتين لحساب اعداد التأكسد لهم :

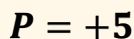
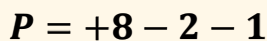
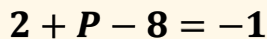
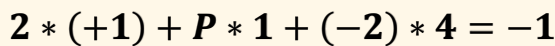
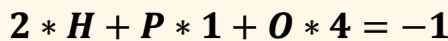
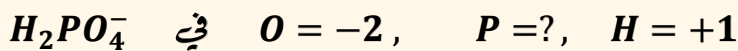
أ- القاعدة الاولى :-

○ مجموع اعداد التأكسد لجميع الذرات في المركب المتعادل يساوي صفر



ب- القاعدة الثانية :-

○ مجموع اعداد التأكسد للذرات في ايون متعدد الذرات يساوي شحنة الايون



### طريقة سهلة لحفظ اعداد التأكسد

١- اي عنصر غير متحد ( ذرة او ايون ) عدد تأكسده يساوي الرقم الي فوكاه  
واذا ماكو رقم يعني صفر

اما اذا بالمركبات فأن اعداد التأكسد للعناصر على اساس الاتي :

٢- الهيدروجين دائما (+1) ما عدا في الهيدريدات :

○ مثل هيدريد الصوديوم NaH يكون  $H = -1$

٣- الاوكسجين دائما (-2) ما عدا في البيروكسيدات

○ مثل بيروكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$  يكون  $O = -1$

٤- العناصر التي عددها التأكسدي يساوي +1 هي :



• ويمكن حفظها بجملة ( اجه كهرت لينا )

٥- العناصر التي عددها التأكسدي يساوي (-1) هي :



• ويمكن حفظها بجملة ( كل فايبر )

(لكنها من تجي مع الاوكسجين ماتبقى 1- تهير موجب ونفسبه من القاعدة)





٦- العناصر التي عددها التأكسدي يساوي +2 هي :



• ويمكن حفظها بجملة ( بي سر كاميج )

٧- العناصر التي عددها التأكسدي يساوي (+3) هي :



• ويمكن حفظها بجملة ( جا البين )

٨- اي عنصر من عناصر الجدول الدوري لا يوجد في الملامظات اعلاه

+ نستخرج عدد التأكسد له من القاعدة التي تقول :

▪ الشحنة الكلية - مجموع اعداد التأكسد للعناصر في المركب او الايون

❖ مثال توضيحي || جد عدد التأكسد (S) في الايون  $SO_4^{-2}$

✓ الحل نلاحظ ان (S) لا يوجد ضمن العناصر في الملامظات اعلاه نستخرج عدد تأكسده من القاعدة

$$SO_4 = -2$$

$$S * 1 + O * 4 = -2$$

$$S + (-2) * 4 = -2$$

$$S - 8 = -2$$

$$S = +8 - 2 \Rightarrow S = +6$$

❖ مثال توضيحي اخر || جد عدد تأكسد (C) في المركب  $CH_4$

✓ الحل | نلاحظ ان (C) لا يوجد ضمن العناصر في الملامظات اعلاه نستخرج عدد تأكسده من القاعدة

$$CH_4 = 0$$

$$C * 1 + H * 4 = 0$$

$$C + (+1) * 4 = 0$$

$$C + 4 = 0$$

$$C = -4$$

٩- الهالوجينات كما اتفقنا هي تأخذ العدد التأكسدي (-1)

• لكن في حال اتى مركب (الهالوجين + اوكسجين) او (الهالوجين + هالوجين)

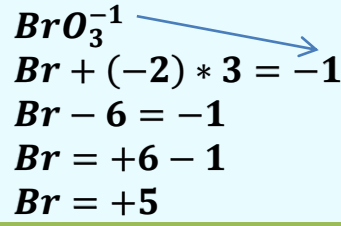
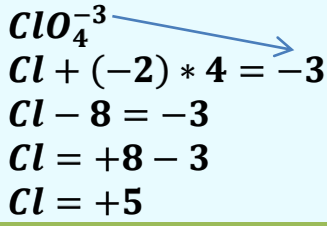
يكون هنا عدد تأكسد الهالوجين عدد موجب ونحسب عدد تأكسد الهالوجين

بواسطة الاوكسجين

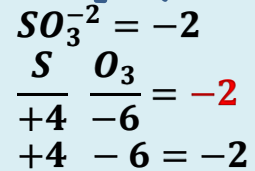
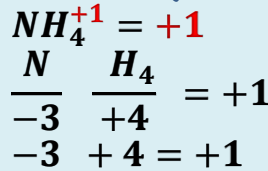
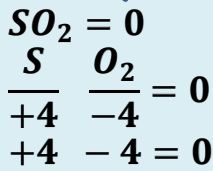




❖ مثال توضيحي ||



❖ **انتبه ||** تذكر حسب احساب عرب على اساس انه المركب محوي شحنة موجبة و سالبة. في المركب المتعادل يجب ان تكون الشحنة الموجبة تساوي الشحنة السالبة اما في الايون فاذا كان الايون موجب هذا يعني ان الشحنة الموجبة اكثر من الشحنة السالبة بمقدار (الرقم الي فوك الايون) و اذا كان الايون سالب هذا يعني ان الشحنة السالبة اكثر من الشحنة الموجبة بمقدار (الرقم الي فوك الايون)



❖ **مثال 4 - 1** حدد اعداد تأكسد العناصر في المركبات والايونات والذرات الاتية :



✓ الحل ||

- $F_2 \Rightarrow F = 0$  **لأنه عنصر حر**
- $BaO \Rightarrow BaO = 0$   
 $Ba + (-2) = 0 \Rightarrow Ba = +2$
- $PO_4^{-3}$   
 $P + (-2) * 4 = -3 \Rightarrow P - 8 = -3$   
 $P = +8 - 3 \Rightarrow P = +5$
- $Mg^{+2} \Rightarrow Mg = +2$
- $KCl \Rightarrow K = +1, Cl = -1$
- $SO_2 \Rightarrow S + (-2) * 2 = 0$   
 $S - 4 = 0 \Rightarrow S = +4$

**استرأه ||** كلماتي

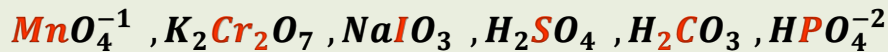
كلبي من الهجر ذاب وتأكسد  
اغترك عبي لئن هبلك تأكسد  
اهم شي تحفظ اعداد التأكسد  
لأن ماتعرفت تحل لوما هيه







❖ تمرين 4 - 1 | احسب عدد تأكسد العناصر المشار اليها باللون الاحمر في المركبات و الايونات الاتية



✓ الحل |

- $MnO_4^{-1} \Rightarrow MnO_4 = -1$   
 $Mn + (-2) * 4 = -1 \Rightarrow Mn - 8 = -1$   
 $Mn = +8 - 1 \Rightarrow Mn = +7$
- $K_2Cr_2O_7 \Rightarrow K_2Cr_2O_7 = 0$   
 $+1 * 2 + Cr * 2 + (-2) * 7 = 0 \Rightarrow 2 + 2Cr - 14 = 0$   
 $2Cr - 14 + 2 = 0 \Rightarrow 2Cr - 12 = 0$   
 $2Cr = +12 \Rightarrow Cr = \frac{+12}{2} \Rightarrow Cr = +6$
- $NaIO_3 \Rightarrow NaIO_3 = 0$   
 $+1 + I + (-2) * 3 = 0$   
 $I + 1 - 6 = 0 \Rightarrow I - 5 = 0$   
 $I = +5$
- $H_2SO_4 \Rightarrow H_2SO_4 = 0$   
 $+1 * 2 + S + (-2) * 4 = 0$   
 $2 + S - 8 = 0 \Rightarrow S = +6$
- $H_2CO_3 \Rightarrow H_2CO_3 = 0$   
 $+1 * 2 + C + (-2) * 3 = 0$   
 $2 + C - 6 = 0 \Rightarrow C - 6 + 2 = 0$   
 $C - 4 = 0 \Rightarrow C = +4$
- $HPO_4^{-2} \Rightarrow HPO_4 = -2$   
 $+1 * 1 + P * 1 + (-2) * 4 = -2$   
 $1 + P - 8 = -2 \Rightarrow P + 1 - 8 = -2$   
 $P - 7 = -2 \Rightarrow P = +7 - 2 \Rightarrow P = +5$

### ❖ 3 - 4 | تفاعلات التأكسد والاختزال

- **التأكسد** :- عبارة عن تغير كيميائي يصحبه فقدان الالكترونات من ذرة او مجموعة من الذرات و يؤدي الى زيادة في عدد التأكسد



- **الاختزال** :- هو عبارة عن تغير كيميائي تكتسب فيه الذرة او مجموعة من الذرات الالكترونات و يؤدي الى نقصان في عدد التأكسد





## ملاحظات

١- المادة التي تعاني أكسدة

▪ مادة عانت تأكسد = عامل مختزل = فقدان الإلكترونات = زيادة عدد التأكسد = أنود

٢- المادة التي تعاني اختزال

▪ مادة تعاني اختزال = عامل مؤكسد = اكتساب الإلكترونات = نقصان عدد التأكسد = كاثود

٣- معادلة نصف تفاعل الأكسدة :

▪ هي للمادة التي تعاني أكسده وتكون الالكترونات المفقودة في النواتج

٤- معادلة نصف تفاعل الاختزال :

▪ هي للمادة التي تعاني اختزال وتكون الالكترونات المكتسبة في التفاعلات

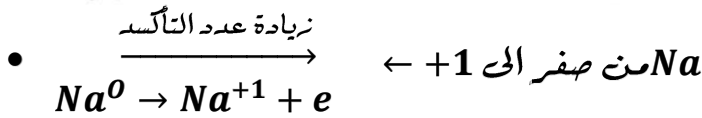
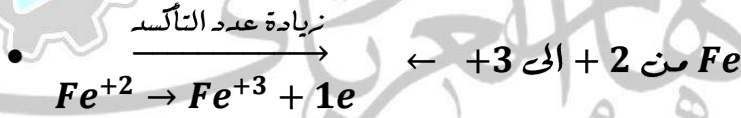
٥- المعادلة العامة للتفاعل هي حاصل جمع نصف تفاعل أكسده مع نصف تفاعل اختزال

❖ **أنتبه** | سلون تعرف الذرات الي عانت أكسدة و الي عانت اختزال اول شيء لانرم

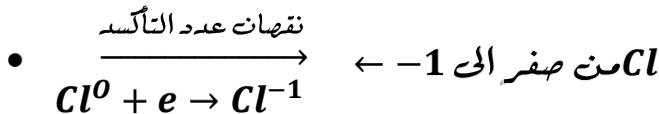
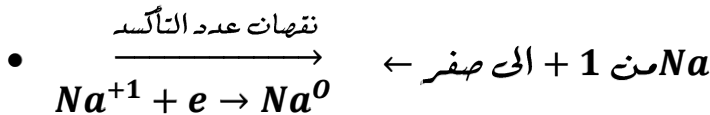
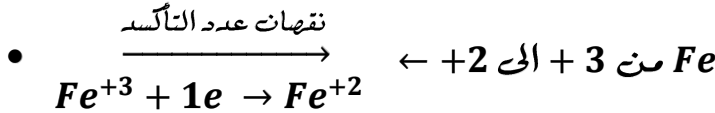
نعرف اعداد التأكسد للذرة بالتفاعلات شكده وبالنواتج شكده بعد ما عرفنه عدد

التأكسد للذرة

❖ **نشوفه اذا زاد نكول عانت أكسدة**



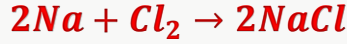
• **اذا نقص عدد التأكسد نكول عانت اختزال**





❖ **ملاحظة** | انتبه الموجب أكبر من الصفر والسالب اصغر من الصفر  
يعني من (0 الى -1) نقصان ومن (-1 الى 0 زيادة)

❖ **مثال توضيحي** | حدد الذرات التي تعاني أكسدة والتي تعاني اختزال :



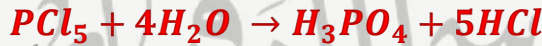
▪ نلاحظ ان بالتفاعلات  $Cl, Na$  عناصر مرة لذلك عدد تأكسدهم يساوي صفر بينما في النواتج  $NaCl$  مركب:

▪ نعرف ان

- ( $Na$ ) من جماعه اجه كهرب لينا يعني +1
- ( $Cl$ ) من جماعه كل فايبر يعني -1



❖ **مثال توضيحي** | حدد الذرات التي تعاني أكسدة والتي تعاني اختزال



• شلون نحل: نجي على الذرات وحده وحده ونحسب عدد التأكسد لهن بالتفاعلات شكده وبالنواتج شكده مثلا اشوف  $P$  بالتفاعلات

- $PCl_5 \Rightarrow PCl_5 = 0 \Rightarrow P + (-1) * 5 = 0 \Rightarrow P = +5$   
▪ بعدين اشوفه بالنواتج :

- $H_3PO_4 \Rightarrow H_3PO_4 = 0 \Rightarrow +1 * 3 + P + (-2) * 4 = 0$   
 $3 + P - 8 = 0 \Rightarrow P = 8 - 3 \Rightarrow P = +5$

•  $P$  ماتغير عدده التأكسدي يعني لا عانى أكسده ولا اختزال ونحسب  $O, H, Cl$

كل واحد مره بالتفاعلات ومره بالنواتج راج فحصل انه :

- $P^{+5}Cl_5^{-1} + 4H_2^{+1}O^{-2} \rightarrow H_3^{+1}P^{+5}O_4^{-2} + 5H^{+1}Cl^{-1}$   
• راج نشوف ان الذرات ما تغير عدده التأكسدي لا نراد ولا نقص اذا هذا التفاعل ليس تفاعل أكسدة واختزال

❖ **ملاحظة** |

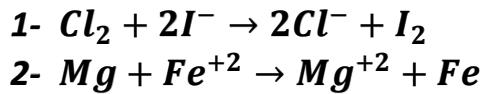
كل تفاعل أكسدة يقابله تفاعل اختزال :

لأن كمية الإلكترونات المفقودة = كمية الإلكترونات المكتسبة

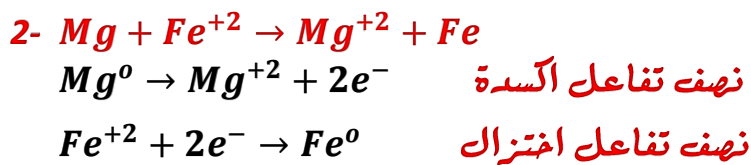
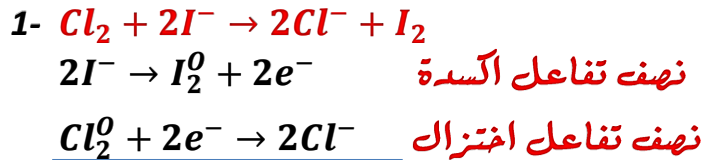




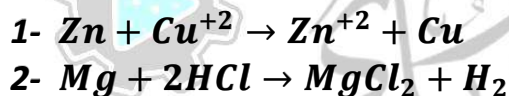
❖ مثال 4 - 2 | حدد الذرات التي تعاني تأكسد وتلك التي تعاني اختزال في التفاعلات التالية مع كتابة انصاف التفاعلات التأكسد والاختزال :



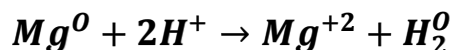
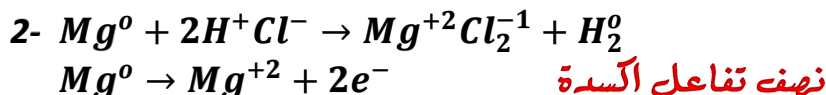
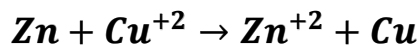
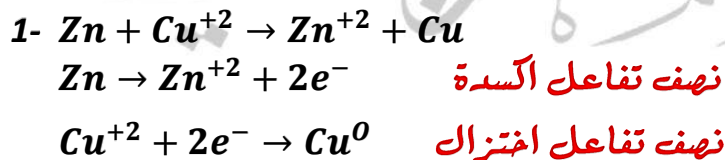
✓ الحل ||



❖ تمرين 4 - 2 | حدد الذرات التي تعاني تأكسد وتلك التي تعاني اختزال في التفاعلات التالية مع كتابة انصاف التفاعلات التأكسد والاختزال.



✓ الحل ||



❖ 4 - 4 | العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

- العامل المؤكسد :- هي المادة التي عانت اختزال ولها القابلية على أكسدة مادة اخرى .
- العامل المختزل :- هي المادة التي عانت أكسدة ولها القابلية على اختزال مادة اخرى .

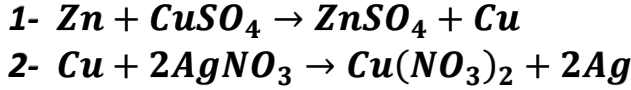




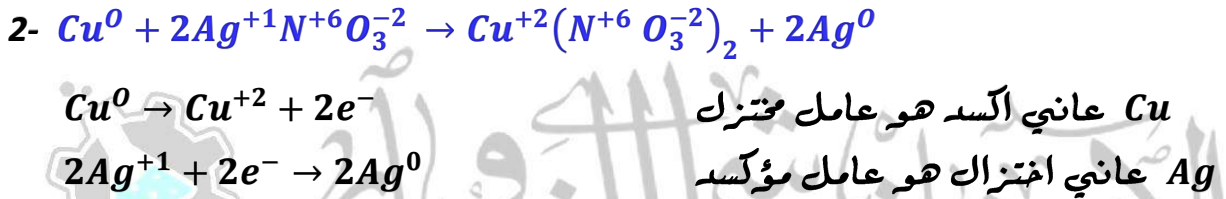
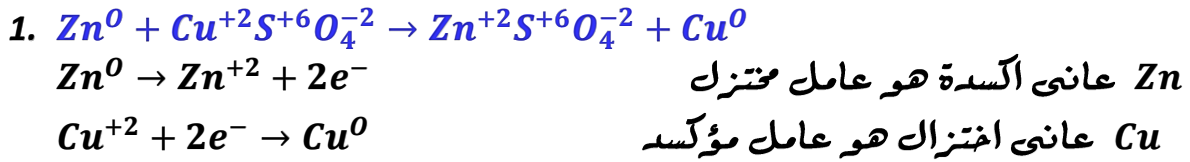
### ملاحظات

- ١- العامل المؤكسد هو المادة التي عانت اختزال
- ٢- العامل المختزل هو المادة التي عانت أكسدة
- ٣- العامل المؤكسد يحتاج عامل مختزل والعكس صحيح
- ٤- تفاعل الأكسدة يحتاج عامل مؤكسد وتفاعل الاختزال يحتاج الى عامل مختزل

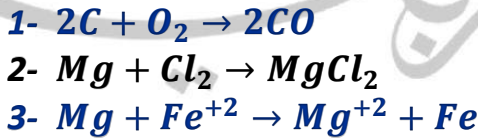
❖ مثال 4 - 3 | عدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات الآتية :



✓ الحل || العامل المختزل هو المادة التي عانت أكسدة والعامل المؤكسد هو المادة التي عانت اختزال



❖ تمرين 4 - 3 | عدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات الآتية :

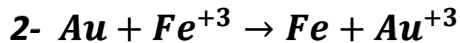
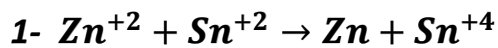


✓ الحل || العامل المختزل هو المادة التي عانت أكسدة والعامل المؤكسد هو المادة التي عانت اختزال

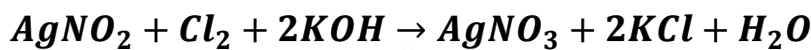




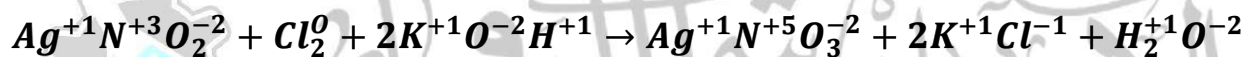
❖ مثال اضافي واجب | حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل للتفاعلات الآتية :



❖ سؤال 4 - 15 | حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي :



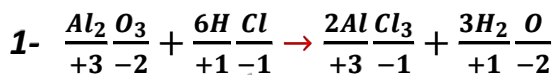
❖ الحل || نعين اعداد التأكسد لكل الذرات المشاركة في التفاعل



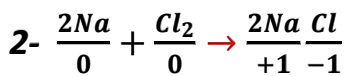
$AgNO_2$  -١ عامل مختزل لأنه عانى أكسدة

$Cl_2$  -٢ عامل مؤكسد لأنه عانى اختزال .

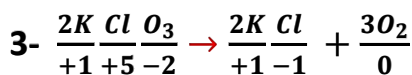
❖ سؤال 4 - 23 | اي تفاعل هو تفاعل أكسدة - اختزال



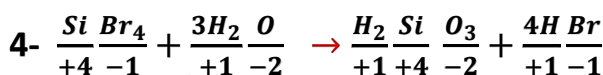
ج ✓ | ليس تفاعل أكسدة واختزال لعدم وجود تغير في اعداد التأكسد



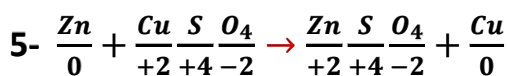
ج | تفاعل أكسدة واختزال



ج | تفاعل أكسدة واختزال



ج | ليس تفاعل أكسدة واختزال لعدم وجود تغير في اعداد التأكسد



ج | تفاعل أكسدة واختزال





## ❖ 4 - 5 | الخلايا الكهروكيميائية

عند دراستنا لتفاعلات التأكسد والاختزال نلاحظ ان بعضها منها يحدث بصورة تلقائية والبعض الاخر بصورة غير تلقائية

➤ تتكون الخلايا الكهروكيميائية من قطبين :

- **الانود** :- هو القطب الذي تجري عنده عملية التأكسد ويكون مصدراً للإلكترونات .
- **الكاثود** :- هو القطب الذي تجري عنده عملية الاختزال والذي تتحرك اليه الالكترونات من الانود عبر السلك الخارجي .

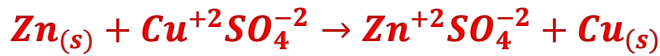
➤ نقسم الخلايا الكهروكيميائية الى قسمين :

- ١- الخلايا الكلفانية ( الفولتائية )
- ٢- الخلايا الالكتروليتيية .

## ❖ 4 - 6 | الخلايا الكلفانية :

هي خلايا منتجة للتيار الكهربائي حيث تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري بصورة تلقائية .

- حيث نلاحظ عند غمر **لوح من الخارصين Zn** في محلول كبريتات النحاس يبدأ بالتآكل والاضمحلال ويصاحب ذلك زيادة في تركيز ايونات الخارصين وفي نفس الوقت تبدأ طبقة اسفنجية (عنصر النحاس ) بأكسائ الخارصين ويترسب قسم من هذا النحاس في قعر الاناء ويبدأ اللون الأزرق للمحلول بالاضمحلال نتيجة نقصان تركيز ايونات النحاس حيث يصبح المحلول عديم اللون **كما في التفاعل التالي :**



### • خلية دانيال :

- تتكون خلية دانيال من لوح من الخارصين مغمور في محلول كبريتات الخارصين ومن لوح من النحاس مغمور في محلول كبريتات النحاس ومن سلك خارجي موصل ينقل الالكترونات من الانود الى الكاثود وجسر ملحي على شكل حرف U يعمل على اكمام الدائرة الكهربائية .





• الجسر الملحي :-

هو عبارة عن انبوب زجاجي على شكل حرف U مقلوبة يحتوي على محلول الكتروليتي حامل مثبت بمادة تدعى الأكار

١. أكماك الدائرة الكهربائية
٢. توصيل محلول القطبين ونقل الايونات

• فائدة الجسر الملحي

• الأكار :- هي مادة صمغية يتم الحصول عليها من الطبيعة تكون صلبة في درجات حرارة الغرفة تستعمل في الجسر الملحي لتثبت المادة الالكتروليتية .

❖ ما فائدة السلك الخارجي الموصل

✓ الجواب | يعمل على نقل الالكترونات من الانود الى الكاثود

❖ سؤال | ماهي الية عمل خلية دانيال ؟

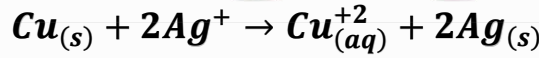
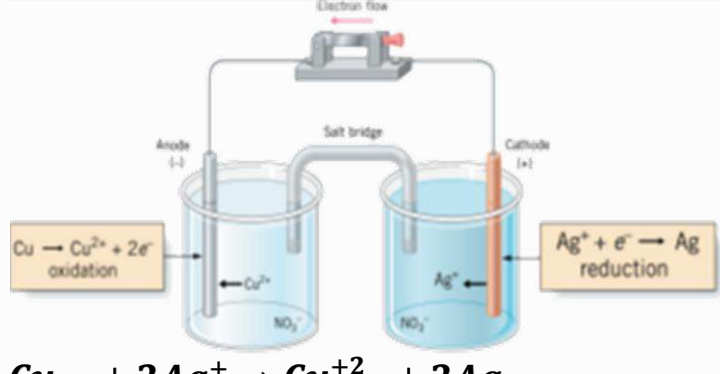
❖ الجواب | يندوب لوح الخارصين في محلول كبريتات الخارصين مما يؤدي الى تحرير الالكترونات . يقوم السلك الموصل الخارجي بنقل الالكترونات من الانود (لوح الخارصين) الى الكاثود (لوح النحاس) حيث تتسبب كل ذرة نحاس الكتروليت ويزداد سمك القطب الكاثود نتيجة اكتساب الكتروليت ويقل سمك الانود نتيجة فقدان الالكترونات. يقوم الجسر الملحي بمعادلة الايونات بين الانود والكاثود حيث يقوم بنقل الايونات الموجبة باتجاه الكاثود و الايونات السالبة الى الانود







❖ مثال 4 - 4 | اذا علمت ان التفاعل التالي يحدث بصورة تلقائية في الخلية الكلفانية الموضحة في الشكل التالي :



- ١- اكتب تفاعلات نصف الخلية
- ٢- وضع اتجاه سريان الالكترونات عبر السلك الخارجي واتجاه حركة الأيونات عبر الجسر الملحي المملوء بمحلول  $KNO_3$

✓ الحل ||

١- تفاعل نصف الخلية :

- $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^{-}$  نصف تفاعل تأكسد
- $2Ag^{+} + 2e^{-} \rightarrow 2Ag$  نصف تفاعل اختزال

- ٢- تسري الالكترونات عبر السلك الخارجي من الانود باتجاه الكاثود اما اتجاه حركة الأيونات تتحرك الأيونات الموجبة  $K^{+}$  باتجاه القطب السالب الكاثود . والايونات السالبة  $NO_3^{-}$  باتجاه القطب الموجب الانود

#### ❖ 4 - 7 | جهد الخلية الكلفانية

❖ **علل** || يسري التيار الكهربائي من الانود باتجاه الكاثود ؟

✓ **الجواب** || بسبب الفرق بين الجهد الكهربائي للقطبين .

- **جهد القطب** :- هو فرق الجهد الحاصل بين لوح العنصر ومحلول ايونات ويقسم الى قسمين :
  - ١- **جهد التأكسد** :- مقدار ميل المادة نحو فقدان الالكترونات .
  - ٢- **جهد الاختزال** :- مقدار ميل المادة نحو اكتساب الالكترونات .

**ملاحظة** || يسمى جهد الخلية بمصطلح اخر

هو القوة الدافعة الكهربائية وهي أكبر قيمة لفرق الجهد الكهربائي بين القطبين .





• يرمز لجهد الخلية بالرمز  $E_{cell}$

• ويقاس بـ Volt وهو يساوي المجموع الجبري لجهدى الاكسدة والاختزال لذا :

$$\diamond E_{cell} = E_{oxe} + E_{Red} \dots \dots \dots 1$$

$E_{Red}$  = جهد اختزال ،  $E_{oxe}$  = جهد الاكسدة

• بما ان الاكسدة عند الانود والاختزال يحدث في الكاثود يمكن اعادة العادلة اعلاه

$$\bullet E_{cell} = E_{anode} + E_{cathod} \dots \dots \dots 2$$

وعند الظروف القياسية  $25^{\circ}C$  وضغط  $1atm$  وتركيز  $1M$

يمكن كتابة العادلة (2) في الشكل الاتي :

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$$

حيث :  $E^{\circ}_{cell}$  يمثل جهد الخلية القياسي

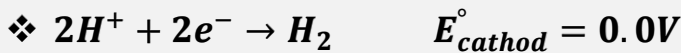
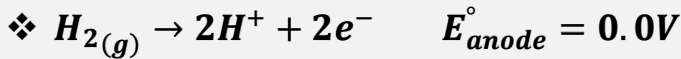
$E_{cell}$  يمثل جهد الخلية الغير قياسي

## قياس جهود الاقطاب

كما لاحظنا اعلاه ان قياس الجهد القياسي  $E^{\circ}_{cell}$  يتطلب قياس جهود اقطاب التاكسد والاختزال وهذا لا يمكن الا بوجود قطب مرجع مثل قطب الهيدروجين القياسي .

## قطب الهيدروجين القياسي (SHE)

لقد تم اختيار قطب الهيدروجين كقطب مرجع لان جهدة القياسي يساوي صفر . يمكن استخدام قطب الهيدروجين القياسي كأنود وكاثود لأن نشاطه الكيميائي متوسط



• يتكون قطب الهيدروجين القياسي من انبوبة زجاجية يمرر بها غاز الهيدروجين على شكل فقاعات بضغط  $1atm$  ودرجة حرارة  $25^{\circ}C$  وتركيز  $1M$  تحتوي الانبوبة الزجاجية من الاسفل على قطعة من البلاتين مغطاة بطبقة من البلاتين الاسود متصلة بسلك من البلاتين





- **علل** | | يستخدم البلاتين في صناعة قطب الهيدروجين القياسي ؟
- **الجواب** | | لأنه مادة خاملة لا تعاني أكسدة ولا اختزال تحت هذه الظروف
- **سؤال** | ماهي فائدة البلاتين في قطب الهيدروجين القياسي ؟
- **الجواب** |
- ١- توفير سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه .
- ٢- توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الخارجية .

### جهود الاقطاب القياسية

يستخدم قطب الهيدروجين القياسي لقياس جهود الاقطاب الاخرى بحيث ان الخلية التي تحتوي قطب عنصر + قطب الهيدروجين فان جهد خلية يساوي جهد قطب العنصر لان جهد الهيدروجين يساوي صفر .

#### مثال توضيحي |

عند قياس جهد الخلية القياسي لخلية مكونة من الخارصين ك انود وقطب الهيدروجين ك كاثود وجد ان جهد الخلية القياسي  $E_{cell}^{\circ} = +0.763$  حيث يمكن قياس جهد قطب الخارصين القياسي

- بما ان الخارصين انود  $E_{anode}^{\circ} \Leftarrow$
- والهيدروجين كاثود  $E_{cathod}^{\circ} \Leftarrow$

$$\begin{aligned} \bullet E_{cell}^{\circ} &= E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ} \\ +0.763 V &= E_{anode}^{\circ} + 0.0 V \\ E_{anode}^{\circ} &= +0.763 V \end{aligned}$$

### ملاحظات لحساب جهد الخلية القياسي

- ١- قطب الانود هو للعنصر الاقل جهد اختزال . وقطب الكاثود هو للعنصر الاكبر جهد اختزال
- ٢- دائماً في السؤال يعطي جهود اختزال (كاثود) لذلك تحويل اهد الجهود الى جهد أكسدة ( انود ) وذلك بقلب اشارة جهد الاختزال الاقل .
- ٣- عدد الالكترونات المفقودة يساوي عدد الالكترونات المكتسبة .
- ٤- لاستخراج جهد الخلية القياسي

$$\checkmark E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$$





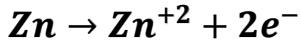
انتبه ||  $E_{anode}^{\circ}$  لا يكون معطى في السؤال نحن نجدة هيبة نأخذ اقل جهد اختزال ونعكس اشارته يصبح  $E_{anode}^{\circ}$

•  $E_{cathod}^{\circ}$  يكون معطى في السؤال

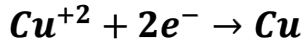
❖ **سالك 4 - 5** || اكتب تفاعلات نهفي خلية دانيال تم احسب جهد الخلية القياسي اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$$E_{Zn^{2+}/Zn}^{\circ} = -0.76 V, E_{Cu^{2+}/Cu}^{\circ} = +0.34 V$$

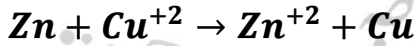
✓ **الحل** | نأخذ جهد الاختزال الاقل نعكس اشارته لكي يصبح جهد أكسدة (انود)  
(الاقل هو  $E_{Zn^{2+}/Zn}^{\circ} = -0.76 V$ )



$$E_{anode}^{\circ} = +0.76 V$$



$$E_{cathod}^{\circ} = +0.34 V$$



$$\text{❖ } E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$$

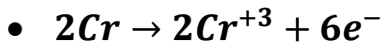
$$E_{cell}^{\circ} = +0.76 + 0.34$$

$$E_{cell}^{\circ} = 1.10 V$$

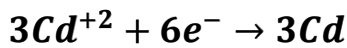
❖ **تمرين 4 - 5** || احسب جهد الخلية القياسية لخلية تم عملها من قطب الكاديوم Cd المغمور في محلول 1M من نترات الكاديوم وقطب الكروم Cr المغمور في 1M من نترات الكروم  
❖ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$$E_{Cr^{3+}/Cr}^{\circ} = -0.74 V, E_{Cd^{2+}/Cd}^{\circ} = -0.40 V$$

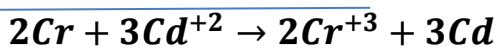
✓ **الحل** | نأخذ جهد الاختزال الاقل نعكس اشارته لكي يصبح جهد أكسدة (انود)  
(الاقل هو  $E_{Cr^{3+}/Cr}^{\circ} = -0.74 V$ )



$$E_{anode}^{\circ} = +0.74 V$$



$$E_{cathod}^{\circ} = -0.40 V$$



$$\text{❖ } E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$$

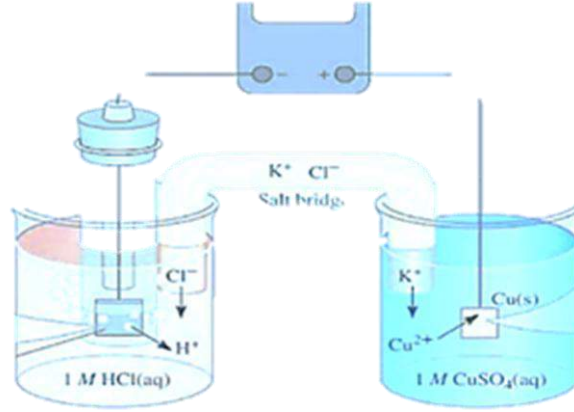
$$E_{cell}^{\circ} = +0.74 + (-0.40)$$

$$E_{cell}^{\circ} = +0.34 V$$

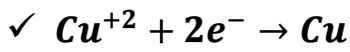




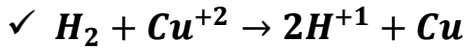
**تمرين 4 - 4** || للخلية الموضحة في الشكل ادناه المكونة من قطب الهيدروجين كاثود وقطب النحاس كاثود . احسب الجهد القياسي لقطب النحاس . اذا علمت ان جهد الخلية القياسي الذي تمت قراءته في مقياس الجهد القياسي يساوي **+0.337 V**



✓ الحل || قطب الهيدروجين انود وقطب النحاس كاثود ( جهد قطب الهيدروجين = صفر)



✓ \_\_\_\_\_



$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$  ✓

$0.337 = 0.0 + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cathod} = +0.337 V$

$E^{\circ}_{anode} = 0.0 V$

$E^{\circ}_{cathod} = ?$

استراجه || كلماتي

عليكم بعد لا ابجي ولا انود

ومنافس الي ابد ماكو ولا نده

المادة العانت اختزال كاثود والانود

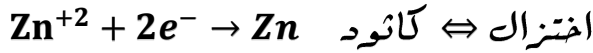
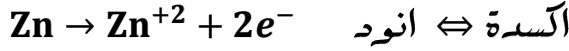
العانت أكسدة وذابت خلية





### انواع الاقطاب

١- **قطب فلز | ايون الفلز** :- يتكون هذا النوع من الاقطاب من غمر لوح من الفلز في محلول ايونات ذلك الفلز مثل غمر لوح من الخارصين في محلول كبريتات الخارصين ويكون تفاعل القطب على الصورة التالية عند استخدامه كاثود او كاثود .

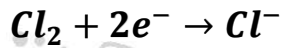


٢- **القطب الغازي** :- يتكون من ضغط غاز خال من انبوبة زجاجية بضغط معين داخل محلول يحتوي على ايونات ذلك الغاز . ولكون الغاز غير موصل للتيار الكهربائي يستخدم سلك من البلاتين كعنصر فاصل يعمل موصل للتيار الكهربائي

مثل ضغط غاز  $\text{H}_2$  في محلول بحوي  $\text{HCl}$  بتركيز  $1\text{M}$



او ضغط غاز  $\text{Cl}_2$  في محلول بحوي  $\text{HCl}$  بتركيز  $1\text{M}$



٣- **اقطاب التأكسد والاختزال** :- تتكون عادة من غمر سلك من البلاتين او عمود من الكرافيت في محلول يحتوي على ايونات عنصر له حالتين تأكسد مختلفتين

مثل غمر سلك من البلاتين في محلول

يحتوي ايونات  $\text{Fe}^{+2}, \text{Fe}^{+3}$  او يحتوي ايونات  $\text{Sn}^{+2}, \text{Sn}^{+4}$  .

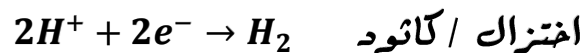
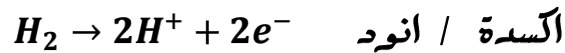
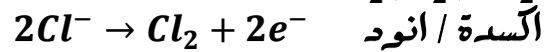
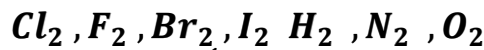


### ❖ انتبه | | شلون اعرف انواع الاقطاب

١- **قطب فلز | ايون فلز** : من اشرف اهد الفلزات يعاني أكسدة واختزال من فلز الى ايون او العكس :



٢- **القطب الغازي** : القطب الغازي اعرفه من اشرف واحد من الغازات الاتية :





٣- **اقطاب التأكسد والاختزال** :- نعرف قطب تأكسد او اختزال من نشوف عنصره اله مالتين  
تأكسد مثل  $(Sn^{+2}, Sn^{+4}), (Fe^{+2}, Fe^{+3})$

**بجيث يتحول من ايون الى ايون :**

اختزال ايون  $\rightarrow e^{-} +$  ايون

أكسدة  $e^{-} +$  ايون  $\rightarrow$  ايون

• مثل

أكسدة / انود  $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + e^{-}$

اختزال / كاثود  $Fe^{+3} + e^{-} \rightarrow Fe^{+2}$

### التعبير عن الخلية كتابة

• **للتعبير عن قطب الفلز / ايون الفلز:** يكون التعبير كالآتي :

١- اذا كان القطب انود

(1M) **رمز أيون الفلز | رمز الفلز**

• أكسدة  $\Leftrightarrow$  انود  $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$  **مثال**

التعبير  $Zn | Zn^{+2}(1M)$  ←

٢- اذا كان القطب كاثود

رمز الفلز | (1M) **رمز أيون الفلز**

• اختزال  $\Leftrightarrow$  كاثود  $Zn^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Zn$  **مثال**

التعبير  $Zn^{+2}(1M) | Zn$  ←

• **التعبير عن القطب الغازي** يكون التعبير كالآتي :

١- اذا كان القطب انود

(1M) **رمز ايون الغاز | رمز الغاز (1atm)**

• أكسدة  $\Leftrightarrow$  انود  $H_2 \rightarrow 2H^{+} + 2e^{-}$  **مثال**

التعبير  $Pt | H_2(1atm) | H^{+}(1M)$

٢- اذا كان القطب كاثود

(1atm) **رمز الغاز | رمز ايون الغاز (1M)**

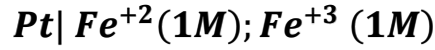
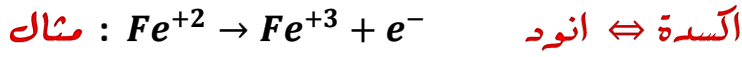
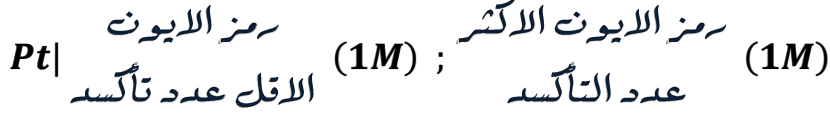
• اختزال  $\Leftrightarrow$  كاثود  $2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2$  **مثال**

التعبير  $H^{+}(1M) | H_2(1atm) | Pt$

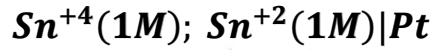
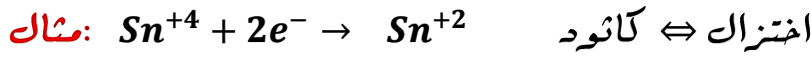
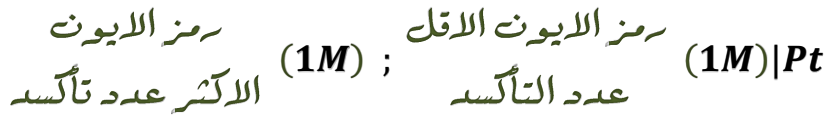




- التعبير عن اقطاب التأكسد والاختزال يكون التعبير كالآتي :  
١- اذا كان القطب انود



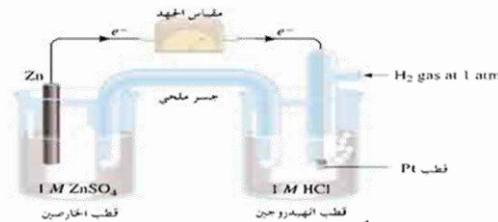
- ٢- اذا كان القطب كاثود



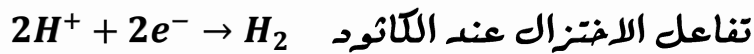
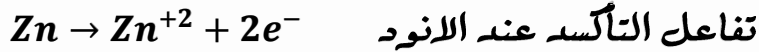
- يكون التعبير عن الخلية العام

تعبير الكاثود || تعبیر الانود

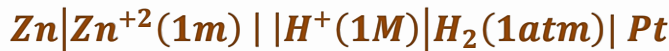
- ❖ مثال 4 - 6 | عبر عن الخلية الموضحة شكلها في الرسم كتابة ثم اكتب تفاعلات نصفي الخلية وتفاعلها العام



✓ الحل || من الرسم واضح  $H_2$  قطب كاثود و Zn انود



تعبير الكاثود || تعبیر الانود



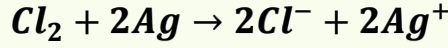
- يكون التعبير عن الخلية







❖ تمرين 4 - 7 | التفاعل العام لخلية كلفانية هو الاتي :



❖ عبر عن الخلية كتابةً عند الظروف القياسية ثم بين تفاعلي الأكسدة والاختزال

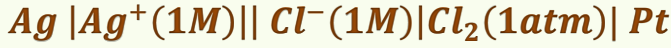
✓ الحل ||

تأكسد | انود  $2Ag \rightarrow 2Ag^+ + 2e^-$

اختزال | كاثود  $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$

تعبير الكاثود || تعبير الانود

• يكون التعبير عن الخلية



### ملاحظات مهمة جداً

اهم خطوه في حل مسائل  $E_{cell}^\circ$  هو معرفة قطب الانود وقطب الكاثود ويتم ذلك عن طريق :

١- اذا اعطى تفاعل خلية عام يمكن معرفة الانود المادة التي تعاني أكسدة والكاثود هو المادة التي تعاني اختزال

٢- اذا اعطى تعبير الخلية العامة يكون الانود من جهة اليسار والكاثود من اليمين :

تعبير الكاثود || تعبير الانود

٣- اذا كان السؤال هل يمكن اذابة فلز يكون الفلز المراد اذابته انود

٤- اذا كان السؤال هل يمكن الحفظ يكون الاناء انود والمادة المراد حفظها كاثود

٥- اذا لم يذكر اي من النقاط اعلاه اي لا يعطي معادلة تفاعل عامة ولا رسم خلية تعبير عن خلية ولا يكون السؤال هل يمكن اذابة فلز ولا يكون السؤال هل يمكن الحفظ ولا ايها محرر اليبدر وجهين نلجأ الى اختيار اقل جهد اختزال انود واكبر جهد اختزال كاثود

⚡ انتبه : بالسؤال دائماً ينطوي جهود اختزال للقطبين انت بعدما تعرفت من انود ومنو كاثود نقلب اشارة جهد القطب المختار انود لكي يصبح من جهد اختزال ( كاثود ) الى جهد

$$E_{cathod}^\circ = -E_{anode}^\circ \quad (\text{انود})$$





## كيفية حل مسائل فرق الجهد ( $E_{cell}^{\circ}$ )

١- نحدد قطب الانود وقطب الكاثود حيث بعد معرفة قطب الانود نقوم بتحويل جهد

الاختزال الى جهد أكسدة وذلك بعكس اشارة جهد القطب المختار انود

٢- نجد  $E_{cell}^{\circ}$  من قانون  $E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$  | حيث اذا كانت قيمة  $E_{cell}^{\circ}$

أ-  $E_{cell}^{\circ} = +$  فإن

(التفاعل تلقائي | لا يمكن الحفظ | يمكن اذابة الفلز | يتحرر غاز  $H_2$ )

ب-  $E_{cell}^{\circ} = -$  فإن

(التفاعل غير تلقائي | يمكن الحفظ | لا يمكن اذابة الفلز | لا يتحرر غاز  $H_2$ )

➤ ملاحظة: أفضل عامل مؤكسد هي المادة الاكبر جهد اختزال

➤ ملاحظة: تذكر بالسؤال دائما ينطوي جهود اختزال للقطبين . الي تختاره انود نعكس اشارته .

## ملاحظات

١- في سؤال هل يمكن اذابة فلز نجعل الفلز المراد اذابته انود والحلول كاثود

٢- في سؤال هل يمكن الحفظ نجعل الفلز المراد حفظه كاثود والالاء انود

٣- في سؤال ايها محرر الهيدروجين نجعل الهيدروجين كاثود ونختار انود مناسب يجعل

تفاعل الخلية تلقائي اي  $E_{cell}^{\circ} = +$

❖ تمرين 4 - 6 | هل يمكن حدوث كل من تفاعلات التأكسد والاختزال الممثلة

بالعادلات التالية تحت الظروف القياسية بشكل تلقائي

➤ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

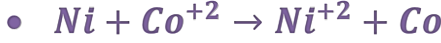
$$E_{(Co^{+2}|Co)}^{\circ} = -0.28V \quad , \quad E_{(Ni^{+2}|Ni)}^{\circ} = -0.25V$$

$$E_{(Fe^{+2}|Fe)}^{\circ} = -0.44V \quad , \quad E_{(Au^{+3}|Au)}^{\circ} = +1.50V$$

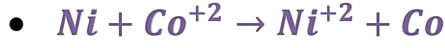
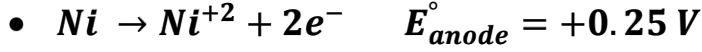
- $Ni + Co^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Co$
- $3Fe + 2Au^{+3} \rightarrow 3Fe^{+2} + 2Au$

✓ الحل |





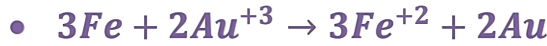
• من المعادلة نعرف  $Ni$  انود ،  $Co$  كاثود



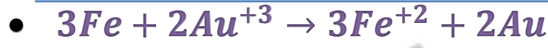
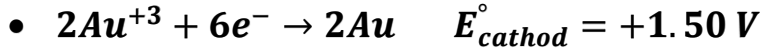
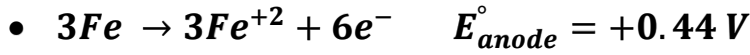
$$E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$$

$$E_{cell}^{\circ} = +0.25 + (-0.28) \Rightarrow E_{cell}^{\circ} = -0.03$$

• التفاعل غير تلقائي لان قيمة  $E_{cell}^{\circ} = -0.03$  سالبة



• من المعادلة نعرف  $Fe$  انود ،  $Au$  كاثود



$$E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$$

$$E_{cell}^{\circ} = +0.44 + 1.50 \Rightarrow E_{cell}^{\circ} = +1.94$$

• التفاعل تلقائي لان قيمة  $E_{cell}^{\circ} = +1.94$  موجبة

❖ تمرين 4 - 8 | هل بإمكان محلول  $HCl$  اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على

ايون الفضة  $Ag^{+}$  بتركيز  $(1M)$  للخلية التالية.

• علماً ان جهد الاختزال القياسي للفضة  $E_{(Ag^{+}|Ag)}^{\circ} = +0.80$

• معلومة :- تحدث اذابة فلز اذا كان التفاعل تلقائي



✓ الحل || من تعبير الخلية كتابة نعرف انه  $Ag$  انود و  $H_2$  كاثود



$$E_{anode}^{\circ} = -0.80 V$$



$$E_{cathod}^{\circ} = 0.0 V$$



$$E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$$

$$E_{cell}^{\circ} = -0.80 + 0.0$$

$$E_{cell}^{\circ} = -0.80 V$$

❖ اشارة  $E_{cell}^{\circ}$  سالبة لا يمكن اذابة الفلز



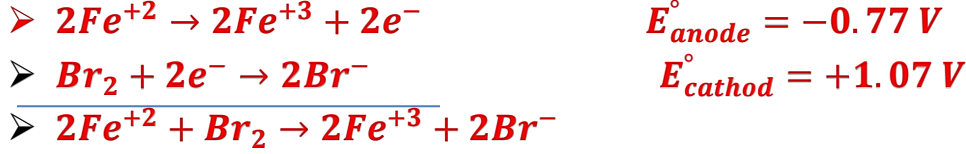


❖ سؤال 4 - 13 | هل يجري تفاعل الخلية التالية العبر عنها ادناه تلقائياً ام لا ؟  
❖ علماً ان جهد الاختزال القياسية

$$E^{\circ}_{(Br_2|Br^-)} = +1.07 V \quad E^{\circ}_{(Fe^{+3}|Fe^{+2})} = +0.77 V$$



❖ الحل | من تعبير الخلية نعرف ان  $Fe$  انود و  $Br_2$  كاثود



$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$$

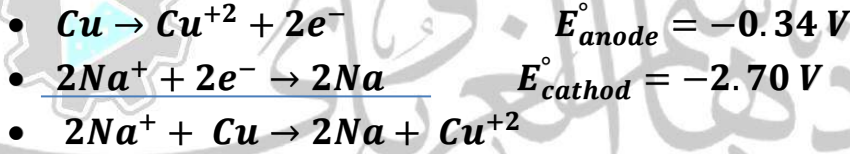
$$E^{\circ}_{cell} = -0.77 + 1.07 \Rightarrow E^{\circ}_{cell} = +0.30 V$$

• التفاعل تلقائي لأن  $E^{\circ}_{cell}$  قيمة موجبة

❖ سؤال 4 - 16 | هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء من النحاس  
❖ علماً ان جهود الاختزال القياسية

$$E^{\circ}_{(Na^+|Na)} = -2.70 V \quad , \quad E^{\circ}_{(Cu^{+2}|Cu)} = +0.34 V$$

❖ الحل | نجعل المادة المراد حفظها  $NaCl$  كاثود و الاناء  $Cu$  انود



$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$$

$$E^{\circ}_{cell} = -0.34 + (-2.70) \Rightarrow E^{\circ}_{cell} = -3.04 V$$

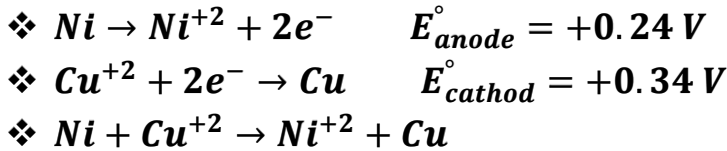
➤ يمكن الحفظ لأنه  $E^{\circ}_{cell} = -$  حيث لا يحصل تفاعل تلقائي .

❖ سؤال 4 - 17 | هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس  $CuSO_4$  في اناء من النيكل  
ام لا يمكن ذلك ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟

• علماً ان جهود الاختزال القياسية

$$E^{\circ}_{(Ni^{+2}|Ni)} = -0.24 V \quad , \quad E^{\circ}_{(Cu^{+2}|Cu)} = +0.34 V$$

❖ الحل || نجعل الاناء  $Ni$  انود و المادة المراد حفظها  $Cu$  كاثود



$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$$

$$E^{\circ}_{cell} = 0.24 + 0.34 \Rightarrow E^{\circ}_{cell} = +0.58$$

➤ لا يمكن الحفظ لأن جهد الخلية موجب اي ان التفاعل تلقائي





❖ سؤال 4 - 3 | أي المواد في الانزواج التالية هو الافضل كعامل مؤكسد تحت الظروف القياسية | اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$$E^{\circ}_{(Ag^+|Ag)} = +0.80 V , E^{\circ}_{(Au^{+3}|Au)} = +1.50 V$$

$$E^{\circ}_{(Br_2|Br^-)} = +1.07 V , E^{\circ}_{(Cr^{+3}|Cr)} = -0.74 V$$

$$E^{\circ}_{(Cd^{+2}|Cd)} = -0.40 V$$

أ)  $Br_2$  ام  $Au^{+3}$  ب)  $H_2$  ام  $Ag^+$  ج)  $Cd^{+2}$  ام  $Cr^{+3}$

✓ الحل || المادة الاكبر جهدا اختزال هي افضل عامل مؤكسد

أ-  $Au^{+3}$  : افضل عامل مؤكسد لان جهده اختزاله اكبر

ب-  $Ag^+$  : افضل عامل مؤكسد لان جهده اختزاله اكبر

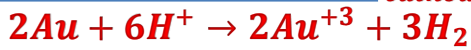
ج-  $Cd^{+2}$  : افضل عامل مؤكسد لان اختزاله اكبر

❖ سؤال 4 - 12 | بين ايهما يحرم الهيدروجين الالنيوم ام الذهب عن تفاعلها مع الحوامض المخففة | اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$$E^{\circ}_{(Au^{+3}|Au)} = +1.50 , E^{\circ}_{(Al^{+3}|Al)} = -1.66 V$$

✓ الحل || نجعل الهيدروجين كاثود واختار انود مناسب (Au او Al) الذي يجعل  $E^{\circ}_{cell}$  قيمة موجبة

Au

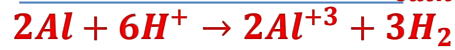


$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$$

$$E^{\circ}_{cell} = -1.50 + 0$$

$$E^{\circ}_{cell} = -1.50 V$$

Al



$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$$

$$E^{\circ}_{cell} = +1.66 + 0$$

$$E^{\circ}_{cell} = +1.66$$

∴ • Al هو جعل تفاعل الخلية تلقائي  $E^{\circ}_{cell} = +$

Al هو يحرم الهيدروجين





❖ سؤال 4 - 28 | للخلية الآتية :  $Al | Al^{+3}(1M) || Cd^{+2}(1M) | Cd$

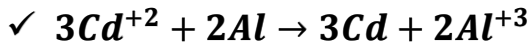
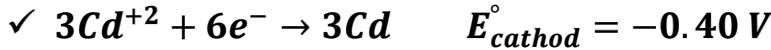
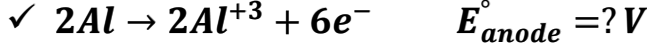
إذا علمت ان جهد الخلية القياسي  $E_{cell}^{\circ} = +1.26 V$

وجهد الاختزال القياسي للكاديوم  $E_{(Cd^{+2} | Cd)} = -0.40 V$

احسب جهد اختزال القياسي للألنيوم

✓ الحل || من تعبير الخلية  $Al$  هو انود و  $Cd$  لذلك نجد  $E_{anode}^{\circ}$

ثم نعكس اشارته ليتحول الى جهد اختزال



$$E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ} \rightarrow E_{anode}^{\circ} = E_{cell}^{\circ} - E_{cathod}^{\circ}$$

$$E_{anode}^{\circ} = 1.26 + 0.40 = +1.66 V$$

$$E_{(Al^{+3} | Al)}^{\circ} = -1.66 V$$

العلاقة بين جهد الخلية  $E_{cell}^{\circ}$  وطاقة كبس الحرارة القياسية  $\Delta G^{\circ}$  وثابت الاتزان  $K_{eq}$

كما عرفنا ان الخلايا الكلفانية تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية للإنجاز شغل

الطاقة الكهربائية  $J =$  جهد الخلية  $V$  \* الشحنة الكلية  $C$

$$1J = 1V * 1C$$

○ في ظروف غير قياسية (1)  $\Delta G = -nFE_{cell}$  .....

○ في ظروف قياسية (2)  $\Delta G^{\circ} = -nFE_{cell}^{\circ}$  .....

○ عند الاتزان (3)  $\Delta G^{\circ} = -RT \ln K_{eq}$  .....

➤ وبتعويض معادلة (2) في (3) نحصل على

○  $-RT \ln K_{eq} = -nFE_{cell}^{\circ}$  ..... (4)

➤ و بأعادة ترتيب المعادلة

○  $E_{cell}^{\circ} = \frac{RT}{nF} \ln K_{eq}$  ..... (5)

بتعويض قيم  $F = 96500$  ,  $T = 298$  ,  $R = 8.314$  نحصل على المعادلة

$$❖ E_{cell}^{\circ} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$$

•  $\Delta G$  : طاقة كبس غير القياسية و  $\Delta G^{\circ}$  : طاقة كبس الحرارة القياسية

•  $E_{cell}$  : جهد الخلية الغير قياسي و  $E_{cell}^{\circ}$  : جهد الخلية القياسية

•  $F$  : ثابت فراداي ويساوي 96500

•  $n$  : عدد الالكترونات التساوية المحذوفة

•  $R$  / ثابت الغازات و  $K_{eq}$  ثابت الاتزان





ملاحظات

- ١- اذا كان  $\Delta G^\circ$  قيمة سالبة فان التفاعل تلقائي  
 واذا كانت  $\Delta G^\circ$  قيمة موجبة التفاعل غير تلقائي  
 ٢- التلقائية بالنسبة  $E_{cell}^\circ$  عكس  $\Delta G^\circ$

$$\Delta G^\circ = -nFE_{cell}^\circ$$

$$\Delta G^\circ = - \times +$$

$$\Delta G^\circ = -$$

• تكون قيمة  $\Delta G^\circ$  سالبة عندما تكون قيمة  $E_{cell}^\circ$  موجبة

$$\Delta G^\circ = -nFE_{cell}^\circ$$

$$\Delta G^\circ = - \times -$$

$$\Delta G^\circ = +$$

• تكون قيمة  $\Delta G^\circ$  موجبة عندما تكون قيمة  $E_{cell}^\circ$  سالبة



❖ سؤال 4 - 2 | احسب ثابت فراداي وبين وحدته ؟

✓ الجواب ||

•  $F$  فراداي : هو حاصل ضرب شحنة الالكترون في عدد انكادروا

$$\text{عدد انكادروا} = 6.023 \times 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$$

$$\text{شحنة الالكترون} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

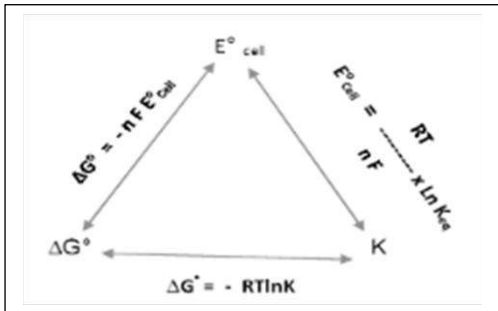
$$F = 6.023 \times 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} * 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$F = 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$$

❖ سؤال 4 - 4 | اكتب العلاقة التي تربط  $\Delta G^\circ$  مع  $K_{eq}$  مع  $E_{cell}^\circ$

وعرف جميع الرموز التي تحتويها ؟

✓ الحل ||



$$8.314 \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot \text{mol} = R$$

$$96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}} = F$$

$$T = \text{درجة الحرارة كلفن}$$

$$n = \text{عدد مولات الالكترونات}$$

التساوية المحذوفة



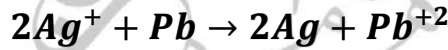


### ملاحظات لحل مسائل العلاقة بين $\Delta G^\circ$ و $K_{eq}$ و $E_{cell}^\circ$

- ١- اذا كان المجهول  $\Delta G^\circ$  نجد  $E_{cell}^\circ$  من العلاقة  $E_{cell}^\circ = E_{anode}^\circ + E_{cathod}^\circ$   
ثم نجد  $n$  من المعادلة ونجد  $\Delta G^\circ$  من قانون  $\Delta G^\circ = -nFE_{cell}^\circ$
- ٢- نستخدم القانون  $\Delta G = -nFE_{cell}$  لليجاد  $\Delta G$  بوجود  $E_{cell}$   
أو لليجاد  $E_{cell}$  بوجود  $\Delta G$
- ٣- نستخدم القانون  $\Delta G^\circ = -nFE_{cell}^\circ$  لليجاد  $\Delta G^\circ$  بوجود  $E_{cell}^\circ$   
أو لليجاد  $E_{cell}^\circ$  بوجود  $\Delta G^\circ$
- ٤- نستخدم القانون  $E_{cell}^\circ = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$  لليجاد  $E_{cell}^\circ$  بوجود  $K_{eq}$
- ٥-  $\Delta G^\circ$  ،  $\Delta G$  هنا تقاس بوحدة  $J/mol$  وليس  $KJ/mol$

❖ سؤال 4 - 20 | لماذا يجب ان يكون جهد الخلية موجباً ؟  
 ✓ الجواب | | لأن التفاعل تلقائي عندما  $\Delta G^\circ$  قيمة سالبة و  $E_{cell}^\circ$  موجبة وعند تطبيق  
 الاشارة بالمعادلة  $\Delta G^\circ = -nFE_{cell}^\circ$  نجد ان يجب ان تكون  $E_{cell}^\circ$  موجبة  
 حتى تصبح  $\Delta G^\circ$  قيمة سالبة .

❖ مثال 4 - 7 | خلية كلفانية قياسية تفاعلها العام كالآتي :



احسب قيمة  $\Delta G^\circ$  وثابت الاتزان  $K_{eq}$  عند درجة حرارة  $25^\circ C$

• علما ان جهود الاختزال القياسية :

$$E^\circ_{(Ag^+ | Ag)} = +0.80 V , E^\circ_{(Pb^{+2} | Pb)} = -0.13V$$

• علما ان  $\ln 2.5 * 10^{31} = 71.53$

✓ الحل | نجد  $E_{cell}^\circ$  من  $E_{cell}^\circ = E_{anode}^\circ + E_{cathod}^\circ$  ومن ثم نجد ثابت الاتزان  $K_{eq}$

• من المعادلة واضح ان  $Pb$  انود و  $Ag$  كاثود

- $Pb \rightarrow Pb^{+2} + 2e^-$   $E^\circ_{anode} = +0.13V$
- $2Ag^+ + 2e^- \rightarrow 2Ag$   $E^\circ_{cathod} = +0.80 V$
- $2Ag^+ + Pb \rightarrow 2Ag + Pb^{+2}$
- $E_{cell}^\circ = E_{anode}^\circ + E_{cathod}^\circ$   
 $E_{cell}^\circ = +0.13 + 0.80$   
 $E_{cell}^\circ = +0.93$
- $\Delta G^\circ = -nFE_{cell}^\circ$







$$\Delta G^\circ = -2 * 96500 \text{ C/mol} * 0.93 \text{ V}$$

$$\Delta G^\circ = -179490 \text{ J/mol}$$

$$E_{cell}^\circ = \frac{0.026 \text{ V}}{n} \ln K_{eq}$$

$$0.93 = \frac{0.026 \text{ V}}{2} * \ln K_{eq}$$

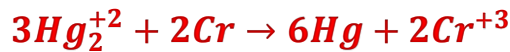
$$0.93 = 0.013 * \ln K_{eq}$$

$$\ln K_{eq} = \frac{0.93}{0.013}$$

$$\ln K_{eq} = 71.53 \Rightarrow \ln K_{eq} = \ln 2.5 * 10^{31}$$

$$K_{eq} = 2.5 * 10^{31}$$

❖ تمرين 4 - 9 | احسب التغير في طاقة كس الحرارة القياسية  $\Delta G^\circ$  لتفاعل الخلية عند  $25^\circ\text{C}$



• فاذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

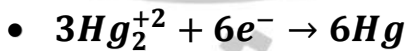
$$E_{(\text{Hg}_2^{+2}|\text{Hg})}^\circ = +0.85 \text{ V} , E_{(\text{Cr}^{+3}|\text{Cr})}^\circ = -0.74 \text{ V}$$

✓ **الحل** | نجد  $E_{cell}^\circ$  من جهد الاختزال ثم نجد  $\Delta G^\circ$  من قانون  $\Delta G^\circ = -nFE_{cell}^\circ$

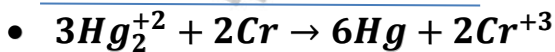
• ووضح من المعادلة  $\text{Hg}$  كاثود و  $\text{Cr}$  انود



$$E_{anode}^\circ = +0.74 \text{ V}$$



$$E_{cathod}^\circ = +0.85 \text{ V}$$



$$E_{cell}^\circ = E_{anode}^\circ + E_{cathod}^\circ$$

$$E_{cell}^\circ = +0.74 + 0.85$$

$$E_{cell}^\circ = +1.59 \text{ V}$$

$$\Delta G^\circ = -nFE_{cell}^\circ$$

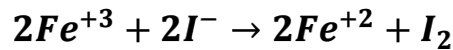
$$\Delta G^\circ = -6 * 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}} * 1.59 \text{ V}$$

$$\Delta G^\circ = -920610 \text{ J/mol}$$





• تمرين 4 - 10 | لتفاعل الخلية القياسي التالي عند درجة حرارة 25°C



• اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$$E^{\circ}_{(I_2|I^{-})} = +0.53 V , E^{\circ}_{(Fe^{+3}|Fe^{+2})} = +0.77 V$$

❖ احسب :

١- جهد الخلية القياسية

٢- طاقة كبس الحرارة القياسية

٣- ثابت الاتزان .

علماً ان  $\ln 1 * 10^8 = 18.46$

✓ الحل || من المعادلة نعرف ان  $I_2$  انود و  $Fe$  كاثود

١- نجد  $E^{\circ}_{cell}$

•  $2I^{-} \rightarrow I_2 + 2e^{-}$   $E^{\circ}_{anode} = -0.53 V$

•  $2Fe^{+3} + 2e^{-} \rightarrow 2Fe^{+2}$   $E^{\circ}_{cathod} = +0.77 V$



•  $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = -0.53 + 0.77$

$E^{\circ}_{cell} = +0.24 V$

٢- نجد  $\Delta G^{\circ}$

•  $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$

$\Delta G^{\circ} = -2 mol * 96500 C/mol * 0.24 V$

$\Delta G^{\circ} = -46320 J/mol$

٣- نجد  $K_{eq}$

•  $E^{\circ}_{cell} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$

$0.24 = \frac{0.026V}{2} * \ln K_{eq}$

$0.24 = 0.013 * \ln K_{eq}$

$\ln K_{eq} = \frac{0.24}{0.013}$

$\ln K_{eq} = 18.46 \Rightarrow \ln K_{eq} = \ln 1 * 10^8$

$K_{eq} = 1 * 10^8$





❖ سؤال 4 - 5 | عند الظروف القياسية  $25^{\circ}\text{C}$  وضغط  $1\text{atm}$  اي تفاعل سيجري تلقائياً

في محلول مائي يحتوي على ايونات  $\text{Fe}^{+3}, \text{Fe}^{+2}, \text{Ce}^{+3}, \text{Ce}^{+4}$  ؟

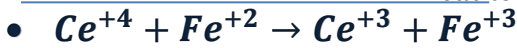
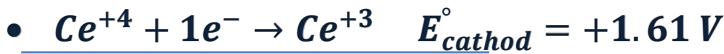
احسب  $\Delta G^{\circ}$  لهذا التفاعل ؟

• اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية :

$$E^{\circ}_{(\text{Fe}^{+3}|\text{Fe}^{+2})} = 0.77\text{ V}, \quad E^{\circ}_{(\text{Ce}^{+4}|\text{Ce}^{+3})} = +1.61\text{ V}$$

• علماً ان  $\ln 1.1 * 10^{14} = 32.30$

✓ **الحل** || لم يعطى طريق نعرف منه الانود والكاثود لذلك نختار اقل جهد اختزال انود



•  $E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{anode}} + E^{\circ}_{\text{cathod}}$

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = -0.77 + 1.61$$

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = +0.84\text{ V}$$

•  $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{\text{cell}}$

$$\Delta G^{\circ} = -1\text{ mol} * 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}} * 0.84\text{ V}$$

$$\Delta G^{\circ} = -81060\text{ J/mol}$$

•  $E^{\circ}_{\text{cell}} = \frac{0.026\text{V}}{n} \ln K_{eq}$

$$0.84 = \frac{0.026\text{V}}{1} * \ln K_{eq}$$

$$0.84 = 0.026 * \ln K_{eq}$$

$$\ln K_{eq} = \frac{0.84}{0.026}$$

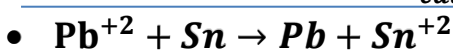
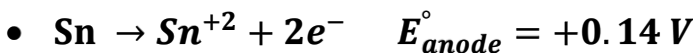
$$\ln K_{eq} = 32.30 \Rightarrow \ln K_{eq} = \ln 1.1 * 10^{14}$$

$$K_{eq} = 1.1 * 10^{14}$$

❖ سؤال 4 - 37 | احسب ثابت الاتزان للتفاعل الاتي :  $\text{Sn} + \text{Pb}^{+2} \rightarrow \text{Sn}^{+2} + \text{Pb}$

❖ علماً ان جهود الاختزال القياسية :  $E^{\circ}_{(\text{Pb}^{+2}|\text{Pb})} = -0.13\text{ V}$  ,  $E^{\circ}_{(\text{Sn}^{+2}|\text{Sn})} = -0.14\text{ V}$

**الحل** || من المعادلة نعرف Sn انود و Pb كاثود لذلك نجد  $E^{\circ}_{\text{cell}}$  ثم نجد  $K_{eq}$





- $E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$   
 $E_{cell}^{\circ} = +0.14 + (-0.13)$   
 $E_{cell}^{\circ} = +0.01 V$
- $E_{cell}^{\circ} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$   
 $0.01 = \frac{0.026V}{2} * \ln K_{eq}$   
 $0.01 = 0.013 * \ln K_{eq}$   
 $\ln K_{eq} = \frac{0.01}{0.013} \Rightarrow \ln K_{eq} = 0.769 \Rightarrow \ln K_{eq} = \ln 2.16 \Rightarrow K_{eq} = 2.16$

### اعتماد جهد الخلية على التركيز ( معادلة نيرنست )

كما تعلمنا في التفاعلات السابقة ان تراكيز الاقطاب تكون (1M) لكننا نحتاج الى التعامل مع تراكيز قتلغ عن (1M) لذا من الضروري ايجاد علاقة تربط جهد الخلية غير القياسي مع تراكيز مكونات الخلية .

- $\Delta G = \Delta G^{\circ} + RT \ln Q$  ..... (1)
- $\Delta G^{\circ} = -nFE_{cell}^{\circ}$  ..... (2)
- $\Delta G = -nFE_{cell}$  ..... (3)
- $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln Q$  ..... (4)

➤ عند تعويض قيمة  $F, R, T$  في معادلة 4 تصبح المعادلة

$$\circ E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln Q \dots \dots \dots (5)$$

❖ سؤال 4 - 6 | اكتب معادلة نيرنست وعرف جميع الرموز التي تحتويها

➤  $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

•  $Q = \frac{\text{تركيز الايونات الناتجة}}{\text{تركيز الايونات المتفاعلة}}$

•  $n =$  عدد الالكترونات المزدوجة المتساوية

•  $E_{cell}^{\circ} =$  جهد الخلية القياسي

•  $E_{cell} =$  جهد الخلية الغير قياسي





❖ ملاحظة || نأخذ على سبيل المثال التفاعل الآتي :  $Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$   
 • يكون تعبير معادلة نيرنست للتفاعل هو

$$\text{➤ } E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$$

○ حيث ان Q هو تراكيز الايونات الناتجة على تراكيز الايونات المتفاعلة كل منهم مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في المعادلة

$$\text{➤ } E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$$

❖ ملاحظات مهمة ||

١- نعرف ان السؤال يخص معادلة نيرنست

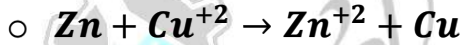
○ اذا اعطى او طلب تراكيز مولارية (غير 1M) اقل او اكثر من 1M

٢- ممكن في معادلة نيرنست ان يطلب  $E_{cell}$  و يعطى تراكيز الايونات وبالعكس

٣-  $E_{cell}^{\circ}$  نجدها على الاغلب من  $E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$

و أحياناً نجدها من  $\Delta G^{\circ} = -nFE_{cell}^{\circ}$

٤- تراكيز العناصر الحرة ( ليس ايونات ) تساوي واحد عن التعويض في قيمة Q



○  $Q = \frac{[Zn^{+2}][Cu]}{[Cu^{+2}][Zn]} \Rightarrow Q = \frac{[Zn^{+2}] * (1)}{[Cu^{+2}] * (1)}$

❖ مثال 4 - 8 | احسب جهد الخلية  $E_{cell}$  عند درجة حرارة 25 °C

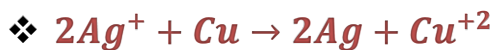
للخلية التي تفاعلها العام  $2Ag^{+} + Cu \rightarrow 2Ag + Cu^{+2}$

○ اذا علمت ان تراكيز الايونات  $[Cu^{+2}] = 0.01 M$  ,  $[Ag^{+}] = 0.01 M$

○ وان جهود الاختزال القياسية  $E_{(Ag^{+}|Ag)}^{\circ} = +0.80 V$  ,  $E_{(Cu^{+2}|Cu)}^{\circ} = +0.34 V$

✓ الحل || نعرف ان السؤال يخص معادلة نيرنست انه اعطى تراكيز للايونات غير (1M)

لذلك نجد  $E_{cell}^{\circ}$  ثم نجد  $E_{cell}$  من المعادلة واضح ان Cu انود و Ag كاتود



❖  $E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$

$E_{cell}^{\circ} = -0.34 + 0.80$

$E_{cell}^{\circ} = 0.46 V$





❖ نجد  $E_{cell}$  من معادلة نيرنست

$$❖ E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$$

$$✓ E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Cu^{+2}]}{[Ag^{+}]^2}$$

$$✓ E_{cell} = 0.46 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{(0.01)}{(0.01)^2}$$

$$✓ E_{cell} = 0.46 - 0.013 * \ln \frac{(0.01)}{(0.01)^2}$$

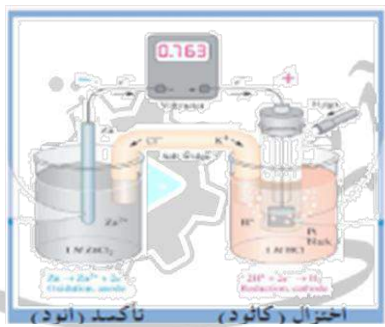
$$✓ E_{cell} = 0.46 - 0.013 * \ln 100$$

$$✓ E_{cell} = 0.46 - (0.013 * 4.6) \Rightarrow E_{cell} = 0.4$$

❖ تمرين 4 - 11 | باستخدام الخلية الكلفانية الموضحة في الشكل ادناه في تجربة

وجد ان  $E_{cell}$  للخلية تساوي  $0.73 V$  عند  $25^{\circ}C$  افترض ان  $[Zn] = 0.1 M$

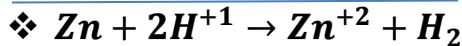
وضغط غاز الهيدروجين  $1 atm$  احسب التركيز المولاري لأيونات  $H^{+}$



❖ اذا علمت ان  $E_{(Zn^{+2}|Zn)}^{\circ} = -0.76 V$

✓ علما ان  $\ln 10 = 2.3$

✓ الحل || من الرسم نعرف ان  $Zn$  انود و  $H_2$  كاثود



$$❖ E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$$

$$E_{cell}^{\circ} = +0.76 + 0.0$$

$$E_{cell}^{\circ} = 0.76 V$$

$$❖ E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[H^{+}]^2}$$

$$❖ 0.73 = 0.76 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2}$$

$$❖ 0.73 = 0.76 - 0.013 * \ln \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2}$$

$$❖ 0.73 - 0.76 = -0.013 * \ln \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2} \Rightarrow -0.03 = -0.013 * \ln \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2}$$

$$❖ \ln \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2} = \frac{-0.03}{-0.013}$$

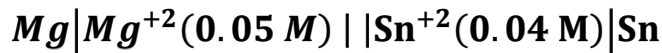
$$❖ \ln \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2} = 2.3 \Rightarrow \ln \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2} = \ln 10$$

$$❖ \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2} = 10 \Rightarrow [H^{+}]^2 = \frac{0.1}{10} \Rightarrow [H^{+}]^2 = 0.01 \Rightarrow [H^{+}] = 0.1 M$$





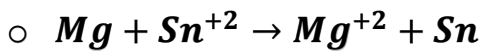
❖ تمرين 4 - 12 | احسب  $E_{cell}^{\circ}$ ,  $E_{cell}$ ,  $\Delta G$  خلية الاتية



❖ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية :

$$E_{Sn^{+2}|Sn}^{\circ} = -0.14 V, E_{Mg^{+2}|Mg}^{\circ} = -2.37 V$$

✓ الحل || من تعبير الخلية نعرف انود  $Mg$  و  $Sn$  كاثود



❖  $E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$

$$E_{cell}^{\circ} = +2.37 + (-0.14)$$

$$E_{cell}^{\circ} = +2.23 V$$

❖ نجد  $E_{cell}$  من معادلة نيرنست

❖  $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

○  $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Mg^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$

○  $E_{cell} = 2.23 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{(0.05)}{(0.04)}$

○  $E_{cell} = 2.23 - 0.013 * \ln \frac{(0.05)}{(0.04)}$

○  $E_{cell} = 2.23 - 0.013 * \ln 1.25$

○  $E_{cell} = 2.23 - (0.013 * 0.223)$

○  $E_{cell} = 2.23 - 0.003 V$

○  $E_{cell} = 2.227 V$

❖  $\Delta G = -nFE_{cell}$

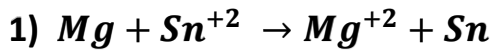
$$\Delta G = -2 * 96500 \frac{C}{mol} * 2.227 V$$

$$\Delta G = -429811 J/mol$$

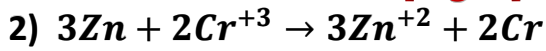




❖ سؤال 4 - 7 | احسب  $E_{cell}^{\circ}$ ,  $E_{cell}$ ,  $\Delta G$  لتفاعلات الخلايا الاتية :



$$[Mg^{+2}] = 0.05 M, [Sn^{+2}] = 0.04 M$$



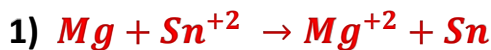
$$[Cr^{+3}] = 0.01 M, [Zn^{+2}] = 0.001 M$$

○ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية علماء ان  $\ln 10^{-5} = -11.51$

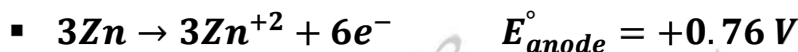
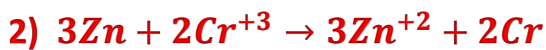
$$E_{Mg^{+2}|Mg}^{\circ} = -2.37 V, E_{Sn^{+2}|Sn}^{\circ} = -0.14 V$$

$$E_{Zn^{+2}|Zn}^{\circ} = -0.76 V, E_{Cr^{+3}|Cr}^{\circ} = -0.74 V$$

✓ الحل ||



وراجع نفس طريقة حل التمرين اعلاه



▪  $E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$

$$E_{cell}^{\circ} = +0.76 + (-0.74)$$

$$E_{cell}^{\circ} = 0.02 V$$

▪ نجد  $E_{cell}$  من معادلة نيرنست

•  $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

$$- E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]^3}{[Sn^{+2}]^2}$$

$$- E_{cell} = 0.02 - \frac{0.026V}{6} \ln \frac{(0.001)^3}{(0.01)^2}$$

$$- E_{cell} = 0.02 - 0.0043 * \ln \frac{(1 \cdot 10^{-9})}{(1 \cdot 10^{-4})}$$

$$- E_{cell} = 0.02 - 0.0043 * \ln 10^{-5}$$

$$- E_{cell} = 0.02 - (0.0043 * -11.51)$$

$$- E_{cell} = 0.02 + 0.05$$

$$- E_{cell} = 0.07 V$$

▪  $\Delta G = -nFE_{cell}$

$$\Delta G = -6 * 96500 \frac{C}{mol} * 0.07 V$$

$$\Delta G = -40530 J/mol$$







❖ سؤال 4 - 8 | احسب  $E_{cell}^{\circ}$  للخلية المكونة من نصفي التفاعل  $Zn|Zn^{+2}$  و  $SHE$ .

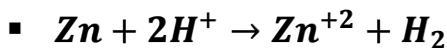
كم سيكون جهد الخلية  $E_{cell}$

▪ اذا كان  $[H^+] = 1.8 M$  ,  $P_{H_2} = 1atm$   $[Zn^{+2}] = 0.45 M$ .

▪ اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي  $E_{Zn^{+2}|Zn}^{\circ} = -0.76 V$

▪ علما ان  $\ln 0.138 = -1.98$

✓ **الحل** || من المعطيات نعرف ان غاز الهيدروجين دائما يتحرر عند الكاثود



❖  $E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$

$E_{cell}^{\circ} = +0.76 + (0.0)$

$E_{cell}^{\circ} = 0.76 V$

❖  $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

○  $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[H^+]^2}$

○  $E_{cell} = 0.76 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{0.45}{(1.8)^2}$

○  $E_{cell} = 0.76 - 0.013 * \ln 0.138$

○  $E_{cell} = 0.76 - (0.013 * -1.98)$

○  $E_{cell} = 0.76 - (-0.026)$

○  $E_{cell} = 0.76 + 0.026$

○  $E_{cell} = 0.786V$

❖ سؤال 4 - 22 | احسب جهد خلية دانيال اذا علمت ان تركيز كبريتات الخارصين  $0.1 M$

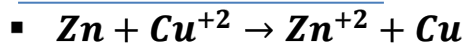
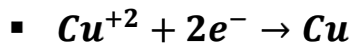
وتركيز كبريتات النحاس  $0.01 M$  في درجة حرارة  $25^{\circ}C$

- وان الجهد القياسي للخلية يساوي  $1.10 V$

- علما ان  $\ln 10 = 2.3$

✓ **الحل** || في خلية دانيال نعرف ان  $Zn$  انود و  $Cu$  كاثود

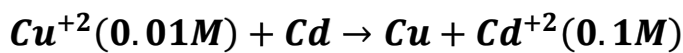
•  $E_{cell}^{\circ}$  معطى لا حاجة للاستغرابه





- $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$
- $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$
- $E_{cell} = 1.10 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{0.1}{0.01}$
- $E_{cell} = 1.10 - 0.013 * \ln 10$
- $E_{cell} = 1.10 - (0.013 * 2.3)$
- $E_{cell} = 1.10 - 0.03$
- $E_{cell} = 1.10 - 0.03$
- $E_{cell} = 1.07 V$

❖ سؤال 4 - 24 | خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة 25°C



- وجهدها القياسي يساوي (+0.74 V) احسب التغير في الطاقة الحرة ؟

- علما ان  $\ln 10 = 2.3$

✓ الحل | | من المعادلة نعرف ان Cd انود و Cu كاثود

•  $E_{cell}^{\circ}$  معطى لا حاجة للاستخراجه

- $Cd \rightarrow Cd^{+2} + 2e^{-}$
- $Cu^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Cu$
- $Cd + Cu^{+2} \rightarrow Cd^{+2} + Cu$

❖ للإيجاد  $\Delta G$  يجب ان نجد  $E_{cell}$  اولاً

- $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$
- $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Cd^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$
- $E_{cell} = 0.74 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{0.1}{0.01}$
- $E_{cell} = 0.74 - 0.013 * \ln 10$
- $E_{cell} = 0.74 - (0.013 * 2.3)$
- $E_{cell} = 0.74 - 0.03$
- $E_{cell} = 0.74 - 0.03$
- $E_{cell} = 0.71 V$
- ❖  $\Delta G = -nFE_{cell}$
- $\Delta G = -2 * 96500 C/mol * 0.71 V$
- $\Delta G = -137030 J/mol$





❖ سؤال 4 - 25 | احسب التغير في الطاقة الحرة للتفاعل الخلية التالي عند درجة 25°C



- اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية  $\ln 0.01 = -4.6$  علما ان  $-4.6$

$$E_{Mg^{+2}|Mg}^{\circ} = -2.37 V, E_{Br_2|Br^{-}}^{\circ} = +1.07 V$$

✓ الحل || من تعبير الخلية واضح ان  $Mg$  انود و  $Br_2$  كاثود

- $Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^{-}$   $E_{anode}^{\circ} = +2.37 V$
- $Br_2 + 2e^{-} \rightarrow 2Br^{-}$   $E_{cathod}^{\circ} = +1.07 V$



•  $E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$

$E_{cell}^{\circ} = +2.37 + 1.07 \Rightarrow E_{cell}^{\circ} = +3.44 V$

•  $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

○  $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Mg^{+2}][Br^{-}]^2}{(1)(1)}$

○  $E_{cell} = 3.44 - 0.013 * \ln(1) * (0.1)^2$

○  $E_{cell} = 3.44 - 0.013 * \ln 0.01$

○  $E_{cell} = 3.44 - (0.013 * -4.6)$

○  $E_{cell} = 3.44 - (-0.06)$

○  $E_{cell} = 3.44 + 0.06$

○  $E_{cell} = 3.50 V$

❖  $\Delta G = -nFE_{cell}$

$$\Delta G = -2 * 96500 \frac{C}{mol} * 3.50 V$$

$$\Delta G = -675500 J/mol$$





❖ سؤال 4 - 30 | اذا علمت ان جهد الخلية الاتية :  $Sn|Sn^{+2}(?M)||Ag^+(1M)|Ag$

عند درجة  $25^{\circ}C$  يساوي  $E_{cell} = 0.9992 V$  جد تركيز ايونات

القصدير  $Sn^{+2}$  في ملوك القطب

• علماً ان قطب الفضة في ظروف قياسية وجهود الاختزال القياسية هي

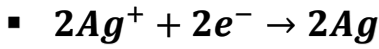
$$E_{Sn^{+2}|Sn}^{\circ} = -0.14V , \quad E_{Ag^{+2}|Ag}^{\circ} = +0.80 V$$

• علماً ان  $\ln 0.01 = -4.6$

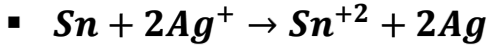
✓ الحل || من تعبير الخلية نعرف ان  $Sn$  انود و  $Ag^{+}$  كاثود



$$E_{anode}^{\circ} = +0.14$$



$$E_{cathod}^{\circ} = +0.80$$



▪  $E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$

$$E_{cell}^{\circ} = +0.14 + 0.80 \Rightarrow E_{cell}^{\circ} = 0.94 V$$

▪  $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

○  $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{[Sn^{+2}]}{[Ag^{+}]^2}$

○  $0.9992 V = 0.94 V - 0.013 V * \ln \frac{[Sn^{+2}]}{(1)^2}$

○  $0.9992 V - 0.94 V = -0.013 V * \ln \frac{[Sn^{+2}]}{1}$

○  $0.0592 = -0.013 V * \ln[Sn^{+2}]$

○  $\ln[Sn^{+2}] = \frac{0.0592}{-0.013}$

○  $\ln[Sn^{+2}] = -4.6 \Rightarrow \ln[Sn^{+2}] = \ln 0.01$

○  $[Sn^{+2}] = 0.01$

❖ سؤال 4 - 26 | ما مقدار التغير في الطاقة الحرة للخلية التالية في درجة حرارة  $25^{\circ}C$

- علماً ان  $K_{eq} = 2.3 * 10^4$



- علماً ان  $\ln 2.3 * 10^4 = 10.04$

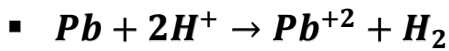
✓ الحل || نجد  $E_{cell}^{\circ}$ ,  $E_{cell}$ , ثم  $\Delta G$





❖ من المعادلة نعرف ان  $Pb$  انود و  $H_2$  كاثود

- $Pb \rightarrow Pb^{+2} + 2e^{-}$
- $2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2$



$$E_{cell}^{\circ} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$$

$$E_{cell}^{\circ} = \frac{0.026V}{2} \ln 2.3 * 10^4$$

$$E_{cell}^{\circ} = 0.013 * 10.04$$

$$E_{cell}^{\circ} = 0.1305 V$$

$$E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$$

$$E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Pb^{+2}]}{[H^{+}]^2}$$

$$E_{cell} = 0.1305 - 0.013 * \ln \frac{0.01}{1}$$

$$E_{cell} = 0.1305 - (0.013 * \ln 0.01)$$

$$E_{cell} = 0.1305 - (0.013 * -4.6)$$

$$E_{cell} = 0.1305 + 0.06$$

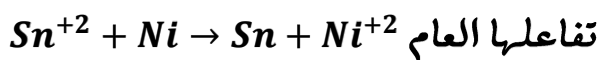
$$E_{cell} = 0.1905$$

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

$$\Delta G = -2 \text{ mol} * 96500 \text{ C/mol} * 0.1905V$$

$$\Delta G = -36766.5 \text{ J/mol}$$

❖ سؤال 4 - 27 | خلية فولتائية في درجة حرارة  $25^{\circ}C$



- اذا علمت ان جهد الخلية الغير قياسي يساوي  $(+0.17 V)$

- احسب تركيز ايونات النيكل علما ان قطب القصدير في ظروف قياسية

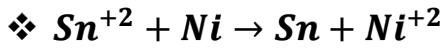
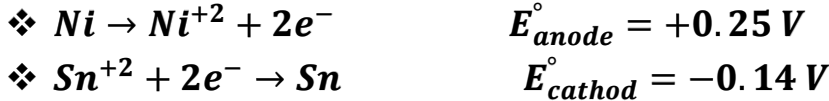
$$E_{(Ni^{+2}|Ni)}^{\circ} = -0.25 V , E_{(Sn^{+2}|Sn)}^{\circ} = -0.14 V$$

- علما ان  $\ln 0.01 = -4.6$

✓ الحل || أنتبه قطب القصدير في ظروفه القياسية يعني تركيزه  $1M$

▪ من المعادلة نعرف  $Sn$  كاثود و  $Ni$  انود





$$\diamond E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$$

$$E_{cell}^{\circ} = +0.25 + (-0.14) \Rightarrow E_{cell}^{\circ} = 0.11 V$$

$$\diamond E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$$

$$\circ E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Ni^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$$

$$\circ 0.17 V = 0.11 V - 0.013 V * \ln \frac{[Ni^{+2}]}{1} \quad (1)$$

$$\circ 0.17 V - 0.11 V = -0.013 V * \ln \frac{[Ni^{+2}]}{1}$$

$$\circ 0.06 = -0.013 V * \ln[Ni^{+2}]$$

$$\circ \ln[Ni^{+2}] = \frac{0.06}{-0.013}$$

$$\circ \ln[Ni^{+2}] = -4.6 \Rightarrow \ln[Ni^{+2}] = \ln 0.01$$

$$\circ [Ni^{+2}] = 0.01 M$$

❖ سؤال 4 - 29 | خلية كلفانية في درجة حرارة احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط 1atm من غاز الهيدروجين والاخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه 0.01 M ؟

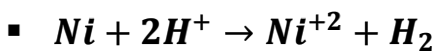
احسب الاس الهيدروجيني لحلول قطب الهيدروجين

- اذا علمت ان مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية -48.25 KJ/mol

- وان جهد الاختزال لقطب النيكل القياسي  $E_{(Ni^{+2}|Ni)}^{\circ} = -0.25 V$

- علما ان  $\ln 1 = 0$

✓ الحل || هنا لم يعطى طريق نعرف منه الانود لذلك من السؤال الانود هو Ni الاقل جهد اختزال



$$\diamond E_{cell}^{\circ} = E_{anode}^{\circ} + E_{cathod}^{\circ}$$

$$E_{cell}^{\circ} = +0.25 + 0.0 \Rightarrow E_{cell}^{\circ} = 0.25$$





حول  $\Delta G$  الى  $J$  ثم نحسب  $E_{cell}$  من  $\Delta G$

- $\Delta G = -nFE_{cell}$
- $\Delta G = -48.25 \text{ KJ} * 1000 = -48250J$
- $-48250 = -2 * 96500 * E_{cell}$
- $E_{cell} = -\frac{48250}{-2*96500} \Rightarrow E_{cell} = 0.25 \text{ V}$
- $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$
- $E_{cell} = E_{cell}^{\circ} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Ni^{+2}]}{[H^+]^2}$
- $0.25 \text{ V} = 0.25 \text{ V} - 0.013 \text{ V} * \ln \frac{0.01}{[H^+]^2}$
- $0.25 \text{ V} - 0.25 \text{ V} = -0.013 \text{ V} * \ln \frac{0.01}{[H^+]^2}$
- $0 = -0.013 \text{ V} * \ln \frac{0.01}{[H^+]}$
- $\ln \frac{0.01}{[H^+]^2} = \frac{0}{-0.013}$
- $\ln \frac{0.01}{[H^+]^2} = 0 \Rightarrow \ln \frac{0.01}{[H^+]^2} = \ln 1$
- $\frac{0.01}{[H^+]^2} = 1$
- $[H^+]^2 = 0.01 \Rightarrow [H^+] = 0.1 \text{ M}$
- $PH = -\log[H^+]$
- $PH = -\log 1 * 10^{-1}$
- $PH = -(\log 1 + \log 10^{-1})$
- $PH = -(0 + (-1))$
- $PH = 1$





❖ سؤال 4 - 40 | اذا علمت ان جهود الاختزاع القياسية لـ

$$E^{\circ}_{(Zn^{+2}|Zn)} = -0.76 V \quad , \quad E^{\circ}_{(Ag^{+}|Ag)} = 0.80 V$$

- اجب عن ما يأتي :

١- ماذا تتوقع اذا عملت خلية فولتائية تحتوي على لومحي الخارصين والفضة في محاليل من الكتر وليتاتهم تركيز كل منهما 1 M اي من اللومحين تقل كتلته واي منه سوف تزداد كتلته ولماذا

٢- ما قيمة الطاقة الحرة لخلية فولتائية متكونه من قطب الخارصين القياسي وقطب الفضة في محلول من ايونات الفضة تركيزه 0.1 M

✓ الحل ||

١- من جهود الاختزاع نعرف ان الاقل (Zn) انود والفضة كاثود لذلك عند عمل الخلية سوف تفقد كل ذرة Zn في الأنود الالكتروني ينتقلان عبر السلك الموصل الخارجي الى الكاثود Ag فيرسب ايونات الفضة بالتالي تقل كتله الانود Zn وتزداد الكاثود Ag

٢- ما قيمة  $\Delta G$

• قطب الخارجي قياسي يعني تركيزه 1M



- $Zn + 2Ag^{+} \rightarrow Zn^{+2} + Ag$
- $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$   
 $E^{\circ}_{cell} = 0.76 + 0.8 \Rightarrow E^{\circ}_{cell} = 1.56 V$
- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$
- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[Ag^{+}]^2}$
- $E_{cell} = 1.56 - \left(0.013 * \ln \frac{1}{[0.1]^2}\right)$
- $E_{cell} = 1.56 - (0.013 * \ln 100)$
- $E_{cell} = 1.56 - (0.013 * 4.6)$
- $E_{cell} = 1.56 - 0.06$
- $E_{cell} = 1.5 V$

$$\diamond \Delta G = -nFE_{cell}$$

$$\Delta G = -2 * 96500 \frac{C}{mol} * 1.5 V$$

$$\Delta G = -289500 J/mol$$







**ملاحظة مهمة** || اذا اعطى في السؤال قطب واحد فقط وليس خلية كاملة ويطلب جهد اختزاله القياسي او غير القياسي او يطلب تركيزه فجعل هذا القطب كاثود في معادك نيرنست وتركيز الانود يساوي واحد وتصبح معادلة نيرنست باسم القطب وليس باسم الخلية

$$E_{\text{القطب}} = E_{\text{القطب}}^{\circ} - \frac{0.026 V}{n} \ln Q$$

❖ **سؤال 4 - 14** | احسب جهد قطب غاز  $H_2$  في  $25^{\circ}C$  وضغط  $1 \text{ atm}$

- اذا علمت ان  $PH$  محلوله الالكتروليقي = 1

- علماً ان  $\ln 100 = 4.6$

✓ **الحل** || من  $PH$  نجد تركيز  $H^+$  ونجد  $E_{(H^+|H)}$  من معادلة نيرنست ولا ننسى  $E_{(H^+|H)}^{\circ} = 0.0 V$

$$❖ PH = 1$$

$$[H^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H^+] = 0.1 M$$

$$❖ E_{(H^+|H)} = E_{(H^+|H)}^{\circ} - \frac{0.026 V}{n} \ln \frac{1}{[H^+]^2}$$

$$E_{(H^+|H)} = 0 - \frac{0.026 V}{2} \ln \frac{1}{0.01}$$

$$E_{(H^+|H)} = -0.013 * 4.6$$

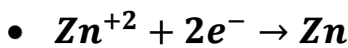
$$E_{(H^+|H)} = -0.0598 V$$

❖ **سؤال 4 - 21** | احسب تركيز ايونات الخارصين في محلول قطب الخارصين اذا كان جهد

اختزال الخارصين غير القياسي ( $-0.82 V$ ) و القياسي ( $-0.76 V$ )

- علماً ان  $\ln 100 = 4.6$

✓ **الحل** || نلاحظ ان في السؤال اعطى جهد قطب واحد لذلك نجعله كاثود وتركيز الانود = 1



$$❖ E_{Zn^{+2}|Zn} = E_{Zn^{+2}|Zn}^{\circ} - \frac{0.026 V}{n} \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$$

$$- 0.82 = -0.76 - \frac{0.026 V}{2} \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$$

$$- 0.82 + 0.76 = -0.013 V * \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$$

$$- 0.06 = -0.013 V * \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$$

$$- \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]} = \frac{-0.06}{-0.013}$$

$$- \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]} = 4.6$$

$$- \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]} = \ln 100$$

$$- [Zn^{+2}] = \frac{1}{100} \rightarrow [Zn^{+2}] = 0.01 M$$





❖ سؤال 4 - 39 | خففت محلول قطب الكاثود لخلية دانيال القياسي بالماء المقطر فأخفض جهد القطب بمقدار  $0.0592 V$  عن جهد القياسي

- احسب تركيز ايونات القطب حينئذ

- علما ان  $\ln 100 = 4.6$

✓ الحل || نلاحظ انه اعطى قطب واحد كاثود خلية دانيال كما عرفنا سابقاً هو  $Cu$

- نفرض ان جهد القطب القياسي =  $a$

جهد قطب الغير قياسي اخفض بمقدار  $0.0592$  عن القياسي اذا اصبغ  $a - 0.0592$



- ❖  $E_{Cu^{+2}|Cu} = E^{\circ}_{Cu^{+2}|Cu} - \frac{0.026 V}{n} \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]}$
- $a - 0.0592 = a - \frac{0.026 V}{2} \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]}$
- $a - a - 0.0592 = -0.013 * \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]}$
- $-0.0592 = -0.013 * \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]}$
- $\ln \frac{1}{[Cu^{+2}]} = \frac{-0.0592}{-0.013}$
- $\ln \frac{1}{[Cu^{+2}]} = 4.6$
- $\ln \frac{1}{[Cu^{+2}]} = \ln 100$
- $\frac{1}{[Cu^{+2}]} = 100 \Rightarrow [Cu^{+2}] = \frac{1}{100} = 0.01 M$

#### ❖ 4 - 8 | الخلايا الالكتروليية

وهي الخلايا لاستهلاكه للتيار الكهربائي في هذه الخلايا تحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتكون تفاعلاتها غير تلقائية تستخدم في عملية الطلاء الكهربائي وتنقية الفلزات .

• بعض انواع الخلايا الالكتروليية

١- خلية التحليل الكهربائي لنصهر كلوريد الصوديوم

٢- خلايا الطلاء الكهربائي





١- خلية التحليل الكهربائي لمنهر كلوريد الصوديوم تكون اقطابها مثل الكربون او البلاطين مغمور في منهر كلوريد الصوديوم وعند عملية التحليل الكهربائي فان الاختزال يحدث

• عند الكاثود حيث تختزل ايونات  $Na^+$  فقط مكونه فلز الصوديوم

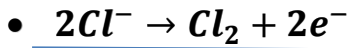
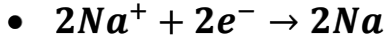


• وعند الانود تحدث عملية التأكسد حيث تتأكسد ايونات الكلوريد فقط

$Cl^-$  حيث يتحرر  $Cl_2$  عند الانود



➤ ولوازنة المعادلة نضرب نصف تفاعل الاختزال الكاثود في ٢ ونحذف الالكترونات من طرفي معادلات نصفي الخلية ونجمع نصفي التفاعل ليعطي التفاعل العام للخلية :



➤ علك | يجب ابقاء الصوديوم مفصولا عن غاز الكلور

➤ الجواب | حتى لا يتفاعلا بشكل تلقائي لتكوين  $NaCl$  مرة ثانية

❖ التحليل الكهربائي :- هي عملية يتم فيها استخدام الطاقة الكهربائية لجعل تفاعل الخلية الالكتروليزية غير التلقائي يحدث .

## ٢- خلايا الطلاء الكهربائي

• تتكون الخلية من :

١- الانود :- الفلز النقي المراد الطلاء به مثل الفضة او الذهب

٢- الكاثود :- السطح المراد طلاؤه مثل ساعه يدوية او ملعقة طعام

٣- محلول الخلية :- يكون ماويأ على احد املاح الفلز النقي المراد الطلاء به مثل

نترات الفضة اذا كان الفلز الفضة ونترات الذهب اذا كان الفلز ذهب

• تعتمد جودة الطلاء على عاملين مهمين هما :

١- شدة التيار الكهربائي المستخدم تكون ضعيفة

٢- تركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به قليل .

❖ عملية الطلاء الكهربائي :- هي طريقة يستخدم فيها التحليل الكهربائي لطلاء

فلز معين بطبقة رقيقة من فلز اخر .





## ❖ 4 - 9 | قوانين فراداي

• استطاع العالم فراداي ان يبرهن قوانين التحليل الكهربائي

والتي تنص :

➤ **القانون الاول** :- تتناسب طرديا كتلة اي مادة تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهرباء التي تمر خلال الخلية الكهربائية

➤ **القانون الثاني** :- تتناسب طرديا كتل المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب باستخدام نفس الكمية من الكهرباء مع الكتل المكافئة للمواد المختلفة

• وحتى نفهم هذه القوانين بشكل اعمق لابد ان نعرف ماهي العمليات التي تجري عند الاقطاب في الخلية الالكتروليتية

١- العمليات التي تجري عند قطب الكاثود

- أ- تختزل ايونات الفلز الى ذراته عند الكاثود وتترسب عليه  
ب- تتحرر عند الكاثود الغازات التي تحمل ايوناتها في المحلول **شحنه** موجبة مثل غاز  $H_2$  وغيره

٢- العمليات التي تجري عند الانود

- أ- تتأكسد الفلزات ( اي تذوب في محلول ) القطب اي ان الفلز يعاني ذوبان او اضمحلالاً  
ب- تتحرر عند قطب الانود الغازات التي تحمل ايوناتها في المحلول **شحنه** سالبة مثل غاز الكلور  $Cl_2$  والاكسجين  $O_2$

استرامه | كلماتي

الساتر دي (السبت) علي صاير فراداي (الجمعه)

ورعليه اثنينهم واني فراداي ( وجمدي )

اخلهن نيرنست يطلع فراداي

وجهد واقطاب وانلاصت عليه





## الحسابات والقوانين

$$Q = e^- * n$$

مجموعة Q

مجموعة n

يمكن إيجاد Q من القوانين وحسب المعطيات

$$1) Q = \frac{I_A * t_s}{96500}$$

$$2) Q = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{\text{عدد افكادروا}}$$

الكهربائية أو مولات الالكترونات =  $Q_{mole.e^-}$   
تيار بالامبير =  $I_A$   
الزمن بالثانية =  $t_s$   
عدد الالكترونات في العادلة =  $e^-$

يمكن إيجاد n من القوانين وحسب المعطيات

$$1) n = \frac{m_g}{M_{g/mol}}$$

$$2) n = M_{mol/L} * V_L$$

$$3) n = \frac{V_L}{22.4 L/mol}$$

$$4) n = \frac{\text{(عدد الجزيئات او عدد الذرات او عدد الجسيمات)}}{\text{عدد افكادروا}}$$

$$5) n = \frac{PV}{RT}$$

$$P = atm$$

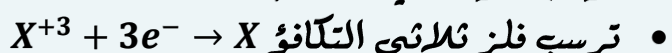
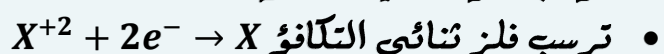
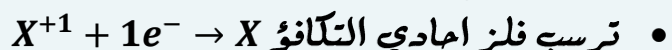
$$R = 0.082$$

$$V_L = L$$

$$\text{عدد افكادروا} = 6.023 * 10^{23}$$

## ملاحظات مهمة

- ١- اذا كان المجهول Q او احد مشتقاته يجب ان يعطى معطيات نستخرج منها n
- ٢- اذا كان المجهول n او احد مشتقاته يجب ان يعطى معطيات نستخرج منها Q
- ٣- جميع هذه العادلات حفظ



• انتبه | استفاد من العادلات اعلاه لمعرفة (  $e^-$  ) عدد الالكترونات في العادلة





خطوات حل اسئلة فراداي اذا كان الجهد  $Q$   
او احد مشتقاته ( $t_s, I_A$  او عدد الالكترونات)

- ١- ايجاد  $n$  من قانون مناسب حسب المعطيات
- ٢- نجد  $Q$  من  $Q = n * e^-$  ( $n$  من الخطوة الاولى و  $e$  من المعادلة)
- ٣- نضع  $Q$  في قانون مناسب ونجد الجهد

خطوات حل اسئلة فراداي اذا كان الجهد  $n$  او احد مشتقاته  
( $m_g$  أو  $M_{g|mol}$  او عدد الجزيئات او عدد الذرات او عدد الجسيمات او  $V_L$  او  $M_{mol/L}$ )

- ١- ايجاد  $Q$  من قانون مناسب حسب المعطيات
- ٢- ايجاد  $n$  من  $Q = n * e^-$  ( $Q$  من الخطوة الاولى و  $e$  من المعادلة)
- ٣- نضع  $n$  في قانون مناسب ونجد الجهد

• انتبه || اذا ذكر بالسؤال خليتين مربوطتين على التوالي هذا يعني لهما نفس القيمة من الكهربية  $Q$

• انتبه || متبقية  $n$  - كلية  $n$  = متحللة  $n$  من الخطوة الأولى هي  $n$  الكلية

• انتبه || الكتلة الذرية للعنصر هي بمثابة الكتلة المولية له

• انتبه || اذا ذكر بالسؤال مادتين تترسب على الكاثود هذا يعني ان

$Q = Q_1 + Q_2$   
مادة 1 + مادة 2 = الكلية  $Q$  من الخطوة الأولى هي الكلية

❖ مثال 4-9 | لتفاعل نصف الخلية الاتي  $Mg^{+2} + 2e^- \rightarrow Mg$  احسب عدد غرامات

المغنيسيوم التي يمكن انتاجها من فلز المغنيسيوم عند امرار تيار شدته 25A لفترة ساعه واحده (1hr). علما ان الكتلة الذرية للمغنيسيوم تساوي 24 وماهي عدد ذرات المغنيسيوم المترسبة عند الكاثود تحت نفس الظروف

✓ الحل || الجهد هو ( $m_g$  وعدد الذرات) من مشتقات  $n$  لذلك نجد  $Q$  ثم  $n$  ثم نضع  $n$  في قانون مناسب





$$1) Q = \frac{I_A * t_S}{96500} \Rightarrow Q = \frac{25 A * 3600 S}{96500} \Leftrightarrow 1Hr = 3600 (S)$$

$$Q = \frac{90000}{96500} \Rightarrow Q = 0.9 \text{ mol. } e^-$$



$$2) Q = n * e^- \Rightarrow n = \frac{Q}{e^-}$$

$$n = \frac{0.9 \text{ mol. } e^-}{2e^-} \Rightarrow n = 0.45 \text{ mol}$$

$$3) n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.45 = \frac{m_g}{24}$$

$$m_g = 0.45 \text{ mol} * 24 \text{ g/mol}$$

$$m_g = 10.8 \text{ g}$$

$$\bullet n = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{عدد أفكادور}} \Rightarrow 0.45 = \frac{\text{عدد الذرات}}{6.023 * 10^{23}}$$

$$\bullet \text{عدد الذرات} = 0.45 * 6.023 * 10^{23}$$

$$\text{عدد الذرات} = 2.7 * 10^{23} \text{ atoms}$$

❖ تمرين 4 - 13 | ماهي شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب  $AuCl_3$  لمدة 200 S ليرسب 3g من الذهب عند الكاثود الكتلة الذرية للذهب 197 ؟

✓ الحل || الجهول هو التيار  $I_A$  من مشتقات  $Q$  لذلك نجد  $n$  ثم نجد  $Q$  ثم نضع  $Q$  في قانون مناسب لنجد  $I_A$

$$1) n = \frac{m_g}{m_{g/mol}} \Rightarrow n = \frac{3g}{197g/mol} = 0.015 \text{ mol}$$



$$2) Q = n * e^-$$

$$Q = 0.015 \text{ mol} * 3 e^- = 0.045 \text{ mol. } e^-$$

$$3) Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$$

$$0.045 = \frac{I_A * 200 S}{96500}$$

$$I_A = \frac{0.045 * 96500}{200} = 21.7 A$$





❖ **تمرين 4 - 14** | مخلوك من كبريتات النحاس  $CuSO_4$  تركيزه  $0.2M$  وحجمه  $600ml$   
 امره تيار كهربائي شدته  $96.5 A$  احسب الزمن اللازم لكي يتبقى  
 $0.03mol$  من ايون النحاس ؟

✓ **الحل** | نلاحظ المجهول هو  $t_s$  من مشتقات  $Q$  لذلك نجد  $n$  ثم نجد  $Q$  ثم نضع  $Q$  في قانون مناسب لنجد  $t_s$

❖ انتبه | هنا يطلب الزمن للمولات المتحللة وليس للكلية لذلك نجد  $n$  الكلية ونطرح منه المتبقي  
 لنحصل على ( $n$  متحلل)

$$\bullet V_L = \frac{600ml}{1000ml/L} = 0.6L$$

$$1- n = M_{mol/L} * V_L$$

$$n = 0.2 * 0.6 = 0.12mol$$

$$n_{متحللة} = n_{كلية} - n_{متبقي}$$

$$n_{متحللة} = 0.12 - 0.03 = 0.09$$



$$2- Q = n * e^{-}$$

$$Q = 0.09 * 2 = 0.18 mol.e^{-}$$

$$3- Q = \frac{I_A * t_s}{96500}$$

$$0.18 = \frac{96.5 * t_s}{96500}$$

$$t_s = \frac{0.18 * 96500}{96.5} = 180 S$$

❖ **سؤال 4 - 10** | احد التفاعلات النصفية للتحليل الكهربائي للمائي هو



فاذا تم جمع  $0.08L$  من  $O_2$  عند  $25^{\circ}C$  وضغط  $755 mm.Hg$  فاحسب عدد مولات

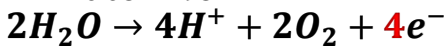
الالكترونات التي يجب تمريرها في المحلول ( معلومة :  $1atm = 760 mm.Hg$  )

$$T_K = 25 + 273 = 298 K$$

✓ **الحل** | نجد  $n$  ثم نجد مولات الالكترونات  $Q mol.e^{-}$

$$\checkmark P_{atm} = \frac{P_{mm.Hg}}{P_{mm.Hg/atm}} \Rightarrow P_{atm} = \frac{755 mm.Hg}{760 mm.Hg/atm} = 0.99 atm$$

$$1- n = \frac{PV}{RT} \Rightarrow n = \frac{0.99 * 0.08}{0.082 * 298} = 0.003 mol$$



$$2- Q = n * e^{-}$$

$$Q = 0.003mol * 4e^{-}$$

$$Q = 0.012 mol.e^{-}$$







❖ سؤال 4 - 11 | يسري تيار كهربائي لفترة 3.75 Hr خلال خلية تحليل كهربائي مربوطتين على التوالي تحتوي الخلية الاولى على محلول  $AgNO_3$  في

مين تحتوي الثانية على محلول  $CuCl_2$  وخلال هذا الزمن ترسب

2g من الفضة في الخلية الاولى ؟  $M(Ag) = 108g/mol$   $M(Cu) = 63.5g/mol$

أ- ما قيمة التيار بالامبير

ب- كم عدد غرامات النحاس التي ترسب في الخلية الثانية

✓ الحل || الخليتين مربوطتين على التوالي لها نفس القيمة من  $Q_{mol.e^-}$

١- نلاحظ ان التيار من مشتقات  $Q$  لذلك نجد  $n$  ثم نجد  $Q$  ثم نضع  $Q$  في قانون مناسب لليجاد التيار  $I_A$

$$1) n = \frac{mg}{M_{g/mol}} \Rightarrow n = \frac{2g}{108g/mol} = 0.0185 mol$$



$$Q = n * e^-$$

$$Q = 0.0185 mol * 1e^-$$

$$Q = 0.0185 mol.e^-$$

$$3) Q = \frac{I_A * t_s}{96500} \quad t_s = 3.75 * 3600 = 13500 S$$

$$0.0185 = \frac{I_A * 13500 S}{96500}$$

$$I_A = \frac{0.0185 * 96500}{13500} = 0.14 A$$

٢- نحسب عدد غرامات  $Cu$  في الخلية الثانية حيث  $Q$  هي نفسها من الخلية الاولى

$$1- Q = 0.0185$$



$$2- n = \frac{Q}{e^-} \Rightarrow n = \frac{0.0185}{2} = 0.01$$

$$3- n = \frac{mg}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.01 = \frac{mg}{63.5g/mol} \Rightarrow m_g = 0.635 g$$

❖ سؤال 4 - 18 | ما هو التيار بالامبير (A) اللازم لترسيب 5 g من الذهب في ساعة واحدة على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح للذهب حالة

التأكسد للذهب فيه +3 ؟ علما ان  $M = 197 g/mol$  للذهب

✓ الحل || نلاحظ ان الجهد  $I_A$  من مشتقات  $Q$  لذلك نجد  $n$  ثم نجد  $Q$  ثم نضع  $Q$

في قانون مناسب لنجد  $I_A$





$$1- n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow n = \frac{5g}{197g/mol} = 0.025$$



$$2- Q = n * e^{-}$$

$$Q = 0.025 \text{ mol} * 3e^{-}$$

$$Q = 0.075 \text{ mol.} e^{-}$$

$$3- Q = \frac{I_A * t_s}{96500}$$

$$t_s = 1 * 3600 = 3600 \text{ S}$$

$$0.075 = \frac{I_A * 3600 \text{ S}}{96500}$$

$$I_A = \frac{0.075 * 96500}{3600} = 2.01 \text{ A}$$

❖ **سؤال 4 - 31** || اممر تيار كهربائي شدته 10A خلال 965 S في خلية تحليل كهربائي

تحتوي على كبريتات النحاس ماهو وزن النحاس المترسب وما عدد ذرات

النحاس علما ان الكتلة الذرية للنحاس = 63 ؟

✓ **الحل** || نلاحظ الجهد  $m_g$  النحاس وعدد ذراته من مشتقات  $n$  لذلك نجد  $Q$  ثم نجد  $n$

ثم نضع في قانون مناسب لنجد وزن النحاس وعدد ذراته

$$1) Q = \frac{I_A * t_s}{96500}$$

$$Q = \frac{10A * 965 \text{ S}}{96500} = 0.1 \text{ mol.} e^{-}$$



$$2) Q = n * e^{-}$$

$$n = \frac{Q}{e^{-}} \Rightarrow n = \frac{0.1}{2} = 0.05 \text{ mol}$$

3- نجد وزن النحاس

$$n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.05 = \frac{m_g}{63 \text{ g/mol}} \Rightarrow m_g = 3.15 \text{ g}$$

• نجد عدد ذرات النحاس

$$n = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{عدد أفكادرو}} \Rightarrow 0.05 = \frac{\text{عدد الذرات}}{6.023 * 10^{23}}$$

$$\text{عدد الذرات} = 0.05 * 6.023 * 10^{23}$$

$$\text{عدد الذرات} = 0.3 * 10^{23} \text{ atoms}$$





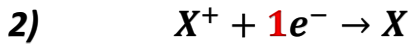
❖ سؤال 4 - 32 | يترسب 0.648 g من احد الفلزات اهادي التكافؤ على الكاثود عند امرار تيار كهربائي شدته 3A لمدة 3min و 13 s في محلول احد املاح ذلك الفلز احسب الكتلة الذرية للفلز المترسب ؟

✓ الحل || نلاحظ ان الجهد هو  $M_{g/mol}$  احد مشتقات  $n$  لذلك نجد  $Q$  ثم نجد  $n$  ثم نضع  $n$  في قانون مناسب لليجاد  $M_{g/mol}$

$$1) Q = \frac{I_A * t_s}{96500}$$

$$t_s = 3 * 60 + 13 S = 193 s$$

$$Q = \frac{3A * 193 S}{96500} = 0.006 mol. e^-$$



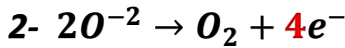
$$n = \frac{Q}{e^-} \Rightarrow n = \frac{0.006}{1} = 0.006 mol$$

$$3) n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.006 = \frac{0.648}{M_{g/mol}} \Rightarrow M_{g/mol} = \frac{0.648}{0.006} = 108 g/mol$$

❖ سؤال 4 - 33 | احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم للاوكسجين في STP ( معلومة : الحجم المولي لاي غاز عند STP يساوي 22.4 L )

✓ الحل || الجهد عدد الالكترونات من مشتقات  $Q$  لذلك نجد  $n$  ثم نجد  $Q$  ثم نضع  $Q$  في قانون مناسب لليجاد عدد الالكترونات

$$1- n = \frac{V_L}{22.4 L} \Rightarrow n = \frac{2 * 22.4 L}{22.4 L} = 2 mol$$



$$Q = n * e^-$$

$$Q = 2 mol * 4e^- = 8 mol. e^-$$

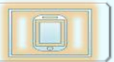
$$3- Q = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{\text{عدد افكادرو}}$$

$$8 mol. e^- = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{6.023 * 10^{23}}$$

$$\text{عدد الالكترونات} = 8 mol. e^- * 6.023 * 10^{23} = 48.16 * 10^{23} e^-$$

ملاحظة مهمة

- 1- تحرير ضعف الحجم المولي ( يعني الحجم المولي (2 \* 22.4 L) )
- 2- تحرير بمقدار الحجم المولي ( يعني الحجم المولي 22.4 L )
- 3- تحرير نصف الحجم المولي ( يعني الحجم المولي (1/2 \* 22.4 L) )
- $$n = \frac{\text{الحجم المولي}}{22.4L}$$





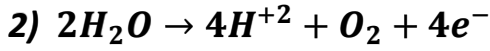
❖ سؤال 4 - 34 | احسب شدة التيار اللازم امرارة لمدة  $2hr$  و  $520 S$  وخلية تحليل الماء كهربائياً لكي يحرق  $36.12 \times 10^{21}$  جزيئية من الهيدروجين و الاوكسجين على قطبي الخلية ؟

✓ الحل || نلاحظ ان الجهد  $I_A$  من مشتقات  $Q$  لذلك نجد  $n$  ثم نجد  $Q$  ثم نضع  $Q$  في قانون مناسب لإيجاد التيار  $I_A$

• هنا اعطى عدد الجزيئات المتحررة لذرتين  $H$  و ذرة  $O$  (ثلاث ذرات) لذلك نأخذ عدد الجزيئات لذرة واحدة فقط

$$\text{عدد جزيئات ذرة واحدة} = 36.12 \times 10^{21} \div 3 = 12.04 \times 10^{21}$$

$$1) n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد انكادرو}} \Rightarrow n = \frac{12.04 \times 10^{21}}{6.023 \times 10^{23}} = 0.02 \text{ mol}$$



$$Q = n * e^{-}$$

$$Q = 0.02 \text{ mol} * 4e^{-} = 0.08 \text{ mol. } e^{-}$$

$$t_s = 2 * 3600 \text{ s} + 520 = 7720 \text{ s}$$

$$3) Q = \frac{I_A * t_s}{96500}$$

$$0.08 = \frac{I_A * 7720 \text{ S}}{96500} \Rightarrow I_A = \frac{0.08 * 96500}{7720} = 1 \text{ A}$$

❖ سؤال 4 - 35 | اراد احد الصاغة طلاء خاتم بالذهب فأمره تيار كهربائي  $10A$  في خلية الطلاء الكهربائي تحتوي على احد املاح الذهب فترسب الذهب على الخاتم لوعظ انه خلال  $9.65 \text{ s}$  ان  $75\%$  من الكهرباء قد استهلك لتسيب الذهب فما كتلة الذهب المترسب ؟ الكتلة الذرية للذهب =  $197$

✓ الحل || نلاحظ ان الجهد هو كتلة الذهب  $m_g$  وهي احد مشتقات  $n$  لذلك نجد  $Q$  ثم نجد  $n$  ثم نضع  $n$  في قانون مناسب لإيجاد الكتلة

$$1) Q = \frac{I_A * t_s}{96500}$$

$$Q = \frac{10 * 9.65}{96500} \Rightarrow 0.001 \text{ mol. } e^{-}$$

∴ بما ان  $75\%$  فقط استهلك لذلك نجد  $Q$  المستهلك المصروف في ترسيب الذهب :

$$Q_{\text{مستهلك}} = 0.001 * \frac{75}{100} = 75 * 10^{-5} \text{ mol. } e^{-}$$



$$2) n = \frac{Q}{e^{-}} \Rightarrow n = \frac{75 * 10^{-5}}{3} = 25 * 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\diamond n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 25 * 10^{-5} = \frac{m_g}{197 \text{ g/mol}}$$

$$m_g = 25 * 10^{-5} * 197 \Rightarrow m_g = 4925 * 10^{-5} \Leftrightarrow m_g = 0.04925 \text{ g}$$





❖ سؤال 4 - 36 | عند امرار  $0.2 \text{ mol. } e^-$  في محلول كبريتات النحاس وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر  $0.448 \text{ L}$  من الهيدروجين في STP احسب كتلة

النحاس المترسبة؟ علماً ان الكتلة الذرية للنحاس = 63

✓ الحل || نلاحظ ان هناك مادتين ترسبت على الكاثود لذلك نجد كهربائية  $H_2$  ولدينا الكهربائية الكلية ثم نجد كهربائية النحاس

$$1) n = \frac{V_L}{22.4} \Rightarrow n = \frac{0.448 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.02 \text{ mol}$$



$$Q = n * e^-$$

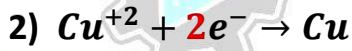
$$Q = 0.02 \text{ mol} * 2e^-$$

$$Q = 0.04 \text{ mol. } e^-$$

$$Q_{\text{الكلية}} = Q_{\text{نحاس}} + Q_{\text{هيدروجين}}$$

$$0.2 \text{ mol. } e^- = Q_{\text{نحاس}} + 0.04 \text{ mol. } e^-$$

$$Q_{\text{نحاس}} = 0.20 - 0.04 = 0.16 \text{ mol. } e^-$$



$$Q = n * e^-$$

$$n = \frac{Q}{e^-} \Rightarrow n = \frac{0.16}{2} = 0.08 \text{ mol}$$

$$3) n = \frac{m_g}{\frac{M_g}{\text{mol}}} \Rightarrow 0.08 = \frac{m_g}{63 \frac{g}{\text{mol}}} \Rightarrow m_g = 0.08 * 63 = 5.04 \text{ g}$$





❖ سؤال 4 - 38 | في خلية تحليل الماء كهربائياً في STP تم امرار تيار كهربائي فيها لمدة 3 دقائق و 13 ثانية فتحرر غازي الهيدروجين والاكسجين عند قطبي الخلية وكان مجموع حجمي الغازين المتحررين يساوي 0.0672 L ؟ اكتب معادلتَي نصفَي الخلية والتفاعل العام ثم جد حجم كل غاز متحرر وشدة التيار المار

✓ الحل || نكتب معادلتَي نصفَي الخلية والمعادلة العامة للتفاعل

- $2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$  انود تأكسد
- $4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2$  كاثود اختزال

---

- $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$  التفاعل العام

➤ في السؤال الحجم لجموع H , O حيث نعلم ان الماء يحوي حجمين H وحجم O

- $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$   
 $\frac{2V}{2V} \quad \frac{V}{V}$   
 $0.0672 = 2V + V$   
 $3V = 0.0672$   
 $V = \frac{0.0672}{3} = 0.0224 L$   
 $O_2 = V = 0.0224 L$   
 $H_2 = 2V = 2 * 0.0224 L = 0.0448 L$

➤ نجد شدة التيار

$$1- n = \frac{V_L}{22.4} \Rightarrow n = \frac{0.0224}{22.4} = 0.001 mol$$



$$2- Q = n * e^-$$

$$Q = 0.001 mol * 4e^-$$

$$Q = 0.004 mol.e^-$$

$$3- Q = \frac{I_A * t_s}{96500}$$

$$t_s = 3 * 60 + 13 = 193 s$$

$$0.004 = \frac{I_A * 193}{96500} \Rightarrow I_A = \frac{0.004 * 96500}{193} = 2 A$$





## 4 - 10 | البطاريات (النضاد) وخلايا الوقود

غالباً ما تسمى الخلايا الكلفانية بالبطاريات وتصنف نوعين

١- بطاريات اولية وهي التي لا يمكن شحنها

٢- بطاريات ثانوية وهي التي يمكن شحنها

### اهم انواع البطاريات

١- بطارية الخزن الرصاصية ٢- بطارية الخلية الجافة (غارصين -كربون)

#### ❖ أولاً | بطارية الخزن الرصاصية

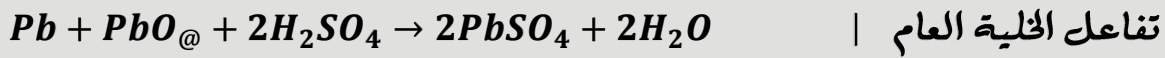
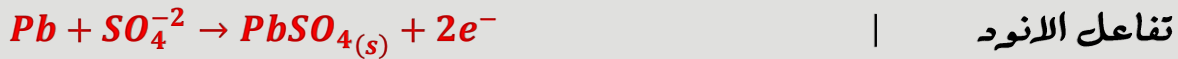
تستعمل هذه البطارية في تشغيل السيارات وكثير من العدات الكهربائية وتتكون من :

أ- مجموعة من خلايا رصاصية كلفانية جهدها ككل منها أكثر بقليل من (2V) حيث تتكون كل بطارية من قطبين احدهما مصنوع من مادة الرصاص يمثل الانود والاخر مصنوع من مادة اوكسيد الرصاص ويمثل كاثود ويكون القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي

ب- محلول الخلية هو محلول الكتروليتي من حامض الكبريتيك تتراوح كثافته عند

الشحن من  $1.2 \text{ g/ml}$  الى  $1.3 \text{ g/ml}$

ت- ثلاث او ست خلايا تعمل كخلية كلفانية جهدها  $6V$  او  $12V$  على التوالي



عند استمرار عمل الخلية تترسب كبريتات الرصاص بشكل مسحوق ابيض على القطبين كما يستهلك حامض الكبريتيك الموجود بشكل متباين فتزداد كمية الماء مما يؤدي الى انخفاض كثافة الحامض في المحلول وما ان تتحرك السيارة حتى تنعكس تفاعلات نصف الخلية تحت تأثير الفولتية التي ينتجها الولد ويعاد انتاج  $Pb$ ,  $PbO_2$ ,  $H_2SO_4$  كما ويمكن اعادة شحن البطارية بامرار تيار كهربائي خارجي لعكس تفاعل الخلية فتصح البطارية بمجموعة خلايا الالكتروليتية حيث يتفكك راسب  $PbSO_4$  ويستعيد الحامض كثافته



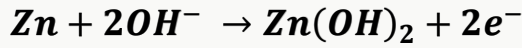


❖ ثانياً | بطارية الخلية الجافة ( خارصين - كاربون ) :

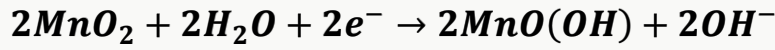
❖ سؤال 4 - 19 | مما يتكون انود وكاثود البطارية الجافة اكتب تفاعلاتها واذكر مميزاتها  
✓ الجواب ||

هي عبارة عن وعاء خارصين يعمل كاثود مملوء بمعجون رطب من  $MnO_2$  و كاربون ( كرافيت ) وكوريد الامونيوم  $NH_4Cl$  ويكون الكاثود هو الكرافيت ( كاربون )

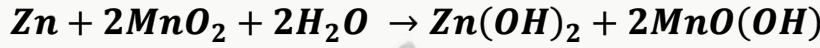
• تتأكسد ذرات الخارصين على الانود



• يختزل  $MnO_2$  على الكاثود



• تفاعل الخلية العام



• مواصفاتها :

١- تعطي جهد مقداره  $1.48 V$

٢- غير قابلة للشحن

٣- تستخدم في اجهزة الراديو و الحاسوب وغيرها







## حل اسئلة الفصل الرابع

رقم الصفحة باللمزمة	السؤال	رقم الصفحة باللمزمة	السؤال
موجود ص ( ٤٦ )	س٢١	جميع التعاريف في اللمزمة	س١
موجود ص ( ٣٨ )	س٢٢	موجود ص ( ٢٨ )	س٢
موجود ص ( ١١ )	س٢٣	موجود ص ( ٢٦ )	س٣
موجود ص ( ٣٩ )	س٢٤	موجود ص ( ٢٨ )	س٤
موجود ص ( ٤٠ )	س٢٥	موجود ص ( ٣٢ )	س٥
موجود ص ( ٤١ )	س٢٦	موجود ص ( ٣٣ )	س٦
موجود ص ( ٤٢ )	س٢٧	موجود ص ( ٣٧ )	س٧
موجود ص ( ٢٧ )	س٢٨	موجود ص ( ٣٨ )	س٨
موجود ص ( ٤٣ )	س٢٩	موجود في اللمزمة	س٩
موجود ص ( ٤١ )	س٣٠	موجود ص ( ٥٣ )	س١٠
موجود ص ( ٥٥ )	س٣١	موجود ص ( ٥٤ )	س١١
موجود ص ( ٥٦ )	س٣٢	موجود ص ( ٢٦ )	س١٢
موجود ص ( ٥٦ )	س٣٣	موجود ص ( ٢٥ )	س١٣
موجود ص ( ٥٧ )	س٣٤	موجود ص ( ٤٦ )	س١٤
موجود ص ( ٥٧ )	س٣٥	موجود ص ( ١١ )	س١٥
موجود ص ( ٥٨ )	س٣٦	موجود ص ( ٢٥ )	س١٦
موجود ص ( ٣٢ )	س٣٧	موجود ص ( ٢٥ )	س١٧
موجود ص ( ٥٩ )	س٣٨	موجود ص ( ٥٤ )	س١٨
موجود ص ( ٤٧ )	س٣٩	موجود ص ( ٦١ )	س١٩
موجود ص ( ٤٥ )	س٤٠	موجود ص ( ٢٩ )	س٢٠





## الأسئلة الوزارية الخاصة بالفصل الرابع من ٢٠١٣ الى ٢٠١٧

تمريدي 2013

- ✚ فراغ | تعتمد جودة الطلاب على عاملين مهمين هما ..... و .....
- ✚ تمرين 9-4

دور اول 2013

- ✚ تمرين 14-6
- ✚ هل يمكن حفظ محلول نترات الكوبلت  $Co(NO_3)_2$  في اناء مصنوع من الخارصين ام من النحاس مع بيان السبب؟ علما ان جهود الاختزاع القياسية

$$E^\circ_{(Cu^{+2}|Cu)} = 0.34 V \text{ و } E^\circ_{(Co^{+2}|Co)} = -0.28 V \text{ و } E^\circ_{(Zn^{+2}|Zn)} = -0.76 V$$

دور ثاني 2013

- ✚ عرف : الجسر الملحي
- ✚ سؤال 9-4
- ✚ سؤال 36-4

دور ثالث 2013

- ✚ ماهي مواصفات الخلية الجافة (صفحة 184)
- ✚ تمرين 13-4
- ✚ سؤال 24-4

تمريدي 2014

- ✚ عرف الخلايا الكلفانية
- ✚ سؤال 16-4
- ✚ سؤال 31-4





دور اول 2014

عرفت الجسر الملحي

سؤال 4-33

سؤال 4-17

دور ثاني 2014

تعتمد جودة الطلاء الكهربائي على عاملين مهمين ماهما؟

تمرين 4-14

سؤال 4-28

دور ثالث 2014

علك : استعمال عنصر البلاتين في صناعة قطب الهيدروجين القياسي.

سؤال 4-17 ( تغير عنصر النيكل بعنصر اللانيوم )

تمهيد 2015

عرفت: العامل المختزك

سؤال 4-27

نازهين 2015

سؤال 4-9

سؤال 4-29

سؤال 4-34

دور اول 2015

فراغ | اختيار قطب الهيدروجين كقطب مرجع لقياس جهود الاقطاب الاخرى لأنه .....

سؤال 4-31





دور ثاني 2015

علك | وجود البلاتين الاسود في قطب الهيدروجين القياسي؟

تمرين 13-4

سؤال 16-4

دور ثالث 2015

بين على ماذا تعتمد جودة الطلاء الكهربائي؟ وعلى ماذا تعتمد جودة الطلاء؟

سؤال 34-4 (تغير ارقام)

تمرين 10-4

تمريدي 2016

فراغات : استخدم عنصر البلاتين في قطب الهيدروجين لأنه .....

سؤال 36-4

دور اول 2016

سؤال 18-4

سؤال 9-4

سؤال 7-4

دور ثاني 2016

علك : اختيار قطب الهيدروجين كقطب مرجع لقياس جهود الاقطاب الاخرى

سؤال 38-4

سؤال 40-4

دور ثالث 2016

مم تتكون خلية الطلاء الكهربائي؟ وعلى ما تعتمد جودة الطلاء الكهربائي؟

سؤال 14-4 (تغير بالارقام)





تمهيد 2017

سؤال 4-24

سؤال 4-33

دور اول 2017

سؤال 4-29 (تغيير ارقام)

سؤال 4-38

فراغ: تعتمد جودة الطلاب الكهربائي على عاملين مهمين هما ..... و .....

دور ثالث 2017

عرف | الجسر الملحي

تمرين 4-14 (تغير بسيط بالارقام)

هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء من الالنيوم علماً ان جهود الاختزال القياسية

$$E_{(Na^+|Na)} = -2.70 V , E_{(Al^{+3}|Al)} = -1.66 V$$

تمهيد 2018

سؤال 4-29

متى تكون  $\Delta G = \Delta G^\circ$  اثبت ذلك حسابياً

سؤال 4-31





## بعض النصائح المهمة حول الفصل الخامس (الكيمياء التناسقية)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

- ١- تسمية مركب تناسقي
  - ٢- ايجاد التكانؤ الاولي والثانوي
  - ٣- ايجاد العدد الذري الفعال للمعقد التناسقي
  - ٤- حساب التجهين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي
- اهم شي تحفظ جدول الليكندات الاعمادية المخلب والثنائية المخلب (صفحة ٩ و١٠) كل ليكند نوعه واسمه وصيغته وشحنته وذا ما حفظتهم هم تفضل مثل الاطرش بالزفه لأن كلشي ماتعرفت حل بهذا الفصل

### ملخص الفصل الخامس

الفصل الخامس بسيط جدا ومبسط أكثر في الملزمة

- ١- حفظ الفرق بين الملح الزدوج والمعقد التناسقي
- ٢- حفظ جميع التعاريف صفحة (٨):
- ٣- كيفية تسمية المعقدات التناسقية: عن طريق خطوات وملاحظات بسيطة يمكن تسمية المعقدات
- ٤- كيفية حساب التكانؤ الاولي والثانوي: عن طريق خطوات وملاحظات بسيطة يمكن حسابهما
- ٥- كيفية حساب العدد الذري الفعال: عن طريق خطوات وملاحظات بسيطة يمكن حسابهما
- ٦- كيفية معرفة التجهين والشكل الهندسي والصفة والزخم: توجد في الملزمة ملاحظات كافية لحل هذا النوع من الاسئلة

من مبهك ترى كلبي شحنته  
الموجب تجذب السالب شحنته  
كل ليكند حفظ اسمه وشحنته  
ورمزة ومخلبة واسمه سويه





## الفصل الخامس الكيمياء التناسقية

### مقدمة | 1-5 >

اصبحت دراسة المركبات التناسقية او المركبات المعقدة من المجالات الرئيسية في الكيمياء اللاعضوية لما تتميز به من الوان مختلفة وخواص مغناطيسية وبنيات وتفاعلات كيميائية متعددة حيث تلعب هذه المركبات دوراً مهماً ومتزايداً في الصناعة والزراعة والطب والهيدلة وفي انتاج الطاقة النظيفة ومن المركبات المهمة في حياتنا هي الهيموكلوبين و فيتامين  $B_{12}$  والكلوروفيل .

### > العناصر الانتقالية :-

وهي العناصر التي تقع في الجدول الدوري بين المجموعتين IIA , IIIA وتنتهي الترتيب الالكتروني لها بالفلاف الثاني  $d, F$  مملوء جزئياً اما في حالها المرة او في احد مركباتها .

### • تقسم العناصر الانتقالية الى :-

#### ١- عناصر مجموعة $d$ :-

وهي العناصر الانتقالية الرئيسية وتتألف من ثلاث دورات كل منها يحتوي على عشرة عناصر وتدعى بالسلاسل الانتقالية الاولى الثانية والثالثة .

#### ٢- عناصر مجموعة $F$ :-

وهي العناصر الانتقالية الداخلية وتتألف من دورتين كل منها يحتوي على اربعة عشر عنصراً وتسمى اللانثينيدات والاكثينيدات

### ❖ سؤال 5-1 | ما الذي يميز العناصر الانتقالية عن العناصر المثلثة ؟

✓ الحل || تمتاز العناصر الانتقالية بخواص مشتركة هما :-

- ١- لها حالات تأكسد متعددة حيث تميل الى اظهار حالة تأكسد متعددة مع بعض الحالات الشاذة
- ٢- تتصف العديد من مركباتها بالصفات البارامغناطيسية لأن العناصر الانتقالية تكون اغلفتها  $d, F$  مملوءة جزئياً لذلك تحتوي على الالكترونات المفردة تجعلها ذات صفات بارامغناطيسية .
- ٣- العديد من مركباتها ملونة .
- ٤- لها ميل كبير لتكوين معقدات تناسقية .





## ❖ 5 - 2 | الملح المزدوج و المركب التناسقي ؟

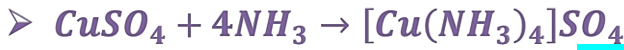
عند مزج محلولي الملحين البسيطين المستقرين ( كبريتات الامونيوم وكبريتات الحديد (II) التالين بنسب مولية بسيطة ثم تبخير المحلول الناتج سنحصل على هبيبات مركب جديد يدعى مركب اضافة كما في المعادلة ادناه



وعند اذابة كبريتات النحاس  $CuSO_4$  في مذيب معين و اضافة الامونيا الية نحصل على مركب الاضافة الاتي :



او



❖ وعلية يمكن تقسيم مركبات الاضافة الى قسمين :

❖ سؤال 5 - 2 | ما هو الفرق بين الملح المزدوج وبين المركبات المعقدة ؟

❖ الجواب ||

١- الملح المزدوج :-

هو مركب اضافة مستقر يعطي كافة ايوناته المكونة له عند اذابته في الماء حيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة مثل ملح مور  $FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$  حيث عند اذابته في الماء فانه يعطي كسفت للـ ( $Fe$  و  $SO_4$  و  $NH_4$ ) ويمكن الكشف عنها باستخدام الطرق الشائعة

٢- المركب التناسقي :-

هو مركب اضافة مستقر لكنه لا يعطي كافة ايوناته المكونة له عند اذابته في الماء حيث ان الصفات المستقلة لبعض الايونات تختفي مثل المركب التناسقي  $[Cu(NH_3)_4]SO_4$  فانه عند اذابته في الماء يعطي فقط كسفت عن ايون  $SO_4^{2-}$

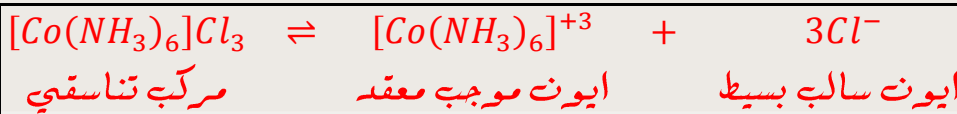


❖ ملاحظة || يكون المركب التناسقي نوعين :

١- مركب تناسقي مكون من ايون سالب معقد + ايون موجب بسيط



٢- مركب تناسقي مكون من ايون سالب بسيط + ايون موجب معقد



❖ انتبه || الايونات البسيطة دائما خارج اقواس التناسق [ ]







❖ مثال 5 - 1 | وضع لماذا يصنف المركب  $Fe(NH_4)_2SO_4$  كملح مزدوج بينما المركب  $K_3[Fe(CN)_6]$  كمركب معقد (مركب تناسقي)

❖ **الحل** | لان المركب  $Fe(NH_4)_2SO_4$  هو ملح مور فعند اذابته في الماء فانه يعطي كافة ايوناته في المحلول  $Fe^{+2}$ ,  $SO_4^{-2}$ ,  $NH_4^{+2}$  ويمكن الكشف عنها بالطرق الشائعة

**لذلك يصنف كملح مزدوج**

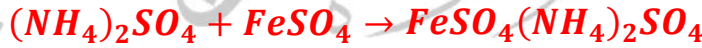
اما المركب  $K_3[Fe(CN)_6]$  فعند اذابته في الماء فانه لا يعطي كشف عن كافة ايوناته

في المحلول  $K_3[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{-3}$   
حيث يعطي كشف  $K^+$  فقط ولا يعطي كشف لـ  $(CN^-, Fe^{+3})$

**لذلك يصنف كمركب تناسقي**

❖ **سؤال 5 - 3** | عند مزج محلول  $FeSO_4$  مع محلول  $(NH_4)_2SO_4$  بنسبة مولية 1:1 فان المحلول الناتج يعطي كشف لأيون  $Fe^{+2}$  بينما عند مزج محلول  $CuSO_4$  مع محلول الامونيا بنسبة مولية 1:4 فان المحلول الناتج لا يعطي كشف لأيون  $Cu^{+2}$  وضع ذلك

❖ **الحل** | عند مزج  $FeSO_4$  مع  $(NH_4)_2SO_4$  بنسبة مولية 1:1 فان المركب الناتج هو ملح مور حيث عند اذابة في الماء يعطي كشف لكافة ايوناته  $Fe^{+2}$ ,  $SO_4^{-2}$ ,  $NH_4^{+2}$



اما عند مزج  $CuSO_4$  مع  $NH_3$  بنسبة مولية 1:4 فان المركب الناتج هو معقد تناسقي لا يعطي كشف عن كافة ايوناته حيث يعطي كشف فقط لـ  $SO_4^{-2}$  ولا يعطي لـ  $NH_4^+$ ,  $Cu$



### ❖ 5 - 3 | تطور الكيمياء التناسقية .

بعد تحضير المركب كلوريد سداسي امين الكوبلت  $CoCl_3 \cdot 6NH_3$  (III) في عام 1798 البداية الحقيقية للكيمياء التناسقية وقد اثار تحضير هذا المركب اهتماماً كبيراً لانه من صفات فريدة كان من الضروري تفسيرها فكيف يمكن لهذا المركب  $CoCl_3$  ان يتحد مع الامونيا وكلاهما مركبات مستقرات ولهما تكافؤ مشبع لتكوين مركب اخر مستقر. ولتفسير ذلك ظهرت عدة نظريات الا ان مصيرها الالهامك لانها لم تتمكن من تفسير النتائج العلمية ومن هذه النظريات :



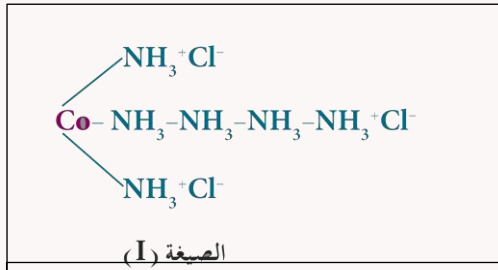


• نظرية السلسلة

اقترحت من قبل احد العلماء في السويد الذي اقترح نفس المفهوم الذي عرفت عن تكوين سلاسل بين ذرات الكربون في الكيمياء العضوية ونظراً للاعتقاد السائد في ذلك الوقت عن وجود نوع واحد من التكافؤ فقد اقترح هذا العالم ان الكوبلت (III) يكون ثلاث اواصر فقط في معقداته ولذلك استعملت بنية السلسلة لبيان كيفية ارتباط جزيئات الامونيا بالمركبات الاتية

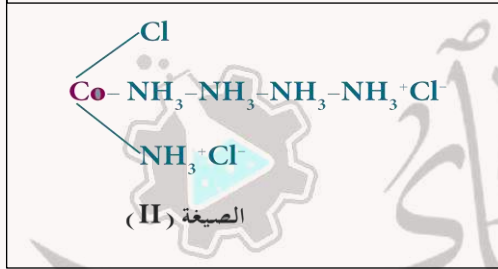
١- المركب  $CoCl_3 \cdot 6NH_3$

نلاحظ ان ايونات الكلوريد غير مرتبطة بالكوبلت مباشرة ولذلك عند اضافة تترات الفضة تترسب 3 من ايونات الكلوريد



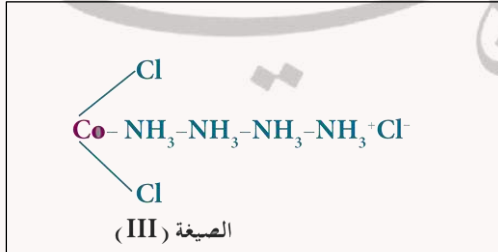
٢- المركب  $CoCl_3 \cdot 5NH_3$

نلاحظ ان ايون واحد من الكلوريد مرتبط بالكوبلت مباشرة لذلك عند اضافة تترات الفضة الى المركب تترسب 2 من ايونات الكلوريد



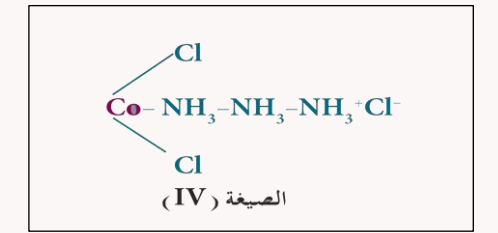
٣- المركب  $CoCl_3 \cdot 4NH_3$

نلاحظ ان 2 من ايونات الكلوريد مرتبطة مباشرة بالكوبلت لذلك عند اضافة تترات الفضة الى المركب تترسب ايون واحد من ايونات الكلوريد



٤- المركب  $CoCl_3 \cdot 3NH_3$

نلاحظ ان 2 من ايونات الكلوريد مرتبطة بالكوبلت مباشرة لذلك من المفروض عن اضافة تترات الفضة يترسب ايون واحد من ايونات الكلوريد لكنه وجد



علمياً انه لا يترسب ولا ايون عند اضافة تترات الفضة وهذا هو سبب فشل نظرية السلسلة

■ **انتبه** | نظرية السلسلة تكون ايون الكلوريد الي ما مرتبط مباشرة بالكوبلت هو الي يترسب من نظيف له تترات الفضة





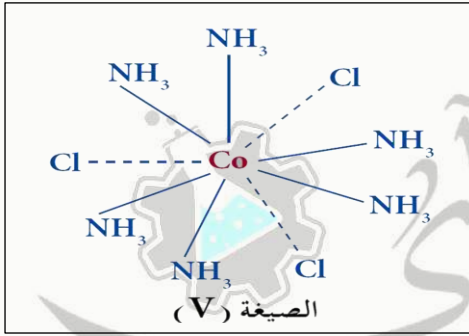
### نظرية فرنر التناسقية

استنبط فرنر نظريته والتي اصبحت لاحقاً اساساً للنظريات الحديثة  
بالاعتماد على الفرضيات الآتية :

- ١- تمتلك أكثر العناصر نوعين من التكافؤ تكافؤ اولي (.....) والذي يعرف بحالة **التأكسد** وتكافؤ ثانوي (——) ويعرف بالعدد التناسقي .
- ٢- يحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب معقد الى اشباع كلا التكافؤين .
- ٣- تتجه التكافؤات الثانوية نحو مواقع ثابتة في الفراغ تدعى بالمجاك التناسقي .

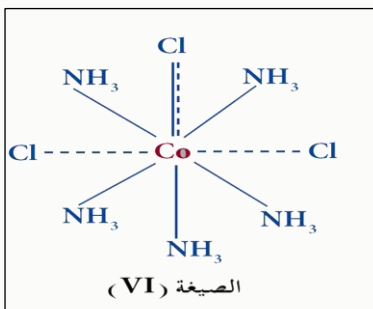
• مثل فرنر التأصر بين الكوبلت وبين ايونات الكلوريد وجزئيات الامونيا للمركبات الآتية :

١- المركب  $CoCl_3 \cdot 6NH_3$  | ويمكن التعبير عنه بالصيغة  $[Co(NH_3)_6]Cl_3$



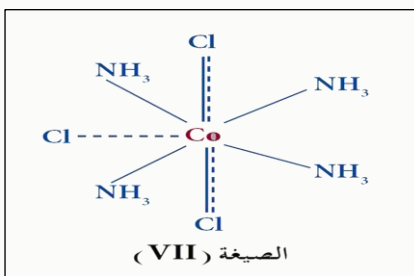
حيث نلاحظ ان الكوبلت +3 قد اشبع تكافؤاته الاولية بثلاث ايونات كلوريد اما تكافؤه الثاني فيشبع من قبل جزئيات الامونيا الستة لذلك عند اضافة تترات الفضة للمركب تترسب ثلاث من ايونات الكلوريد

٢- المركب  $CoCl_3 \cdot 5NH_3$  | ويمكن التعبير عنه بالصيغة  $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$



نلاحظ ان الكوبلت +3 اشبع تكافؤه الاولي 2 من ايونات الكلوريد واشبع تكافؤه الثاني بخمس جزئيات امونيا لذلك عند اضافة تترات الفضة اليه تترسب 2 من ايونات الكلوريد

٣- المركب  $CoCl_3 \cdot 4NH_3$  | ويمكن التعبير عنه بالصيغة  $[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$

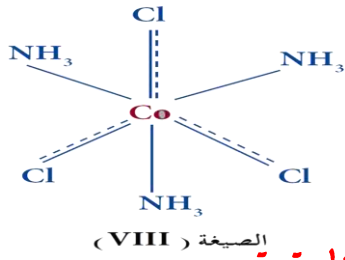


حيث نلاحظ ان الكوبلت +3 اشبع تكافؤه الاولي بأيون واحد من ايونات الكلوريد واشبع تكافؤه الثاني بأربع جزئيات امونيا و 2 من ايونات الكلوريد لذلك عند اضافة تترات الفضة اليه يترسب ايون واحد من ايونات الكلوريد





٤- المركب  $CoCl_3 \cdot 3NH_3$  | ويمكن التعبير عنه بالصيغة  $[Co(NH_3)_3Cl_3]$



حيث نلاحظ ان هذا المركب لا يعطي راسب عند  
اضافة نترات الفضة اليه وان سبب عدم ترسيب  
ايونات الكلوريد هو ارتباط جميع ايونات الكلوريد  
بالتكافؤ الثاني

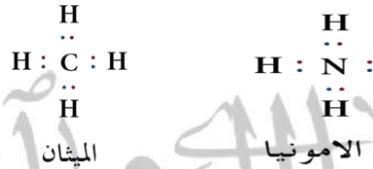
• وقد بينت النتائج العملية صحة ادعاء نظرية فرنر التناسقية .

⚡ انتبه | نظرية فرنر تقول الكلوريد الي مرتبط بتكافؤ الاولي (.....) يترسب

والي مرتبط بتكافؤ ثانوي (.....) لا يترسب عند اضافة نترات الفضة اليه .

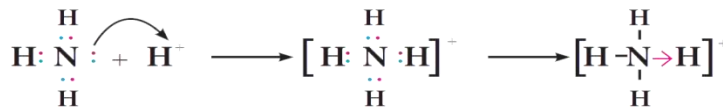
### حوامض وقواعد لويس

يمثل كل من جزء الميثان  $CH_4$  وجزء الامونيا  $NH_3$  على وفق رمز لويس



يظهر رمز لويس لكك من جزئية الميثان و الامونيا ان هناك نقطة اختلاف جوهريه مهمه جدا بينهما وهي وجود مزدوج الكتروني على ذرة النتروجين لا تشترك في تكوين اصرة مع ذرة الهيدروجين مما يجعل جزئي الامونيا ذا قابلية للتفاعل مع ذرات اخرى عن طريق اشراك هذا المزدوج الالكتروني تسمى الاصرة المتكونة نتيجة الاشراك مزدوج الكتروني مع ذرة تمتلك اوربيتال فارغ مهياً لاستقباله بالأصرة التناسقية ويعبر عنها بسهم → يتجه من الذرة الواهبة الى الذرة المستقبله

▪ كما هو في تفاعل الامونيا مع البروتون لتكوين ايون الامونيوم الموجب  $H$



▪ كما يمكن للامونيا اشراك هذا المزدوج الالكتروني مع مركبات اخرى اضافة للايون

الهيدروجين كما في معقد امين الفلز





تعد هذه التفاعلات تفاعلات تحدث بين هوامض وقواعد بمفهوم لويس حيث تعد الامونيا واهبة للالكترونات ولهذا فهي قاعدة حسب مفهوم لويس اما الايونات الفلزية التي استقبل هذا المزدوج الالكتروني فيعد هامضاً حسب مفهوم لويس ونتيجة لهذا التفاعل تتكون الاصرة التناسقية ويدعى الناتج التفاعل المتكون بالعقد التناسقي وباختصار يمكن القول ان هذا التفاعل هو عبارة عن تفاعل قاعدة لويس الذي يسمى الالكند مع هامض لويس الذي يسمى الايونات او الفلز المركزي

• هناك عدة مصطلحات خاصة بالمركبات التناسقية (جميع هذه التعاريف واردة ونزاري)

١- **الالكند** :- هو جزيء او ايون سالب او موجب الشحنة يرتبط بالايونات المركزية من خلال ذرة واحدة او اكثر مائحة للمزدوجات الالكترونية . وعندما يهب مزدوجاً واحداً من الالكترونات يسمى احادي المخلب وعندما يهب مزدوجين من الالكترونات يسمى ثنائي المخلب وعندما يهب أكثر من مزدوجين يسمى متعدد المخلب

٢- **الايونات المركزية** :- هو عبارة عن ذرة مركزية مستقبلة للمزدوجات الالكترونية ويرتبط بالالكند باصرة تناسقية

٣- **العقد التناسقي** :- هو المركب الناتج من اتحاد الايونات المركزية مع عدد من الالكندات بواسطة اواصر تناسقية .

٤- **عدد التناسق** :- هو عدد الجزئيات او الايونات ( الالكندات ) التي ترتبط بالايونات المركزية مضروراً في عدد المخلب التي يملكها الالكند اي انه يساوي عدد الاواصر التناسقية.

٥- **الايونات العقد** :- هو صنف مشحون بشحنة موجبة او سالبة يتكون من ذرة مركزية وعدد مناسب من الالكندات وتكون الذرة المركزية موجبة او متعادلة او سالبة (نادراً) اما الالكندات فقد تكون موجبة او سالبة او متعادلة

٦- **عقد متعادل** :- هو العقد الذي لا يحمل شحنة ولا يتأين بالماء



٧- **مجال التناسق** :- هي عبارة عن اقواس مربعة [ ] يكون بداخلها الفلز المركزي و الالكندات (الجزء الغير متأين) اما خارج مجال التناسق يسمى (الجزء المتأين)

٨- **الكيمياء التناسقية** :- هو ذلك الجزء من الكيمياء اللاعضوية يهتم بدراسة المركبات التناسقية وصفاتها





## ❖ 5 - 4 أنواع الليكنات

- ١- **ليكنات احادية المخلب** :- هي عبارة عن ايونات سالبة او جزئيات متعادلة قادرة على منع مزدوج الكترولوني واحد الى ايون الفلز الموجب .
- ٢- **ليكنات ثنائية المخلب** :- هي عبارة عن ايونات او جزئيات لها القدرة على الارتباط بأيون الفلز عبر اكثر من ذرة واحدة مثل الاوكزالات  $C_2O_4^{2-}$ , اثلين ثنائي امين  $(en)$
- ٣- **الليكنات متعددة المخلب** :- هي ليكنات معقدة تحتوي ثلاث او اربع واحيانا اكثر من الذرات القادرة على المساهمة في بناء الاواصر التناسقية حيث ترتبط في موقعين او اكثر وتسمى ( الليكنات الكليتيه )

### ملاحظة مهمة |

- الليكنات الاحادية المخلب تهب مزدوج الكترولوني واحد ( $2e^-$ )
- الليكنات ثنائية المخلب تهب مزدوجين الكترولونين ( $4e^-$ )

### جدول مهم جداً ( حفظ )

## الليكنات الاحادية المخلب

شحنته	صيغته	اسم الليكند	ت
-1	Cl	كلورو	.١
-1	Br	برومو	.٢
-1	I	يودو	.٣
-1	CN	سيانو	.٤
-1	$CH_3COO^-$	خلاتو	.٥
-1	SCN	ثايوسيانو	.٦
-1	$N_3$	انريدو	.٧
0	$H_2O$	أكوا	.٨
0	$NH_3$	امين	.٩
0	NO	نايتروسيل	.١٠
0	$CH_3NH_2$	مethyl امين	.١١
0	$C_5H_5N$	بريدين	.١٢
0	CO	كاربونيل	.١٣





## الليكنات ثنائية المخلب

0	$NH_2CH_2CH_2NH_2$	اثليين ثنائي امين en	.١
0	$NH_2NH_2$	هايدرازين	.٢
-1	$NO_3$	نتراتو	.٣
-1	dmg	داي ثنائي ميثيل كلالايسيماتو	.٤
-2	$C_2O_4$	اوكراليتو	.٥
-2	$CO_3$	كاربونيتو	.٦

❖ **انتبه** | اي مركب تناسقي يتكون من ايون بسيط يهبر خارج اقواس التناسق و ايون معقد يهبر داخل اقواس التناسق [ ايون معقد ]

❖ الايونات المعقدة يتكون من [ ليكنه و اوكثر و مركزية ذرة ]

دائما ثابت مكان الذرة المركزية هنا

❖ **انتبه** | فائدة الايونات البسيط في حساب التكافؤ هو معرفة شحنة الايونات المعقدة  
❖ **ملاحظة** | قبل الدخول الى حساب التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للذرة المركزية كما قلنا ان المركب التناسقي يتكون من ايون بسيط خارج اقواس التناسق و ايون المعقد داخل اقواس التناسق [ فائدة الايونات البسيط معرفة شحنة الأيونات المعقدة خلاله لان شحنة الأيونات البسيط = شحنة الأيونات المعقدة ]

**لكن عكس الاشارة**

▪ **مثال** |  $Al[Fe(CN)_6]$  نحن نعرف ان ايون البسيط Al شحنته = +3

هذا يعني ان الايونات المعقدة  $[Fe(CN)_6]$  شحنته = -3

▪ **مثال اخر** |  $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$

نعرف ان  $Cl = -1$   $Cl_2 = -2$  → شحنة الايونات البسيط

هذا يعني ان الايونات المعقدة  $[Ni(NH_3)_6]$  شحنته = +2

الحلوة مو شرط تربوي مخالف

تري السعلوة هم عدهه مخالف

الليكنه اذا امادي الخالب

الكثرونين ينطوي وهاي هيه

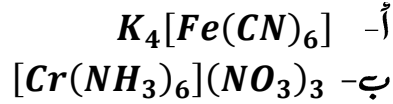




**ملاحظة مهمة جداً**

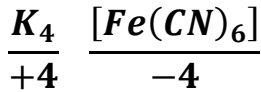
- التكافؤ الاولي = عدد تكافؤ الذرة المركزية (الفلز المركزي)
- التكافؤ الثانوي (عدد التناسق) = عدد جزئيات الليكند \* عدد مخالِب الليكند.

- مثال 5 - 2 | ما التكافؤ الاولي ( حالة التأكسد ) والتكافؤ الثانوي ( عدد التناسق ) للفلز المركزي في المركبين الآتيين :



✓ الحل ||

أ- نلاحظ ان الايون البسيط K شحنته = +1  $\therefore K_4 = +4$   $\therefore$  الايون المعقد = -4



$$Fe + -1 * 6 = -4$$

$$Fe - 6 = -4 \Rightarrow Fe = 6 - 4 \Rightarrow +2$$

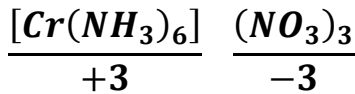
التكافؤ الاولي = +2

التكافؤ الثانوي = عدد جزئيات الليكند \* عدد مخالِب الليكند

$$6 = 1 \times 6 =$$

التكافؤ الثانوي = 6

ب- نلاحظ ان  $NO_3 = -1$   $\therefore (NO_3)_3 = -3$   $\therefore$  الايون المعقد = +3



$$Cr + 0 * 6 = +3 \Rightarrow Cr = +3$$

التكافؤ الاولي = +3

التكافؤ الثانوي = عدد جزئيات الليكند \* عدد مخالِب الليكند

$$6 = 1 * 6$$

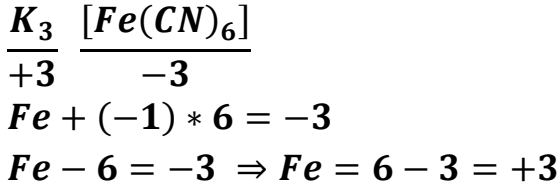
التكافؤ الثانوي = 6





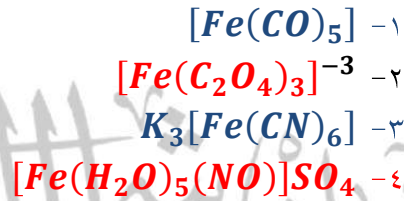


❖ تمرين 5 - 1 | كم هو التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للحديد في المركب  $K_3[Fe(CN)_6]$   
 ✓ الحل || ايون البوتاسيوم = +1 ∴  $+3 = K_3$



- التكافؤ الاولي = +3
- التكافؤ الثانوي = عدد جزيئات الليكند x عدد مخالفه  
 $6 = 1 * 6$

❖ سؤال 5 - 5 | ما العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي للحديد) في المركبات الاتية :

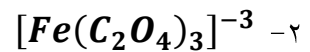


✓ الحل ||

▪ التكافؤ الاولي = تكافؤ الفلز المركزي Fe

$$Fe + 0 * 5 = 0 \Rightarrow Fe = 0$$

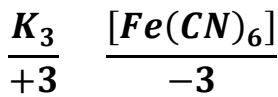
▪ التكافؤ الاولي = 0



$$Fe + (-2 * 3) = -3$$

$$Fe - 6 = -3 \Rightarrow Fe = 6 - 3 = +3$$

▪ التكافؤ الاولي = +3

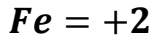
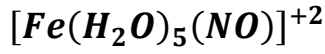
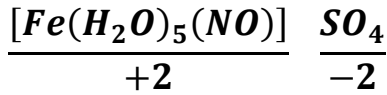


$$Fe + (-1) * 6 = -3$$

$$Fe - 6 = -3 \Rightarrow Fe = 6 - 3 = +3$$

▪ التكافؤ الاولي = +3





▪ التكاؤ الاولي = +2

### 5 - 5 | قاعدة العدد الذري الفعال EAN

▪ هو مجموع عدد الالكترونات على الذرة المركزية (الفلز المركزي) والمنومة من الليكند

#### ملاحظات |

١- تنطبق المركبات التناسقية على قاعدة العدد الذري الفعال اذا كانت مجموع الالكترونات

التي تحيط بالفلز المركزي تساوي العدد الذري للفلزات النبيلة ( $Rn_{86}$  ,  $Xe_{54}$  ,  $Kr_{36}$ )

٢- الليكندات احادية الغلب تعطي  $2e^-$

٣- الليكندات ثنائية الغلب تعطي  $4e^-$

#### خطوات الحل :

١- نجد عدد تكاؤ الفلز المركزي

٢- نطرح الكترونات من العدد الذري للفلز المركزي بقدر تكاؤ الفلز

٣- نحسب الالكترونات المنومة من الليكند :

أ- اذا كان الليكند احادي  $\Leftarrow$  عدد الالكترونات =  $2e^- * \text{عدد جزيئات الليكند}$

ب- اذا كان الليكند ثنائي  $\Leftarrow$  عدد الالكترونات =  $4e^- * \text{عدد جزيئات الليكند}$

٤- نجمع الالكترونات من الفلز المركزي مع الالكترونات المنومة من الليكند حيث اذا

كان مجموع الالكترونات يساوي احد العدد الذري للفلزات ( $Rn_{86}$  ,  $Xe_{54}$  ,  $Kr_{36}$ )

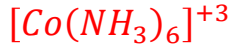
نقول ان العقد التناسقي ينطبق على قاعدة العدد الذري الفعال (العقد مستقر)





❖ **سؤال 3 - 5** | ما العدد الذري الفعّال للمعقد  $[Co(NH_3)_6]^{+3}$

وهل تنطبق قاعدة EAN عليه؟ علماً ان العدد الذري للكوبلت 27



✓ الحل ||

- 1)  $Co + (0 * 6) = +3 \Rightarrow Co = +3$
- 2)  $Co = 27e^- \Rightarrow Co^{+3} = 24e^-$
- 3)  $6NH_3 = 6 * 2e^- = 12e^-$
- 4)  $24e^- + 12e^- = 36e^-$

- العدد الذري الفعّال = 36
- $\therefore$  يخضع لقاعدة العدد الذري الفعّال ( المركب مستقر )

❖ **سؤال 4 - 5** | ما العدد الذري الفعّال للمعقد  $[CoCl_4]^{-2}$

وهل تنطبق قاعدة EAN عليه؟ علماً ان العدد الذري للكوبلت = 27

✓ الحل ||

- 1)  $Co + (-1) * 4 = -2 \Rightarrow Co = 4 - 2 = +2$
- 2)  $Co = 27e^- \Rightarrow Co^{+2} = 25e^-$
- 3)  $4Cl^- = 4 * 2e^- = 8e^-$
- 4)  $25e^- + 8e^- = 33e^-$

- العدد الذري الفعّال = 33
- $\therefore$  المركب غير مستقر لأنه لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعّال

❖ **تمرين 2 - 5** | احسب العدد الذري الفعّال للمركبات التالية ثم بين هل تنطبق عليه

قاعدة العدد الذري الفعّال  $[Ni(en)_3]^{+2}$  ,  $[Fe(CN)_6]^{-3}$  ,  $[Pd(NH_3)_6]^{+4}$

علماً ان  $Fe = 26$  ,  $Pd = 46$  ,  $Ni = 28$

✓ الحل ||  $[Pd(NH_3)_6]^{+4}$

- 1)  $Pd + 0 * 6 = +4 \Rightarrow Pd = +4 \Rightarrow Pd^{+4}$
- 2)  $Pd = 46e^- \Rightarrow Pd^{+4} = 42e^-$
- 3)  $6NH_3 = 6 * 2e^- = 12e^-$
- 4)  $42e^- + 12e^- = 54e^-$

- العدد الذري الفعّال = 54
- $\therefore$  يخضع لقاعدة العدد الذري الفعّال ( المركب مستقر )





- 1-  $Fe + (-1) * 6 = -3 \Rightarrow Fe - 6 = -3 \Rightarrow Fe = 6 - 3 = +3$
- 2-  $Fe = 26e^- \Rightarrow Fe^{+3} = 23e^-$
- 3-  $6CN^- = 6 * 2 = 12e^-$
- 4-  $23e^- + 12e^- = 35e^-$

• العدد الذري الفعّال = 35

• ∴ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعّال (المركب غير مستقر)



- 1-  $Ni + (0 * 3) = +2 \Rightarrow Ni = +2 \Rightarrow Ni^{+2}$
- 2-  $Ni = 28e^- \Rightarrow Ni^{+2} = 26e^-$
- 3-  $3en = 3 * 4 = 12e^-$
- 4-  $26e^- + 12e^- = 38e^-$

• العدد الذري الفعّال = 38

• ∴ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعّال (المركب غير مستقر)

❖ **تمرين 5 - 3** | ما هو العدد الذري الفعّال للمعقد  $[Ni(NH_3)_6]^{+2}$  ,  $[Ag(NH_3)_4]^{+1}$  وهل تنطبق قاعدة EAN عليهم؟ **علماً أن العدد الذري  $Ni = 28$  ,  $Ag = 47$**

✓ الحل ||



- 1)  $Ni + (0) * 6 = +2 \Rightarrow Ni = +2 \Rightarrow Ni^{+2}$
- 2)  $Ni = 28e^- \Rightarrow Ni^{+2} = 26e^-$
- 3)  $6NH_3 = 6 * 2e^- = 12e^-$
- 4)  $26e^- + 12e^- = 38e^-$

• العدد الذري الفعّال = 38

• ∴ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعّال (المركب غير مستقر)



- 1)  $Ag + (0 * 4) = +1 \Rightarrow Ag = +1 \Rightarrow Ag^{+1}$
- 2)  $Ag = 47e^- \Rightarrow Ag^{+1} = 46e^-$
- 3)  $4NH_3 = 4 * 2 = 8e^-$
- 4)  $46e^- + 8e^- = 54e^-$

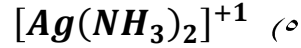
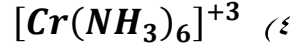
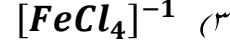
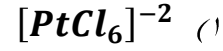
• العدد الذري الفعّال = 54

• ∴ يخضع لقاعدة العدد الذري الفعّال (المركب مستقر)





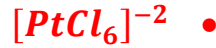
❖ سؤال 5 - 4 | عرف العدد الذري الفعّال ثم اكتب قيمته لكل من المعقدات الآتية :



▪ علماء ان  $Pt = 78$  ,  $Fe = 26$  ,  $Cr = 24$  ,  $Ag = 47$

✓ الحل ||

❖ العدد الذري الفعّال : هو مجموع عدد الالكترونات على الذرة المركزية (الفلز المركزي) والمنومة من الليكند



1)  $Pt + (-1) * 6 = -2 \Rightarrow Pt - 6 = -2 \Rightarrow Pt = 6 - 2 = +4$

2)  $Pt = 78e^- \Rightarrow Pt^{+4} = 74e^-$

3)  $6Cl^- = 6 * 2e^- = 12e^-$

4)  $74e^- + 12e^- = 86e^-$

▪ العدد الذري الفعّال = 86

▪ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعّال ( المركب مستقر )



1-  $Pt + (0 * 6) = 0 \Rightarrow Pt = 0 \Rightarrow Pt^0$

2-  $Pt = 78e^- \Rightarrow Pt^0 = 78e^-$

3-  $6NH_3 = 6 * 2 = 12e^-$

4-  $78e^- + 12e^- = 90e^-$

▪ العدد الذري الفعّال = 90

▪ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعّال ( المركب غير مستقر )



1)  $Fe + (-1 * 4) = -1 \Rightarrow Fe - 4 = -1 \Rightarrow Fe = 4 - 1 = +3 \Rightarrow Fe^{+3}$

2)  $Fe = 26e^- \Rightarrow Fe^{+3} = 23e^-$

3)  $4Cl^- = 4 * 2e^- = 8e^-$

4)  $23e^- + 8e^- = 31e^-$

▪ العدد الذري الفعّال = 31

▪ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعّال ( المركب غير مستقر )





- 1)  $Cr + (0 * 6) = +3 \Rightarrow Cr = +3 \Rightarrow Cr^{+3}$
- 2)  $Cr = 24e^- \Rightarrow Cr^{+3} = 21e^-$
- 3)  $6NH_3 = 6 * 2e^- = 12e^-$
- 4)  $21e^- + 12e^- = 33e^-$

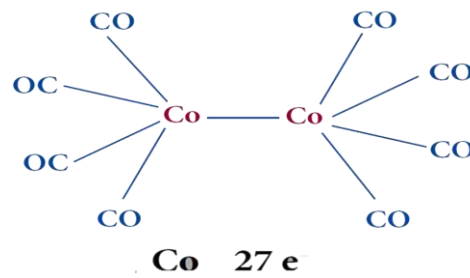
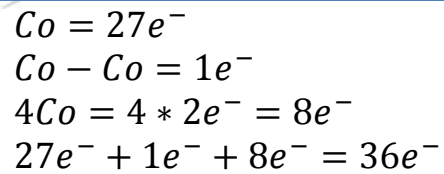
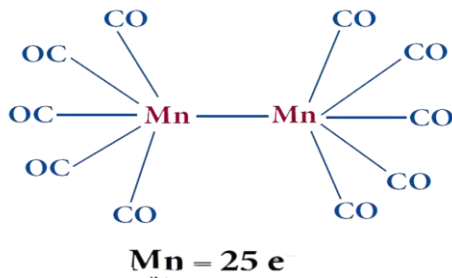
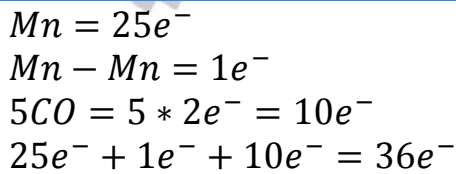
- العدد الذري الفعّال = 33
- ∴ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعّال ( المركب غير مستقر )



- 1-  $Ag + (0 * 2) = +1 \Rightarrow Ag = +1 \Rightarrow Ag^{+1}$
- 2-  $Ag = 47e^- \Rightarrow Ag^{+1} = 46e^-$
- 3-  $2NH_3 = 2 * 2e^- = 4e^-$
- 4-  $46e^- + 4e^- = 50e^-$

- العدد الذري الفعّال = 33
- ∴ لا يخضع لقاعدة العدد الذري الفعّال ( المركب غير مستقر )

- ملاحظة || هناك معقدات تتواجد بشكل مزدوجات جزيئية او متعددة الجزيئات مثل  $[Co_2(CO)_8]$  ,  $[Mn_2(CO)_{10}]$  وفي هذه الحالة يكون حساب العدد الذري الفعّال لهذا المعقدات كالآتي :



- ملاحظة || في مثل هذه المعقدات توجد الذرة المركزية بشكل جزيئية ( فلزين مركزيين ) تقسم عدد الليكندات على الفلزين المركزيين بحيث ياخذ كل فلز مركزي نفس العدد من الليكندات ونحسب العدد الذري لفلز مركزي واحد كما تعلمنا سابقاً مع اضافة الكثرات ( $1e^-$ ) قادم من الاصرة ( فلز - فلز )

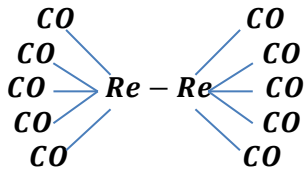




❖ تمرين 5 - 4 | احسب العدد الذري الفعال للمعقد  $[Re_2(CO)_{10}]$   
ثم بين هل تنطبق قاعدة EAN عليه؟ علماً ان  $Re = 75$

✓ الحل ||

- 1)  $Re_2 + 0 * 10 = 0 \rightarrow Re_2 = 0 \rightarrow Re = 0$
- 2)  $Re = 75e^-$
- 3)  $Re - Re = 1e^-$
- 4)  $5CO = 5 * 2e^- = 10e^-$
- 5)  $75e^- + 1e^- + 10e^- = 86e^-$



❖ العدد الذري الفعال = 86

❖ ∴ تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال

### ❖ 5 - 6 | تسمية المركبات التناسقية :

➤ يتم تسمية المركبات التناسقية حسب نظام IUPAC وكما يأتي :

- ١- عند تسمية المركب التناسقية تكون التسمية من اليمين الى اليسار
- ٢- يسمى الايون البسيط باسمه الشائع والمعروف من غير ذكر عدد الجزئيات  
( الايون البسيط خارج اقواس التناسق [ ] )
- ٣- تسمى الليكندات قبل الفلز المركزي وفي حال جود أكثر من ليكند فانها تذكر حسب الترتيب الابدعي الانكليزي (A, B, C .....)
- ٤- تستعمل البادئات ثنائي وثلاثي ورباعي قبل اسم الليكند وحسب عدد جزئياته اما الليكندات ( $C_2O_4^{2-}$ ,  $dmg^-$ ,  $en$ ) تستعمل البادئات بس (ثنائي) و ترس (ثلاثي) قبل اسم الليكند وحسب عدد جزئياته
- ٥- يعبر عن حالة التأكسد للذرة المركزية بالارقام الرومانية (0, I, II, III, IV, ... ..)
- ٦- وتظهر بين قوسين بعد اسم الفلز مباشرة
- ٦- عندما يكون الايون المعقد سالب [ ]<sup>-</sup> يضاف المقطع (آت) الى اسم الفلز المركزي  
باستثناء (الحديد يكون فيرات و الرصاص يكون بلمبات)
- ٧- اما اذا كان الايون المعقد موجب [ ]<sup>+</sup> او متعادك يسمى الفلز بدون المقطع (آت)
- ٧- اذا كان المطلوب تسمية الايون المعقد فقط [ ] وكان يحمل شحنة موجبة او سالبة يذكر اسم ايون قبل التسمية ونسمي بالتسلسل من اليمين الى اليسار





➤ امثلة ||

- $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$  كلوريد سداسي امين الكروم (III)
- $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$  كلوريد رباعي آكوا ثنائي كلورو الكروم (III)
- $[Co(en)_2Cl_2]_2SO_4$  كبريتات ثنائي كلورو بس اثلين ثنائي امين الكوبلت (III)
- $[Ni(CO)_4]$  رباعي كربونيل نيكلك (0)
- $[Fe(H_2O)_6]SO_4$  كبريتات سداسي آكوا الحديد (II)
- $Ca_2[Fe(CN)_6]$  سداسي سيانو فيرات (II) الكالسيوم

❖ تمرين 5-5 | سم المعقدات الآتية :

- |                        |  |
|------------------------|--|
| $[Co(NH_3)_5H_2O]Cl_3$ | ١. كلوريد آكوا خماسي امين الكوبلت (III)        |
| $Na[Co(NH_3)_4Cl_2]$   | ٢. رباعي امين ثنائي كلورو كوبلتات (I) الصوديوم |
| $K_2[PtCl_6]$          | ٣. سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم        |
| $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$ | ٤. نترات سداسي امين الكروم (III)               |
| $[Cu(en)_2]Cl_2$       | ٥. كلوريد بس (اثلين ثنائي امين) النحاس (II)    |
| $(NH_4)_2[Cr(SCN)_6]$  | ٦. سداسي ثايو سيانو كرومات (IV) الامونيوم      |

❖ سؤال 5-6 | سم المركبات المعقدة الآتية :

✓ الحل ||

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| $[Fe(H_2O)_5(NO)]^{+2}$ | ➤ ايون خماسي آكوا نايتروسيل الحديد (II)               |
| $Na_2[Fe(CN)_5(NO)]$    | ➤ خماسي سيانو نايتروسيل فيرات (III) الصوديوم          |
| $[Co(N_3)(NH_3)_5]SO_4$ | ➤ كبريتات خماسي امين ازيدو كوبلت (II)                 |
| $K_4[Ni(CN)_4]$         | ➤ رباعي سيانو نيكلكات (0) البوتاسيوم                  |
| $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^{+1}$ | ➤ ايون رباعي آكوا ثنائي كلورو الكروم (III)            |
| $[Ni(en)_2Cl_2]^{+2}$   | ➤ ايون ثنائي كلورو بس (اثلين ثنائي امين) النيكلك (IV) |
| $[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]$  | ➤ ثلاثي امين ثلاثي نترينو الكوبلت (III)               |
| $K_2[PtCl_6]$           | ➤ سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم                |

اليجب ولهات بالفطرة نسمي وبسم الله اذا انشوفه نسمي المعقد اتبه لمن نسمي  
من اليمينه الى اليسرى تسلسل واذا ماضابط الليكند تسلك تسلك كلبي ايجك اتشبعك تسلسل  
معقد انتة واسمك شع عليه







❖ سؤال 5 - 7 | اكتب الصيغة التركيبية للمركبات التناسقية الآتية :

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| $[Co(en)_3](NO_3)_3$       | (1) نترات ترس ( اثلين ثنائي امين ) كوبلك (III)             |
| $K_4[Ni(CN)_4]$            | (2) رباعي سيانو نيكلات (0) بوتاسيوم                        |
| $[Cr(C_2O_4)_2 H_2O]^{-1}$ | (3) ايون الكوا بس او كزالاتو كرومات (III)                  |
| $K_2[NiCl_4]$              | (4) رباعي كلورو نيكلات (II) بوتاسيوم                       |
| $K_2[MnCl_4]$              | (5) رباعي كلورو مانغنات (II) بوتاسيوم                      |
| $[Ti(H_2O)_6]Cl_3$         | (6) كلوريد سداسي الكوا تيتانيوم (III)                      |
| $[Ni(CO)_4]$               | (7) رباعي كاربونيل نيكك (0)                                |
| $[Cr(en)I_4]^{-1}$         | (8) ايون ( اثلين ثنائي امين ) رباعي يودو كرومات (III)      |
| $[Co(en)_2(CN)H_2O]^{+2}$  | (9) ايون الكوا سيانو بس ( اثلين ثنائي امين ) الكوبلك (III) |
| $[Cu(NH_3)_4]^{+2}$        | (10) ايون رباعي امين نحاس (II)                             |

### ❖ 5 - 7 | نظريات التأخر في المركبات التناسقية :

▪ بعد نظرية السلسلة ونظرية فرنر التناسقية جاءت ثلاث نظريات تستعمل في الوقت الحاضر لوصف طبيعة التأخر في المعقدات التناسقية هي :

- ١- نظرية اصرة التكانؤ VBT
- ٢- نظرية المجال البلوري CFT
- ٣- نظرية الاوربيتال الجزيئي MOT

• سنقوم في هذه المرحلة الدراسية بشرح مبسط لنظرية اصرة التكانؤ فقط .

### ➤ نظرية اصرة التكانؤ VBT:

يعد تكوين المعقدات التناسقية حسب هذه النظرية تفاعلاً بين قاعدة لويس ( الليكند ) وعامض لويس ( الفلز ) مع تكوين اصرة تناسقية بين الليكند و الفلز وسنقوم بتطبيق هذه النظرية على المركبات التناسقية ذات الاعداد التناسقية 2, 3, 4 فقط





❖ ملاحظة ||

• دائما الفلز المركزي من العناصر الانتقالية قد يكون من عناصر السلسلة :

ملاحظة || نعرف العناصر من اي سلسلة من العدد الذري حيث

- ١- السلسلة الاولى من 30 الى 21
- ٢- السلسلة الثانية من 48 الى 39
- ٣- السلسلة الثالثة من 80 الى 72

الثالثة	الثانية	الاولى
Re	Pd	Cr
Pt	Ag	Mn
Au	Cd	Fe
Hg		Co
		Ni
		Cu

• عناصر السلسلة الثانية و الثالثة جميع الليكنيدات ضاغطة عليها ،

• عناصر السلسلة الاولى كك الليكنيدات ضاغطة

ماعد الليكنيدات (Cl, Br, I, F, OH<sup>-</sup>, H<sub>2</sub>O) تكون غير ضاغطة على عناصر السلسلة

الاولى (عناصر السلسلة الاولى هي العناصر التي عددها الذري اقل من 30)

▪ انتبه || عناصر السلسلة الثانية و الثالثة (فاهية) كك الليكنيدات ضاغطة

عليها لكن عناصر السلسلة الاولى اكو كم ليكند ما يضغط عليها (X, OH, H<sub>2</sub>O)

وبقية الليكنيدات كله تضغط على السلسلة الاولى

❖ ملاحظات مهمة ||

○ في نظرية اصرة التكافؤ يطلب التجهيز و الشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزمم

للمعقد التناسقي حيث يمكن لاجادهم عن طريق اتباع الملاحظات الاتية:

١- اذا كان الفلز المركزي للمعقد عدده الذري من 21 - 30 نستخدم الترتيب الالكتروني  $[Ar_{18}] 3d 4s 4p$  على ان يملأ الاوربيتال S اولاً ثم d وفي حالة الفقدان يفقد من (S) اولاً مع مراعاة اذا كان d محوي (4 او 9) الكترون حول له الكترون واحد من (S) قبل الفقدان

٢- اذا كان الفلز المركزي للمعقد عدده الذري من 39 - 48 نستخدم الترتيب الالكتروني  $[Kr_{36}] 4d 5s 5p$  على ان يملأ الاوربيتال S اولاً ثم d وفي حالة الفقدان يفقد من (S) اولاً مع مراعاة اذا كان d محوي (4 او 9) الكترون حول له الكترون واحد من (S) قبل الفقدان

٣- اذا كان الفلز المركزي للمعقد عدده الذري 72 - 80 نستخدم الترتيب الالكتروني  $[Xe_{54} 4f^{14}] 5d 6s 6p$  على ان يملأ الاوربيتال S اولاً ثم d ثم P وفي حالة الفقدان ان يفقد من (S) اولاً مع مراعاة اذا كان d محوي (4 او 9) الكترون حول له الكترون واحد من (S) قبل الفقدان





٤- علاقة التهجين بالشكل الهندسي

الشكل الهندسي	نوع التهجين
مستقيم	SP
مثلث مستوي	SP <sup>2</sup>
رباعي الاوجه منتظم	SP <sup>3</sup>
مربع مستوي	dSP <sup>2</sup>

٥- الصفة مغناطيسية :

- اذا احتوت الاوربيتالات على الككترونات مفردة **فأن الصفة بارا مغناطيسية**
- واذا لم تحوي الككترونات مفردة ( الككترونات مزدوجة ) **تكون الصفة دايا مغناطيسية**

$$\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \quad \Leftarrow \quad \mu \text{ الزخم}$$

- حيث ان  $e =$  عدد الالككترونات المفردة
- والمعد الذي لا يحوي الككترونات مفردة  $\mu = 0$

⦿ **انتبه** || الزخم فقط يوجد عندما يحوي المعد الككترونات مفردة بينما المعد الذي لا يحوي الالككترونات مفردة **فأن زخمه يساوي صفر** لان الزخم يعتمد على الالككترونات المفردة

- ٧- **الليكند الضاغط** :- يضغط الالككترونات المفردة حيث يجعلها بصورة مزدوجة
- الليكند الغير الضاغط** :- يبقى الالككترونات بصورة مفردة

• **خطوات الحل :**

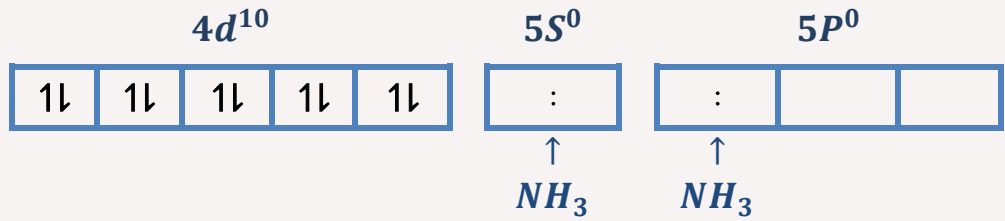
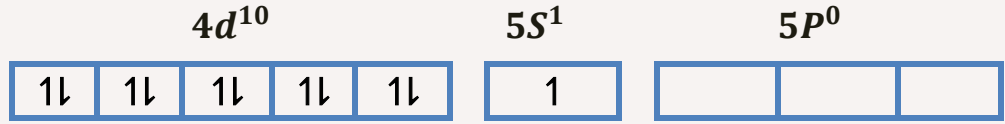
- ١- **نرسم الترتيب الالككتروني للفلز المركزي ونوزع الالككترونات في الاوربيتالات**
- ٢- **نرسم الترتيب الالككتروني للأيون الفلز المركزي ونوزع الالككترونات في الاوربيتالات ( بعد فقدان )**
- ٣- **نرسم الترتيب الالككتروني بعد دخول الليكند حيث اذا كان الليكند ضاغط يزوج الالككترونات المفردة واذا غير ضاغط يبقى الالككترونات مفردة**
- ٤- **اذا كان الليكند اهادي المقلب يأخذ اوربيتال واحد ( يهب الككترونين ) واذا ثنائي المقلب يأخذ اوربيتالين ( يهب اربع الككترونات )**



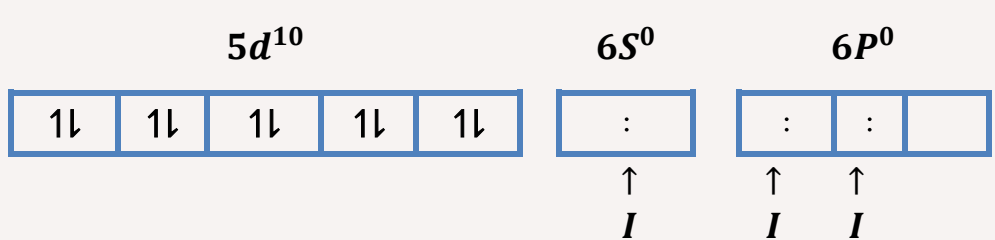
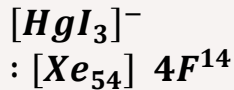
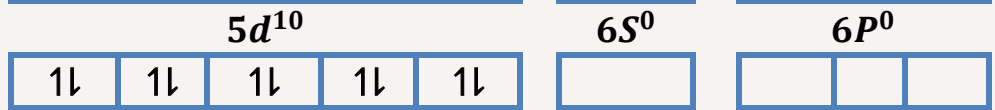
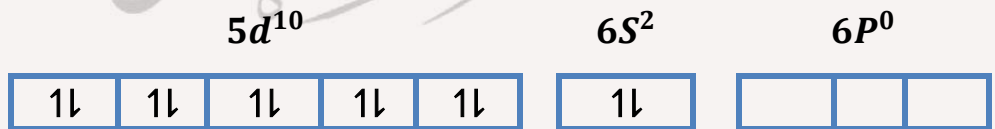
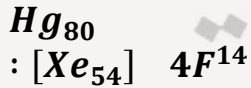


و للإيجاد التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية في المعقدات الآتية :

➤ تتبع ما يلي :

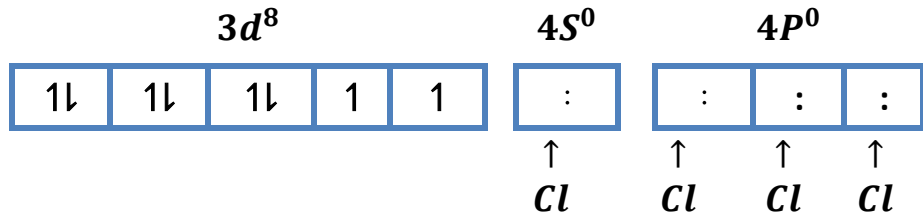
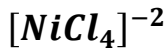
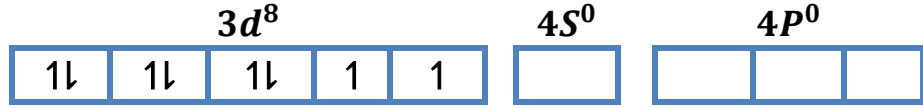
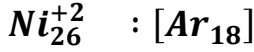
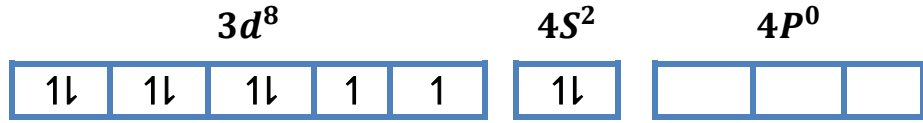
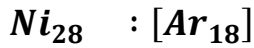


- نوع التهجين :  $sp$
- الشكل الهندسي : خط مستقيم
- الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية



- نوع التهجين :  $sp^2$
- الشكل الهندسي : مثلث مستوي
- الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية

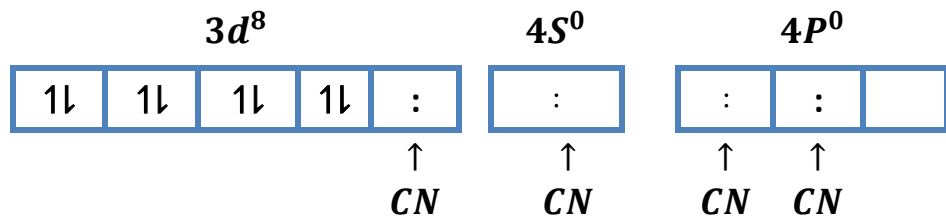
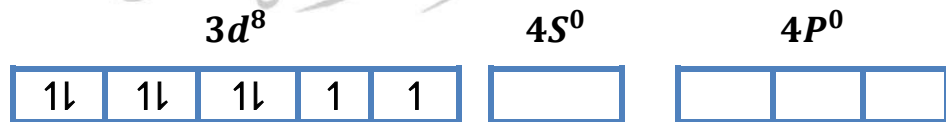
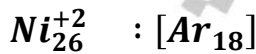




➤ نوع التهجين :  $SP^3$

➤ الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم

➤ الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسية

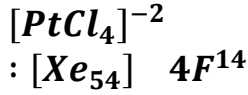
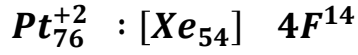
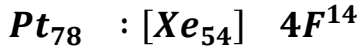


➤ نوع التهجين :  $dSP^2$

➤ الشكل الهندسي : مربع مستوي

➤ الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية





↑

↑

↑

↑

cl

cl

cl

cl

➤ نوع التهجين :  $dSP^2$

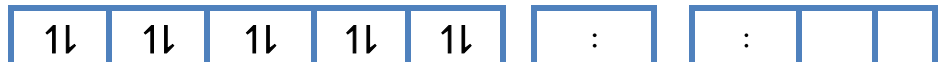
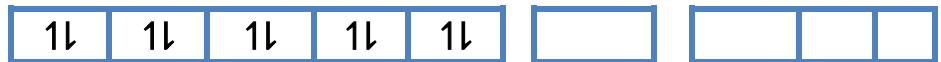
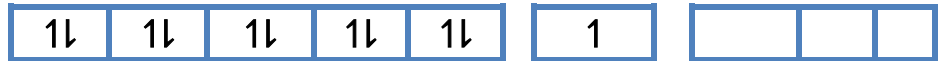
➤ الشكل الهندسي : مربع مستوي

➤ الهفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية

❖ تمرين 5 - 6 | اعتماداً على VBT بين توزيع الإلكترونات الفلز والالكترونات الالوية

من الليكند للمعقد  $[Cu(CN)_2]^{-}$

✓ الحل !!



↑  
CN

↑  
CN

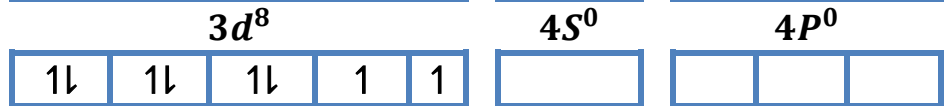
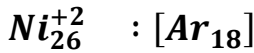
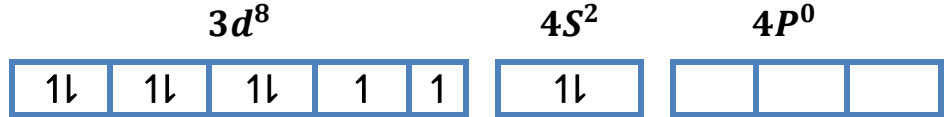
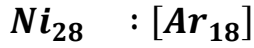




❖ تمرين 5 - 7 | لماذا العقد  $[NiCl_4]^{-2}$  بارا مغناطيسي بينما العقد  $[PtCl_4]^{-2}$  دايا

مغناطيسي وضع ذلك على وفق VBT

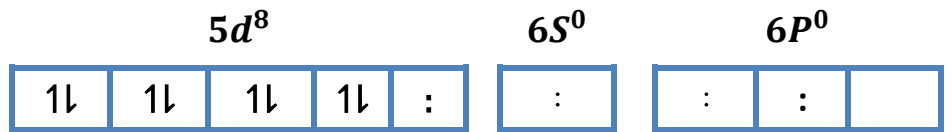
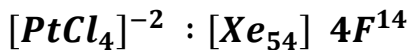
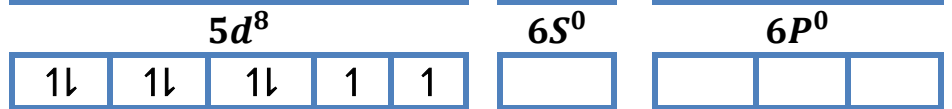
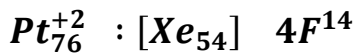
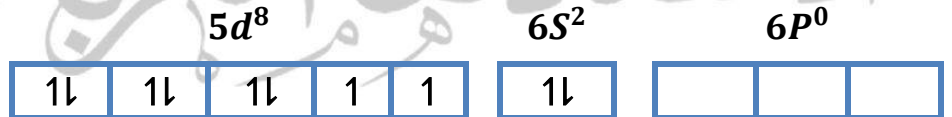
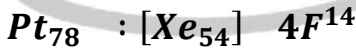
✓ الحل ||



↑ Cl    ↑ Cl    ↑ Cl    ↑ Cl

الليكند غير ضاغط

الصفة بارامغناطيسية لانه يحوي على الكترونات مفردة



↑ cl    ↑ cl    ↑ cl    ↑ cl

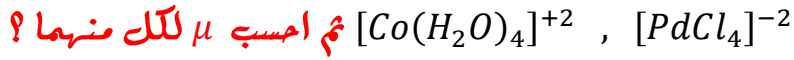
الليكند ضاغط

الصفة دايا مغناطيسية لانه لا يحوي على الكترونات مفردة

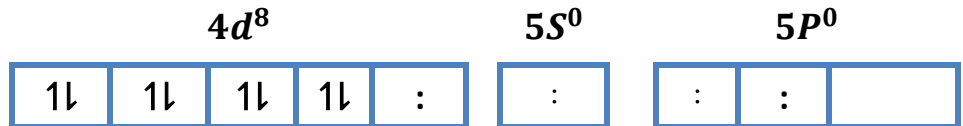
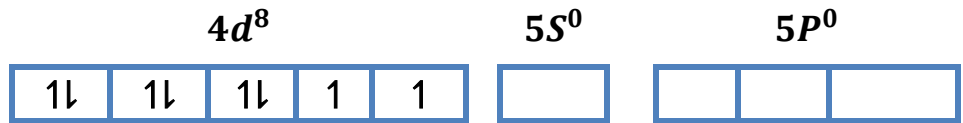
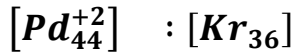
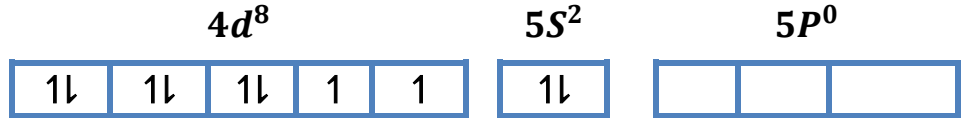




تمرين 5 - 8 | ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقدتين



الحل || ✓

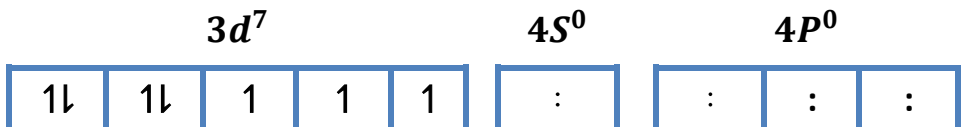
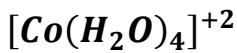
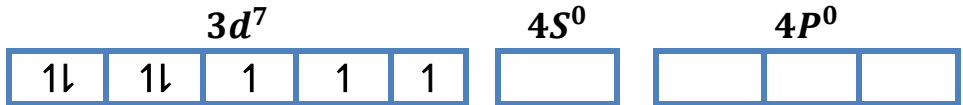
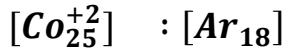
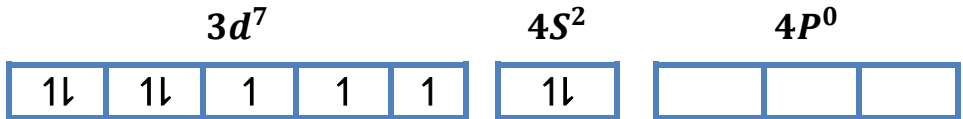
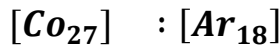


↑ ↑ ↑ ↑  
cl cl cl cl  
نوع التهجين :  $dSP^2$

الشكل الهندسي : مربع مستوي

الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية

➤  $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(0)^2 + 2(0)} = 0$



↑ ↑ ↑ ↑  
 $H_2O$   $H_2O$   $H_2O$   $H_2O$

نوع التهجين :  $SP^3$

الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم

الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسية

$\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(3)^2 + 2(3)} \Rightarrow \mu = \sqrt{9 + 6} \Rightarrow \mu = \sqrt{15} = 3.87 \text{ B.M}$

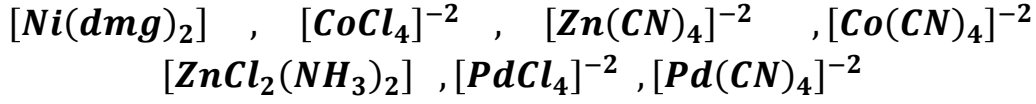






سؤال 5 - 10 | اعتماد على اصرة التكافؤ VBT

اجب عن الاسئلة التالية لكك من المركبات التناسقية الاتية :

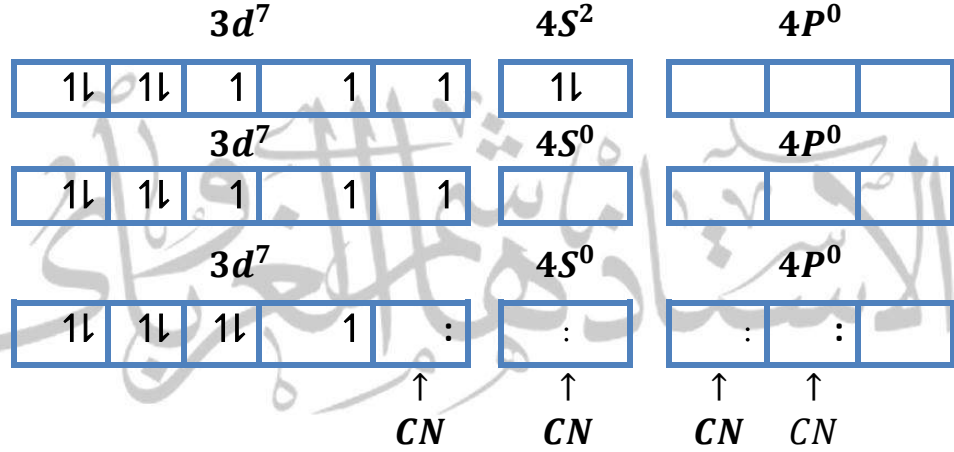
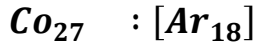


أ- ما نوع التهجين للذرة المركزية

ب- ما الشكل الهندسي للمعقد

ج- ما الصفة المغناطيسية للمعقد ولماذا ؟

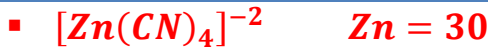
✓ الحل ||



➤ نوع التهجين :  $dSP^2$

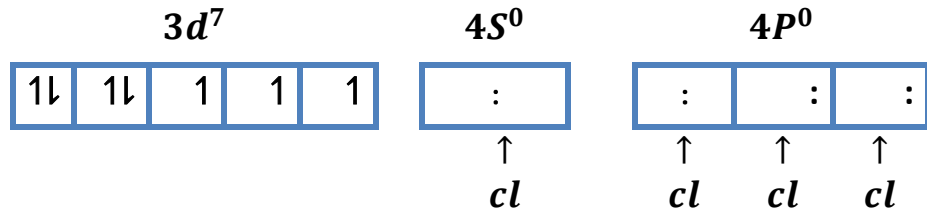
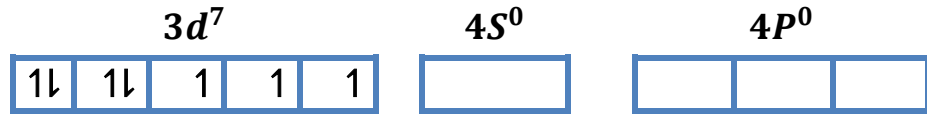
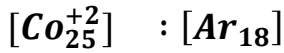
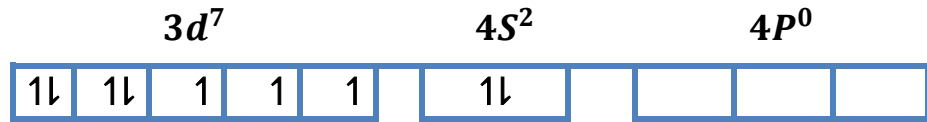
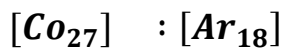
➤ الشكل الهندسي : مربع مستوي

➤ الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسية لوجود إلكترونات مفردة



▪ واجب

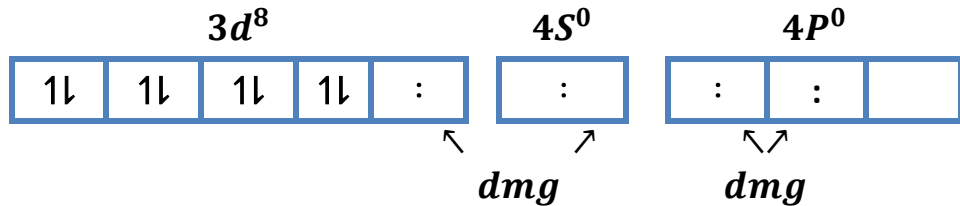




➤ نوع التهجين :  $SP^3$

➤ الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم

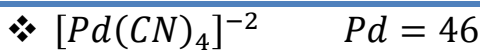
➤ الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسية لوجود الكثرونات مفردة



➤ نوع التهجين :  $dSP^2$

➤ الشكل الهندسي : مربع مستوي

➤ الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية لعدم وجود الكثرونات مفردة



▪ واجب /

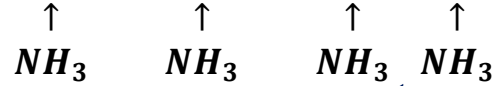
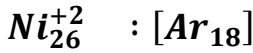
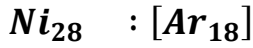






❖ سؤال 5 - 11 | اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT ما هو عدد الالكترونات المنفردة للمركبات التناسقية التالية وما قيمة ( $\mu$ ) للمركبات  $[Ni(H_2O)_4]^{+2}$  ,  $[Ni(NH_3)_4]^{+2}$

✓ الحل ||



➤ :: الالكترونات المنفردة = صفر

➤  $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} = \mu = \sqrt{(0)^2 + (2 * 0)} = 0$



وراجع ||

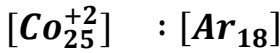
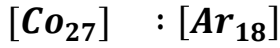
➤ **ملاحظة ||** في بعض الاسئلة يكون الليكند مجهول ( $L$ ) من ناحية الضاغط والغير ضاغط لذلك اذا كان الفلز المركزي من السلسلة الثانية او الثالثة نفرض ان الليكند ضاغط باعتبار كل الليكندات ضاغطة عليها اما اذا كان الفلز المركزي من عناصر السلسلة الاولى نحل باحتمالين احتمال ضاغط واحتمال غير ضاغط



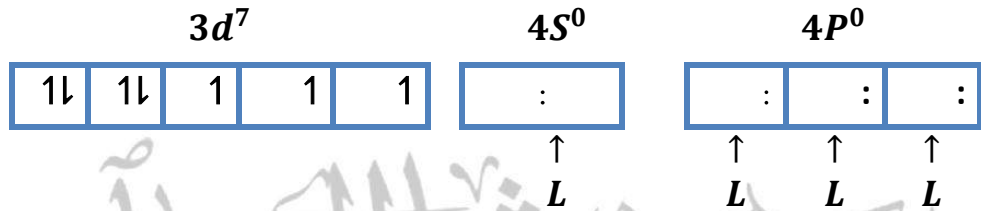
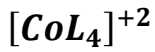


❖ **سؤال 5 - 5** | لنفرض ان الكوبلت (II) المعقد  $[Co(L)_4]^{+2}$  حيث ان  $L$  يمثل ليكنه اهادي المخلب اكتب ترهجين المعقد ثم جد الزخم المغناطيسي

✓ **الحل** || بما ان الليكنه مجهول والفلز المركزي من السلسلة الاولى فحل باحتمالين ضاغط وغير ضاغط



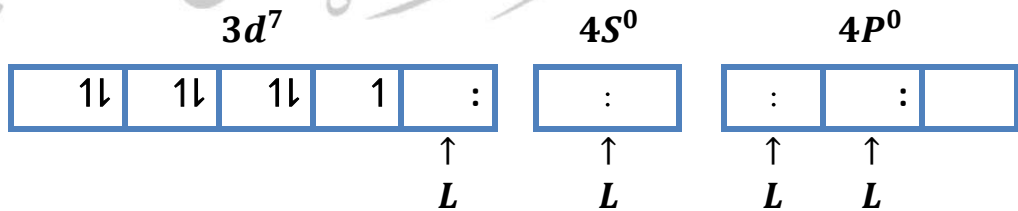
-١ غير ضاغط



➤ الترهجين  $SP^3$

➤  $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(3)^2 + 2(3)}$   
 $\mu = \sqrt{9 + 6} \Rightarrow \mu = \sqrt{15} = 3.87 \text{ B.M}$

-٢ ضاغط



➤ الترهجين  $dSP^2$

➤  $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(1)^2 + 2(1)}$   
 $\mu = \sqrt{1 + 2} \Rightarrow \mu = \sqrt{3} = 1.73 \text{ B.M}$





❖ سؤال 5 - 12 | لنفرض ان النيكل (II) في العقد الايوني  $[NiL_4]^{-2}$  الليكند (L)

احادي الغلب مه

١- شحنة الليكند

٢- التهجين للذرة المركزية في العقد الايوني

٣- الزخم المغناطيسي  $\mu$

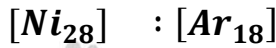
✓ الحل || بما ان الليكند مجهول (L) والفلز المركزي من السلسلة الاولى نحل باحتمالين احتمال ضاغط واحتمال غير ضاغط  
١- شحنة الليكند



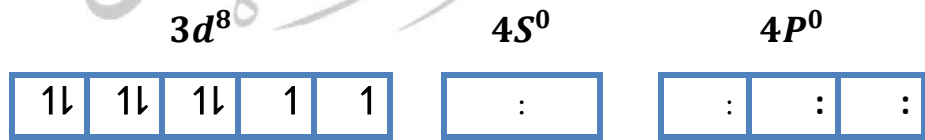
$$+2 + L * 4 = -2$$

$$4L = -2 - 2 \Rightarrow 4L = -4 \Rightarrow L = \frac{-4}{4} = -1$$

∴  $L^{-1}$



أ- غير ضاغط



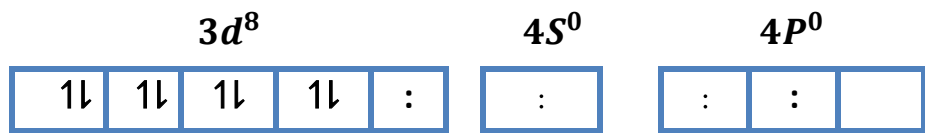
↑  
L                    L    L    L

➤ التهجين  $SP^3$

➤  $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(2)^2 + 2(2)}$

$\mu = \sqrt{4 + 4} \Rightarrow \mu = \sqrt{8} = 2.82 \text{ B.M}$

ب- ضاغط



↑                    ↑                    ↑    ↑  
L                    L                    L    L

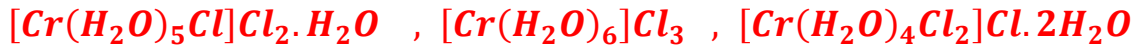
التهجين  $dSP^2$

$\mu = \sqrt{e^2 + 2e} = \mu = \sqrt{(0)^2 + (2 * 0)} = 0$





❖ سؤال 5 - 8 | اذا كانت لديك المركبات التناسقية الثلاثة الاتية



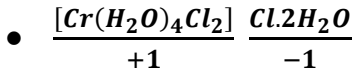
❖ فما هو الاتي :

أ- العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للكروم في كل مركب .

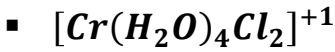
ب- العدد التناسقي للكروم

ت- اسماء هذه المركبات

✓ الحل ||



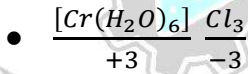
• التكافؤ الاولي



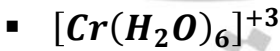
$Cr + (0 * 4) + (-1 * 2) = +1 \Rightarrow Cr - 2 = +1 \Rightarrow Cr = +3$

• عدد التناسق  $6 = 1 * 4 + 1 * 2 =$

• اسم المركب : كلوريد رباعي الكوا ثنائي كلورو كروم (III) المائي



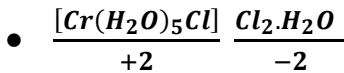
• التكافؤ الاولي



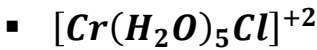
$Cr + (0 * 6) = +3 \Rightarrow Cr = +3$

• عدد التناسق  $6 = 1 * 6 =$

• اسم المركب : كلوريد سداسي الكوا الكروم (III)



• التكافؤ الاولي



$Cr + (0 * 5) + (-1 * 1) = +2 \Rightarrow Cr - 1 = +2 \Rightarrow Cr = +3$

• عدد التناسق  $6 = 1 * 5 + 1 * 1 =$

• اسم المركب : كلوريد خماسي الكوا كلورو كروم (III) المائي





5 - 8 | الاعداد التناسقية و الاشكال الهندسية المتوقعة

كما عرفنا ان العدد التناسقي هو عدد الليكندات مضرابه في عدد المخالب وان لهذا العدد علاقة بالشكل الهندسي المتوقع للمعقد التناسقي تتراوح قيم الاعداد التناسقية من 2 الى 9 وأكثرها شيوعاً هي 4 و 6 و سننظر في الاعداد التناسقية 2, 3, 4

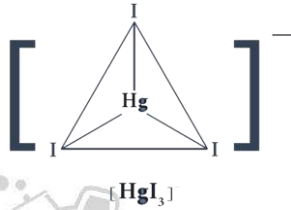
١- **العدد التناسقي 2**: يعد هذا العدد نادر والعقد  $[Ag(NH_3)_2]^+$  من احسن الامثل عليه

ويكون هذا العدد ذا شكل خطي مستقيم مثل  $NH_3 - Ag - NH_3$

مثل  $CN - Ag - CN$   $[Ag(CN)_2]^{-1}$  ,  $Cl - Ag - Cl$   $[AgCl_2]^{-1}$

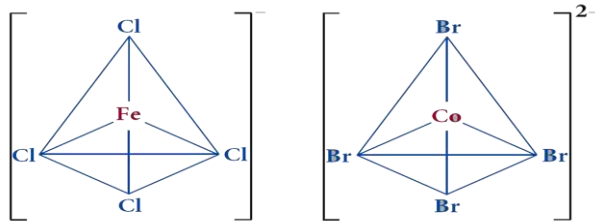
٢- **العدد التناسقي 3**: المعقدات التي تمتلك عدد تناسقي 3 نادره ايضاً

❖ ويعد الايون المعقد السالب  $[HgI_3]^-$  والشكل المتوقع له

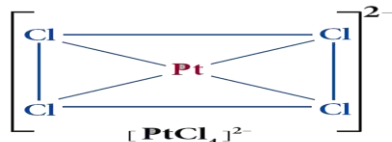
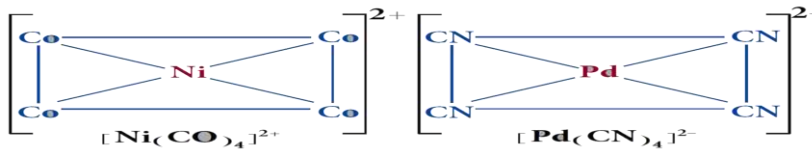


٣- **العدد التناسقي 4**: يعد من اكثر الاعداد التناسقية شيوعاً ويكون لهذا النوع اهمية كبيرة في المركبات التناسقية

ويكون الشكل المتوقع اما رباعي الاوجه منتظم مثل  $[CoBr_4]^{-2}$  ,  $[FeCl_4]^{-}$



او مربع مستوي مثل  $[PtCl_4]^{-2}$  ,  $[Pd(CN)_4]^{-2}$  ,  $[Ni(CO)_4]^{+2}$







❖ سؤااك 5 - 9 || اختر الاجابة الصحيحة في كل مما يأتي :

١- ان العدد التأكسدي ( التكانؤ الاولي ) للكرؤم في الايون العقد  $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$  هو :

أ- 3      ب- 1      ج- 6      د- 5

٢- ان العدد التأكسدي ( التكانؤ الاولي ) للبلاتين في الايون العقد  $[Pt(C_2H_4)Cl_3]^-$  هو :

أ- 1      ب- 2      ج- 3      د- 4

٣- ان الصيغة التركيبية للمركب ( ثنائي كلورو بس يوريا نحاس (III) )

أ-  $[Cu\{(NH_2)_2CO\}_2]Cl_2$

ب-  $[Cu\{(NH_2)_2CO\}Cl]Cl$

ج-  $[CuCl_2\{(NH_2)_2CO\}_2]$

د- جميع الاجابات السابقة خطأ

٤- ان اسم المركب  $[Pt(NH_3)_3Br(NO_2)Cl]Cl$  على وفق نظام ال IUPAC هو :

أ- كلوريد ثلاثي امين كلورو برومور نايترو بلاتين IV

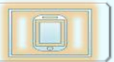
ب- كلوريد ثلاثي امين كلورو برومور نايترو كورو بلاتين (IV)

ج- كلوريد ثلاثي امين برومور كلورو نايترو بلاتين (IV)

د- كلوريد ثلاثي امين نايترو كلورو برومور بلاتين (IV)

حل اسئلة الفصل الخامس

السؤال	رقم الصفحة باللمزة	السؤال	رقم الصفحة باللمزة
١س	موجود ص ( ٣٤ )	٨س	موجود ص ( ٣٤ )
٢س	موجود ص ( ٣٦ )	٩س	موجود ص ( ٣٦ )
٣س	موجود ص ( ٢٨ )	١٠س	موجود ص ( ٢٨ )
٤س	موجود ص ( ٣١ )	١١س	موجود ص ( ٣١ )
٥س	موجود ص ( ٣٣ )	١٢س	موجود ص ( ٣٣ )
٦س	جميع التعاريف موجودة باللمزة	١٣س	جميع التعاريف موجودة باللمزة
٧س	موجود ص ( ٢٠ )		





## الأسئلة الوزارية الخاصة بالفصل الخامس من ٢٠١٣ الى ٢٠١٧

تمهيدي 2013

تمرين 3-5

تمرين 8-5

دور اول 2013

فراغ || الصيغة البنائية للمركب كلوريد رباعي أكوا ثنائي كلورو الكروم (III) هي .....

تمرين 7-5

دور ثاني 2013

فراغ || الصيغة الكيميائية للمركب سداسي سيانو فيرات (II) الكالسيوم هي .....

سؤال 10-5

دور ثالث 2013

عرف الملح الزدوج

فراغ || الصيغة التركيبية للمركب كبريتات سداسي أكوا حديد II هي .....

تمرين 3-5

تمهيدي 2014

عرف الملح الزدوج

فراغ || الصيغة التركيبية للمركب رباعي كاربونيل نيكلك (0) هي .....

سؤال 4-5

سؤال 10-5

دور اول 2014

عرف مجال التناسق

مثال 1-5

تمرين 8-5





دور ثاني 2014

✚ عرف العدد الذري الفعّال

✚ فراغ || الصيغة البنائية للمركب كلوريد رباعي الكواثنائي كلوريد الكروم (III) هي .....

✚ تمرين 8-5

دور ثالث 2014

✚ عرف المعقد المتبادل

✚ فراغ || معقد تناسقي يمتلك ثلاث الكترولونات مفردة فأنت قيمة نهضة المغناطيسي = .....

✚ سؤال 10-5 (تغير بسيط)

تمهيد 2015

✚ سؤال 2-5

✚ مثال 4-5

✚ تمرين 8-5

نازهين 2015

✚ فراغ || العدد الذري الفعّال للمعقد  $[Mn_2(CO_3)_{10}]$  هو .....

✚ سؤال 10-5

✚ يصنف المركب  $Fe(NH_3)_2(SO_4)_2$  كملح مزدوج . وضع ذلك

دور اول 2015

✚ تمرين 2-5 على شكل فراغ

✚ سؤال 10-5

دور ثاني 2015

✚ تمرين 1-5 على شكل فراغ

✚ سؤال 10-5

دور ثالث 2015

✚ يصنف المركب  $Fe(NH_3)_2(SO_4)_2$  كملح مزدوج . علك

✚ سؤال 10-5

✚ فراغ || العدد الذري الفعّال للمركب  $[Ni(en)_3]^{+3}$  هو .....





تمريدي 2016

فراغ || التكاثر الاولي والثانوي للفلز المركزي في المركب  $[Cr(NH_3)_6(NO_3)_3]$  هو .....

تمرين 5-8

دور اول 2016

عرف العدد الذري الفعال

علك || يهنت المركب  $K_3[Fe(CN)_6]$  كمركب تناسقي

اعتمادا على نظرية اصرة التكاثر قارن بين المركبين  $[NiCl_4]^{2-}$  و  $[Ni(CN)_4]^{2-}$  من حيث

التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية

دور ثاني 2016

عرف الملح مزدوج

سؤال 5-10

فراغ || العدد الذري الفعال للمركب  $[Fe(CO)_5]$  يساوي .....

دور ثالث 2016

يهنت المركب  $Fe(NH_3)_2(SO_4)_2$  كملح مزدوج . علك

فراغ || العدد الذري الفعال للمركب  $[Co_2(CO)_8]$  يساوي .....

سؤال 5-11 ( المطلب قار بين المركبين من حيث التهجين والشكل والصفة المغناطيسية)

تمريدي 2017

عرف العدد الذري الفعال

فراغ || الصيغة التركيبية للمركب التناسقي سداسي سيانو فيرات II الكالسيوم هي .....

سؤال 5-10

دور اول 2017

تمرين 5-2

سؤال 5-10

فراغ || الصيغة التركيبية للمركب كبريتات سداسي اكوا حديد II هي .....





دور ثاني 2017

- ✚ اعتماداً على نظرية اصرة التكاؤء قارن بين المركبين  $[NiCl_4]^{2-}$  و  $[Ni(CN)_4]^{2-}$  من حيث التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية
- ✚ اكتب الصيغة التركيب للمركب كبريتات سداسي الكوا حديد II
- ✚ احسب التكاؤء الاولي والثانوي للكروم في المعقد  $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$

دور ثالث 2017

- ✚ سمى المركب التناسقي  $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$  ثم احسب التكاؤء الاولي والثانوي للكروم
- ✚ اعتماداً على نظرية اصرة التكاؤء VBT ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمركبين  $[Ni(H_2O)_4]^{+2}$  ,  $[Ni(NH_3)_4]^{+2}$
- ✚ اختر من بين الاقواس | ان العدد الذري الفعال للمعقد  $[CoCl_4]^{-2}$  هو (33 , 35 , 38)

تمهيد 2018

- ✚ علك | لا تنطبق قاعدة EAN على المعقد التناسقي  $Na[CoI_2]^+$
- ✚ اعتماداً على نظرية اصرة التكاؤء VBT ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد  $[PtCl_4]^{-2}$





بعض النضائع المرهه هول الفصل السادس (الكيمياء التحليلية)

المسائل التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

- ١- سؤال على التحليل الوصفي ( فراغ )
- ٢- مسألة من مسائل التحليل الوزني
- ٣- مسألة من مسائل التحليل الحجمي

حتى تظبط التحليل الوصفي لانرم تحفظ جدول الايونات الموجبة صفحة ( ٣ ) وحتى تظبط مسائل التحليل الوزني يوجد ٣ خطوات بسيطة لحل جميع المسائل اما التحليل الحجمي اهم شي لانرم تفتهم الايتا شلون تستخرجهمه والباقي سهل لأن موجودة ملاحظات وخطوات لحل اي مسألة من مسائل التحليل الحجمي

ملخص الفصل السادس

تقسم مواضع الفصل السادس الى

- ١- **التحليل الوصفي** : يتكلم عن الايونات الموجبة والعوامل المرسبة لها وكيفية فصل الايونات
- ٢- **التحليل الوزني** : يدرس كيفية حساب العامل الوزني وحساب كتلة النموذج ونسبته التوية
- ٣- **التحليل الحجمي** : هو النوع الاكثر تعقيدا في الفصل لكن ان شاء الله ستجد ملاحظات كافية ووافية للسيطرة على هذا الموضوع ( حيث قسمت مسائلة الى ثلاثة اقسام وكل قسم له طريقة حل وملاحظات )

امن اشوفه ينخطف ياناس نوعي	وعود اصلي فلا تقليد نوعي	المهم الي على التحليل نوعي
الايون الموجب وعامل مرسب	واذا ماتحفظهن احببي ومره اسب	اذا نيتك ترد ناجح مراسب
بدر بلك اظبط التحليل وزني	ولا تحببي على الشيطان وزني	السادس ضعفاني ونقص وزني
وحتى من القمر زغران مجمي	مجامة الاسئلة اشمايبيج مجمي	اويلي شلون بالتحليل مجمي
بلوه وبي انا كلبلي بليتيا	وقاسي هو اي عبالك بيلتيا	تالي اشلون يا عالم بالايتما
اكتلتي وعذبتني غوش كتله	وعلى كلبلي الحزن مهفوف كتله	احسب التركيز اذا المطلوب كتله
لان ماتطلع الكتلة ابدون تركيز	وركز من تحمل بس غوش تركيز	الكتلة تنحسب من نحسب التركيز

وراهه نحسب النسبة التوية





## الفصل السادس الكيمياء التحليلية

### 6 - 1 | مقدمة

لعمليات التحليل الكيميائي تطبيقات واسعة في مجالات مختلفة صناعية وكيميائية وبإلوجية و ميلوجية ومجالات علمية اخرى مثل دراسة تلوث الهواء والمعرفة الدقيقة المحتوى دم الانسان من كمية الكالسيوم التآين ضرورية لتشخيص الاصابة بمرض الغده الدرقية المفرط وفي مجالات الصناعة حيث يمكن التحكم في السيطرة على مواصفات الحديد المنتج من حيث القوة والصلابة وقابليته على مقاومة التآكل بواسطة التحليل الكمي وهناك امثلة اخرى لأهمية التحليل الكيميائي في مجالات الحياة المختلفة

### 6 - 2 | طرائق التحليل الوصفي ( النوعي )

هي عملية تهدف لمعرفة هوية مكون واحد او أكثر من مكونات المادة او مزيج من المواد او المحاليل ومعرفة الاسلوب الذي ترتبط به هذه المكونات بعضها مع البعض الاخر.

- تتم عملية تشخيص المادة المراد تحليلها من خلال تحويلها بمساعدة مادة **تدعى الكاشف** الى مركب جديد ذو خواص معروفة ومميزه
- يمكن اجراء عملية تحليل وصفي لجموعه الأيونات الموجبة الأكثر شيوعاً

➤ **حيث تتضمن عملية لتحليل هذه خطواتين .**

- ١- فصل الايونات بعضها عن الاخر
- ٢- الكشف عن كل ايون من خلال اجراء تفاعلات كيميائية معروفة





**تقسم الايونات الموجبة الاكثر شيوعاً**

الى خمس مجاميع وتمتاز كل مجموعة بأن لها عامل مرسب معين

صيفة الراسب	ايونات المجموعة	العامل المرسب للمجموعة	المجموعة
$PbCl_2$ $AgCl$ $Hg_2Cl_2$	$Pb^{+2}, Ag^{+1}, Hg_2^{+2}$	حامض $HCl$ المخفف	الأولى I
<b>ويمكن حفظها بجملة (بيبي اجه عجي) <math>Pb Ag Hg</math></b>			
$PbS$ $HgS$ $Bi_2S_3$ $SnS$ $CuS$ $As_2S_3$ $CdS$ $Sb_2S_3$	$Pb^{+2} Hg^{+2} Bi^{+3} Sn^{+2}$ $Cu^{+2} As^{+3} Cd^{+2} Sb^{+3}$	$H_2S$ بوجود $HCl$ المخفف	الثانية II
<b>ويمكن حفظها بالجملة (بيبي عجي بي سن سوس كد صبه)</b>			
<b><math>Pb Hg Bi Sn Cu As Cd Sb</math></b>			
$Al(OH)_3$ $Fe(OH)_3$ $Cr(OH)_3$	$Al^{+3} Fe^{+3} Cr^{+3}$	هيدروكسيد الامونيوم مع كلوريد الامونيوم $NH_4Cl, NH_4OH$	الثالثة A III
<b>ويمكن حفظها بجملة (الفكر) <math>Al Fe Cr</math></b>			
$MnS$ $CoS$ $NiS$ $ZnS$	$Mn^{+2} Co^{+2} Ni^{+2} Zn^{+2}$	$H_2S$ بوجود $NH_4OH, NH_4Cl$	الثالثة B III
<b>ويمكن حفظها بجملة (من كوني زين) <math>Mn Co Ni Zn</math></b>			
$CaCO_3$ $SrCO_3$ $BaCO_3$	$Ca^{+2} Sr^{+2} Ba^{+2}$	$(NH_4)_2CO_3$ بوجود $NH_4Cl, NH_4OH$	الرابعة IV
<b>ويمكن حفظها بجملة (كاسر با) <math>Ca Sr Ba</math></b>			
	$K^+ Na^+ NH_4^+ Mg^{+2}$	تبقى في المحلول	الخامسة V
<b>ويمكن حفظها بجملة (كنا نخر مغنيوم) <math>K Na NH_4 Mg</math></b>			







سؤال 6 - 1 | كيف يمكن الفصل بين الايونات الموجبة الاكثر شيوعاً ؟

- **الجواب** || يمكن فصل ايونات هذه المجموعات بالترتيب ( بالتسلسل )  
ابتداء من المجموعة الاولى الى المجموعة الرابعة حيث
- ١- يضاف محلول حامض الهيدروكلوريك ليرسب ايونات المجموعة الاولى  
على هيئة كلوريدات ثم تفصل بالترشيح
- ٢- يمرر غاز  $H_2S$  على الراشح ليرسب ايونات المجموعة الثانية  
على هيئة كبريتيدات وتفصل بالترشيح
- ٣- أ - يضاف محلول كلوريد الامونيوم وهيدروكسيد الامونيوم:  
ليرسب ايونات المجموعة الثالثة A على هيئة هيدروكسيدات ثم تفصل بالترشيح  
ب - يضاف كبريتيد الهيدروجين  $H_2S$  بوجود  $NH_4OH$  ,  $NH_4Cl$   
ليرسب ايونات المجموعة الثالثة B على هيئة كبريتيدات ثم تفصل بالترشيح .
- ٤- يضاف محلول كاربونات الامونيوم بوجود  $NH_4OH$  ,  $NH_4Cl$   
ليرسب ايونات المجموعة الرابعة على هيئة كاربونات ثم تفصل بالترشيح
- ٥- الراشح المتبقي هو عبارة عن ايونات المجموعة الخامسة  
حيث تبقى ذائبة في المحلول بدون ترسيب

• تجربة عملية لفصل وتحليل ايونات المجموعة الاولى (المعادلات حفظ)

• يمكن الكشف عن ايونات المجموعة الاولى (الكشف عن كل ايون )

• وذلك بترسيبها على هيئة كلوريدات ثم يتم الكشف وفق الالسن الاتية :

١- يذوب راسب  $PbCl_2$  في الماء الغلي بينما لا يتأثر راسب  $AgCl$  ,  $Hg_2Cl_2$   
ويتم ازالته بالفصل بالترشيح ويتم الكشف عن الرصاص بإضافة كرومات البوتاسيوم

$K_2CrO_4$  ليكون راسب اصفر من كرومات الرصاص  $PbCrO_4$

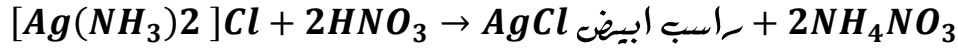
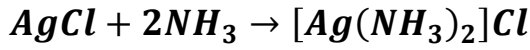


٢- يضاف محلول الامونيا المخفف الى الراسب المتبقي  $AgCl$  ,  $Hg_2Cl_2$  بعد فصل  $PbCl_2$   
حيث يذوب  $AgCl$  في محلول الامونيا المخفف لينتج مركب كلوريد الفضة الامونياكي

$[Ag(NH_3)_2]Cl$  ويمكن التأكد من وجود الفضة

يضاف حامض النتريك المخفف ليعطي راسب ابيض او اضافة يوديد البوتاسيوم  $KI$   
ليعطي راسب اصفر وكما يلي .





- بينما يتفاعل كلوريد الزئبق  $Hg_2Cl_2$  مع محلول الامونيا المضاف ليعطى مزيج غير ذائب ذي لون اسود دلالة على وجود الزئبق وحسب المعادلة الاتية

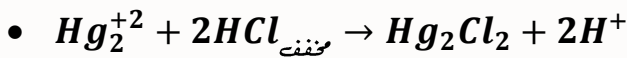


- ثم يضاف الماء الملكي ( مزيج مكون من  $(3HCl + HNO_3)$  الية لتحويله الى ملح ذائب  $HgCl_2$  ثم يتم الكشف عن وجود الزئبق بإضافة محلول كلوريد القصدير  $(SnCl_2) II$  الذي يحول المحلول الى راسب ابيض ثم يتحول بالتدريج الى راسب اسود حسب المعادلتين



- ملاحظة | عند حل الاسئلة الخاصة بفصل الايونات الموجبة نقوم بتحديد الايونات من اي مجموعة ثم نقوم بإضافة العامل المرسل لكل ايون حسب مجموعته بالتسلسل ( اما ايونات المجموعة الخامسة ) فأنها تبقى ذائبة في المحلول ،

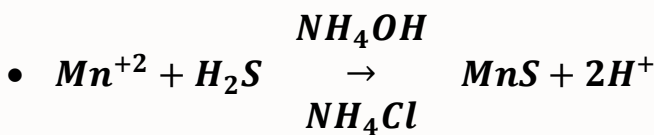
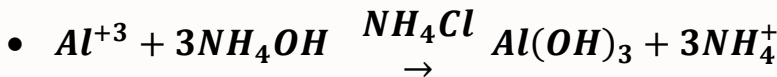
تمرين 6 - 1 | اكمل المعادلات الاتية :



HCl



مخفف





- **علك** | يهنتف ايون الرصاص  $Pb^{+2}$  ضمن المجموعة الاولى والثانية؟  
 ➤ **الجواب** | وذلك لأن ذوبانية كلوريد الرصاص  $PbCl_2$  عالية مما يؤدي الى عدم ترسب  $Pb^{+2}$  بشكل تام لذلك يبقى في المجموعة الثانية

➤ **مثال 6 - 1** | كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكاديوم والحديد (III)

✓ **الحل** | | فحدد الايونات حسب المجموعات ونضيف العوامل المرسب لكل مجموعة بالتسلسل

بما ان ايون الفضة  $Ag^+$  ضمن المجموعة الاولى والكاديوم ضمن المجموعة الثانية والحديد ضمن المجموعة الثالثة A لذلك يمكن الفصل بالأضافة النظامية للعوامل المرسبة لهذه الجاميع وكالاتي :

١- يضاف العامل المرسب للمجموعة الاولى ( حامض  $HCl$  ) ليرسب ايون الفضة على هيئة  $AgCl$  بينما ايونات الكاديوم والحديد تبقى ذائبة في المحلول ويفصل عنهم بالترشيح

٢- يمرر ( غاز  $H_2S$  ) الى المحلول ليرسب ايون الكاديوم على هيئة كبريتيد الكاديوم  $CdS$  ويفصل عن المحلول بالترشيح

٣- يضاف العامل المرسب محلول هيدروكسيد الامونيوم وكلوريد الامونيوم الى المحلول الحديد المتبقي وعده بعد فصل الايونات عنه ليرسب الحديد على هيئة هيدروكسيد الحديد  $Fe(OH)_3$

➤ **سؤال 6 - 2** | عدد الايونات الموجبة المهنتفة من المجموعة الثانية مع ذكر العامل المرسب لها ثم بين كيف يمكن فصل ايون النحاس عن ايون الحديدك عند وجودهما في نفس المحلول

✓ **الحل** | | ايونات المجموعة الثانية هي :

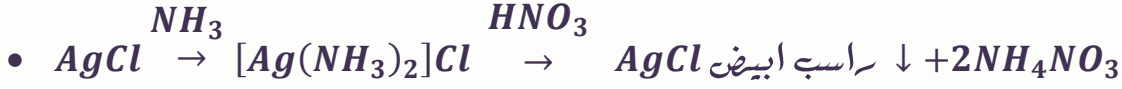


- العامل المرسب لها هو غاز كبريتيد الهيدروجين  $H_2S$  بوجود  $HCl$  المخفف حيث يرسبها على هيئة كبريتيدات
- ويمكن الفصل بين ايون النحاس وايون الحديدك بإمرار غاز  $H_2S$  بوجود  $HCl$  المخفف على المحلول ليرسب ايون النحاس على هيئة كبريتيد النحاس  $CuS$  بينما يضاف العامل المرسب  $NH_4OH$  بوجود  $NH_4Cl$  ليرسب  $Fe^{+3}$  على هيئة  $Al(OH)_3$  ثم يفصل بالترشيح



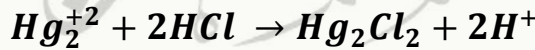


سؤال 6 - 3 | أكمل التفاعلات الاتي مع ذكر صفات النواتج في كل ما يأتي :



سؤال 6 - 4 | كيف يمكن الفصل بين ايوني  $Hg^{+2}$  ,  $Hg_2^{+2}$  ؟

✓ **الجواب** || الايون  $Hg_2^{+2}$  ضمن المجموعة الاولى و الايون  $Hg^{+2}$  ضمن المجموعة الثانية يمكن الفصل بينهم بإضافة العامل المرسب  $HCl$  المخفف حيث يرسب ايون  $Hg_2^{+2}$  على هيئة  $Hg_2Cl_2$  بينما يضاف العامل المرسب غاز  $H_2S$  بوجود  $HCl$  المخفف على المحلول ليرسب ايون  $Hg^{+2}$  على هيئة  $HgS$  ويفصل بالترشيح .



### 3 - 6 التحليل الكمي

هي طرائق عملية تهدف للحصول على معلومات تخص كمية المكون (المادة المراد تحليلها) في كمية معينة من النموذج .

- يتم التعبير عن التحليل الكمي بدلالة الاجزاء من المكون المراد قياسه الموجود في مائة او الف جزء او مليون جزء بدلالة كتلة او حجم المكون المراد قياسه المتواجد في حجم معين من النموذج او بدلالة الكسر المولي
- يمكن انجاز التحليل الكمي بإجراء عمليتي قياس الاولى : قياس كمية النموذج قيد الدراسة الثانية : قياس كمية المكون المراد قياسه في النموذج





### • هناك خطوات تسبق عملية التحليل الكمي

- ١- النمذجة : ويقصد بها الحصول على النموذج
- ٢- اعداد النموذج : ويقصد بها طحن ومجانسة النموذج والتخلص من الرطوبة
- ٣- قياس كمية النموذج : لعرفة كتلته او حجمة
- ٤- اذابة النموذج : باستخدام مذيب مناسب
- ٥- في الكثير من الاحيان يتم فصل المتداخلات

### • يقسم التحليل الكيمائي الكمي الى قسمين

#### ١- التحليل الكيمائي الكمي

- أ- طرائق التحليل الوزني يعتمد على قياس الكتل في عملية التحليل
- ب- طرائق التحليل الحجمي : يعتمد على قياس الحجم في عملية التحليل
- ٢- التحليل الالي : يعتمد على استعمال الأجهزة المتنوعة ( لا ندرسه في هذه المرحلة )

### 6 - 4 التحليل الوزني

هي مجموعة من الطرائق تعتمد على قياس كتلة مادة معلومة التركيب الكيمائي تحوي المكونات المراد تقديره بشكل نقي وكمي عن كتلة معلومة من العينة المراد تقديرها

#### • اهم طرائق التحليل الوزني

- ١- طرائق التطاير
- ٢- طريقة الترسيب
- ٣- طرائق الترسيب الكهربائي
- ٤- طرائق فيزيائية اخرى

• سندرس في هذا الفصل طرائق التطاير والترسيب فقط لأهميتها في التحليل الوزني

#### ❖ طرائق التطاير :

وهي طرائق تعتمد على ازالة المكونات التطاير الموجود في العينة ويمكن عمل ذلك بعد وسائل

- أ- بواسطة عملية الحرق البسيطة بدرجات حرارة عالية في الهواء
- ب- معاملة العينة مع كواشف كيميائية تحول جميع اجزاء العينة الى حالة متطايرة مع ترك المكونات المراد تحليله بحالة غير متطايرة .



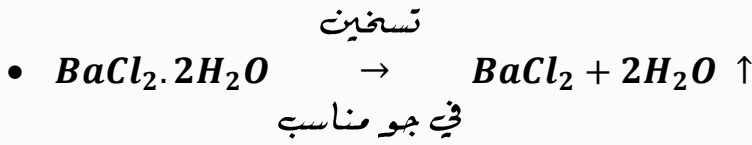


وتكون على قسمين :

- ١- طريقة التطاير المباشرة : يتم قياس المادة المتطايرة في جو مناسب ومعرفة كتلتها
- ٢- طريقة التطاير الغير مباشرة : يتم قياس المادة المتطايرة في جو مفتوح. حيث يمكن قياس الجزء الغير متطاير

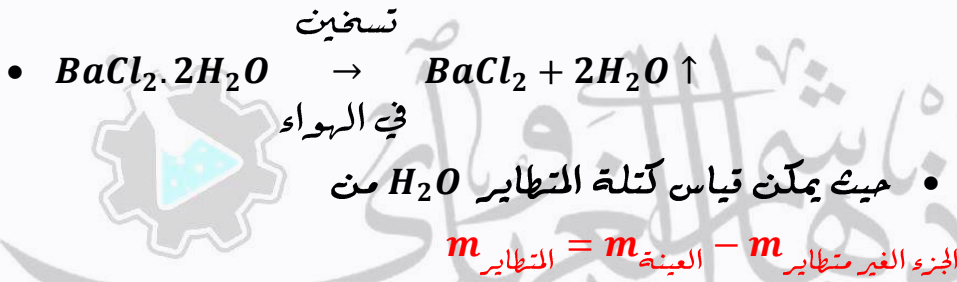
➤ مثال || يوضع التطاير المباشر والغير مباشر

### ١- التطاير المباشر



• حيث يتم قياس كمية  $\text{H}_2\text{O}$  المتطايرة في جو مناسب

٢- التطاير غير المباشر



### ملاحظات

- ١- دائما الكتل متوحد في القانون الواحد ( اما الكتل بالكيلو غرام او بالغرام او بالملي غرام )
- ٢- هو يذكر بالسؤال مباشر او غير مباشرة واذا لم يذكر نعرف تطاير مباشر اذا اعطى كتلة المتطاير ( المتطاير اما  $\text{CO}_2$  او  $\text{H}_2\text{O}$  )
- ٣- يمكن ايجاد النسبة المئوية من قانون :
$$\text{النسبة المئوية للمكون} = \frac{\text{كتلة المكون}}{\text{كتلة العينة}} * 100\%$$
- ٤- كتلة العينة نجدها بعد كلمة ( حرق او تحليل او معاملة )
- ٥- المكون هو الجهدك دائما
- ٦- المتطاير هو  $\text{H}_2\text{O}$  او  $\text{CO}_2$





القوانين المستخدمة :

١- قانون التطاير المباشر

$$m_{\text{مجهول}} = m_{\text{التطاير معلوم}} * \frac{M_{\text{مجهول}}(g/mol)}{M_{\text{معلوم}}(g/mol)}$$

٢- قانون التطاير الغير مباشر

$$m_{\text{التطاير}} = m_{\text{العينة قبل الحرق}} - m_{\text{الجزء الغير متطاير بعد الحرق}}$$

$$\% \text{ للمكون} = \frac{m_{\text{مكون}}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$$

خطوات حل مسائل التطاير

- ١- تحديد نوع التطاير ( هو يذكر في السؤال تطاير مباشر ام غير مباشر )  
( واذا لم يذكر فان كلمة حرق تعني تطاير مباشر ويعطي كتلة المتطاير )
- ٢- نطبق القانون :  
أ- اذا كان التطاير مباشر

$$m_{\text{مجهول}} = m_{\text{التطاير معلوم}} * \frac{M_{\text{مجهول}}(g/mol)}{M_{\text{معلوم}}(g/mol)}$$

- هنا يكون المجهول عنصر من ضمن العلوم
- ثم نجد النسبة المئوية من قانون

$$\% \text{ المكون مجهول} = \frac{m_{\text{مجهول}}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$$

ب- اذا كان التطاير غير مباشر

$$m_{\text{التطاير}} = m_{\text{العينة قبل التسخين}} - m_{\text{العينة بعد تسخين}}$$

ثم نجد النسبة المئوية

$$\% \text{ المكون المتطاير} = \frac{m_{\text{التطاير}}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$$





➤ **مثال 6 - 2** | تم تحليل عينة كتلتها  $1.451\text{ g}$  من ملح كلوريد الباريوم المائي النقي  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  لمعرفة النسبة المئوية لماء التبلور فيها وذلك باتباع طريقة التطاير غير المباشرة تم تسخين العينة لمدة كافية عند درجة حرارة  $125^\circ\text{C}$  وبعد التبريد في محيط جاف وبعد ان كتلة الجزء الغير متطاير كانت تساوي  $1.236\text{ g}$  احسب النسبة المئوية لماء التبلور في العينة

✓ **الحل** || هنا هو ذكر طريقة التطاير الغير مباشرة لذا نستخدم القانون

$$m_{\text{التطاير}} = m_{\text{العينة}} - m_{\text{العينة بعد تسخين}} \text{ قبل التسخين}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} - m_{\text{BaCl}_2}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 1.451 - 1.236 = 0.215$$

$$\% \text{H}_2\text{O} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{m_{\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}} * 100\%$$

$$\% \text{H}_2\text{O} = \frac{0.215\text{ g}}{1.451\text{ g}} * 100\% = 14.81\%$$

➤ **مثال 6 - 3** | تم تحليل مركب عضوي لمعرفة النسبة المئوية للكربون فيه بطريقة التطاير المباشرة فبعد حرق  $15.24\text{ mg}$  من المركب بوجود الاوكسجين وامتصاص غاز  $\text{CO}_2$  في وسط مناسب وبعد ان كتلة  $\text{CO}_2$  تساوي  $22.36\text{ mg}$  احسب النسبة المئوية لعنصر الكربون في المركب ؟

علما ان معلوم  $M_{(g/mol)}$

✓ **الحل** | ذكر لنا في السؤال طريقة تطاير مباشرة لذلك نستخدم القانون

$$m_{\text{مجهول}} = m_{\text{التطاير}} * \frac{M_{(g/mol) \text{ مجهول}}}{M_{(g/mol) \text{ معلوم}}}$$

$$m_{\text{C}} = m_{\text{CO}_2} * \frac{M_{\text{C}}}{M_{\text{CO}_2}}$$

$$m_{\text{C}} = 22.36\text{ mg} * \frac{12\text{ g/mol}}{44\text{ g/mol}}$$

$$m_{\text{C}} = 6.1\text{ mg}$$

$$\% \text{C} = \frac{m_{\text{مجهول}}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$$

$$\% \text{C} = \frac{m_{\text{C}}}{m_{\text{العينة المركب}}} * 100\% \Rightarrow \% \text{C} = \frac{6.1\text{ mg}}{15.24\text{ mg}} * 100 = 40\%$$







➤ **تمرين 6 - 2** | تم تحليل سببكتين النيكروم وزنياً بطريقة التطاير وذلك بحرق  $1.4 \text{ g}$  منها بوجود الاوكسجين وقد وجد ان كتلة غاز ثنائي اوكسيد الكاربون المتحرر الذي تم جمعه بعد انتهاء عملية الحرق كانت تساوي  $2.2 \text{ mg}$  احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون ؟

✓ **الحل** || هنا لم يذكر طريقة التطاير لكنه اعطى كتلة المتطاير يعني تطاير مباشر

$$m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$$

$$m_C = 2.2 \text{ mg} * \frac{12 \text{ g/mol}}{44 \text{ g/mol}}$$

$$m_C = 0.6 \text{ mg}$$

▪ نلاحظ هنا وحدات الكتل غير متوحدّة لذلك نوحدهم بالوحدات

$$m_C = \frac{(0.6 \text{ mg})}{1000 \text{ mg/g}} = 0.0006 \text{ g}$$

$$\% C = \frac{m_{\text{مجهول}}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$$

$$\% C = \frac{m_C}{m_{\text{العينة المركب}}} * 100\%$$

$$\% C = \frac{0.0006 \text{ g}}{1.4 \text{ g}} * 100 = 0.043 \%$$

➤ **سؤال 6 - 7** | عند حرق  $5.7 \text{ mg}$  من مركب عضوي نتج  $14.4 \text{ mg}$  من غاز ثنائي اوكسيد الكاربون و  $2.5 \text{ mg}$  من بخار الماء . احسب النسبة المئوية للكاربون و الهيدروجين في المركب .

✓ **الحل** || لم يذكر طريقة التطاير ولكنه اعطى كتلة المتطاير لذلك تطاير مباشر

$$M_C = 12 \quad M_{CO_2} = 12 + 16 * 2 = 44$$

$$m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$$

$$m_C = 14.4 \text{ mg} * \frac{12 \text{ g/mol}}{44 \text{ g/mol}}$$

$$m_C = 3.927 \text{ mg}$$





$$\% C = \frac{m_C}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$$

$$\% C = \frac{3.927 \text{ mg}}{5.7 \text{ mg}} * 100 = 68.9 \%$$

• % H

لكن  $M_H = 2$  في الماء

$$M_{H_2O} = 1 * 2 + 16 * 1 = 18$$

$$m_H = m_{H_2O} * \frac{M_H}{M_{H_2O}}$$

$$m_H = 2.5 \text{ mg} * \frac{2 \text{ g/mol}}{18 \text{ g/mol}}$$

$$m_H = 0.277 \text{ mg}$$

$$\% H = \frac{m_H}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$$

$$\% C = \frac{0.277 \text{ mg}}{5.7 \text{ mg}} * 100 = 4.9 \%$$

### ❖ 5 - 6 | طريقة الترسيب

• تتضمن طرائق التحليل الوزني المعتمد على تفاعلات الترسيب :

➤ على عدد من الخطوات والتي يجب ان تنجز بشكل كمي هي :

- ١- اذابة كتلة معلومة ومضبوطة من العينة في مذيب مناسب
- ٢- ترسيب المكونات المراد تقديره من محلول العينة على شكل مركب شعيع الذوبان وبهيفة وزنية معلومة تدعى صيغة الراسب عن طريق مفاعله مع كاشف كيميائي مناسب يدعى العامل الراسب
- ٣- فصل و عزل الراسب المتكون من محلول الترسيب ويتم ذلك عن طريق الترشيح
- ٤- غسل الراسب باضافته محلول غسيل مناسب
- ٥- تجفيف الراسب عن طريق تجفيفه عند  $100^\circ\text{C}$  او حرقه عند درجة حرارة  $1000^\circ\text{C}$
- ٦- وزن الراسب للايجاد كتلته بشكل دقيق





• الشروط الواجب توفرها في محلول الفسيل المستعملة

- ١- لا يؤثر على ذوبانية الراسب بل يساعد على الذوبان الملونات فقط
- ٢- لا يكون مركبات متطايرة مع الراسب
- ٣- يكون سهل التطاير للتخلص منه لاحقاً

• العوامل التي تؤدي الى نجاح عملية التحليل الوزني او (ماهي صفات الراسب الجيد)

- ١- يجب ان يكون الراسب المتكون غير ذائب بدرجة كافية (قابلية ذوبانه قليلة) لاجل عدم هسوك خساره ملحوظة للمكون المراد تقديره .
- ٢- يجب ان يتمتع الراسب بصفات فيزيائية تمكن من فصله عن محلول الترسيب بشكل كمي ومن ثم غسله للتخلص من الملونات الذائبة فيه
- ٣- يجب ان تكون هنالك امكانية لتحويل الراسب الى مادة نقيه ذات صيغة كيميائية معلومة وثابته ويمكن الوصول الى ذلك عادة عن طريق التجفيف او الحرق او المعاملة بخواصف كيميائية معلومة

• العوامل المؤثرة على حجم دقائق الراسب

- ١- نوع الراسب (صفات الراسب)
- ٢- الظروف التي تجري فيها عملية الترسيب

• العوامل او الشروط المؤثرة للحصول على راسب متبلور

- ١- طبيعة الراسب وتركيبه الكيميائي
- ٢- ذوبانية الراسب : يفضل استخدام الرواسب ذات الذوبانية العالية لأنها تميل الى تكوين راسب بلورية والعكس صحيح
- ٣- درجة الحرارة حيث يفضل الترسيب عند درجات حرارة عالية **لانه** يؤدي الى تكوين راسب متبلور
- ٤- يفضل اجراء الترسيب في الحاليل المخففة **لان** الترسيب في الحاليل المخففة يؤدي الى تكوين راسب متبلور

• التركيب الكيميائي للراسب والحسابات في التحليل الكمي الوزني :

تكون الخطوة النهائية في عملية التحليل الوزني بعد خطوة التجفيف او الحرق هي وزن الراسب بشكل دقيق حيث لا تكون الكتلة النهائية عادة للمكون المراد تقديره بل في اغلب الاحيان لمادة اخرى تحوي في تركيبها الكيميائي لهذا الكون





## القوانين الخاصة بطريقة الترسيب ( خطوات الحل )

### ١- إيجاد العامل الوزني

$$G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{g/mol} \text{ للمكون}}{M_{g/mol} \text{ للراسب}}$$

- $G_f$  = العامل الوزني
- $a, b$  هما عدد ذرات العنصر المشترك في المكون والراسب ما عدا  $O$  و  $H$  حيث:
- $a$  = عدد ذرات العنصر في الراسب
- $b$  = عدد ذرات العنصر في المكون

$G_f$  العامل الوزني: هو النسبة بين الكتلة المولية للمكون المراد تقديره الى الكتلة المولية للهيبة الوزنية (الراسب) شرط ان تحتوي كلتا الهيبتين على نفس العدد من ذرات العنصر المراد تقديره

### ٢- إيجاد كتلة المكون

$$m_{(g)} \text{ للمكون} = G_f * m_g \text{ للراسب}$$

### ٣- إيجاد النسبة المئوية:

$$\% \text{ للمكون} = \frac{m_g \text{ المكون}}{m_g \text{ العينة}} * 100\%$$

$$\% \text{ للمكون} = \frac{G_f * m_g \text{ للراسب}}{m_g \text{ العينة}} * 100\%$$

### ملاحظات

- ١- الكتلة قبل التسخين او قبل الحرق او قبل التحليل هي كتلة العينة
- ٢- المكون هو دائماً المجهول في السؤال
- ٣- العامل الوزني  $G_f$  بدون وحدات
- ٤- الهيبة الوزنية على الاغلب هي صيغة الراسب

➤ مثال 4 - 6 | احسب العامل الوزني للكور (المكون) ( $M = 35.5 \text{ g/mol}$ ) في راسب كلوريد الفضة ( $AgCl$ ) (راسب) ( $M = 143.5 \text{ g/mol}$ )

✓ الحل || هنا طلب معامل وزني فقط الخطوة الاولى





$$\bullet G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Cl} \text{ g/mol}}{M_{AgCl} \text{ g/mol}}$$

$$G_f = \frac{1}{1} * \frac{35.5 \text{ g/mol}}{143.5 \text{ g/mol}}$$

$$G_f = \frac{35.5}{143.5} = 0.25$$

تمرين 6 - 3 | أكمل الجدول الاتي :

ت	المكون المراد تقديره	الهيغة الوزنية	العامل الوزني
-١	I	AgI	
-٢	Ni	Ni(C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	
-٣	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
-٤	MgI <sub>2</sub>	AgI	
-٥	NH <sub>4</sub> Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	

علماً ان الكتل المولية لكل من

$$I = 127 , Ni = 59 , AgI = 235 , MgI_2 = 278 , Ni(C_4H_7N_2O_2)_2 = 289$$

$$Fe_3O_4 = 232 , Fe_2O_3 = 160 , Al_2O_3 = 102 , NH_4Al(SO_4)_2 = 237$$

✓ الحل ||

$$1- G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_I}{M_{AgI}}$$

$$G_f = \frac{1}{1} * \frac{127}{235} = 0.54$$

$$2- G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Ni}}{M_{Ni(C_4H_7N_2O_2)_2}}$$

$$G_f = \frac{1}{1} * \frac{59}{289} = 0.204$$

$$3- G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Fe_3O_4}}{M_{Fe_2O_3}}$$

$$G_f = \frac{2}{3} * \frac{232}{160} = 0.967$$

$$4- G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{MgI_2}}{M_{AgI}}$$

$$G_f = \frac{1}{2} * \frac{278}{235} = 0.592$$

$$5- G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{NH_4Al(SO_4)_2}}{M_{Al_2O_3}}$$

$$G_f = \frac{2}{1} * \frac{237}{102} = 4.647$$





تمرين 6 - 4 | احسب العامل الوزني للعديد  $M = 56 \frac{g}{mol}$  في  $M = 160 g/mol$   $Fe_2O_3$

✓ الحل ||

$$\bullet G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Fe}}{M_{Fe_2O_3}}$$

$$G_f = \frac{2}{1} * \frac{56}{160} = 0.7$$

مثال 6 - 5 | تم ترسيب  $3.164 g$  من اوكزالات الكالسيوم ثم احرقها بشكل تام ما كتلة اوكسيد الكالسيوم الناتجة من عملية احتراقها :

علماً ان  $M_{CaO} = 56 g/mol$  ,  $M_{CaC_2O_4} = 128 g/mol$

✓ الحل || نجد  $G_f$  ثم نجد الكتلة للمكون

$$\bullet G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{CaO}}{M_{CaC_2O_4}}$$

$$G_f = \frac{1}{1} * \frac{56}{128} = 0.4375$$

$$\bullet m_g = G_f * m_g$$

للـمـكـون      للـرـاسـب

$$m_{gCaO} = 0.4375 * 3.164 g = 1.384 g$$

تمرين 6 - 5 | تمت معاملة  $120 mg$  من مركب عضوي مع حامض النتريك ثم اضيف الى

محلول النموذج الناتج كمية من نترات الفضة لترسيب محتوى المركب من الكلور كميأ على هيئة كلوريد الفضة .

احسب النسبة المئوية للكلور  $Cl$  ( $M = 35.5 g/mol$ ) في المركب

اذا علمت ان كتلة كلوريد الفضة المترسبة بلغت  $153 mg$

علماً ان ( $M_{AgCl} = 143.5 g/mol$ )

✓ الحل || نجد العامل الوزني ثم نجد كتلة الكلور من ثم نجد نسبته المئوية

$$\bullet G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Cl}}{M_{AgCl}}$$

$$G_f = \frac{1}{1} * \frac{35.5}{143.5} = 0.25$$





$$m_g = G_f * m_g$$

- للمكون للراسب

$$m_{gCl} = 0.25 * 153 \text{ mg} = 38.25 \text{ mg}$$

$$\%Cl = \frac{m_{Cl}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$$

$$\%Cl = \frac{38.25 \text{ mg}}{120 \text{ mg}} * 100\%$$

$$\%Cl = 31.5\%$$

➤ **تمرين 6-6** | تم ترسيب محتوى الالنيوم الموجود في عينة كتلتها  $0.764 \text{ g}$  بعد اذابتها على هيئة  $Al_2O_3 \cdot xH_2O$  باستعمال زيادة من محلول الامونيا المائي  $NH_4OH$  وبعد فصل الراسب المتكون وغسله ثم تجفيفه ليتحول الى  $Al_2O_3$

١- عين صيغة الترسيب والهيصة الوزنية في عملية التحليل هذه

٢- هل يمكن استعمال صيغة الترسيب كهيصة وزنية

٣- احسب النسبة المئوية لـ  $Al_2O_3$  ( $M = 102 \text{ g/mol}$ ) في العينة اذا علمت ان

الكتلة النهائية للهيصة الوزنية التي تم الحصول عليها كانت مساوية لـ  $0.127 \text{ g}$

٤- احسب النسبة المئوية للالنيوم ( $M = 27 \text{ g/mol}$ ) في العينة

✓ **الحل** ||

١- الهيصة الوزنية  $Al_2O_3$  وصيغة الترسيب  $Al_2O_3 \cdot xH_2O$

٢- عدد جزئيات الماء مجهول لذلك لا يمكن استعمال صيغة الترسيب كهيصة وزنية

٣- **جد النسب المئوية للـ  $Al_2O_3$**  (هنا اعطى كتلة  $Al_2O_3$  وكتلة العينة نجد نسبته المئوية مباشرة)

$$\%Al_2O_3 = \frac{m_{Al_2O_3}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$$

$$\%Al_2O_3 = \frac{0.127 \text{ g}}{0.764 \text{ g}} * 100\%$$

$$\%Al_2O_3 = 16.62 \%$$

٤- **جد النسبة المئوية للالنيوم**

حيث نجد  $G_f$  ونجد  $m_g$  ثم النسبة المئوية

$$G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Al}}{M_{Al_2O_3}}$$

$$G_f = \frac{2}{1} * \frac{27}{102} = 0.53$$

$$m_g = G_f * m_g$$

- للمكون للراسب

$$m_{gAl} = 0.53 * 0.127 \text{ g} = 0.06731 \text{ g}$$





$$\%Al = \frac{m_{Al}}{m_{العينة}} * 100\%$$

$$\%Al = \frac{0.06731}{0.764} * 100\%$$

$$\%Al = 8.8 \%$$

سؤال 6 - 6 | كم هو عدد غرامات يودات البوتاسيوم  $KIO_3$  اللازمة لترسيب  $Pb(IO_3)_2$  من يودات الرصاص  $1.67 g$  ؟

علماً ان  $M_{PbIO_3} = 557 g/mol$  ,  $M_{KIO_3} = 214 g/mol$

الحل || نجد العامل الوزني ثم نجد كتلة يودات البوتاسيوم

$$G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{KIO_3}}{M_{Pb(IO_3)_2}}$$

$$G_f = \frac{2}{1} * \frac{214}{557} = 0.768$$

$$m_{KIO_3} = G_f * m_{Pb(IO_3)_2}$$

$$m_{KIO_3} = 0.768 * 1.67 g = 1.283 g$$

سؤال 6 - 13 || احسب العامل الوزني لـ  $(M = 368 g/mol) Na_5P_3O_{10}$  في  $(M = 222 g/mol) Mg_2P_2O_7$

الحل ||

$$G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Na_5P_3O_{10}}}{M_{Mg_2P_2O_7}}$$

$$G_f = \frac{2}{3} * \frac{368}{222} = 1.11$$







سؤال 6 - 16 | تم تحليل احد هاليدات الباريوم  $BaX_2 \cdot 2H_2O$  (حيث ان X تعني هالوجين) بطريقة وزنية بإذابة  $0.266 \text{ g}$  من هذا الملح في  $200 \text{ ml}$  من الماء وإضافة كمية زائدة من حامض الكبريتيك  $H_2SO_4$  للتمام عملية ترسيب الباريوم  $Ba$  ( $M = 137 \text{ g/mol}$ ) على هيئة كبريتات الباريوم  $BaSO_4$  ( $M = 233 \text{ g/mol}$ ) فإذا علمت ان كتلة الراسب الناتجة كانت تساوي  $0.254 \text{ g}$  مانوع الهالوجين الذي تمثله X في ملح الباريوم

الحل | نجد المعامل الوزني ثم نجد الكتلة المولية للمركب ونجد الكتلة الذرية للعنصر

$$m_{BaX_2 \cdot 2H_2O} = G_f * m_{BaSO_4}$$

$$0.266 \text{ g} = G_f * 0.254 \text{ g}$$

$$G_f = \frac{0.266 \text{ g}}{0.254 \text{ g}} = 1.047$$

$$G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{BaX_2 \cdot 2H_2O}}{M_{BaSO_4}}$$

$$1.047 = \frac{1}{1} * \frac{M_{BaX_2 \cdot 2H_2O}}{233}$$

$$M_{BaX_2 \cdot 2H_2O} = 233 \times 1.047 = 244 \text{ g/mol}$$

$$M_{BaX_2 \cdot 2H_2O} = 244 \text{ g/mol}$$

$$137 * 1 + 2X + 2 * 18 = 244 \text{ g/mol}$$

$$137 + 2X + 36 = 244 \text{ g/mol}$$

$$173 + 2X = 244 \text{ g/mol}$$

$$2X = 244 \text{ g/mol} - 173 = 71$$

$$X = \frac{71}{2} = 35.5$$

$$X = 35.5 \text{ g/mol}$$

Cl=35.5 العنصر هو الكلور

انتبه | اي مركب يكون فيه عنصر مجهول (X) ويريد معرفة كتلته الذرية كما في السؤال اعلاه يجب نعرف الكتلة المولية للمركب الذي يحوي العنصر المجهول





- سؤال 6 - 17 | عند اذابة 0.5 g من ملح غير نقي ليوديد الصوديوم  
 NaI ( $M = 150 \text{ g/mol}$ ) في الماء و اضافة زيادة من محلول نترات  
 الفضة  $\text{AgNO}_3$  لترسيب ايون اليوديد بشكل تام ثم الحصول على  
 0.744 g من يوديد الفضة ( $M = 235 \text{ g/mol}$ )  
 احسب النسبة المئوية ليوديد الصوديوم في الملح الغير نقي

✓ الحل || نجد  $G_f$  ل NaI ثم نجد كتلته ثم نجد النسبة المئوية له

$$G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{\text{NaI}}}{M_{\text{AgI}}}$$

$$G_f = \frac{1}{1} * \frac{150}{235} = 0.638$$

$$m_{\text{NaI}} = G_f * m_{\text{AgI}}$$

$$m_{\text{NaI}} = 0.638 * 0.744 = 0.474 \text{ g}$$

$$\% \text{NaI} = \frac{m_{\text{NaI}}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$$

$$\% \text{NaI} = \frac{0.474}{0.5} * 100\%$$

$$\% \text{NaI} = 95\%$$

## 6 - 6 التحليل الحجمي

هو طريقة من طرائق التحليل الكمي التي تعتمد على قياس الحجم الذي يستهلكه من محلول  
 لكاشف كيميائي ذي تركيز معلوم عند تفاعله مع مكون مراد تقديره ذو تركيز مجهول

- **الحلول القياسي:** هو المحلول الذي يحوي حجماً معيناً من الكاشف  
 ( عدد غرامات مكافئة او عدد مولات او عدد غرامات )

• **يكون المحلول القياسي نوعين**

- 1- **محلول قياسي اولي:** - ناتج من اذابة كتلة معلومة في مذيب حجمة معلوم
- 2- **محلول قياسي ثانوي:** - ناتج من عملية معايرة حجم معلوم مع مادة قياسية اخرى  
 ( محلول محضر مسبقاً )





### • شروط المادة القياسية

- ١- يجب ان تكون ذات نقاوة عالية
- ٢- يجب ان لا تتفاعل او تمتص مكونات الهواء الجوي (الرطوبة -  $CO_2$ ) ولا تتأثر بالضوء
- ٣- يفضل ان تكون لها كتلة مكافئة عالية لتقليل الخطأ الذي قد ينتج اثناء الوزن
- ٤- يجب ان تكون قابلة للذوبان في الذيب الستعمل في عملية التحليل ( غالباً ما يكون الماء القطر )
- ٥- يفضل ان لا تكون سامة
- ٦- يفضل ان تكون رخيصة الثمن ومتوفرة

### ■ التسميح

هي عملية اضافة تدريجية للمعلوك القياسي من السعامة الى المحلول المجهول في الدورق المخروطي ( او بالعكس ) حين الوصول الى نقطة نهاية التفاعل ويكون الغاية منها ايجاد تركيز المحلول المجهول بدلالة تركيز المحلول القياسي عن طريق قياس الحجم المستهلكة في العملية بدقة

### ■ نقطة التكافؤ

هي نقطة نظرية يكون منها المفروض عندها ان تتكافئ كمية المادة القياسية المضافة من السعامة مع كمية المادة المجهولة الموجودة في الدورق المخروطي ( او بالعكس )

### ■ نقطة نهاية التفاعل

هي نقطة ينتهي عندها التفاعل الستعمل في عملية التسميح بين المادة القياسية والمادة المجهولة ويحدد موقعها عملياً باستخدام احد الدلائل المناسبة

### ■ الدليل

هي مادة كيميائية تضاف الى محلول التسميح ولا تشارك عادة في التفاعل بل يتغير لونها او احدى صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقطة نهاية التفاعل .

### ■ خطأ التسميح

هو مقياس لمدّة الاختلاف بين مواقع نقطة التكافؤ ( النظرية ) ونقطة نهاية التفاعل ( العملية ) في عملية التسميح .





### ❖ الشروط الواجب توفرها في عملية التسحيح

- ١- يجب ان يكون التفاعل بسيطاً ويمكن التعبير عنه بمعادلة كيميائية موزونة تمثل تفاعل المكون المراد تقديره والكاشف القياسي
- ٢- ان يتجه التفاعل باتجاه واحد (تفاعل غير انعكاسي)
- ٣- يجب ان يحدث التفاعل من النامية العملية بشكل أني (تفاعل سريع جداً)
- ٤- يجب ان تتوفر وسيلة لتعيين نقطة التفاعل من النامية العلمية

### • يمكن تقسيم التفاعلات الكيميائية المستخدمة في التسحيح الى:

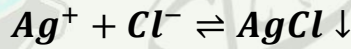
١- تفاعلات الحوامض والقواعد (تفاعلات التعادل)  
يتضمن هذا النوع تسحيح حامض قوي مع قاعدة قوية حيث يتفاعل  $H^+$  من الحامض من  $OH^-$  من القاعدة لتكوين الماء  $H_2O$

### ٢- تفاعلات التأكسد والاختزال:

يتضمن هذا النوع من التفاعلات التي تحدث فيها تغيير في الاعداد التأكسدية ويكون المحلول القياسي اما عامل مؤكسد او عامل مختزل

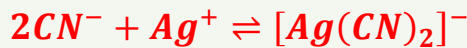
### ٣- تفاعلات الترسيب:

يتضمن هذا النوع اتحاد الايونات (عدا  $H^+$ ,  $OH^-$ ) لتكوين رواسب بسيطة مثل تفاعل  $Ag^+$  مع  $Cl^-$



### ٤- تفاعلات تكوين معقد

يتضمن هذا النوع اتحاد الايونات (عدا  $H^+$ ,  $OH^-$ ) لتكوين معقدات تناسقية ذائبة في المحلول ولكنها قليلة التفكك



### طرائق التعبير عن تراكيز المحاليل المستعملة بالتسحيح

التركيز المولاري  $M$ : المحلول ذو تركيز واحد مولاري هو ذلك المحلول الذي

$$M_{mol/L} = \frac{m_g}{M_{g/mol} \cdot V_L}$$

يحتوي على مول واحد من المحلول

الكتلة الملائمة: هي كتلة المادة التي تكافئ تماماً كمية ثابتة من مادة اخرى وهي

كمية غير ثابتة وقد تتغير مع نوع التفاعل الذي تشترك فيه

$$EM_{g/eq} = \frac{M_{g/mol}}{\eta}$$

$\eta$  ايتا = الجزء الفعال





• التركيز العياري (النورمالي)  $N$ : المحلول ذو التركيز واحد عياري هو ذلك المحلول الذي

$$N_{eq/L} = \frac{mg}{EM_{g/eq} \cdot V_L}$$

• ملاحظات مهمة:

١- الأيتا  $\eta$  في تفاعلات التعادل (حامض قوي مع قاعدة قوية)

▪  $\eta$  للحامض = عدد ذات  $H^+$  المتأينة (المصرفة في التفاعل)

▪  $\eta$  للقاعدة = عدد مجاميع  $OH^-$  المتأينة (المصرفة في التفاعل)

٢- الأيتا  $\eta$  في تفاعلات الاملاح:

هي عدد مولات الحامض القوي او القاعدة القوية التفاعلة مع الملح

٣- الأيتا  $\eta$  في تفاعلات التأكسد والاختزال هي عدد الالكترونات المفقودة أو المكتسبة

٤- الأيتا  $\eta$  في تفاعلات الترسيب:

هي عدد الايونات الموجبة في تكافؤها

تكافؤها \* عدد الايونات الموجبة =  $\eta$

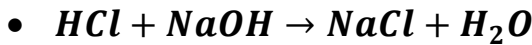
٥- الأيتا  $\eta$  في تفاعلات تكوين المعقدات:

هي عدد الازدواجات الالكترونية المنومة او المكتسبة

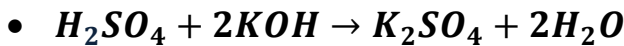
عدد المخالب \* عدد جزئيات الليكند =  $\eta$

• انتبه | مهم ان تعرف انواع التفاعلات هي:

١- تفاعلات التعادل هو تفاعل حامض قوي مع قاعدة قوية

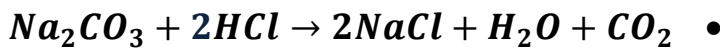


$\eta = 1$  للقاعدة  $\eta = 1$  للحامض



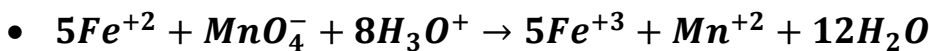
$\eta = 1$  للقاعدة  $\eta = 2$  للحامض

٢- تفاعلات الاملاح هو تفاعل ملح مع (حامض او قاعدة)



$\eta = 2$

٣- تفاعلات التأكسد والاختزال يكون هناك تغيير في اعداد التأكسد



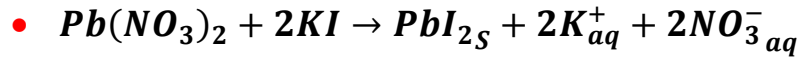
$Fe \eta = 1$

$MnO_4 \eta = 5$





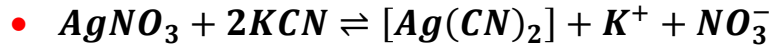
٤- تفاعلات الترسيب يكون المركب الناتج عادة مادة صلبة (S)



تكاثرها \* عدد الايونات الموجبة =  $\eta$

$$\eta_{pb} = 1 \times +2 = 2$$

٥- تفاعلات تكوين المعقد يكون المركب الناتج معقد تناسقي



عدد المخالب \* عدد جزئيات الليكند =  $\eta$

$$[\text{Ag(CN)}_2] \quad \eta = 2 * 1 = 2$$

تقسم مسائل التحليل الحجمي الى ثلاثة اقسام

❖ القسم الاول

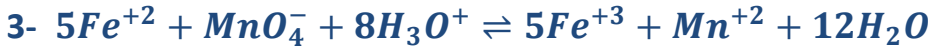
حساب الكتلة المكافئة | خطوات الحل

١- إيجاد الكتلة المولية للمادة المراد حساب الكتلة المكافئة لها

٢- إيجاد  $\eta$  الايتا لنفس المادة

$$٣- \text{إيجاد الكتلة المكافئة للمادة} \quad EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}}$$

➤ مثال 6-6 | احسب الكتلة المكافئة لكل من المواد المشتركة في التفاعلات الآتية .



❖ علماء ان التكتل الذرية هي :

H = 1 , O= 16 , pb= 207 , N=14, K=39, I=127, S=32 , Na=23, Fe=56, Mn=55 , Ag=108, C= 12 ,

✓ الحل || نجد الكتلة لكل مركب ثم نجد  $\eta$  له ثم نجد الكتلة المكافئة

✓



1-  $M = 1 * 207 + (1 * 14 + 3 * 16) * 2 = 331 \text{ g/mol}$

2- عدد تكاثرها \* عدد الايونات الموجبة =  $\eta$

$\eta = 1 \times +2 = +2$

3-  $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{331}{2} = 165.5 \text{ g/eq}$





- **KI**
  - 1-  $M = 1 * 39 + (1 * 127) = 166 \text{ g/mol}$
  - 2- عدد تكافؤها \* عدد الايونات الموجبة  
 $\eta = 1 * +1 = +1$
  - 3-  $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{166}{1} = 166 \text{ g/eq}$



- **$H_2SO_4$** 
  - 1-  $M = 2 * 1 + 1 * 32 + 4 * 16 = 98 \text{ g/mol}$
  - 2- عدد ذرات  $H^+$  المتأينة  
 $\eta = 2$
  - 3-  $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{98}{2} = 49 \text{ g/eq}$

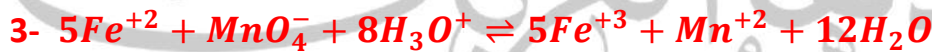


1-  $M = 1 * 23 + 1 * 16 + 1 * 1 = 40 \text{ g/mol}$

2-  $\eta =$  عدد مجاميع  $OH^-$  المتأينة

$\eta = 1$

3-  $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{40}{1} = 40 \text{ g/eq}$



- **$Fe^{+2}$** 
  1.  $M = 56 \text{ g/mol}$
  2.  $\eta =$  عدد الالكترونات المفقودة  
 $\eta = 1$
  3.  $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{56}{1} = 56 \text{ g/eq}$
- **$MnO_4^-$** 
  1.  $M = 1 * 55 + 4 * 16 = 119 \text{ g/mol}$
  2.  $\eta =$  عدد الالكترونات المكتسبة  
 $\eta = 5$
  3.  $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{119}{5} = 23.8 \text{ g/eq}$



❖ من الواضح ان التفاعل هو تفاعل تكوين معقد تناسقي





- $AgNO_3$ 
  1.  $M = 1 * 108 + 1 * 14 + 3 * 16 = 170 \text{ g/mol}$
  2. عدد التناسق \* عدد جزئيات الليكند المكتسبة =  $\eta$   
 $\eta = 2 * 1 = 2$
  3.  $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{170}{2} = 85 \text{ g/eq}$
- $KCN$ 
  1.  $M = 1 * 39 + 1 * 12 + 1 * 14 = 65 \text{ g/mol}$
  2. عدد التناسق \* عدد جزئيات الليكند المفقودة =  $\eta$   
 $\eta = 1 * 1 = 1$
  3.  $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{65}{1} = 65 \text{ g/eq}$

➤ تمرين 6 - 7 | احسب قيم  $M$  ,  $\eta$  والكتلة المكافئة المواد المبينة ادناه  
أ-  $AgNO_3$  في تفاعل الترسيب الاتي :

- $Ag^+ + Br^- \rightarrow AgBr_{(S)}$ 
  - 1)  $M = 1 * 108 + 14 * 1 + 16 * 3 = 170 \text{ g/mol}$
  - 2) تكافؤها \* عدد الايونات الموجبة =  $\eta$   
 $\eta = 1 * 1 = 1$
  - 3)  $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{170}{1} = 170 \text{ g/eq}$

ب-  $BaCl_2$  في تفاعل الترسيب الاتي :

- $Ba^{+2} + SO_4^{-2} \rightarrow BaSO_{4(S)}$ 
  - 1)  $M = 137 * 1 + 35.3 * 2 = 208 \text{ g/mol}$
  - 2) تكافؤها \* عدد الايونات الموجبة =  $\eta$   
 $\eta = 1 * 2 = 2$
  - 3)  $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{208}{2} = 104 \text{ g/eq}$

ج-  $Fe_2SO_4$  في تفاعل الترسيب الاتي :

- $Fe_2(SO_4)_3 + 3Pb^{+2} \rightarrow 3PbSO_{4(S)} + 2Fe^{+3}$ 
  - 1)  $M = 56 * 2 + 32 * 3 + 16 * 12 = 400 \text{ g/mol}$
  - 2) تكافؤها \* عدد الايونات الموجبة =  $\eta$   
 $\eta = 2 * 3 = 6$
  - 3)  $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{400}{6} = 66.66 \text{ g/eq}$







د-  $Na_2CO_3$  في تفاعل الملح مع الحامض

- $Na_2CO_3 + 2H^+ \rightarrow 2Na + CO_2 + H_2O$
- 1.  $M = 23 * 2 + 12 * 1 + 16 * 3 = 106 \text{ g/mol}$
- 2.  $\eta =$  عدد مولات الحامض  
 $\eta = 2$
- 3.  $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{106}{2} = 53 \text{ g/eq}$

هـ -  $BaI_2$  في تفاعل تكوين العقد

- $2BaI_2 + Hg^{+2} \rightarrow [HgI_4]^{-2} + 2Ba^{+2}$
- 1.  $M = 137 * 1 + 127 * 2 = 391 \text{ g/mol}$
- 2.  $\eta =$  عدد مخالبة \* عدد جزئيات الليكند  
 $\eta = 2 * 1 = 2$
- 3.  $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{391}{2} = 195.5 \text{ g/eq}$

و-  $Na_2S_2O_3$  بتفاعل تأكسد واختزال الانتي

- $2S_2O_3^{-2} \rightarrow S_4O_6^{-2}$
- 1.  $M = 23 * 2 + 32 * 2 + 16 * 3 = 158 \text{ g/mol}$
- 2.  $\eta =$  عدد الالكترونات المفقودة  
 $\eta = 1$
- 3.  $EM_{g/eq} = \frac{M_{g/L}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{158}{1} = 158 \text{ g/eq}$

## ❖ القسم الثاني

مسائل حساب  $N$  و  $M_{mol/L}$  و  $m_g$  (مادة واحدة في السؤااك القوانين المستخدمة)

- 1)  $N_{eq/L} = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$
- 2)  $m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L \Leftrightarrow M_{mol/L} = \frac{m_g}{M_{g/L} * V_L}$
- 3)  $m_g = N_{eq/L} * EM_{g/eq} * V_L \Leftrightarrow N_{eq/L} = \frac{m_g}{EM_{g/eq} * V_L}$

➤ مثال 6 - 7 عند استعمال حامض الكبريتيك في تفاعلات التعادل تكون قيمة

$\eta = 2 \text{ eq/mol}$  احسب عيارية محلول هذا الحامض تركيزه يساوي  $0.23 \text{ mol/L}$





✓ الحل ||

$$N_{eq/L} = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$$

$$N_{eq/L} = 2 \text{ eq/mol} * 0.23 \text{ mol/L} = 0.46 \text{ eq/L}$$

### ملاحظات

- ١) اذا طلب او اعطى مولارية  $M$  في السؤال نستخدم القانون  

$$m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L$$
- ٢) اذا طلب او اعطى نورمالية  $N$  في السؤال نستخدم القانون  

$$m_g = N_{eq/L} * EM_{g/eq} * V_L$$
- ٣) يمكن تحويل النورمالية الى مولارية او بالعكس نستخدم القانون  

$$N_{eq/L} = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$$
- ٤) يمكن تحويل الكتلة المولية الى كتلة مكافئة او العكس من القانون  

$$EM = \frac{M}{\eta}$$

➤ تمرين 6 - 8 | ما الكتلة اللازمة من ثنائي كرومات البوتاسيوم  $K_2Cr_2O_7$  لتحضير محلول بحجم  $2L$  وتركيز  $0.12 N$  من هذا الكاشف ليستخدم كعامل مؤكسد بحسب التفاعل التالي



✓ الحل || نستخدم العلاقة  $m_g = N * EM * V_L$  لذلك نحتاج الى إيجاد  $\eta$  ثم حساب  $EM$

- $Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{+3} + 6e^-$
- $\eta = 6 \text{ eq/mol}$
- $EM = \frac{M}{\eta} = \frac{294 \text{ g/mol}}{6 \text{ eq/mol}} = 49 \text{ g/eq}$
- $m_g = N * EM * V_L$
- $m_g = 0.12 * 49 * 2 = 11.76 \text{ g}$

➤ تمرين 6 - 9 | ماهي الكتلة اللازمة من  $NaOH$  لتحضير  $500 \text{ ml}$  من محلول تركيز  $0.2 M$  ؟

✓ الحل || نجد الكتلة من العلاقة  $m_g = M * M_{g/mol} * V_L$

- $V_L = \frac{500 \text{ ml}}{1000 \text{ ml/L}} = 0.5 \text{ L}$
- $M_{NaOH} = 23 * 1 + 16 * 1 + 1 * 1 = 40 \text{ g/mol}$
- $m_g = M * M_{g/mol} * V_L$
- $m_g = 0.2 * 40 * 0.5 = 4 \text{ g}$



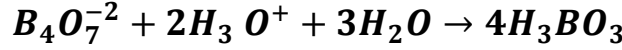


تمرين 6 - 10 | احسب كتلة المذاب الموجود في كل من المحاليل الآتية :

(١) 350 ml من 0.125M من نترات الفضة

(٢) 250 ml من 0.1 N من محلول البوراكس  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$   $M = 381 g/mol$

المستعمل في التفاعل التالي



✓ الحل ||

(١)

- $M_{AgNO_3} = 108 * 1 + 14 * 1 + 16 * 3 = 170 \frac{g}{mol}$

- $V_L = \frac{350 ml}{1000 \frac{ml}{L}} = 0.35 L$

- $m_g = M_{\frac{mol}{L}} * M_{\frac{g}{mol}} * V_L$

$$m_g = 0.125 * 170 * 0.35$$

$$m_g = 7.44 g$$



(٢)

▪ من الواضح ان التفاعل هو تفاعل حامض مع ملح لذلك :

- $\eta =$  عدد مولات الحامض

$$\eta = 2 eq/mol$$

- $EM = \frac{M}{\eta} = \frac{381}{2} = 190.5 g/eq$

- $m_g = N * EM * V_L$

$$m_g = 0.1 * 190.5 * 0.25$$

$$\leftarrow \frac{250ml}{1000}$$

$$m_g = 4.76 g$$

تمرين 6 - 11 | تستعمل برمنجنات البوتاسيوم  $KMnO_4$  في تفاعلات التأكسد

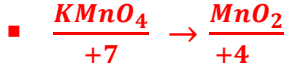
والالاختزال فاذا تفاعلت هذه المادة في محيط متعاد كعامل مؤكسد

لتنتج  $MnO_2$  ما قيمة  $\eta$  لبرمنجنات البوتاسيوم وكم هي عيارية

محلول هذه المادة الذي تركيزه المولاري يساوي 0.05 M ؟

✓ الحل ||





■ عدد الالكترونات المتكسبة  $\eta =$

$\eta = 3 \text{ eq/mol}$

■  $N = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$

$N = 3 * 0.05 = 0.15 \text{ eq/L}$

➤ سؤال 6 - 9 | ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم المحضر بإذابة 9.5g من هذه المادة في 2L من المحلول المتعمل في تفاعل (حامض - قاعدة)

✓ الحل || نجد الكتلة المولية ثم نجد المولارية ونجد الاليتا  $\eta$  ثم نجد العيارية N

■  $M_{Ba(OH)_2} = 137 * 1 + 1 * 2 + 16 * 2 = 171 \text{ g/mol}$

■  $m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L$

$9.5 \text{ g} = M_{mol/L} * 171 * 2$

■  $M_{mol/L} = \frac{9.5}{171 * 2} = 0.027 \text{ M}$

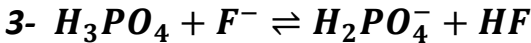
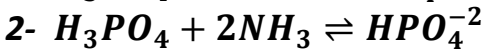
■ عدد مجاميع  $OH^-$  التائنة  $\eta =$

$\eta = 2 \text{ eq/mol}$

■  $N = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$

$N = 2 * 0.027 = 0.054 \text{ eq/L}$

➤ سؤال 6 - 19 | احسب الكتلة الكافئة وعيارية محلول تركيزه 6.0 M من حامض  $H_3PO_4$  ( $M = 98 \text{ g/mol}$ ) عند اشتراك هذه المادة في التفاعلات الآتية :



✓ الحل ||



■ عدد  $H^+$  التائين  $\eta =$

$\eta = 3$

■  $EM = \frac{M}{\eta} = \frac{98}{3} = 32.67 \text{ g/eq}$

■  $N = \eta * M$

$N = 3 * 6 = 18 \text{ eq/L}$

تفاعل حامض - قاعدة





- تفاعل حامض - قاعدة  
عدد  $H^+$  المتأين  $\eta = 2$
- $EM = \frac{M}{\eta} = \frac{98}{2} = 49 \text{ g/eq}$
- $N = \eta * M$   
 $N = 2 * 6 = 12 \text{ eq/L}$



- تفاعل حامض - قاعدة  
عدد  $H^+$  المتأين  $\eta = 1$
- $EM = \frac{M}{\eta} = \frac{98}{1} = 98 \text{ g/eq}$
- $N = \eta * M$   
 $N = 1 * 6 = 6 \text{ eq/L}$

### الادوات المستعملة في التحليل الحجمي

- ١- الدورق الحجمي : يستعمل لقياس حجم المحلول بشكل دقيق اثناء عملية تحضيره
- ٢- السحاحة : تستعمل لقياس حجم المحلول المستهلك في عملية التسميع بدقة
- ٣- الماصة : تستعمل لقياس حجم معلوم ومضبوط من المحلول

### حساب نتائج التحليل الحجمي

ان الهدف من اجراء اي عملية تحليل حجمية بطريقة التسميع هو اضافة محلول قياسي بكمية مكافئة كيميائياً للمادة المجهولة الكمية وهذا الشرط يتحقق في عملية التسميع من الناحية النظرية بنقطة التكافؤ و النقطة العملية نقطة نهاية التفاعل .





❖ القسم الثالث | مسائل التسميع

عندما يكون في السؤال مادتين او اكثر

القوانين المستخدمة

التركيز النورمالي N

$$eq \text{ مجهول} = eq \text{ معلوم}$$

$$eq = \frac{m(g)}{EM}, \quad eq = NV$$

$$NV = NV$$

مجهول معلوم

$$m_g = N_{eq/L} * V_L * EM_{g/eq}$$

التركيز المولاري M

$$n \text{ مجهول} = n \text{ معلوم}$$

$$\frac{MV \text{ مادة معلومة}}{\text{عدد مولاتها في العادلة}} = \frac{MV \text{ مادة مجهولة}}{\text{عدد مولاتها في العادلة}}$$

$$m_g = M_{mol/L} * V_L * M_{g/mol}$$

$$\frac{MV}{\text{مجهول}} = \frac{MV}{\text{معلوم}}$$

$$\frac{NV}{\text{مجهول}} = \frac{NV}{\text{معلوم}}$$

• **ملاحظة** || اذا اعطى في السؤال مولاري M نستخدم قانون مجهول معلوم

• واذا اعطى في السؤال نورمالي N نستخدم قانون: مجهول معلوم

• **الحجوم بـ ml** في حال عدم وجود كتلة في السؤال اما اذا توجد كتلة الحجم بـ اللتر L

➤ **مثال 6 - 8** | في عملية تسميع حامض الاوكزاليك  $H_2C_2O_4$  ( $M = 90 \text{ g/mol}$ )

مع محلول هيدروكسيد الصوديوم تطلب تسميع  $0.1743 \text{ g}$  من عينة غير

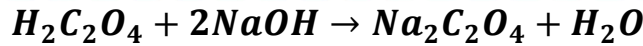
نقية لهذا الحامض اضافة  $39.82 \text{ ml}$  من  $0.09 \text{ M}$  من محلول القاعدة

للولحصول الى نقطة نهاية التفاعل .

• احسب النسبة المئوية للحامض في العينة

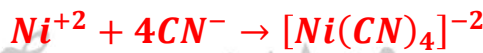
✓ **الحل** || نجد التركيز والحجم للحامض ثم نجد كتلته ثم النسبة المئوية





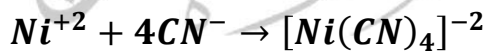
- $\frac{MV_{\text{حامض}}}{1} = \frac{MV_{\text{قاعد}}}{2}$
- $V_{L_{\text{قاعد}}} = \frac{39.82}{1000} = 0.03982 L$
- $MV_{\text{حامض}} = \frac{0.09 (mol/L) * 0.03982 L}{2}$
- $MV_{\text{حامض}} = 1.79 * 10^{-3} mol$
- $m_g = M_{mol/L} * V_L * M_{g/mol}$
- $m_g = 1.79 * 10^{-3} * 90 = 0.16 g$
- $\% \text{ للحامض} = \frac{m_g \text{ حامض}}{m_g \text{ العينة}} * 100\%$
- $\% = \frac{0.16 g}{0.1743 g} * 100\% = 91.8 \%$

تمرين 6 - 12 | تم تقدير محتوى النيكل في عينة بعملية التسحيح تعتمد على التفاعل التالي:



- فاذا علمت ان 160 mg من العينة قد استهلكت في تسحيح 38.3 ml من محلول KCN القياسي بتركيز 0.137 N للوصول الى نقطة نهاية التفاعل
- احسب النسبة المئوية للأوكسيد النيكل ( $M = 165 g/mol$ ) في العينة

✓ الحل ||



• معادلة تكوين معقد

- $\eta_{Ni} = 4 eq/mol$
- $\eta_{Ni_2O_3} = \eta_{Ni} * 2 = 8 eq/mol$
- $EM_{Ni_2O_3} = \frac{M}{\eta} = \frac{165}{8} = 20.62 g/eq$
- $NV_{Ni_2O_3} = NV_{KCN}$
- $NV_{Ni_2O_3} = 0.137 eq/L * 0.0383 L = 5.24 * 10^{-3}$
- $m_g_{Ni_2O_3} = N * V * EM$
- $m_g_{Ni_2O_3} = 5.24 * 10^{-3} * 20.62 = 108 * 10^{-3} g$
- $m_g = 108 * 10^{-3} * 1000 = 108 mg$
- $\% Ni_2O_3 = \frac{m_{mg} Ni_2O_3}{m_{mg} \text{ العينة}} * 100\% \Rightarrow \% = \frac{108 mg}{160 mg} * 100\%$
- $\% = 67.5 \%$





- تمرين 6 - 13 | تمت معايرة 0.958 g من عينة تحوي حامض الخليك  $M = 60 \text{ g/mol}$  بالتسميع مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز 0.225 N
- فإذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السعامة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ 33.6 ml
  - احسب النسبة المئوية الحامض الخليك في العينة .
- ✓ الحل || نجد وتركيز الحامض ثم نحسب كتلته ثم النسبة المئوية له :

$$V_{(L)NaOH} = \frac{33.6 \text{ ml}}{1000} = 0.0336 \text{ L}$$

$$NV_{CH_3COOH} = NV_{NaOH}$$

$$NV_{CH_3COOH} = 0.225 \text{ eq/L} * 0.0336 \text{ L} = 7.56 * 10^{-3} \text{ eq}$$

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{60}{1} = 60 \text{ g/eq}$$

$$mg_{CH_3COOH} = N * V * EM$$

$$mg_{CH_3COOH} = 7.56 * 10^{-3} * 60 = 0.4536 \text{ g}$$

$$\% CH_3COOH = \frac{m_{g CH_3COOH}}{m_{g \text{ العينة}}} * 100\%$$

$$\% CH_3COOH = \frac{0.4536 \text{ g}}{0.958 \text{ g}} * 100\% = 47.3 \%$$

➤ سؤال 6 - 8 | ما هي مولارية محلول حامض الهيدروكلوريك ؟

➤ اذا علمت ان 36.7 ml من محلول هذا الحامض تكافئ 43.2 ml من محلول 0.236 M هيدروكسيد الصوديوم



✓ الحل ||

$$M_1 V_1 \text{ حامض} = M_2 V_2 \text{ قاعدة}$$

$$M_1 \text{ حامض} = \frac{M_2 V_2 \text{ قاعدة}}{V_1 \text{ حامض}}$$

$$M_1 = \frac{0.236 \text{ M} * 43.2 \text{ ml}}{36.7 \text{ ml}} = 0.278 \text{ M}$$







سؤال 6 - 10 | ما تركيز محلول كلوريد الصوديوم الناتج من

- أ- مزج 10 ml من محلول 0.15 M كلوريد الصوديوم مع 10 ml من الماء  
ب- مزج 10ml من محلول 0.15 M كلوريد الصوديوم مع 20 ml من محلول 0.3 M من كلوريد الصوديوم

✓ الحل ||

✓ أ انتبه هنا تخفيف بالماء وليس تسميح لذا نستخدم قانون التخفيف

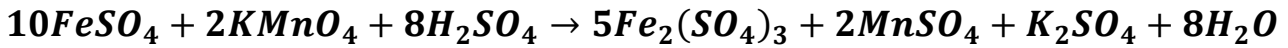
- $M_1V_1 = M_2V_2$
- $V_2 = V_1 + V_2$   
 $V_2 = 10 + 10 = 20 \text{ ml}$
- $\frac{M_1V_1}{\text{قبل التخفيف}} = \frac{M_2V_2}{\text{بعد التخفيف}} \Rightarrow 10 \text{ ml} * 0.15 = M_2 * 20$   
 $M_2 = \frac{10*0.15}{20} = 0.075 \text{ M}$

ب انتبه هنا اضافة مادة الى مادة تشبهها يعني اي ان المادة الناتجة  $n_1 + n_2 = n_3$

- $V_3 = V_1 + V_2 \Rightarrow V_3 = 10 + 20 = 30 \text{ ml}$
- $M_1V_1 + M_2V_2 = M_3V_3$
- $0.15 * 10 + 0.3 * 20 = M_3 * 30$
- $1.5 + 6 = M_3 * 30$
- $M_3 = \frac{7.5}{30} = 0.25 \text{ M}$

سؤال 6 - 11 | ما حجم محلول برمنغنات البوتاسيوم الذي تركيزه 0.2 M اللازم

لتسميح (تفاعل تأكسد واختزال) 40 ml من محلول 0.1 M كبريتات الحديد II في محيط حامض؟ معادلة التسميح هي:



✓ الحل ||

- $\frac{MV_{\text{FeSO}_4}}{10} = \frac{MV_{\text{KMnO}_4}}{2}$   
 $\frac{0.1 * 40 \text{ ml}}{10} = \frac{0.2 * V_2}{2}$   
 $V_2 = \frac{0.1 \text{ M} * 40 \text{ ml} * 2}{0.2 \text{ M} * 10} = 4 \text{ ml}$





سؤال 6 - 14 | تمت معايرته 50 ml من محلول حامض  $HIO_3$  ( $M = 176 g/mol$ )

بالتسميع مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي تركيزه  $0.145 N$

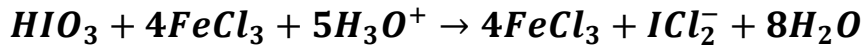
فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم

للوصل الى نقطة نهاية التفاعل بلغ  $45.8 ml$  احسب :

أ- التركيز العياري للحامض  $HIO_3$

ب- ماهي عيارية محلول الحامض نفسه عند استعماله في تقدير الحديد

حسب التفاعل الاتي .



✓ الحل ||

أ

$$N_1 V_1 (NaOH) = N_2 V_2 (HIO_3)$$

$$0.145 N * 45.8 ml = N_2 * 50 ml$$

$$N_2 = \frac{0.145 * 45.8}{50} = 0.13 N$$

ب إذا طلب عيارية الحامض نفسه لكن في تفاعل مختلف نطبق القانون

$$\bullet \frac{N_1}{\eta_1} = \frac{N_2}{\eta_2} \text{ تفاعل الاول} = \text{تفاعل الثاني}$$

عدد الالكترونات المكتسبة =  $\eta$

$$\eta_{HIO_3} = 4 eq/mol$$

$$\bullet \frac{N_1}{\eta_1} = \frac{N_2}{\eta_2}$$

$$\frac{0.13}{1} = \frac{N}{4}$$

$$N = 0.13 * 4 = 0.52 N$$

سؤال 6 - 15 | لمعايرة محلول  $NaOH$  وابعاد تركيزه بشكل مضبوط تم تسميع  $25 ml$

منه مع محلول حامض الكبريتيك  $H_2SO_4$  ذو تركيز  $0.08 M$  وكان حجم

المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة النهاية هو  $47.1 ml$

احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم

ثم جد عدد غرامات  $NaOH$  الذابة في  $500 ml$  من هذا المحلول .

• علماً ان  $M_{NaOH} = 40 g/mol$





✓ الحل ||



■ قاعدة  $\frac{M_1V_1}{1} = \frac{M_2V_2}{2}$  حامض

$$\frac{47.1 \text{ ml} * 0.08}{1} = \frac{M_2 * 25 \text{ ml}}{2}$$

$$M_2 = \frac{0.08 * 47.1 \text{ ml} * 2}{25 \text{ ml}} = 0.3 \text{ M}$$

■  $m_g = M_{\text{mol/L}} * M_{\text{g/mol}} * V_L$

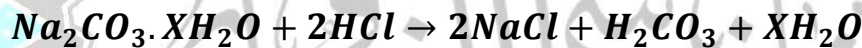
$$m_g = 0.3 \text{ mol/L} * 40 \text{ g/mol} * 0.5 \text{ L}$$

$$\leftarrow \frac{500 \text{ ml}}{1000} = 0.5 \text{ L}$$

$$m_g = 6 \text{ g}$$

➤ سؤال 6 - 18 | اذيب 4.29 g من بلورات كاربونات الصوديوم المائية  $Na_2CO_3 \cdot XH_2O$  في قليل من الماء القطر ثم اكمل حجم المحلول الى 250 ml فإذا علمت ان 25 ml من المحلول الاخير يحتاج الى 15 ml من محلول HCl عياريته 0.2 N لكافئته. ما عدد جزئيات الماء X في الصيغة الكيميائية للكاربونات الصوديوم المائية

✓ الحل || نجد عيارية كبريتات الصوديوم المائية ثم نجد كتلته المولية ثم نحسب قيمة X عدد جزئيات الماء



• تفاعل ملح + حامض

• عدد مولات الحامض =  $\eta$

$$\eta = 2 \text{ eq/mol}$$

•  $N_1V_1 (HCl) = N_2V_2 (Na_2CO_3 \cdot XH_2O)$

$$0.2 \text{ N} * 15 \text{ ml} = N_2 * 25 \text{ ml}$$

$$N_2 = \frac{0.2 \text{ N} * 15 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} = 0.12 \text{ N}$$

•  $m_g = N * EM * V_L \leftarrow \frac{250 \text{ ml}}{1000} = 0.25 \text{ L}$

$$4.29 \text{ g} = 0.12 * EM * 0.25 \text{ L}$$

•  $EM = \frac{4.29 \text{ g}}{0.12 * 0.25} = 143 \text{ g/eq}$

$$EM = \frac{M}{\eta} \Rightarrow 143 \text{ g/eq} = \frac{M_{\text{g/mol}}}{2 \text{ eq/mol}}$$

•  $M_{\text{g/mol}} = 143 * 2 = 286 \text{ g/mol}$

$$Na_2CO_3 \cdot XH_2O = 286 \text{ g/mol}$$

$$23 * 2 + 12 * 1 + 16 * 3 + X * (1 * 2 + 16 * 1) = 286 \text{ g/mol}$$

•  $18X = 286 - 46 - 12 - 48$

•  $18X = 180 \Rightarrow X = \frac{180}{18} = 10$





سؤال 6 - 20 | اذيب 2.5 g من كاربونات فلز ثنائي التكافؤ نقيه  $MCO_3$  حيث ان  $M$  تمثل فلز في 100 ml من محلول حامضي تركيزه 0.6 N وبعد انتهاء التفاعل بين المادتين وجد ان المحلول الناتج يحتاج الى اضافة 50 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه 0.2 N لمعادلته احسب الكتلة المولية للفلز ثم حدد هويته ؟

الحل || نجد EM ثم  $M_{g/mol}$  للكاربونات الفلز ثم نجد الكتلة الذرية للفلز ونحدد هويته

• من السؤال نعرف ان

$$eq_{\text{ملح}} = eq_{\text{قاعدة}} + eq_{\text{حامض}}$$

$$N_1V_1 = N_2V_2 + \frac{m_g}{EM}$$

$$eq_{\text{ملح}} = \frac{m_g}{EM}$$

$$0.6 * 0.1 = 0.2 N * 0.05 L + \frac{2.5 g}{EM}$$

$$0.06 = 0.01 + \frac{2.5 g}{EM}$$

$$V_L = \frac{100}{1000} = 0.1 L$$

$$\frac{2.5 g}{EM} = 0.06 N - 0.01 eq$$

$$V_L = \frac{50}{1000} = 0.05 L$$

$$\frac{2.5 g}{EM} = 0.05 \Rightarrow EM = \frac{2.5 g}{0.05 eq} = 50 g/eq$$

عدد الايونات الموجبة \* تكافؤها =  $\eta$

$$\eta = 1 * +2 = 2 eq/mol$$

$$EM = \frac{M_{g/mol}}{\eta} \Rightarrow 50 g/eq = \frac{M_{g/mol}}{2}$$

$$M_{g/mol} = 50 g/eq * 2 eq/mol = 100 g/mol$$

$$MCO_3 = 100$$

$$M + 12 * 1 + 16 * 3 = 100$$

$$M + 60 = 100 \Rightarrow M = 100 - 60 = 40 g/mol$$

• :: هو عنصر الكالسيوم Ca





- سؤال 6 - 21 | اضيف 20ml من محلول برمنغنات البوتاسيوم  $KMnO_4$  تركيزه 0.3 N الى كمية وافرة من محلول يوديد البوتاسيوم الحمض فتصهرت كمية من اليود  $I_2$  التي تم تسميتها مع محلول ثايو كبريتات الصوديوم  $Na_2S_4O_3$  ( $M = 158 g/mol$ )
- حسب التفاعل التالي :



- حيث استهلكه 25 ml من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل احسب :

أ- عيارية محلول  $Na_2S_2O_3$

ب- عدد غرامات ثايو كبريتات الصوديوم الذابة في 1 L من هذا المحلول .

✓ الحل :

أ-

$$\begin{aligned} \checkmark N_1 V_1 KMnO_4 &= N_2 V_2 Na_2S_4O_3 \\ 0.3 N * 20 ml &= N_2 * 25 ml \\ N_2 &= \frac{0.3 N * 20 ml}{25 ml} = 0.24 N \end{aligned}$$

$$\checkmark \eta = 1 eq/mol$$

$$\checkmark EM = \frac{M_{g/mol}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{158 g/mol}{1 eq/mol} = 158 g/eq$$

- $m_g = N * V_L * EM_{g/eq}$   
 $m_g = 0.24 eq/L * 1 L * 158 g/eq$   
 $m_g = 37.92 g$

- سؤال 6 - 22 | ما كتلة كبريتات الباريوم  $BaSO_4$   $M = 233 g/mol$  التي تترسب

تماماً عند مزج كمية كافية من محلول  $BaCl_2$   $M = 208 g/mol$  مع

100ml من حامض الكبريتيك  $M = 98 g/mol$

- علماً بأن 20 ml من نفس الحامض تحتاج الى 16 ml من  $NaOH$  تركيزها 0.10 M لعادلته

✓ الحل || نجد تركيز حامض الكبريتيك ثم نجد عدد مولاته ثم نعمل نسبة وتناسب بين مولات حامض

الكبريتيك ومولات كبريتات الباريوم حيث نجد مولات كبريتات الباريوم ثم نجد كتلتها





قاعدة  $\frac{M_1V_1}{1} = \frac{M_2V_2}{2}$  مافرض

$$\frac{M_1 * 20 \text{ ml}}{1} = \frac{(0.1 * 16 \text{ ml})}{2}$$

$$\frac{M_1(0.1 * 16 \text{ ml})}{20 * 2} = 0.04 \text{ M}$$

$n = M_{\text{mol/L}} * V_L$   $V_L H_2SO_4 = \frac{100}{1000} = 0.1 \text{ L}$

$$n H_2SO_4 = 0.04 \text{ mol/L} * 0.1 \text{ L}$$

$$n = 0.004 \text{ mol}$$



1 1  
0.004 n  
 $n_{BaSO_4} = 0.004 \text{ mol}$

$$n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.004 \text{ mol} = \frac{m_g}{233 \text{ g/mol}}$$

$$m_g = 0.004 * 233 = 0.932 \text{ g}$$

سؤال 6 - 5 | أكمل الفراغات الآتية

١- أيون  $Cr^{+3}$  يهضف ضمن الأيونات الموجبة للمجموعة . الثالثة . ويترسب عند إضافة .. هيدروكسيد الامونيوم .. بوجود .. كلوريد الامونيوم ...

٢- العامل المرسب للأيونات الموجبة للمجموعة الرابعة هو .. كاربونات الامونيوم .. بوجود العوامل المساعدة . هيدروكسيد الامونيوم .. و . كلوريد الامونيوم ...

٣- محلول من  $Al_2(SO_4)_3$  عيارته  $0.3 \text{ N}$  فإن مولارية المحلول =  $0.05 \text{ M}$

٤- محلول من مركب مولاريتته  $0.2 \text{ M}$  وعيارته  $1 \text{ eq/L}$  فإن قيمة  $\eta$  للمركب =  $5 \text{ eq/mol}$

٥- عند  $5.7 \text{ mg}$  من مركب عضوي هيدروكاربوني ينتج من عملية احتراقه التام  $15.675 \text{ mg}$  من غاز  $CO_2$  فإن النسبة المئوية للهيدروجين في المركب =  $25\%$

سؤال 6 - 12 | اختر الجواب الصحيح في كل مما يأتي :

١- قيمة  $\eta$  لملح كبريتات الحديد  $Fe_2(SO_4)_2$  III المستعمل في تفاعل ترسيب أيون الرصاص هي

أ -  $4 \text{ eq/mol}$

ب -  $5 \text{ eq/mol}$

ج -  $6 \text{ eq/mol}$





٢- يمكن فصل ايون  $Cu^{+2}$  من ايون  $Ca^{+2}$  وذلك بإضافة :

أ- حامض  $HCl$  المخفف

ب- امراء غاز  $H_2S$  بوجود  $NH_4OH$ ,  $NH_4Cl$  في المحلول

ج- امراء غاز  $H_2S$  بوجود  $HCl$  المخفف في المحلول

٣- النسبة المئوية لبيد الحشرات ( $DDT$ )  $C_{16}H_9Cl_4$  في عينة غير نقية منه تم تحليل  $0.74 g$

مها وزنياً تعطي  $0.253 g$  من  $AgCl$  هي :

أ- 17%

ب- 19%

ج- 21%

٤- تدعى الطريقة الوزنية المعتمدة على تسخين او حرق كتلة معينة من عينة من جو من

الهواء المفتوح ثم ايجاد كتلته المكون المتطاير من الفرق الحاصل في كتلة العينة ب :

أ- طريقة التطاير المباشرة

ب- طريقة التطاير غير المباشرة

ج- طريقة الترسيب

٥- في عمليات التحليل الوزني المعتمدة ع تفاعلات الترسيب :

أ- يفضل ان يتم المحصول ع راسب بشكل عائق غروي

ب- يفضل ان يتم المحصول على راسب متبلور

ج- لا يهم نوع الراسب الذي يتم المحصول عليه

٦- تمثل النسبة من الكتلة المولية للمكون المراد تقديره الك الكتلة المولية للهيغة الوزنية ع

شرط ان تحتوي كلتا الهيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر او جزئيات المراد تقديره

أ- هيغة الترسيب

ب- الهيغة الوزنية

ج- بالعامل الوزني

٧- تعرف كتلة المادة التي تنتج او تستهلك مول واحد من المكون الفعال ب :

أ- الكتلة المكافئة

ب- الكتلة المولية

ج- الكتلة القياسية

٨- عيارية المحلول الناتج من اذابة  $13 g$  من العامل المؤكسد  $K_2Cr_2O_7$  في  $500 ml$  من الماء

النقي هي :

أ-  $0.53 mol/L$

ب-  $0.53 eq/L$

ج-  $3.18 eq/L$





## حل اسئلة الفصل السادس

السؤال	رقم الصفحة باللمزة	السؤال	رقم الصفحة باللمزة
س ١	موجود ص ( 4 )	س ١٥	موجود ص ( 37 )
س ٢	موجود ص ( 6 )	س ١٦	موجود ص ( 20 )
س ٣	موجود ص ( 7 )	س ١٧	موجود ص ( 21 )
س ٤	موجود ص ( 7 )	س ١٨	موجود ص ( 38 )
س ٥	موجود ص ( 41 )	س ١٩	موجود ص ( 31 )
س ٦	موجود ص ( 19 )	س ٢٠	موجود ص ( 39 )
س ٧	موجود ص ( 12 )	س ٢١	موجود ص ( 40 )
س ٨	موجود ص ( 35 )	س ٢٢	موجود ص ( 40 )
س ٩	موجود ص ( 31 )		
س ١٠	موجود ص ( 36 )		
س ١١	موجود ص ( 36 )		
س ١٢	موجود ص ( 41 )		
س ١٣	موجود ص ( 19 )		
س ١٤	موجود ص ( 37 )		







## الأسئلة الوزارية الخاصة بالفصل السادس من ٢٠١٣ الى ٢٠١٧

تمهيد 2013

سؤال 6 - 4

مثال 6 - 3

سؤال 6 - 14

دور اول 2013

مثال 6 - 1

سؤال 6 - 13 ( على شكل فراغ )

سؤال 6 - 21

دور ثاني 2013

سؤال 6 - 20

عدد العوامل المؤثرة على حجم الراسب

سؤال 6 - 12 ( نقطة رقم 2 )

دور ثالث 2013

عرف طرائق التحليل الكمي

مثال 6 - 1

سؤال 6 - 17

تمهيد 2014

عرف نقطة التكاثر

فراغ || العامل المرسب للمجموعة الثانية هو ..... بوجود .....

سؤال 4-5

سؤال 6 - 17





دور اول 2014

- ✚ عرف نقطة التكاثر
- ✚ مآثر درجة الحرارة على معظم الرواسب اثناء عملية الترسيب
- ✚ تمرين 6 - 11
- ✚ تمرين 6 - 4 ( على شكل فراغ )

دور ثاني 2014

- ✚ عرف العامل الوزني
- ✚ فراغ || العامل المرسب للمجموعة الثالثة A هو .....
- ✚ تمرين 6 - 6
- ✚ علك || في عمليات التحليل الوزني يتم اجراء الترسيب عند درجات حرارة عالية

دور ثالث 2014

- ✚ سؤال 6 - 4
- ✚ ماهي اهم العوامل التي تؤدي الى نجاح عملية التحليل الوزني والمصوك على نتائج دقيقة
- ✚ سؤال 6 - 20

تمهيد 2015

- ✚ ماهي صفات الراسب الجيد
- ✚ سؤال 6 - 4 ( على شكل فراغ )
- ✚ سؤال 6 - 18

نازهين 2015

- ✚ عرف العامل الوزني
- ✚ سؤال 6 - 14
- ✚ فراغ || العامل المرسب للمجموعة الثانية هو .....





دور اول 2015

تمرين 6 - 6

عرف العامل الوزني

دور ثاني 2015

فراغ || التركيز العياري (النورمالي) هو .....

ماهي الشروط الواجب توفرها في المواد القياسية المستخدمة في تحضير المحاليل

مثال 6 - 8 (تغير ارقام فقط)

دور ثالث 2015

سؤال 6 - 15 (تغير ارقام فقط)

كيف يمكن الفصل بين ايون  $Ag^+$  و  $Cd^{2+}$

تمرين 2016

عرف العامل الوزني

سؤال 6 - 20

دور اول 2016

عرف الكتلة المكافئة للعامل

ما تأثير درجة الحرارة على ذوبانية معظم الرواسب اثناء الترسيب

سؤال 6 - 17

دور ثاني 2016

فراغ || ترسب الايونات الموجبة للمجموعة الاولى على هيئة .....

سؤال 6 - 9

تمرين 6 - 4

دور ثالث 2016

تتضمن طرائق التحليل الوزني العتمدة على تفاعلات الترسيب عدد من الخطوات التي

يجب ان تنجز بشكل كمي . عددها

فراغ || العامل المرسب للايونات الموجبة في المجموعة الثانية هو .....

سؤال 6 - 20





تمهيد 2017

➤ مشروط المادة القياسية المستخدمة في تحضير المحاليل

➤ تمرين 6-8

دور اول 2017

➤ مشروط المادة القياسية المستخدمة في تحضير المحاليل

➤ عرف العامل الوزني

➤ فراغ || العامل المرسب للمجموعة الثانية هو..... بوجود .....

➤ تمرين 6-16 (تغيير ارقام)

دور ثاني 2017

➤ كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكاديوم

➤ سؤال 6-21

دور ثالث 2017

➤ سؤال 6-9 (تغيير بسيط بالارقام)

➤ عرف العامل الوزني

➤ ما تأثير درجة الحرارة على ذوبانية معظم الرواسب اثناء عملية الترسيب

➤ اختر بين الاقواس | صيغة الراسب لايونات المجموعة الرابعة هي

( كلوريدات ، كبريتيدات ، كاربونات )

تمهيد 2018

➤ عرف | نقطة نهاية التفاعل

➤ فراغ | محلول من  $Al_2(SO_4)_3$  عياريته 0.3 N فان مولارته تساوي .....

➤ سؤال 6-18





## بعض النواتج المهمة حول الفصل السابع (الكيمياء العضوية)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

- ١- هاليدات الالكيل (تحضيرها و خواصها الكيميائية)
- ٢- الكحولات (تحضيرها و خواصها الكيميائية و التمييز بين انواع الكحولات)
- ٣- الحوامض الكربوكسيلية (تحضيرها)
- ٤- الالديهيدات و الكيتونات (التمييز بينها)
- ٥- الاسترات (خواصها الكيميائية)

الكيمياء العضوية مادة درجية (مفظ) علامتها القراءة المتكررة (سهلة الحفظ سريعة النسيان)

**ملاحظة: التسمية واردة وزاري**

ملخص الفصل السابع

- ١- **هاليدات الالكيل**: تحضر من اضافة HX الى الالكين اما خواصها الكيميائية تفاعل هاليدات الالكيل مع KOH المائي و الكحولي وكذلك تفاعل هاليد الالكيل مع Mg مهم جدا
- ٢- **الكحولات**: تحضر من اضافة H<sub>2</sub>O الى الالكين اما خواصها الكيميائية مهمة جدا منها التمييز بين الكحولات الاولية و الثانوية و الثالثية بواسطة كاشف لوكاس
- ٣- **الايثرات**: تحضر من تفاعل Na مع الكحولات ثم مفاعلة المركب مع هاليد الكيل مناسب ومن خواصها الكيميائية تفاعل الايثر مع حامض الكبريتيك المخفف الساخن و يستخدم هذا التفاعل للتمييز بين الايثر و الالكانات
- ٤- **الالديهيدات و الكيتونات**: تحضر الالديهيدات من اُسدة الكحولات الاولية اُسدة غير تامة و تحضر الكيتونات من اُسدة الكحولات الثانوية اُسدة تامة اما خواصها الكيميائية مهمة و اهم تفاعل فيها هو تفاعل الالديهيدات مع كاشف تولن و محلول فهلنك و عدم تفاعل الكيتون معهما (طريقة للتمييز بين الالديهيدات و الكيتونات)
- ٥- **الحوامض الكربوكسيلية**: تحضر الحوامض الكربوكسيلية المقابلة من اُسدة الكحولات الاولية اُسدة تامة و الغير مقابلة تحضر من تحويل المركب الذي يتبدأ منه الى هاليد الكيل ثم الى كاشف كرينيارد ثم مفاعلة مع CO<sub>2</sub> ثم تحلل مائي. اما خواصها الكيميائية ايضا مهمة
- ٦- **الاسترات**: تحضر من تفاعل الحامض الكربوكسيلي مع الكحولات اما خواصها الكيميائية مهمة جدا (تحلل الاستر بوسط حامضي و وسط قاعدي)
- ٧- **الامينات**: تحضر الامينات من تفاعل الامونيا مع هاليد الالكيل وكذلك من تحضر من تفاعل الامونيا مع الكحولات. اما خواصها الكيميائية يجب قرائتها





## الفصل السابع الكيمياء العضوية

### أساسيات في الكيمياء العضوية

#### الكيمياء العضوية :

هي فرع من فروع علم الكيمياء تهتم بدراسة المركبات التي يكون فيها الكربون عنصراً أساسياً

#### المركبات العضوية (الهيدروكربونات)

(حلقية) سلسلة مغلقة		(اليفاتية) سلسلة مفتوحة			
غير مشبعة		مشبعة	غير مشبعة		مشبعة
مركبات اورماتية بنزين	الكين حلقية هكسين حلقية	الكان حلقية هكسان حلقية	الكاين بروباين بنتاين	الكين بروبين بنتين	الكان بروبان بنتان

#### جدول مهم

عدد ذرات الكربون	المقطع	الكان	الكين	الكاين
		-	=	≡
C <sub>1</sub>	ميث	ميثان	/	/
C <sub>2</sub>	ايث	ايثان	ايثين	ايثاين
C <sub>3</sub>	بروب	بروبان	بروبين	بروباين
C <sub>4</sub>	بيوت	بيوتان	بيوتين	بيوتاين
C <sub>5</sub>	بنت	بنتان	بنتين	بنتاين
C <sub>6</sub>	هكس	هكسان	هكسين	هكساين
C <sub>7</sub>	هبت	هبتان	هبتين	هبتاين
C <sub>8</sub>	اوكت	اوكتان	اوكتين	اوكتاين





**ملاحظة** | المجموعة الالهة والتي يجب معرفتها بشكل مفصل هي مجموعة الالكيل R  
 • الالكيل R - : هو الكات ناقص ذرة هيدروجين

الكيل R -	الكات R - H
ميثل $CH_3 -$	ميثان $CH_4$
اثيل $CH_3 - CH_2 -$	ايثان $CH_3 - CH_3$
بروبيل $CH_3 - CH_2 - CH_2 -$	بروبان $CH_3 - CH_2 - CH_3$
بيوتيل $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 -$	بيوتان $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
بنتيل $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 -$	بنتان $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

• **انتبه** | ذرة الكاربون ترتبط اربعة ارتباطات فقط  $-C-$  (يتمنى ان يشيع ارتباطاته ب H)

• **انتبه** | مجموعة الالكيل R - عندما ترتبط :

١- ب X يصبح  $R - X$  هاليد الالكيل

٢- ب OH يصبح  $R - OH$  كحول

٣- ب OR يصبح  $R - OR$  اثيرات

٤- ب  $C-H$  يصبح  $R - \overset{O}{\parallel} C - H$  الدهايد

٥- ب  $C-R$  يصبح  $R - \overset{O}{\parallel} C - R$  كيتون

٦- ب  $C - OH$  يصبح  $R - \overset{O}{\parallel} C - OH$  حامض كاربوكسيلبي

٧- ب  $C - OR$  يصبح  $R - \overset{O}{\parallel} C - OR$  استرات

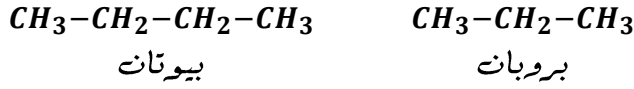
٨- ب  $NH_3$  يصبح  $R - NH_2$  امينات



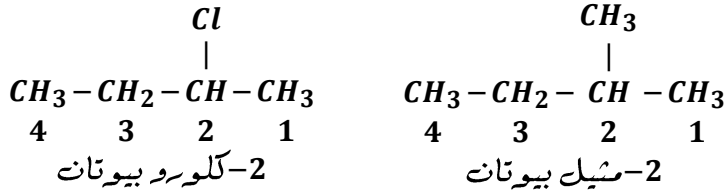


❖ تسمية الالكانات  $C_nH_{2n+2}$

١- اذا كان الألكان بدون تفرع نأخذ اطول سلسلة كاربونية ونعطيها اسم الكان بعدد ذرات الكربون

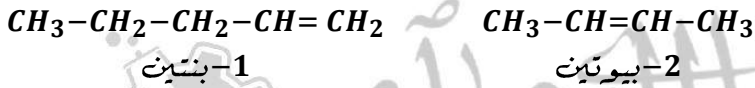


٢- اذا كان الألكان متفرع يكون الترقيم من الطرف الاقرب للتفرع و تكون التسمية :  
رقم واسم الفرع حسب الابدجية + اسم الالكان



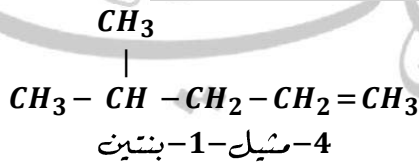
• تسمية الالكينات  $C_nH_{2n}$

١- اذا كان الالكين بدون تفرع نأخذ اطول سلسلة كاربونية ونعطيها اسم الكين مع ذكر موقع الاصرة المزدوجة والترقيم يكون من الطرف القريب للاصرة المزدوجة



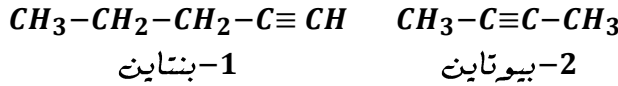
٢- اذا كان الألكين متفرع تكون التسمية

رقم واسم التفرع حسب الابدجية + موقع الاصرة المزدوجة - الكين



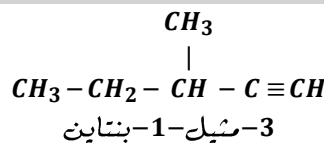
• تسمية الالكينات  $C_nH_{2n-2}$

١- اذا كان الالكين غير متفرع نأخذ اطول سلسلة كاربونية ونعطيها اسم الكاين مع ذكر موقع الاصرة الثلاثية والترقيم يكون من الطرف القريب للاصرة الثلاثية



٢- اذا كان الالكاين متفرع نأخذ اطول سلسلة كاربونية ونعطيها اسم الكاين بعدد ذرات الكربون مع ذكر موقع الاصرة والترقيم يكون من الطرف القريب للاصرة الثلاثية وتكون التسمية :

رقم واسم التفرع حسب الابدجية + موقع الاصرة الثلاثية + الكاين







❖ **الجناس** : هي ظاهرة وجود مركبين او أكثر لهما نفس الصيغة الجزيئية لكنهما يختلفان في الصيغة التركيبية

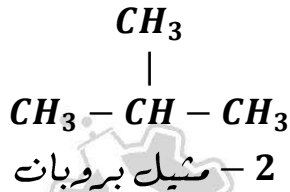
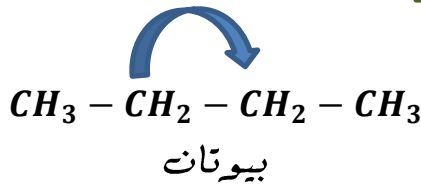
❖ **الجناس يعني كتابة الصيغ الجزيئية للمركب بدون تكرار الصيغة**

▪ **جناس الالكانات**

❖ يمكن ان فصل على جناس الالكانات من حركة ذرات الكربون الوسطية مع ثبات ذرات الكربون الطرفية

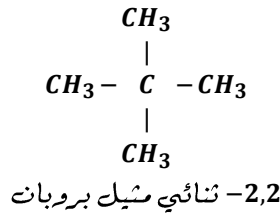
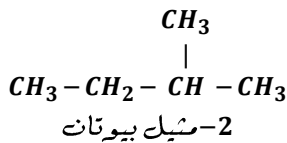
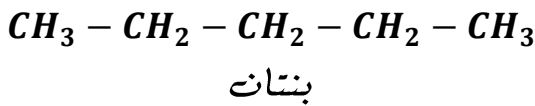
❖ **مثال** | اكتب الجناس للبيوتان  $C_4H_{10}$

✓ **الحل** | نرسم الصيغة التركيبية المستقيمة ونحرك الذرات الوسطية



❖ **مثال** | اكتب جميع الصيغ التركيبية ( جناس ) للبنتان  $C_5H_{12}$

✓ **الحل** | نرسم الصيغة التركيبية المستقيمة ثم نحرك الذرات الوسطية



❖ **الجناس للالكينات** :

❖ يمكن ان فصل ع جناس الالكينات عن طريق :

١- تحريك الاصرة المزدوجة بحيث نأخذ كل المواقع .

٢- نثبت ذرات الكربون الطرفية ونحرك ذرات الكربون الوسطية .

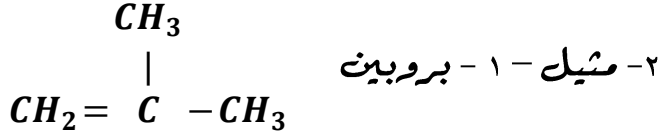
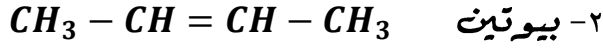
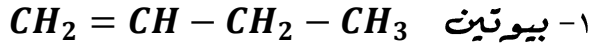




❖ مثال | اكتب جميع الصيغ التركيبية للبيوتين  $C_4H_8$

✓ الحل | اولاً نكتب الصيغة التركيبية المستقيمة ونحرك موقع الاصرة الزدوجة

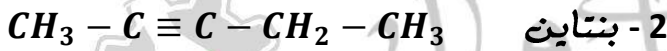
بحيث تأخذ جميع المواقع ثم نحرك ذرات C الوسطية ونثبت الطرفية



❖ الجناس للالكينات : تشبه عملية الجناس للالكينات

❖ مثال اكتب جميع الصيغ التركيبية (جناس) للبنتاين  $C_5H_8$

✓ الحل |



❖ مقدمة 7 - 1

عرفت سابقاً الصيغ البنائية (التركيبية) للمركبات العضوية واهميتها في التمييز

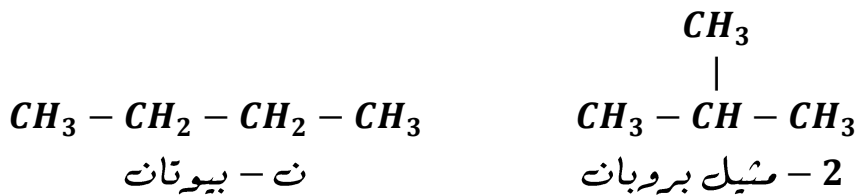
بين مركبات مختلفة تشترك في صيغ جزيئية واحدة وتعرفت باللايزومرات

❖ مثال 7 - 1 | ما الصيغتان البنائيتان للمركبين :

(ن - بيوتان) و (2 - ميثيل بروبان)

واللذان لهما نفس الصيغة الجزيئية  $C_4H_{10}$ .

✓ الحل :





تمرين 7-1 | اكتب جميع الصيغ التركيبية للمركب  $C_5H_{12}$  مع تسميتها؟

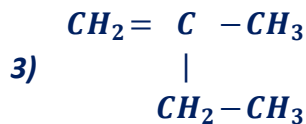
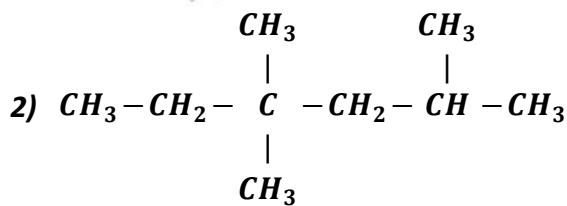
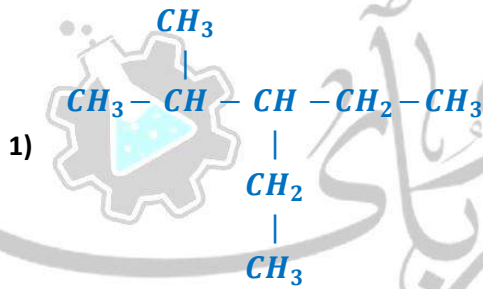
الحل | نعم عمل جناس لاللكان كما تعلمنا:

بنات  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

2- ميثيل بيوتان  $CH_3 - CH_2 - \overset{\begin{array}{c} CH_3 \\ | \end{array}}{CH} - CH_3$

2,2-ثنائي ميثيل بروبان  $CH_3 - \overset{\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}}{C} - CH_3$

مثال 7-2 | ما اسم كل من المركبات التالية وفق نظام IUPAC



الحل |

1) 3-إيثيل - 2 - ميثيل بنات

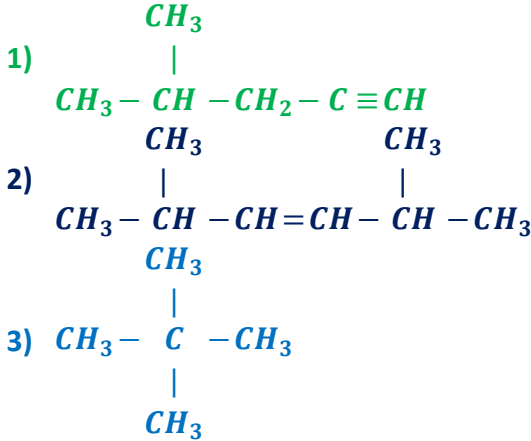
2) 4,4,2-ثلاثي ميثيل هكسان

3) 2-ميثيل - 1-بيوتين





تمرين 7 - 2 | اكتب اسماء المركبات التالية حسب IUPAC



الحل ✓

- (1) 4-ميثيل - 1-بنتاين  
 (2) 2, 5-ثنائي ميثيل - 3-هكسين  
 (3) 2, 2-ثنائي ميثيل بروبان

7 - 2 هاليد الالكيل

- هي مركبات تنتج من اطلاق الـ X بحد ذرة هيدروجين في الالكات (F, I, Br, Cl = X)
- الهيئة العامة R - X
  - الجموعة الفعالة -X
  - القانون العام  $(C_nH_{2n+1})X$

الكات	الكيل (R)	هاليد الالكيل
CH <sub>4</sub> ميثان	CH <sub>3</sub> - ميثيل	CH <sub>3</sub> - X هاليد الميثيل
CH <sub>3</sub> - CH <sub>3</sub> ايثان	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - اثيل	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - X هاليد الاثيل
CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>3</sub> بروبان	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - بروبييل	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - X هاليد البروبييل

ملاحظة | ذرة الكربون تكون

- (1) اولية C - C حيث ترتبط ذرة الكربون ارتباط مباشر بذرة كربون واحدة  
 (2) ثانوية C - C - C حيث ترتبط ذرة الكربون ارتباط مباشر بذرتين كربون  
 (3) ثالثة C - C - C حيث ترتبط ذرة الكربون ارتباط مباشر بثلاث ذرات كربون



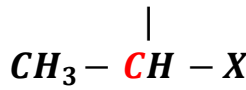


### ❖ تقسم هاليدات الالكيل الى :

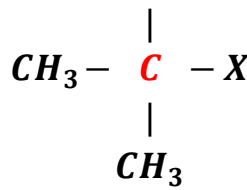
١- هاليد الكيل اولي :- يكون X مرتبط بذرة كاربون اولية :



٢- هاليد الكيل ثانوي :- يكون X مرتبط بذرة كاربون ثانوية :



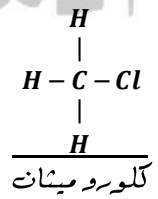
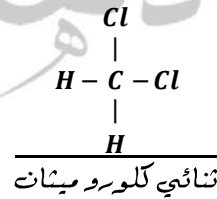
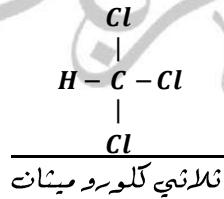
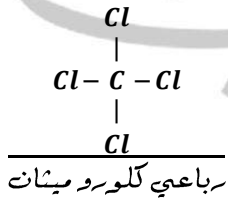
٣- هاليد الكيل ثالثي :- يكون X مرتبط بذرة كاربون ثالثية :



❖ **ملاحظة** || لا يوجد هاليد الكيل رابعي لان ذرة الكاربون الرابعة تكون مرتبطة اربعة

ارتباطات ليس هنالك لها مجال للارتباط X ( لان تكافؤ الكاربون رباعي )

❖ هنالك هاليدات الالكيل اخرى يتم استبدال اكثر من ذرة هيدروجين بذرات هالوجين وقد تكون على نفس الذرة او على ذرات مختلفة



### ❖ تسمية هاليدات الالكيل

١- تختار اطول سلسلة كاربونية ونعطيها اسم الكان بحسب عدد ذرات الكاربون ونرقم من

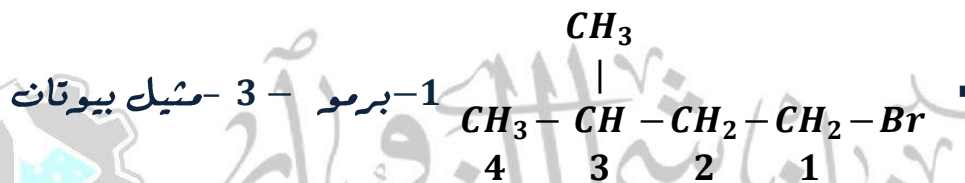
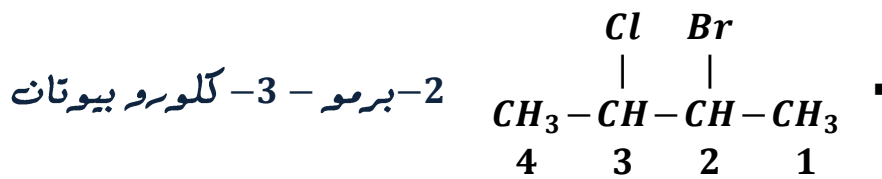
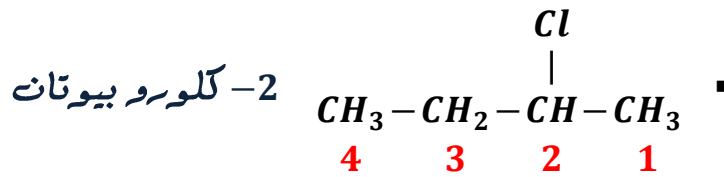
الطرف القريب للهالوجين X

٢- يكون اسم الهالوجين X ( Cl كلورو - Br برومو - I يودو )

٣- تكون التسمية كالآتي :

رقم واسم التفرع حسب الابدجية + الكان





❖ تمرين 7-3

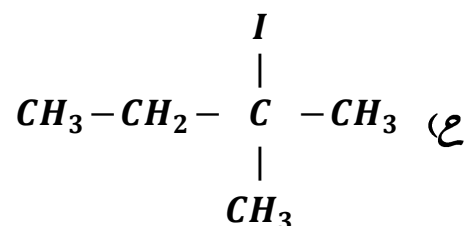
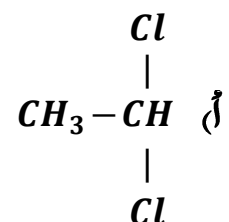
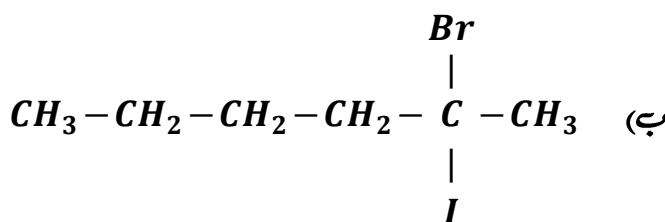
(أ) ارسم الصيغة البنائية لكل مما يأتي

(أ) 1,1-ثنائي كلورو ايثان

(ب) 2-برمو - 2-يودو هكسان

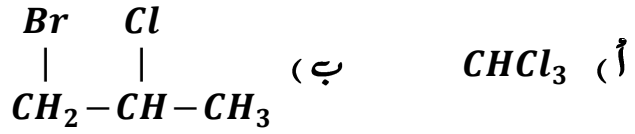
(ج) 2-يودو - 2-مئيل بيوتان

✓ الحل ||





٢) اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي



✓ الحل ||

(أ) ثلاثي كلورو ميثان

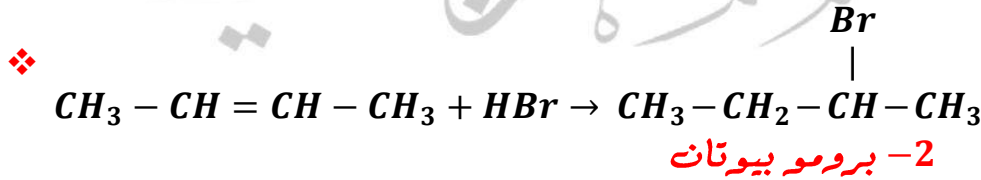
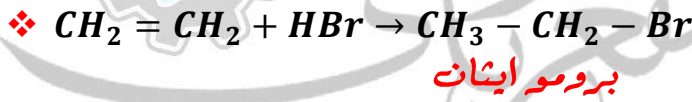
(ب) 1-برومو - 2-كلورو بروبان

### تحضير هاليدات الالكيل

تحضر من اضافة هاليد الهيدروجين  $HX$  الى الالكين لينتج هاليد الالكيل المقابل (مقابل يعني مساوي لعدد ذرات C الالكين المستخدم)

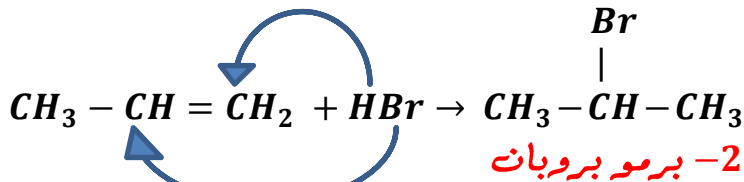
#### • وتكون الاضافة نوعان

(١) اضافة  $HX$  الى الالكين المتناظر (هنا برامتك ووين تخلي  $X$  ووين تخلي  $H$  على طرفي الاصرة المزدوجة)



(٢) اضافة  $HX$  الى الالكين غير متناظر

❖ (هنا تكون الاضافة حسب قاعدة ماركوفنيكوف) (اشباع الشبعان) اي اضافة  $H$  الى C الاكثر هيدروجين



▪ **علك** | عند اضافة  $HBr$  الى البروبين يكون الناتج 2-برومو بروبان

وليس 1-برومو بروبان

✓ **ج** | لأن الاضافة تتم حسب قاعدة ماركوفنيكوف









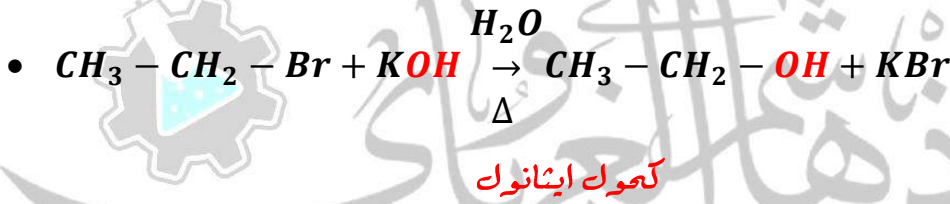
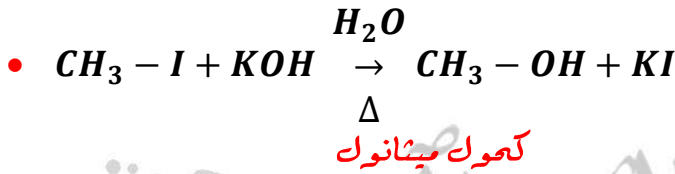


٢- الخواص الكيميائية

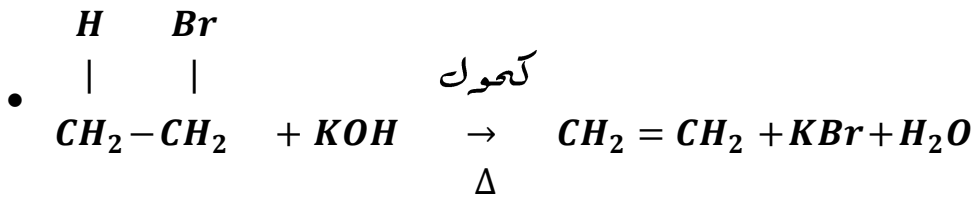
تكون الاصرة بين ذرتي الكربون و الهيدروجين في هاليدات الالكيل ذات صفة قطبية (علك) بسبب الكهروسلبية العالية لذرة الهالوجين نسبة الى كهروسلبية الكربون حيث تكون الاصرة (C - X) هدفاً جيداً للاضافة النيوكوفيلية بسبب فرق الكهروسلبية بين C , X

ومن اهم تفاعلات التعويض النيوكوفيلية : (مهم)

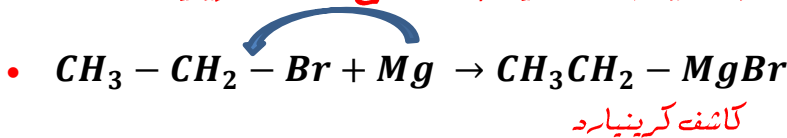
أ- تفاعل هاليد الالكيل مع محلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH هو تفاعل استبدال ذرة الهالوجين بمجموعة (OH) ليكون الناتج كحولات



ب- تفاعل هاليد الالكيل مع KOH بوجود الكحول ( KOH من يسكر ياخذ HX من هاليد الالكيل خاوه) هو تفاعل سحب HX من هاليد الالكيل ليكون الناتج الكين



ج- تفاعل هاليد الالكيل مع فلز المغنيسيوم ( يدخل Mg بين R و X ) (مهم) هو تفاعل Mg مع هاليد الالكيل في الايثر الجاف ليكون الناتج كاشف كرينيارد



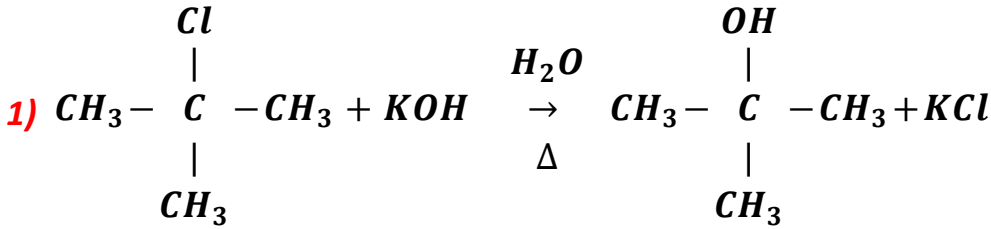


❖ تمرين 7 - 6 | وضع بالمعادلة الكيميائية ماذا يحدث عند مفاعلة :

(١) محلول هيدروكسيد البوتاسيوم  $KOH$  في محلولها المائي مع 2- كلورو - 2- ميثيل بروبان

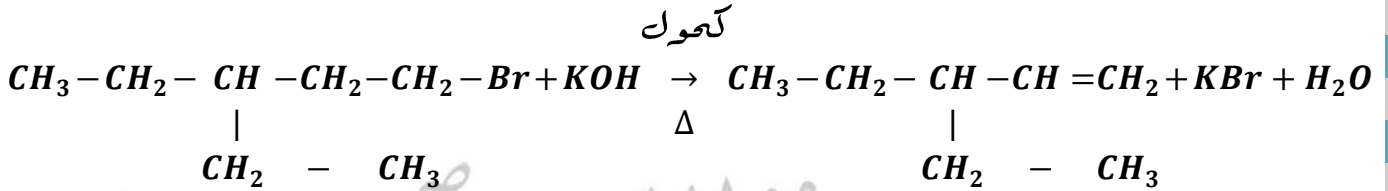
(٢) محلول هيدروكسيد البوتاسيوم  $KOH$  الكحولي مع 1- برومو - 3- ايثيل بنتان

✓ الحل ||



2- ميثيل - 2- بروبانول

2)



### 7 - 3 | الكحولات

الصيغة العامة  $R - OH$

القانون العام  $C_nH_{2n+2}O$

المجموعة الفعالة:  $-OH$

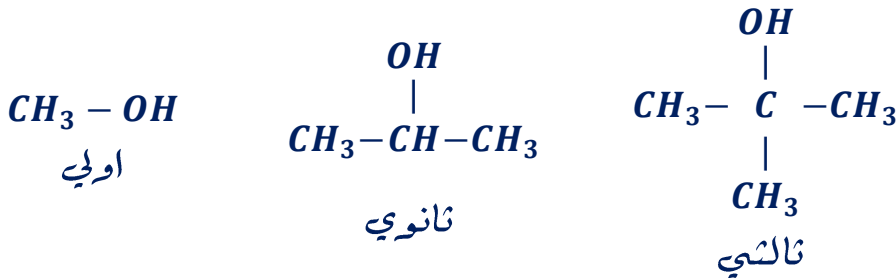
❖ **الكحولات :-** هي مركبات ناتجة من اطلاق مجموعة  $OH$  بدك الهيدروجين في الالكات

❖ تقسم الكحولات الى :

١- كحول اولي :- تكون  $OH$  مرتبطة بذرة كاربون اولية

٢- كحول ثانوي :- تكون  $OH$  مرتبطة بذرة كاربون ثانوية

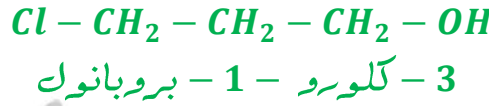
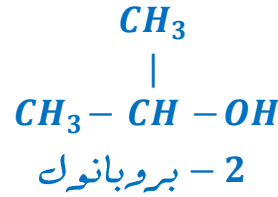
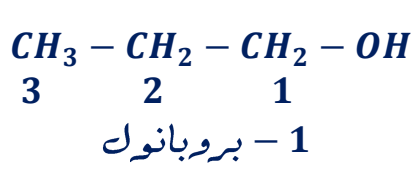
٣- كحول ثالثي :- تكون  $OH$  مرتبطة بذرة كاربون ثالثية





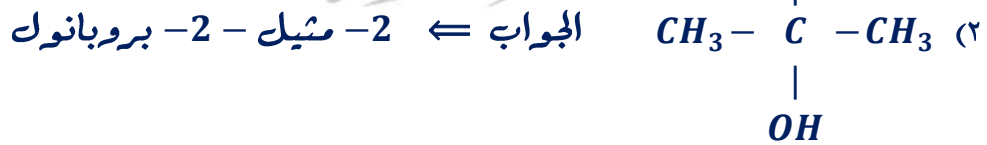
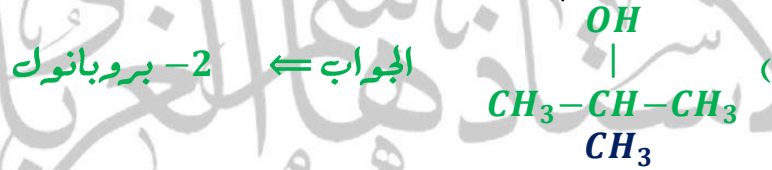
### ❖ تسمية الكحولات

- ١- نختار أطول سلسلة كاربونية حاملة للـ  $OH$  ونعطيها اسم الكانوك بحسب عدد ذرات الكاربون حيث نرقم من الطرف القريب للذرة الحاملة للـ  $OH$
- ٢- اذا بدون تفرع تكون التسمية: **الكانوك**
- ٣- اذا الكحول متفرع تكون التسمية على النحو الآتي:  
رقم و اسم التفرع حسب الابدادية + موقع الهيدروكسيد + الكانوك



### ❖ تمرين 7-7 |

أ | اكتب الاسم النظامي لكل من المركبات الآتية:



الجواب  $\Leftarrow$  3 - ميثيل - 2 - بنتانوك

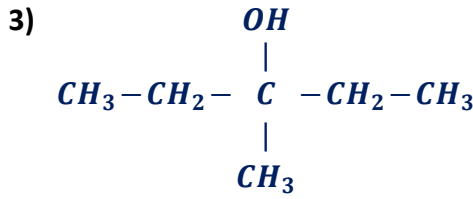
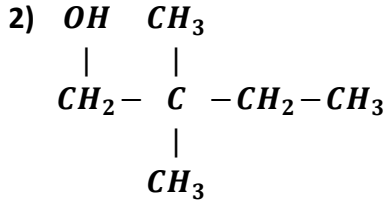
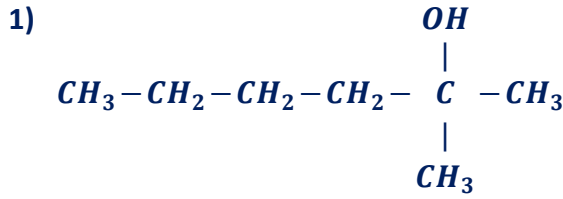
ب | اكتب الصيغة البنائية لكل ما يأتي:

- (١) 2 - ميثيل - 2 - هكسانوك
- (٢) 2, 2 - ثنائي ميثيل - 1 - بيوتانوك
- (٣) 3 - ميثيل - 3 - بنتانوك





|| الحل



### الجناس للكحوليات ❖

❖ يمكن الحصول على الجناس للكحوليات من خلال :

1- تحريك مجموعة OH بحيث تأخذ كل المواقع

2- تثبيت ذرات الكربون الطرفية وتحريك الوسطية

❖ **ملاحظة** | عندما يعطي كتله مولية ويطلب الصيغ البنائية للمركب

❖ يجب ان نجد الصيغة الجزيئية ثم نعمل جناس

▪ الكتلة المولية = القانون العام للكحوليات

▪  $C_nH_{2n+2}O =$  الكتلة المولية

▪ حيث نجد n من القانون اعلاه وبعدها يمكن معرفة الصيغة الجزيئية

❖ **مثال 4 - 7** | ما هي الصيغ البنائية (الجناس) المحتملة للكحوليات ذوات الكتل المولية

$74 \text{ g/mol}$  علماً ان الكتل الذرية كالآتي  $C = 12$  ,  $O = 16$  ,  $H = 1$

✓ الحل ||

▪  $C_nH_{2n+2}O =$  الكتلة المولية

▪  $C_nH_{2n+2}O = 74 \text{ g/mol}$

$$12 * n + (1 * 2n + 2) + 1 * 16 = 74$$

$$12n + 2n + 2 + 16 = 74$$

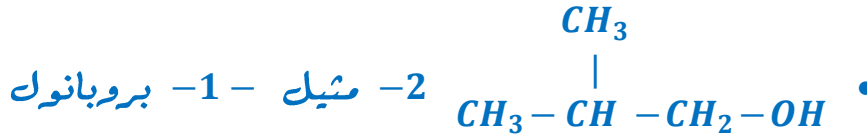
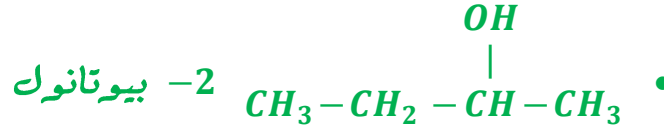
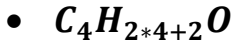
$$14n + 18 = 74$$





$$14n = 74 - 18 \Rightarrow 14n = 56$$

$$n = \frac{56}{14} = 4$$



❖ تمرين 7-8 | اكتب الصيغ البنائية (الجناس) المتملة لخمسة متجانسات للكحولات ذوات

الكتلة المولية  $88 \text{ g/mol}$

• علماً ان الكتلة الذرية كالآتي  $C = 12, O = 16, H = 1$

✓ الحل ||

• الكتلة المولية =  $C_nH_{2n+2}O$

•  $C_nH_{2n+2}O = 74 \text{ g/mol}$

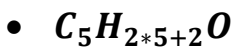
$$12 * n + (1 * 2n + 2) + 1 * 16 = 88$$

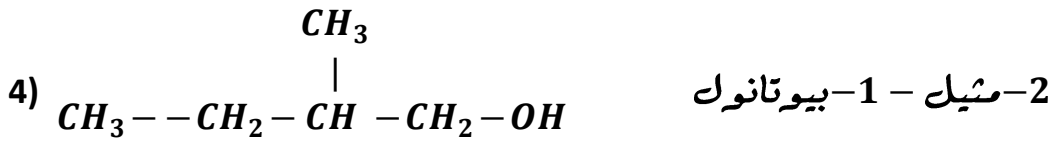
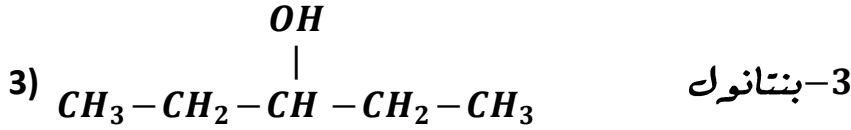
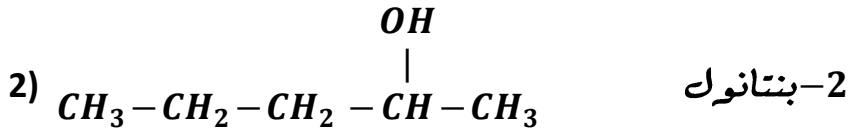
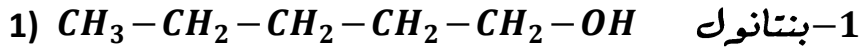
$$12n + 2n + 2 + 16 = 88$$

$$14n + 18 = 88$$

$$14n = 88 - 18 \Rightarrow 14n = 70$$

$$n = \frac{70}{14} = 5$$



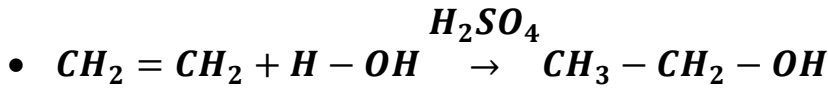


### تحضير الكحولات

تحضير الكحولات من اضافة جزيء ماء الى الالكين ليعطي (كحول مقابل)  
بوجود حامض الكبريتيك المركز:

### تكون الاضافة نوعين

1- اضافة جزيئة ماء الى الالكين المتناظر



ايثين

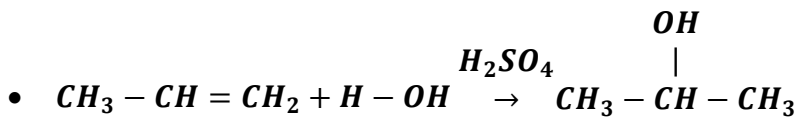
ايتانول

❖ **انتبه** | اضافة ماء (H - OH) الى الالكين المتناظر

هنا بكيفية وين تخلي H و وين تخلي OH على طرفي الاصرة C = C

2- اضافة جزيئة ماء الى الالكين غير متناظر

(تكون الاضافة حسب قاعدة ماركونيوكوف) (اشباع الشبعان)



بروبين

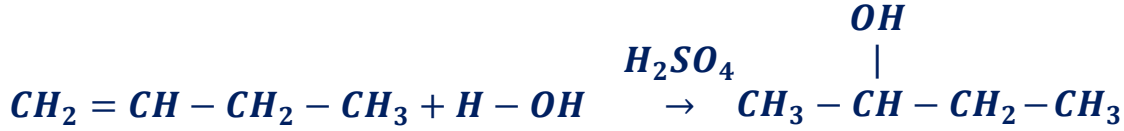
2- بروبانول





❖ **انتبه** | اضافة ماء (H - OH) الى الالكين غير المتناظر هنا تنطي H لذرة الكربون الاكثر هيدروجين و OH لذرة الكربون الاقل هيدروجين من طرفي الاصرة C = C

▪ علك || عند اضافة حمضية ماء الى الالكين بوجود H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> الى 1-بيوتين يكون الناتج 2-بيوتانول وليس 1-بيوتانول  
 ✓ ج | لأن الاضافة تتم حسب قاعدة ماركونيوكوف

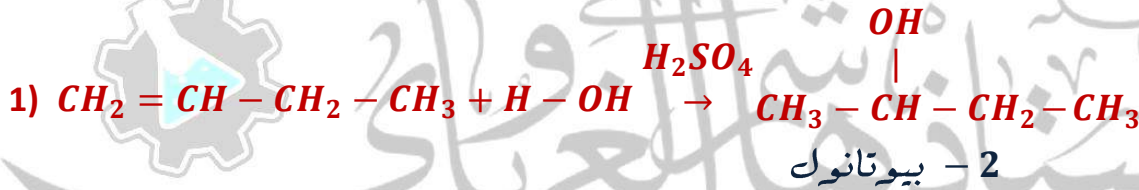


2-بيوتانول

❖ تمرين 7 - 9 || مضر

(1) 2-بيوتانول من 1-بيوتين  
 (2) الايثانول من الاثيلين

✓ الحل |



ايثيلين

ايثانول

❖ خواص الكحولات

أ- الخواص الفيزيائية

- (1) الكحولات ذات الكتل المولية الصغيرة سوائك ذات سمية وتكون عديمة اللون ذات رائحة مميزة
- (2) درجة غليان الكحولات عالية بسبب قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية بين جزيئاتها
- (3) الكحولات من C<sub>1</sub> - C<sub>2</sub> تمتزج بشكل تام مع الماء بسبب قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء







❖ انتبه | اي مركب درجة غليانه عاليه (علك )

▪ بسبب قابليته على تكوين اواصر هيدروجينية بين جزئياته

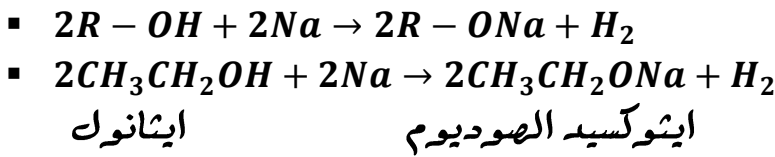
❖ انتبه | اي مركب درجة غليانه واطئة (علك )

▪ بسبب عدم قابليته على تكوين اواصر هيدروجينية بين جزئياته

### ب- الخواص الكيميائية

▪ الكحولات مركبات فعالة تتفاعل مع الكواشف الايونية القطبية

▪ أ - تتفاعل الكحولات مع فلز الصوديوم او البوتاسيوم لتكوين الكوكسيدات

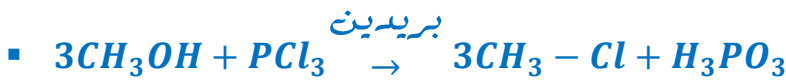


▪ ب - تتفاعل الكحولات مع ثلاثي كلوريد الفسفور  $PCl_3$  وخماسي كلوريد الفسفور  $PCl_5$

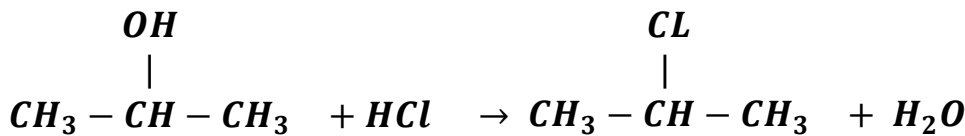
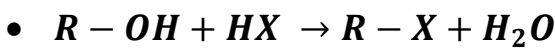
لتكوين هاليدات الالكيل ( يفيد في تحضير الحوامض الكربوكسيلية الغير مقابلة )



ايثانول                      كلورو ايثان



▪ ج - التفاعل مع هاليد الهيدروجين لتكوين هاليدات الالكيل القابلة



2-بروبانول

2-كلورو بروبان



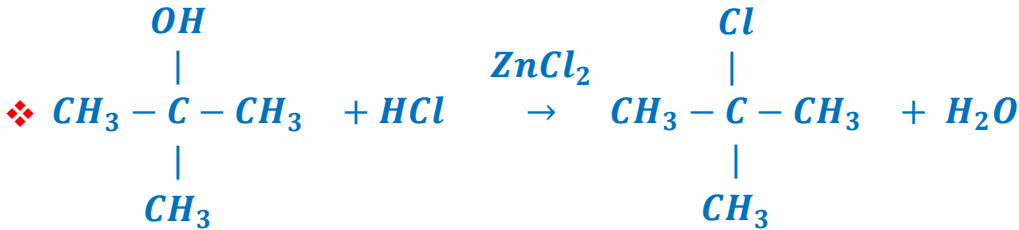
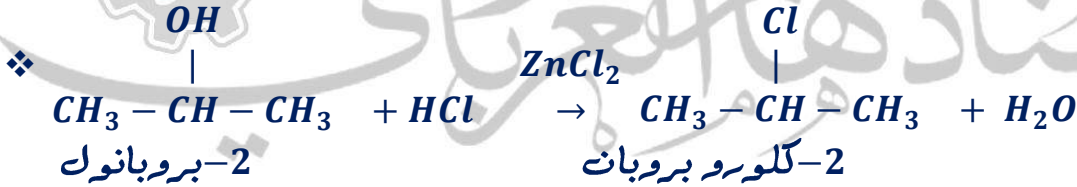


- ❖ مهم | | HCl بوجوده (ZnCl<sub>2</sub>) كلوريد الزنك يسمي كاشف لوكاس
- حيث يستخدم للتمييز بين الكحولات الاولية والثانوية والثالثية حيث
- 1- الكحول الاولي لا يتفاعل مع كاشف لوكاس ويبقى في المحلول رائق
- 2- الكحول الثانوي يتفاعل مع كاشف لوكاس ببطء وتظهر عكرة بعد مرور 2 - 5 دقائق
- 3- الكحول الثالثي يتفاعل مباشرة مع كاشف لوكاس وتظهر عكرة في المحلول

- ❖ مثال 7 - 5 | ميز كيميائياً بين: 1- بروبانول و 2- بروبانول و 2- ميثيل - 2- بروبانول
- ✓ الحل | يمكن التمييز بين الكحولات باستخدام كاشف لوكاس حيث لا يتفاعل مع الكحول الاولي (1- بروبانول) ويتفاعل مع الكحول الثانوي (2- بروبانول) بعد مرور 5 دقائق ويعطي محلول عكر ويتفاعل مباشرة مع الكحول الثالثي (2- ميثيل - 2- بروبانول)



1- بروبانول

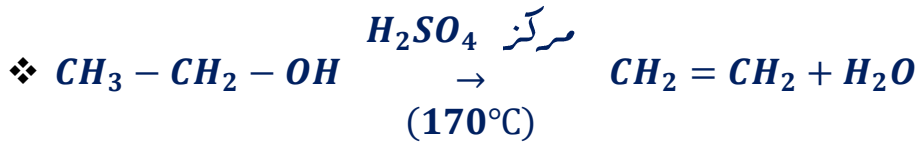


2- كلورو - 2- ميثيل بروبان

- (د) نزع جزيء الماء من الكحولات لتكوين الالكينات وتتم عملية سحب جزيء الماء بوجود (حامض الكبريتيك المركز في درجة حرارة 170°C)

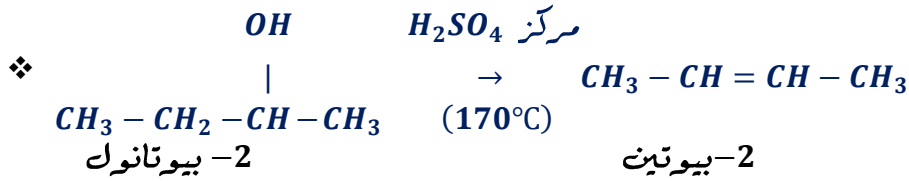
- ❖ وحسب قاعدة ستيف (تجميع الجوعان) (سحب H من ذرة الكربون الاقل هيدروجين)
- ❖ قاعدة ستيف: الايون الموجب H<sup>+</sup> يسحب من ذرة الكربون الحاصلة اقل عدد ذرات هيدروجين المجاورة لذرة الكربون التي يسحب منها الايون السالب.





ايثانول

اتلين

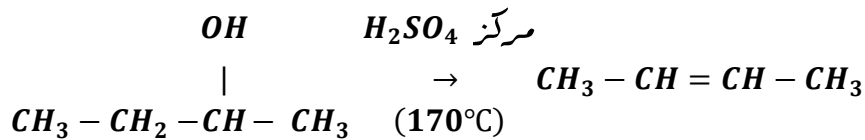


2- بيوتانول

2- بيوتين

❖ تمرين 7 - 10 | عند سحب جزيء ماء من (2- بيوتانول) يكون الناتج (2- بيوتين) وليس 1- بيوتين ؟ علك ذلك

✓ الجواب || لأن عملية السحب تتم حسب قاعدة ستيفت : حيث يسحب  $\text{H}^+$  من ذرة الكربون الاقل هيدروجين

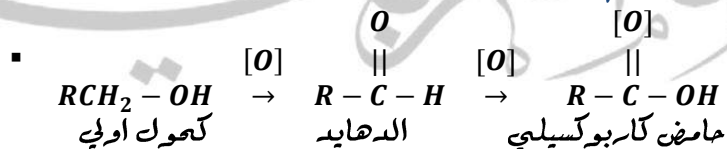


❖ هـ - الاكسدة :- يمكن أكسدة الكحولات وتعتمد طبيعة الناتج على نوع الكحول وظروف

التفاعل ومن اهم العوامل المؤكسدة هي مزيج من

( $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$  او  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$ ) حيث

1- تتأكسد الكحولات الاولية الى الدهايد ثم الى حامض كاربوكسيلي

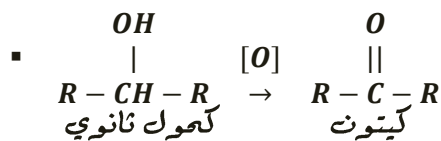


كحول اولي

الدهايد

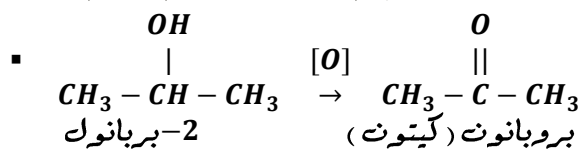
حامض كاربوكسيلي

2- تتأكسد الكحولات الثانوية الى كيتون مقابل



كحول ثانوي

كيتون

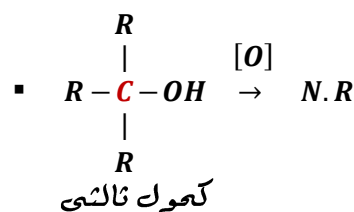


2- بريتانول

بروبانون ( كيتون )

3- لا تتأكسد الكحولات الثالثية ( علك ) ؟

بسبب عدم احتواء ذرة الكربون الحاملة لـ OH على ذرة هيدروجين



كحول ثالثي





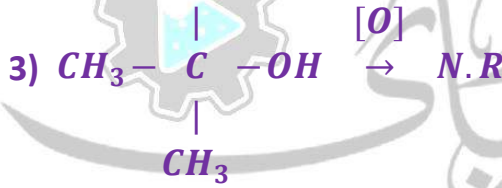
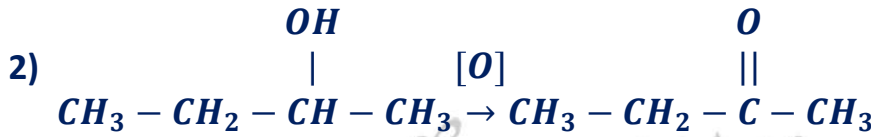
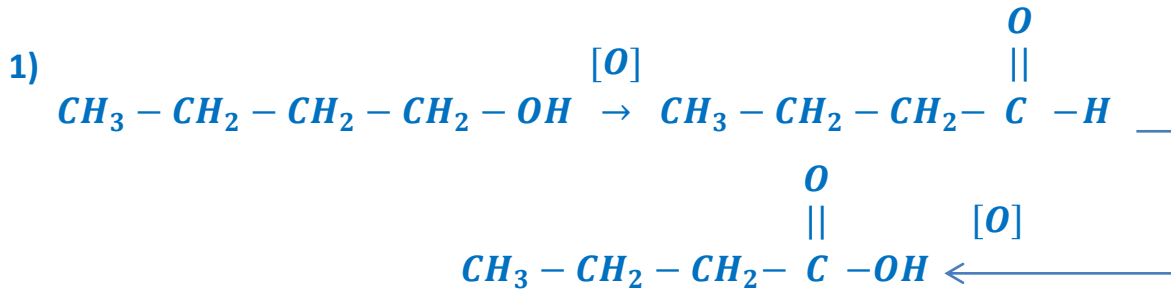
❖ تمرين 7 - 11 | ما ناتج الاكسدة التامة للمركبات الآتية :

(١) 1- بيوتانول

(٢) 2- بيوتانول

(٣) 2- ميثيل - 2- بروبانول

✓ الحل ||

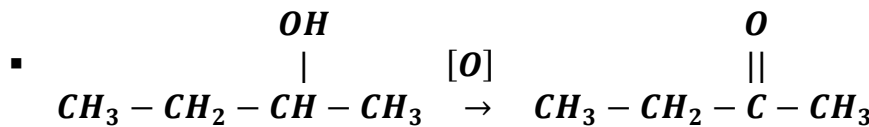
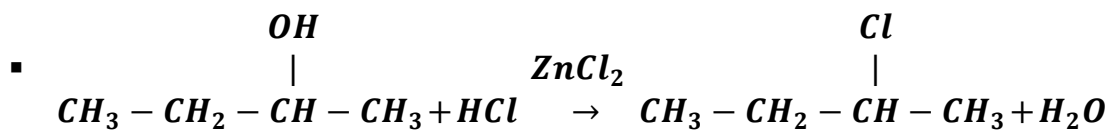
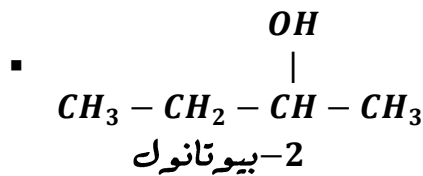


❖ تمرين 7 - 12 | مركب عضوي يحتوي على اربع ذرات كاربون يستجيب للكاشف لوكاس

وعند اكسدته يعطي كيتون اقله وما صيغته البنائية .

✓ الحل || بما ان المركب يستجيب للكاشف لوكاس هو كحول ثانوي او ثالثي وبما انه يتأكسد ويعطي كيتون

اذا هو كحول ثانوي وبما انه يحوي اربع ذرات كاربون اذا هو 2- بيوتانول





❖ 7 - 4 | الايثرات

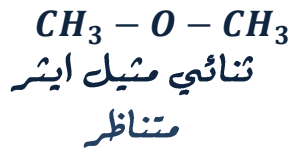
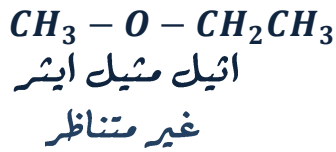
الصيغة العامة  $R - O - R$

القانون العام  $C_2H_{2n+2}O$

المجموعة الفعالة  $-O-$

• تكون الايثرات نوعين

- ١- **متناظرة** :- اذا كانت  $R = R$  (مجاميع الالكيل متساويتين)  
 ٢- **غير متناظرة** :- اذا كانت  $R \neq R$  (مجاميع الالكيل مختلفتين)



❖ تسمية الايثرات

(١) اذا كان الايثر غير متفرع تكون التسمية : الكوكسي الكان

OR الكوكسي : R الصغيرة

R الكان : R الكبيرة



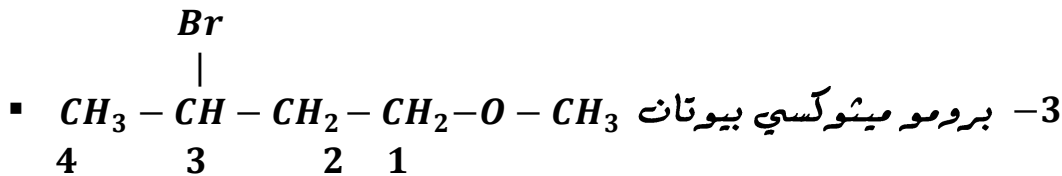
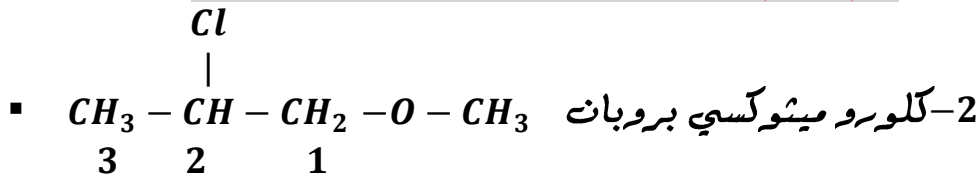
ميثوكسي ايثان



ايثوكسي بروبان

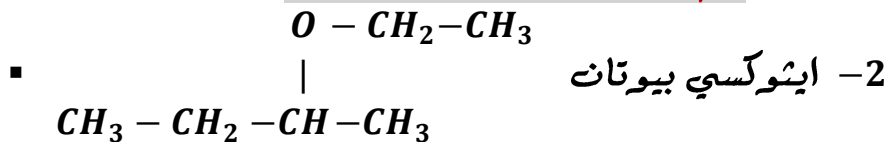
(٢) اذا كان الايثر متفرع فتم اطلاق سلسلة كاربونية ونرقم من الطرف القريب للمجموعة الفعالة (O) وتكون التسمية

**رقم واسم التفرع حسب الابدادية + الكوكسي الكان**



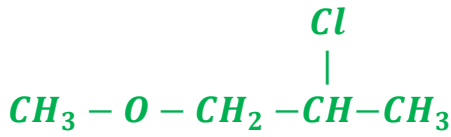
(٣) اذا كانت (O) هي التفرعة تكون التسمية

**رقم موقع (O) - الكوكسي الكان**

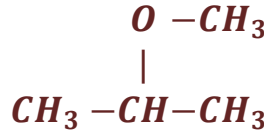




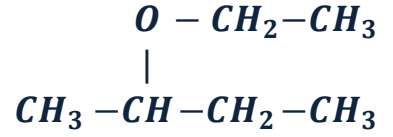
❖ مثال 7 - 6 | اكتب الاسم النظامي للمركبات الآتية :



2-كلورود ميثوكسي بروبان



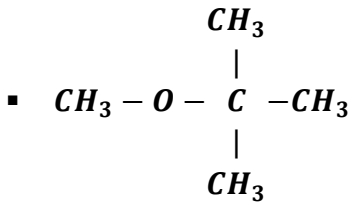
2-ميثوكسي بروبان



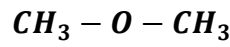
الجواب || 2-ايتوكسي بيوتان

❖ تمرين 7 - 13 |

أ - اكتب الاسم النظامي لكل من المركبات الآتية :



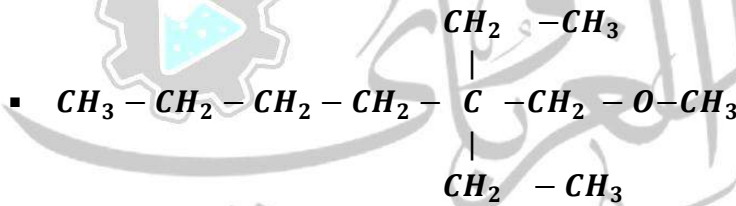
2-ميثيل ميثوكسي بروبان



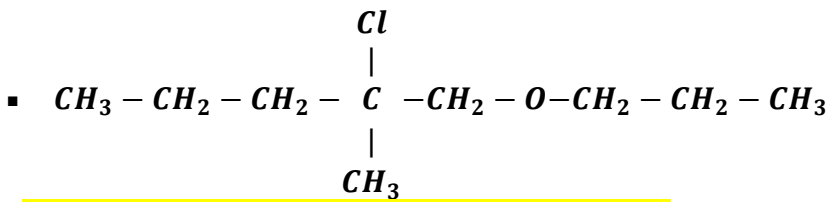
ميثوكسي ميثان

ب - اكتب الصيغة البنائية لكل من المركبات الآتية :

(1) 2,2 - ثنائي ايثيل ميثوكسي هكسان



(2) 2-كلور - 2-ميثيل بروبوكسي بناتان



❖ تحضير الايثرات ( طريقة وليمسون ) القادم من الكحول هو ايتوكسي والقادم من هاليد الالكيل هو الكات

تحضير الايثرات من تفاعل الكحولات مع فلز الصوديوم ثم تتم مفاعلة المركب الناتج (كوكسيد الصوديوم) مع هاليد الالكيل لتكوين الايثر المطلوب

- $R - \text{OH} + \text{Na} \rightarrow R - \text{ONa} + \frac{1}{2} \text{H}_2$
- $R - \text{ONa} + R - \text{X} \rightarrow R - \text{O} - R + \text{NaX}$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{Na} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{ONa} + \frac{1}{2} \text{H}_2$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{ONa} + \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3 + \text{NaCl}$



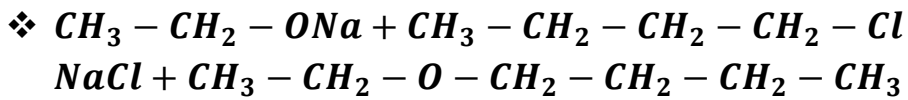
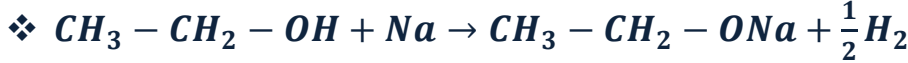


❖ مثال اضافي | من كحول مناسب وهاليد الكيل مناسب حضر ايثوكسي ايثان

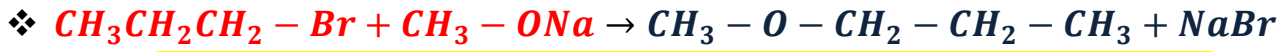
- $CH_3 - CH_2 - OH + Na \rightarrow CH_3 - CH_2 - ONa + \frac{1}{2} H_2$
- $CH_3 - CH_2 - ONa + CH_3 - CH_2 - Cl \rightarrow CH_3 - CH_2 - O - CH_2 - CH_3 + NaCl$

❖ تمرين 7 - 14

١- اكتب معادلة تحضير ايثوكسي بيوتان من الايثانول



٢- اكمل التفاعل التالي



⚡ القادم من الكحول هو ايثوكسي والقادم من هاليد الالكيل هو الكان

• خواص الايثرات

▪ أ- الخواص الفيزيائية

- ١- ميثوكسي ايثان وميثوكسي ميثان هي غازات في درجة الحرارة الاعتيادية والبقية سوائك بسبب درجة غليانها الواطئة
- ٢- قابلة للاشتعال و عديمة اللون و ممتازة برائحة مقبولة
- ٣- درجة غليانها واطئة بسبب عدم قدرتها على تكوين اواصر هيدروجينية بين جزيئاتها
- ٤- قليلة الذوبان في الماء بسبب عدم قدرتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء

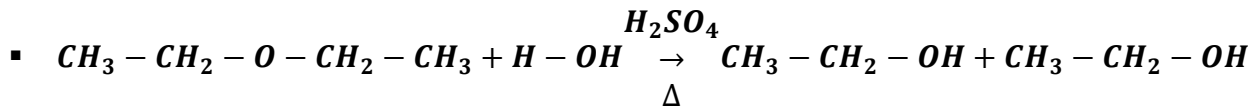
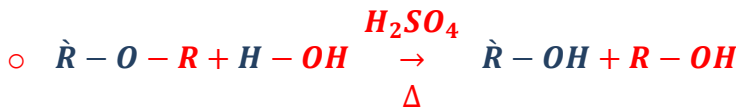
▪ ب- الخواص الكيميائية

• الايثرات مركبات مستقرة :

لا تتفاعل مع الحوامض و القواعد و العوامل المختزلة و العوامل المؤكسدة

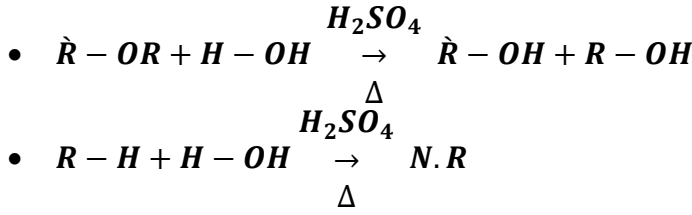
➤ تدخل الايثرات في التفاعلات الاتية :

أ- تتفاعل الايثرات مع حامض الكبريتيك المخفف بالتسخين لتعطي الكحولات



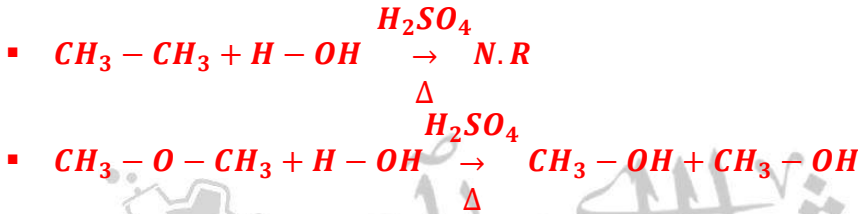


➤ ويعتبر هذا التفاعل طريقة للتمييز بين الايثرات و الالكانات حيث يتفاعل الايثر مع الحامض  $H_2SO_4$  المخفف ولا تتفاعل الالكانات معه

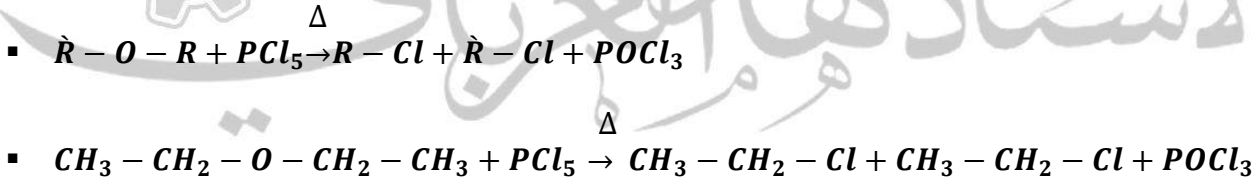


❖ تمرين 7 - 15 | كيف تميز كيميائياً بين ميثان والايثان ؟

✓ **الحل** | يتم التمييز بين الايثرات والكانات بواسطة التفاعل مع  $H_2SO_4$  المخفف الساخن حيث يتفاعل مع الايثرات ولا تتفاعل مع الالكانات



ب - التفاعل مع  $PCl_5$  تتفاعل الايثرات مع خماسي كلوريد الفسفور  $PCl_5$  لتعطي كلوريدات الالكيل  $R-Cl$

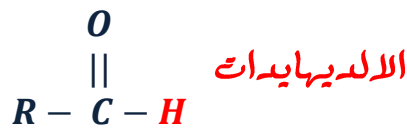
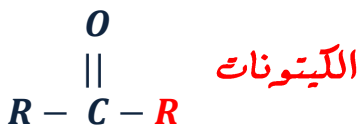


### ❖ 7 - 5 | الالديهيدات والكيونات

▪ القانون العام  $C_nH_{2n}O$

▪ المجموعة الفعالة  $\begin{array}{c} O \\ || \\ -C- \end{array}$  مجموعة كاربونيل

▪ الصيغة العامة





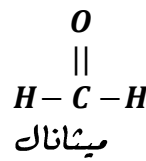
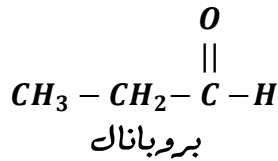
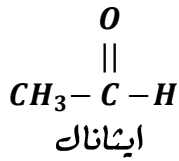


❖ تشترك الالديهيدات و الكيتونات في المجموعة الفعالة  $\begin{matrix} O \\ || \\ -C- \end{matrix}$  وعندما يرتبط كاربون الكاربونيل بـ H يكون الديهيد وعندما يرتبط بـ R يكون كيتون

❖ تسمية الالديهيدات

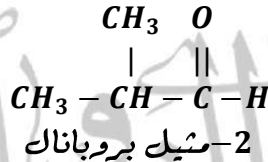
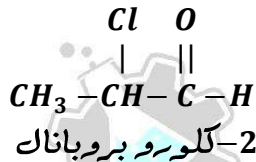
▪ نختار أطول سلسلة كاربونية ونعطيها اسم الكانال بحسب ذرات الكاربون ونرقم من الطرف القريب للمجموعة الفعالة حيث

١- اذا كان الالديهيد بدون تفرع يكون الاسم : الكانال



٢- اذا كان الالديهيد متفرع تكون التسمية

رقم و اسم التفرع حسب الابدجية + الكانال

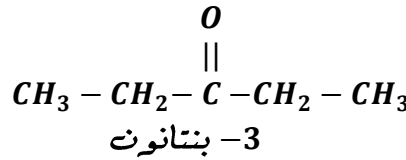
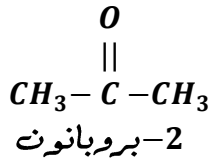


❖ تسمية الكيتونات

▪ نختار أطول سلسلة كاربونية حاوية على مجموعة الكاربونيل  $\begin{matrix} O \\ || \\ -C- \end{matrix}$  ونعطيها اسم الكانون بحسب عدد ذرات الكاربون ونرقم من الطرف القريب للمجموعة الفعالة حيث:

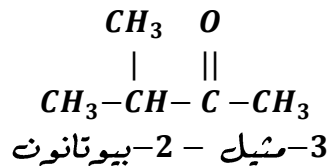
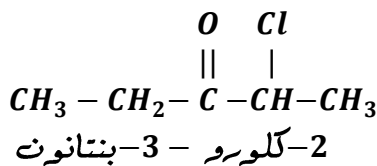
١- اذا كان الكيتون بدون تفرع تكون التسمية

رقم الكاربونيل - الكانون



٢- اذا كان الكيتون متفرع تكون التسمية :

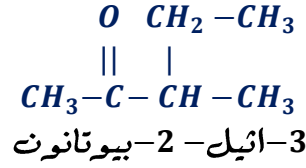
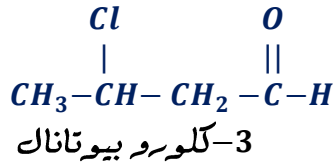
رقم و اسم التفرع حسب الابدجية - رقم الكاربونيل - الكانون





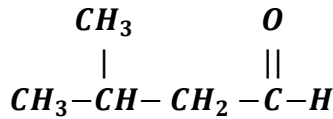
تمرين 7 - 16

١- اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي

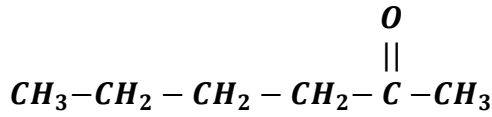


٢- ارسم الصيغة البنائية لكل ما يأتي :

أ) 3- ميثيل بيوتانال



ب) 2- هكسانون

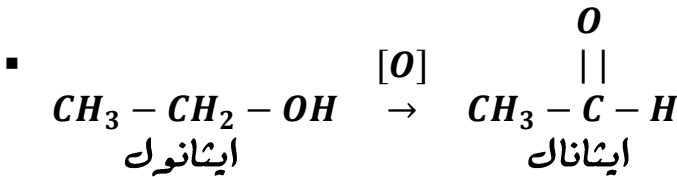
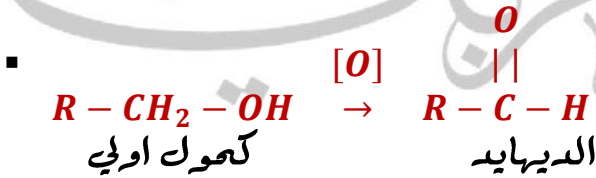


تمرير الالديهيدات و الكيتونات

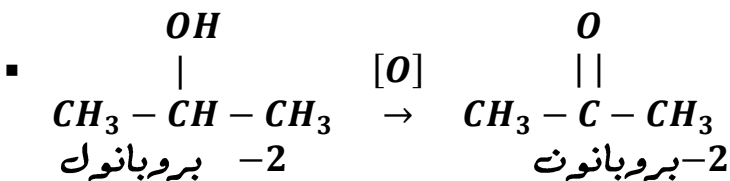
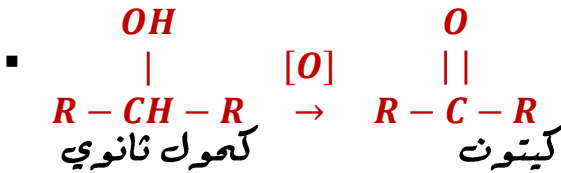
• تخفض الالديهيدات و الكيتونات من اأسدة الكحولات الالوية و الثانوية ( القابلة ) حيث :

١- تخفض الالديهيدات من اأسدة الكحولات الالوية اأسده غير تامه

بوجود  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$  او  $\text{K}_2\text{CrO}_7/\text{H}^+$



٢- تخفض الكيتونات من اأسدة الكحولات الثانوية اأسده تامه

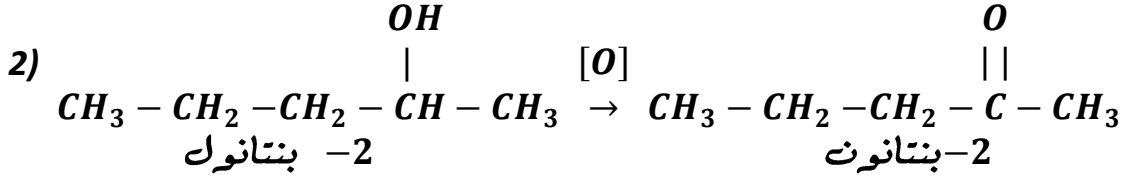
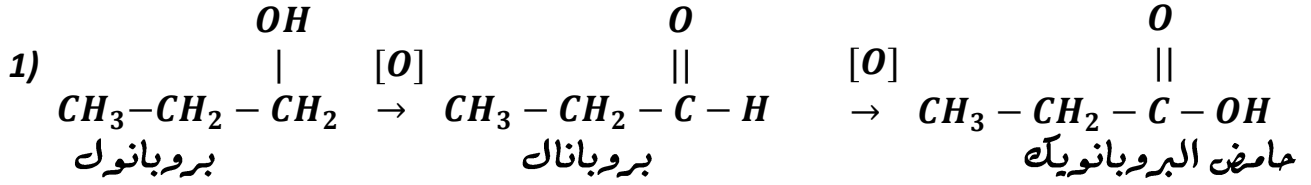




❖ مثال 7 - 7 | ما ناتج الاكسدة التامة للمركبات :

(١) -1 بروبانول

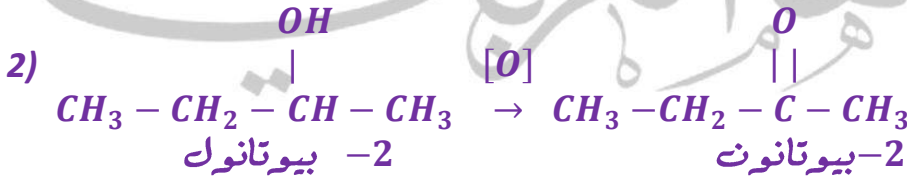
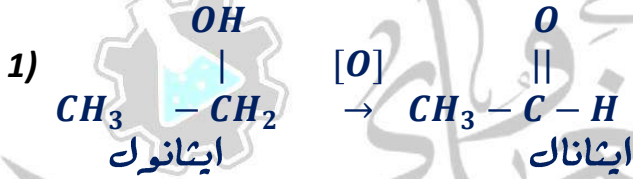
(٢) -2 بنتانول



❖ تمرين 7 - 17 | حضر كلاً من المركبات الآتية باستخدام كحول مناسب

(١) ايثانال

(٢) -2 بيوتانون



❖ خواص الالديهيدات والكيتونات

➤ أ- الخواص الفيزيائية

١- جميعها سوائل في درجة حرارة الغرفة عدا (الايثانال فهو غاز)

٢- للالديهيدات روائح غير مقبولة وللکيتونات روائح مقبولة

٣- كثافتها اقل من كثافة الماء

٤- تمتزج بالماء بسبب قطبية مجموعة الكربونيل

٥- تذوب بالذبيات العضوية كالأثير

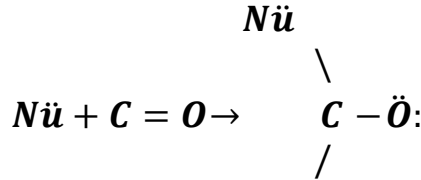
٦- درجة غليانها اعلى من الالكانات و اقل من الكحولات المقابلة لها



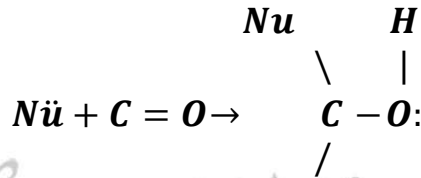


➤ ب - الخواص الكيميائية

- تفاعل الالديهيدات والكيتونات بسبب قطبية الكربونيل :
- حيث تتفاعل تفاعلات اضافة نيكولوفيلية وتكون بخطوتين
- الخطوة الاولى :- يهاجم الكربون بكاشف نيوكوليفيلي



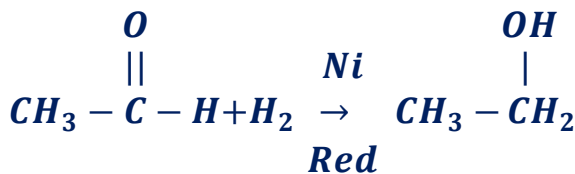
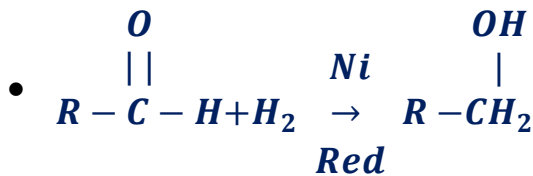
- الخطوة الثانية :- يهاجم الاوكسجين بـ  $H^+$

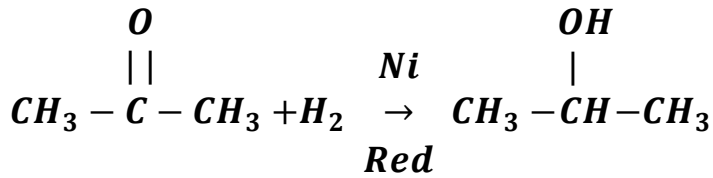
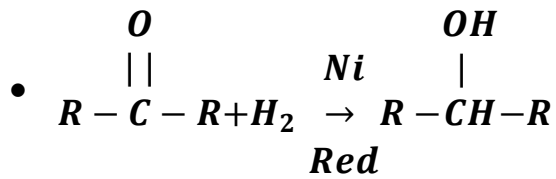


- الكاشف الالكتروليفيلي: هي كواشف باحثة عن الالكترونات وهي ذرات او جزيئات او ايونات تستطيع استيعاب زوج من الالكترونات لأنها تمتلك اوريبتال فارغ وتمثل عوامل لويس مثل ايون الكربونيوم  $R^+$  و  $H^+$
- الكاشف النيوكوليفيلي: هي كواشف باحثة عن النواة وهي ذرات او جزيئات او ايونات تستطيع هبة زوج من الالكترونات لأنها غنية بالالكترونات وتمثل قواعد لويس مثل ايون الكاربانيون  $R^-$  و  $OH^-$

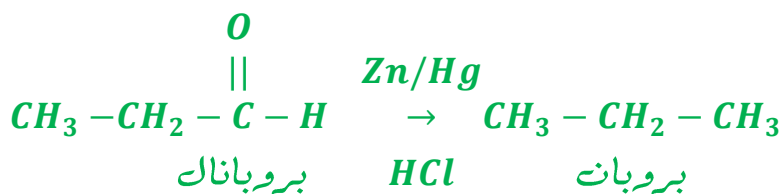
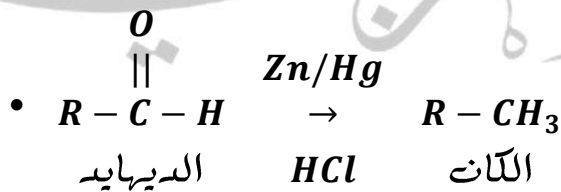
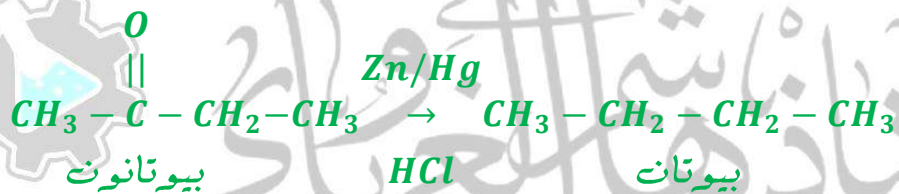
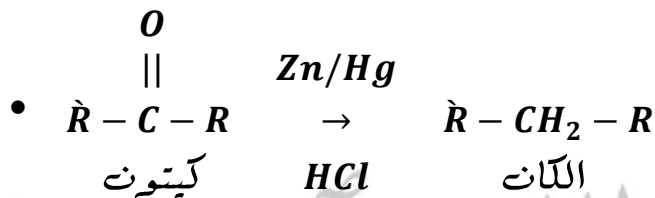
➤ ومن اهم التفاعلات

- (١) اختزال الالديهيدات الكيتونات بالهيدروجين ( عكس عملية اأكسدة الكحولات )  
( طريقة لتحضير الكحولات )





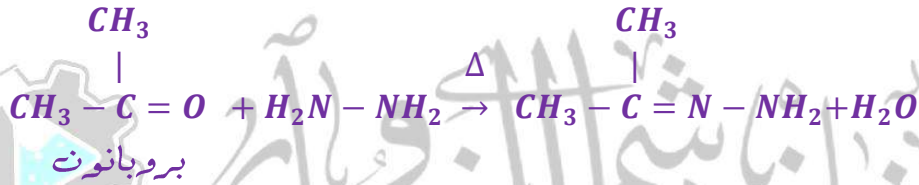
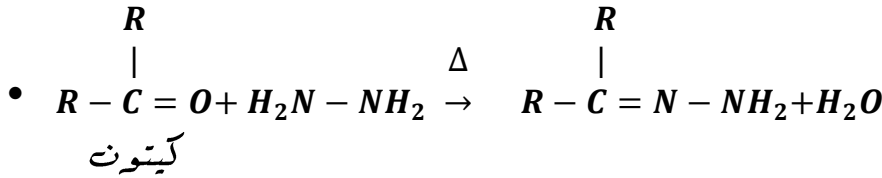
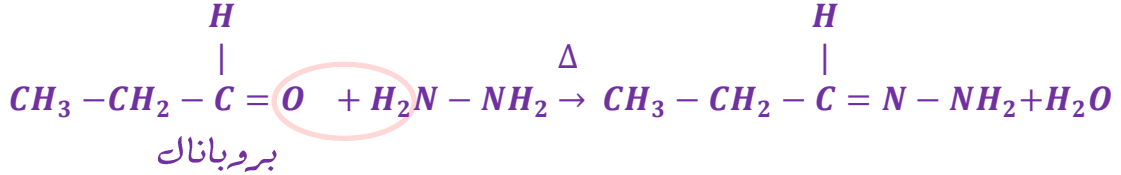
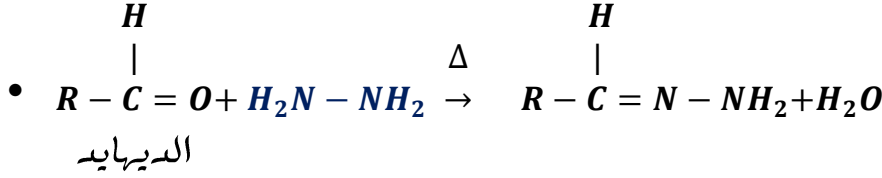
(٢) اختزالها الى الكانات :- ويتم بواسطة Zn/Hg بوجود HCl كعامل مختزل  
(طريقة تحضير الكان) (خلطة سمرية)





٣- تفاعلها مع الهيدرازين ( $NH_2 - NH_2$ )

لتعطي قواعد شيفت (الهيدرازون) ويستخدم هذا التفاعل للاستدلال عن وجود مجموعة الكربونيل

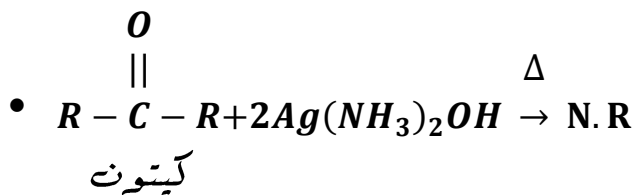
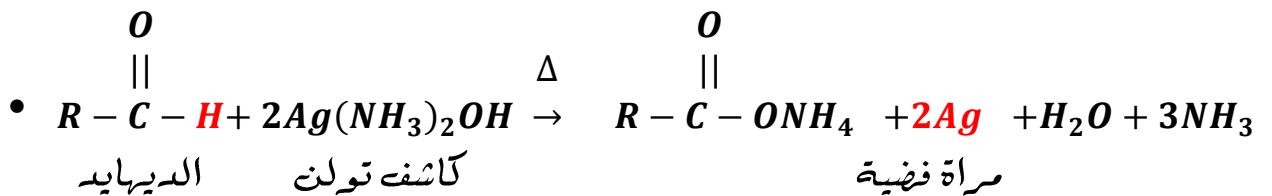


٤- الأكسدة:

نظراً لوجود ذرة  $H^+$  مرتبطة بكاربونيل الالديهيد بينما لا توجد  $H^+$  في كاربونيل الكيتون يعتبر هذا التفاعل تفاعل تمييز بين الالديهيد و الكيتون بواسطة:

أ- كاشف تولن

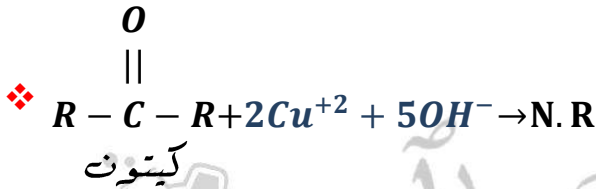
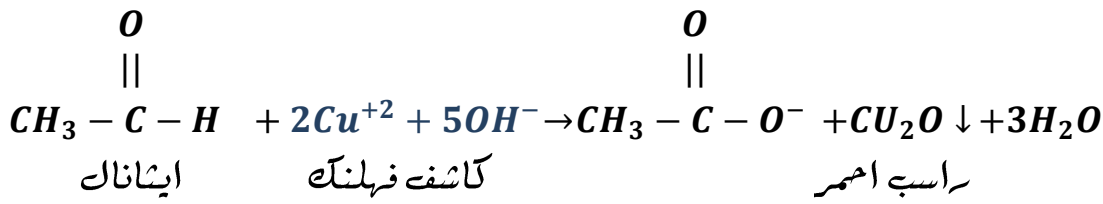
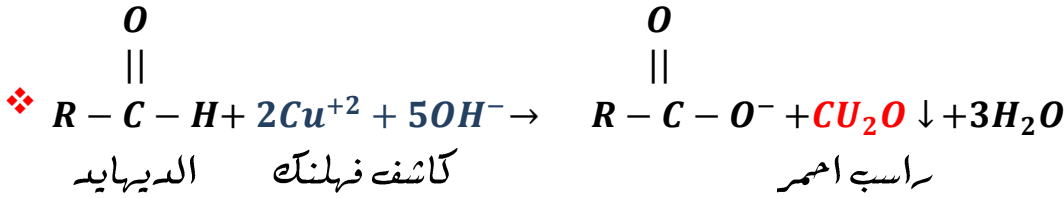
هو هيدروكسيد الفضة الامونياكي  $Ag(NH_3)_2OH$  يستخدم للكشف عن وجود الالديهيد حيث يتفاعل مع الالديهيد ويعطي مرآة فضية ولا يتفاعل مع الكيتون بسبب عدم اعتواء كاربون الكاربونيل على  $H^+$  في الكيتون



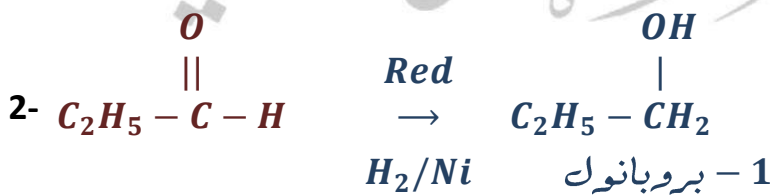
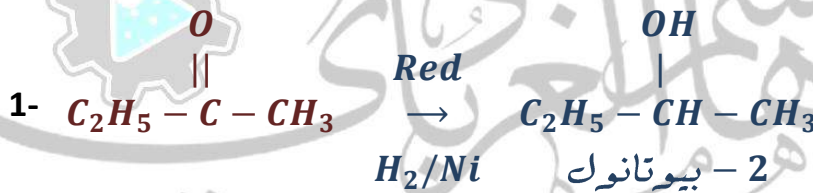


➤ ب - محلول فهلنك ( $2Cu^{+2} + 5OH^{-}$ )

هو محلول قاعدي ازرق غامق يتفاعل مع الالديهايده ليعطي رسب احمر للاوكسيد النحاس بينما لايتفاعل مع الكيتون بسبب عدم احتواء كاربون الكاربونيل على  $H^{+}$  في الكيتون



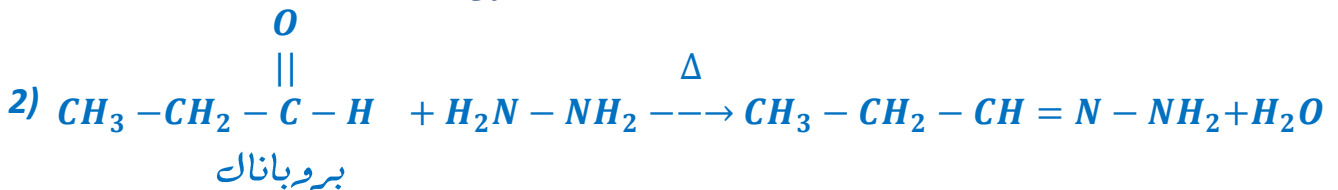
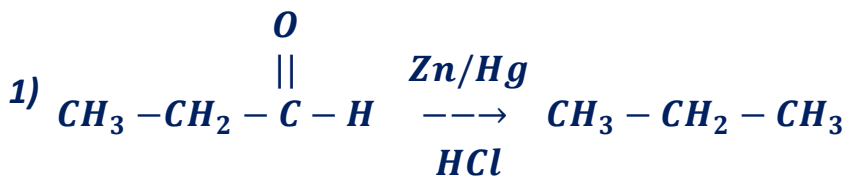
❖ تمرين 7 - 18 | اكمل المعادلتين اللتيين :



❖ تمرين 7 - 19 |

(1) حضر البروبان من البروبانك (2) اكتب تفاعل اضافة الهيدرايزين الى البروبانك

✓ الحل ||





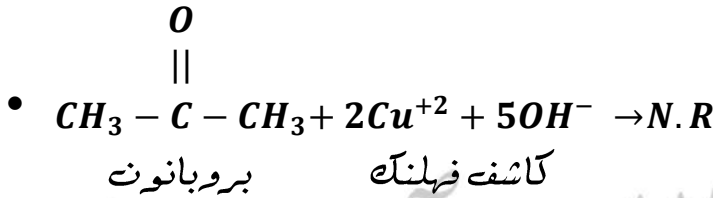
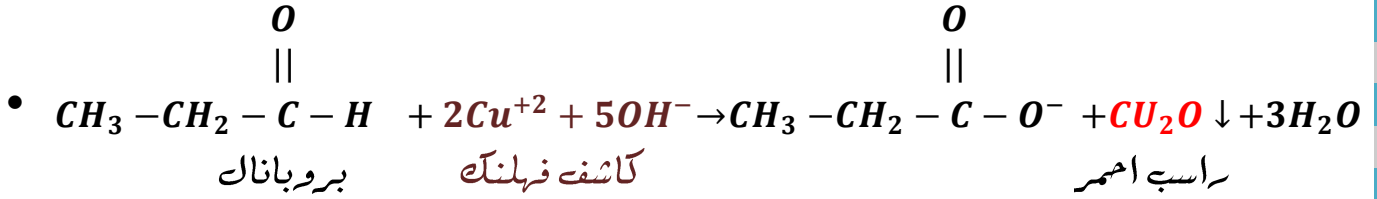
❖ تمرين 7 - 20 | كيف تميز عمليا بين مركب البروبانال والبروبانون باستخدام :

١- محلول فهلنك

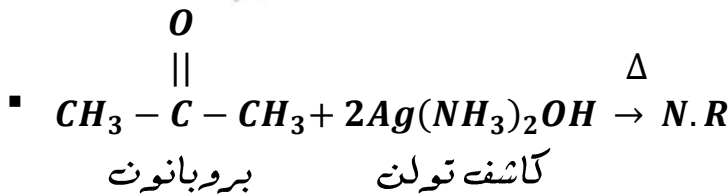
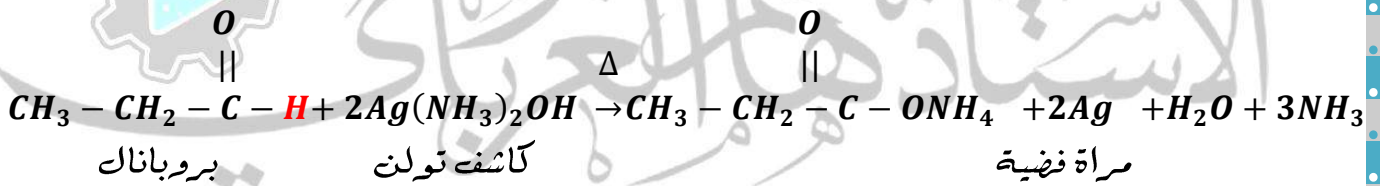
٢- كاشف تولن

✓ الحل ||

(١) يتفاعل محلول فهلنك مع الالديهيد ويعطي راسب احمر ولا يتفاعل مع الكيتون



(٢) يتفاعل كاشف تولن مع الالديهيد ليعطي مرآة فضية ولا يتفاعل مع الكيتون







❖ 7 - 6 | الحوامض الكربوكسيلية

- الصيغة العامة  $R - COOH$
- القانون العام  $C_nH_{2n}O_2$
- المجموعة الفعالة  $\begin{matrix} O \\ || \\ C - OH \end{matrix}$

ملاحظة || تحتوي الحوامض الكربوكسيلية مجموعتين فعاليتين  $\begin{matrix} O \\ || \\ -C- \end{matrix}$  ،  $OH$

➤ تسمية الحوامض الكربوكسيلية

❖ نختار أطول سلسلة كربونية حاوية على  $\begin{matrix} O \\ || \\ C - OH \end{matrix}$  ونرقم من الطرف القريب

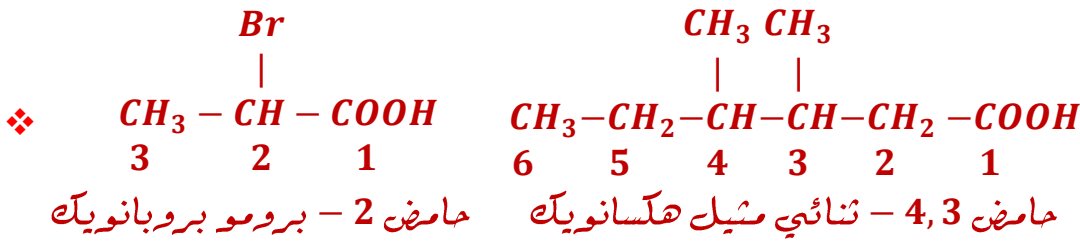
للمجموعة الفعالة ونعطي اسم الكانويك. **حسب عدد ذرات الكربون** هيـث  
 (أ) إذا كان الحامض غير متفرع تكون التسمية : **حامض الكانويك**  
 (ب) إذا كان الحامض متفرع تكون التسمية

**حامض رقم واسم التفرع حسب الابدائية الكانويك**

$CH_3COOH$   
حامض الايثانويك

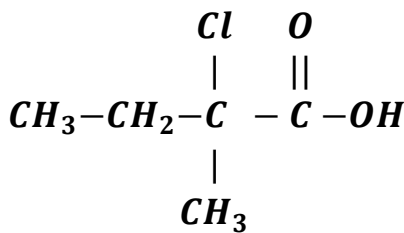
$CH_3 - CH_2 - COOH$   
حامض البروبانويك

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$   
حامض البيوتانويك



❖ تمرين 7 - 21 |

١- اكتب الاسم النظامي للمركب



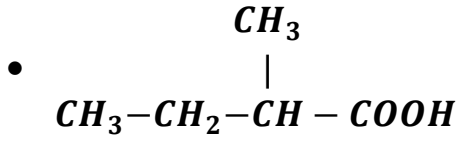
حامض 2 - كلورو - 2 - ميثيل بيوتانويك



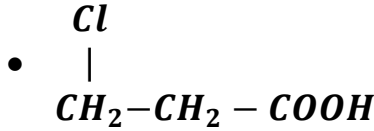


٢- اكتب الصيغة البنائية لكل من المركبات الآتية :

( أ ) حامض 2- ميثيل بيوتانويك



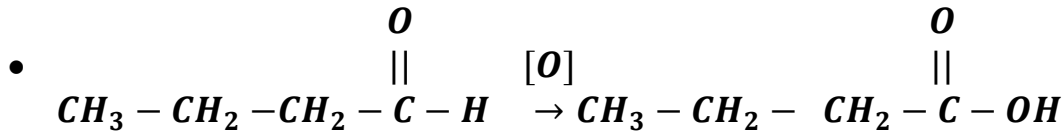
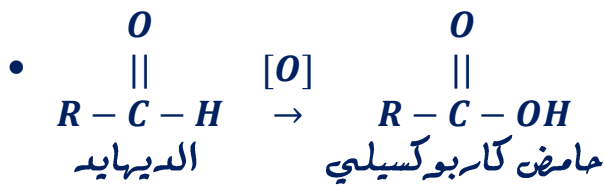
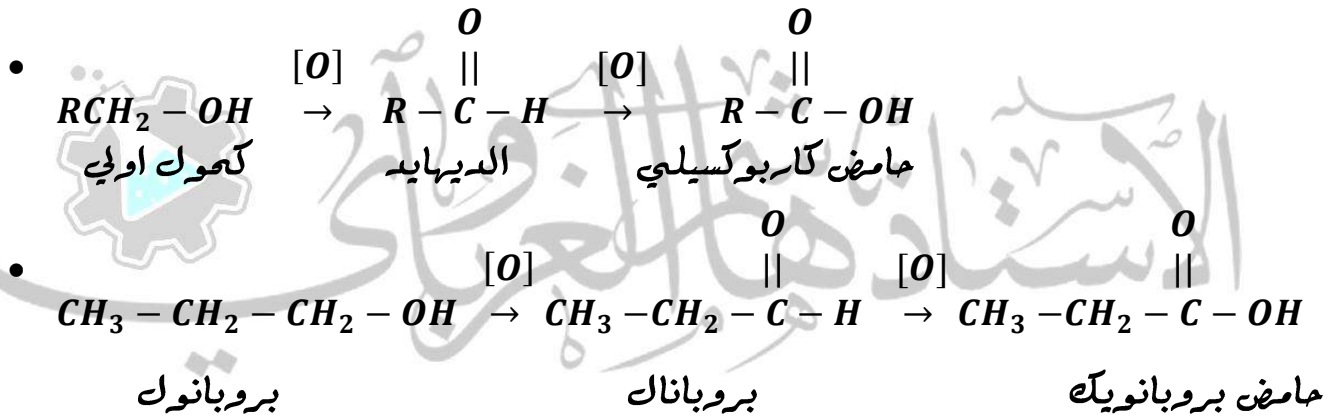
( ب ) حامض 3- كلورو بروبانويك



### ❖ تحضير الحوامض الكربوكسيلية

يتم تحضير الحوامض الكربوكسيلية من

(١) من أكسدة الكحولات أكسدة تامة ( الحامض الكربوكسيليجي بحوي نفس عدد C الكحول )



➤ **ملاحظة** | تحضير الحوامض الكربوكسيلية من أكسدة الكحولات والالديهيدات المقابلة مثلاً من ايثانول يمكن تحضير حامض الايثانويك و من أكسدة البروبانول يمكن تحضير حامض البروبانويك

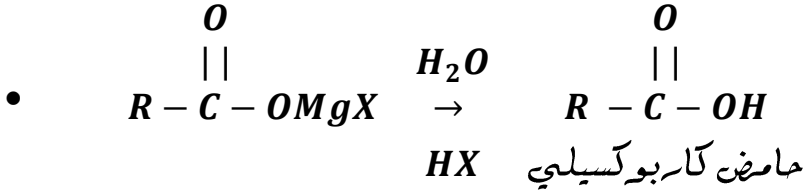




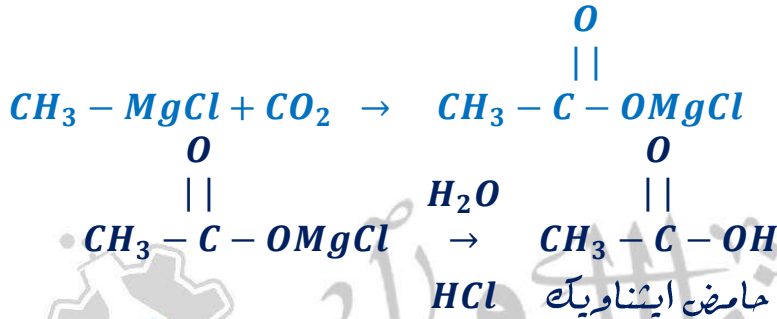
٢) من تفاعل كاشف كرينيارد مع غاز  $CO_2$  ثم التحلل في وسط مائي



❖ كاشف كرينيارد هاليد الكيل



❖ مثال  $CH_3 - Cl + Mg \rightarrow CH_3 - MgCl$

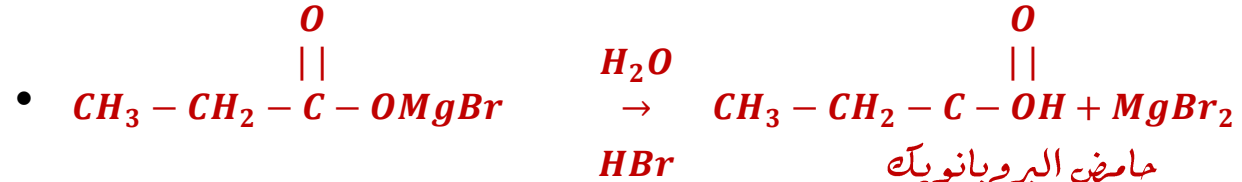
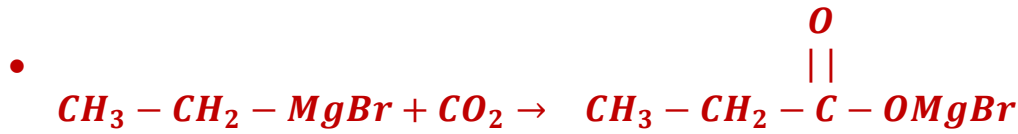


**انتبه** || هذه الطريقة اعلاه هي لتحضير حامض كاربوكسيلي بحوي ذرة كاربون اضافية عن هاليد الالكيل المستخدم مثلا هاليد الالكيل هو برومو ايثان يكون الناتج حامض البروبانويك

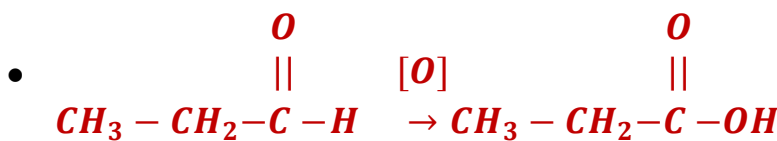
❖ تمرين 7 - 22

• حضر حامض البروبانويك من

١- بروميد الاثيل



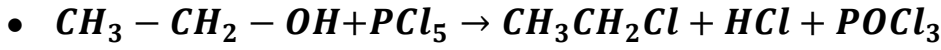
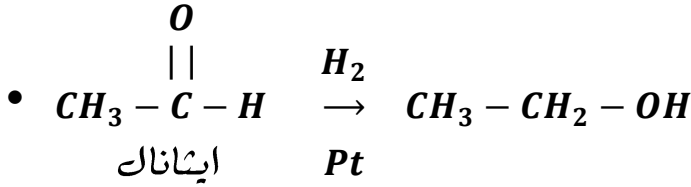
٢- البروبانك



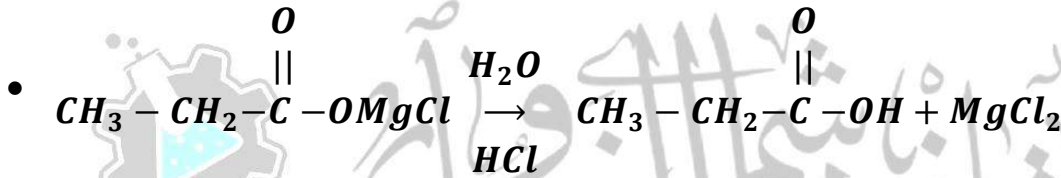
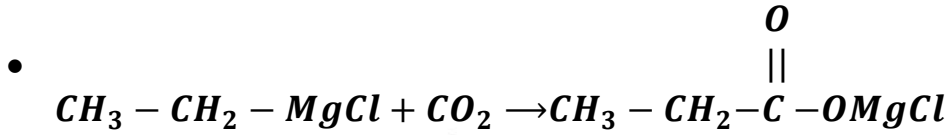
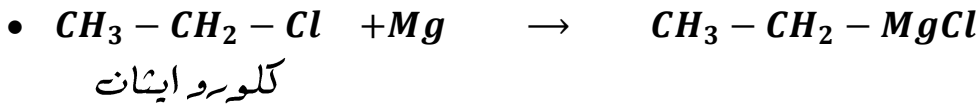


❖ مثال 7 - 8 | مبتدأ بالايثانك حمض البروبانويك

✓ الحل | | نلاحظ انه اعطى ايثانك ويطلب بروبانويك نستخدم التفاعل الذي يضيف ذرة كاربون اضافية



ايثر جاف

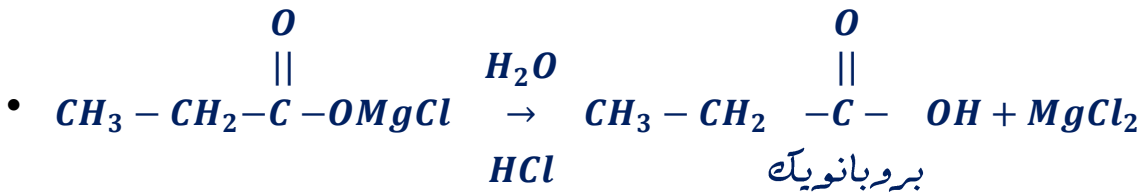
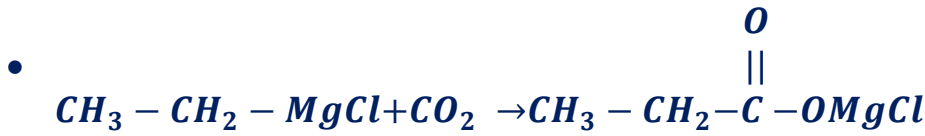


بروبانويك

❖ مثال 7 - 9 | مبتدأ بالكلوريد الايثيل حمض هامض البروبانويك

✓ الحل | | اعطى كلوريد ايثيل وطلب بروبانويك لذا نحتاج الى الطريقة التي تضيف ذرة كاربون للمركب الناتج

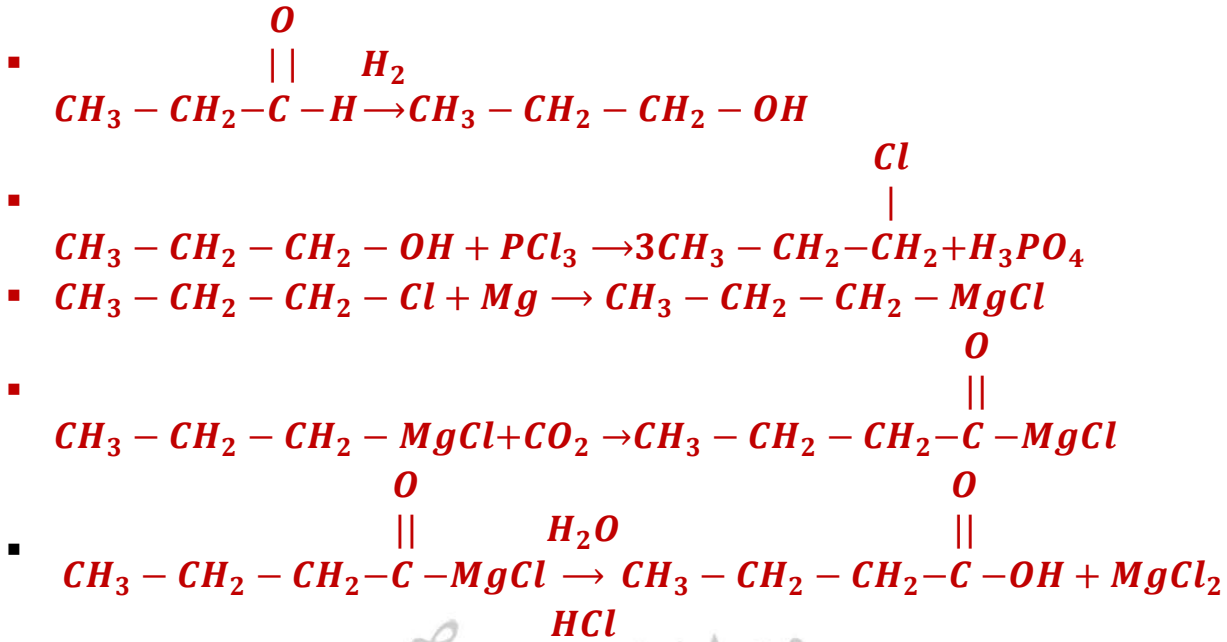
ايثر جاف





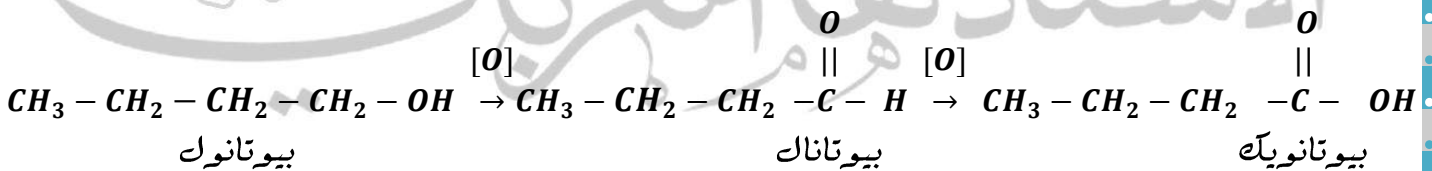
❖ تمرين 7 - 24 | مبتدأ بالبروبانك مضر حامض البيوتانويك

✓ الحل || نلاحظ ان الحامض الكاربوكسيلي محوي ذرة كاربون اضافية عن البروبانك



❖ تمرين 7 - 25 | مضر حامض البيوتانويك من كحول البيوتانول

✓ الحل || نلاحظ ان البيوتانول محوي نفس عدد ذرات الكاربون مع البيوتانويك لذلك نستخدم طريقة الاكسدة التامة للكحولات



❖ الخواص العامة للحوامض الكاربوكسيلية

➤ الخواص الفيزيائية

- ١- الحوامض الكاربوكسيلية ذات الكتل المولية الاقل من (C<sub>10</sub>) سوائك ذات رائحة حاده وغير مقبولة
- ٢- الحوامض الكاربوكسيلية ذات الكتل المولية الصغيرة جيدة الذوبان بالماء اما الاكبر فتقل قابلية ذوبانها
- ٣- تزداد درجة غليانها بزيادة الكتلة المولية وهي اعلى درجة من الكحولات المقابلة لها

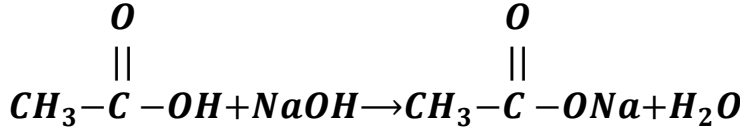
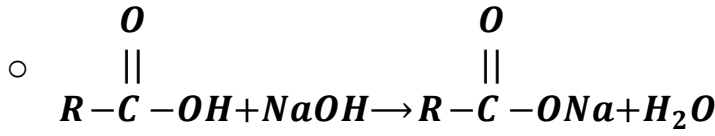
بسبب قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية بين مجموعة OH و C -



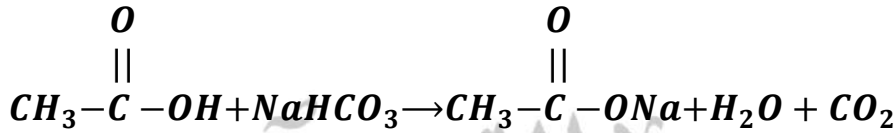
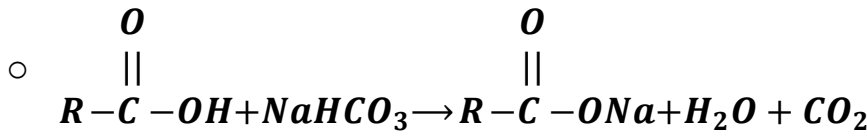


➤ **ب الخواص الكيميائية**

١- تتفاعل الحوامض الكربوكسيلية مع القواعد لتعطي ملح وماء

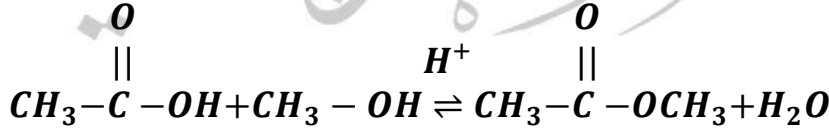
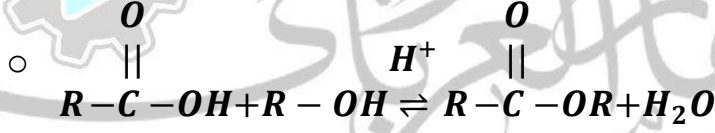


٢- تتفاعل الحوامض الكربوكسيلية مع الكربونات و البيكربونات لتعطي ملح وماء و  $\text{CO}_2$

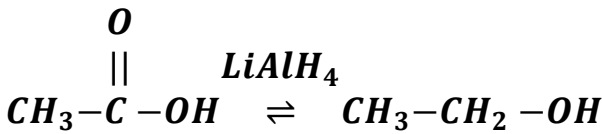
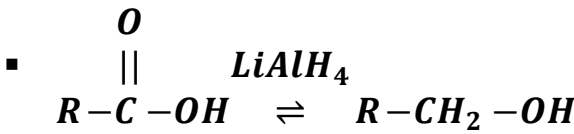


٣- تتفاعل الحوامض الكربوكسيلية مع الكحولات لتعطي الاسترات

(طريقة لتحضير الاسترات) بوجود  $\text{HCl}$  او  $\text{H}_2\text{SO}_4$

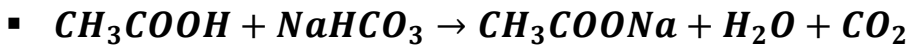


٤- اختزال الحوامض الكربوكسيلية الى كحولات الالولية بوجود  $\text{LiAlH}_4$



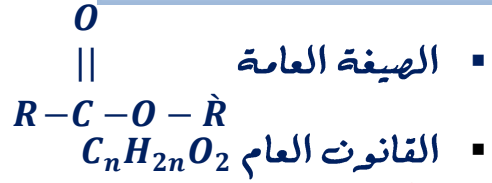
❖ **تمرين 7 - 23** | اكتب معادلة تفاعل حامض الخليك مع بيكربونات الصوديوم  $\text{NaHCO}_3$

✓ الحل ||





## 7 - 7 | الاسترات



➤ هي مركبات عضوية مشتقة من الحوامض الكربوكسيلية

❖ تسمية الاسترات :

١- نختار اطول سلسلة كربونية حاوية على  $\begin{array}{c} O \\ || \\ -C- \end{array}$  ونرقم من الطرف القريب للتفرع بحيث

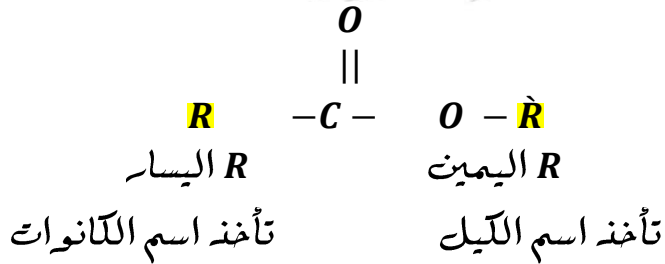
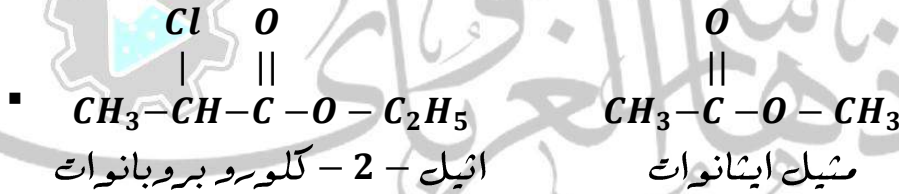
تأخذ  $\begin{array}{c} O \\ || \\ -C- \end{array}$  رقم واحد

٢- أ- اذا كان الاستر غير متفرع تكون التسمية :

**الكيل + اللانوات**

ب- اذا كان الاستر متفرع تكون التسمية

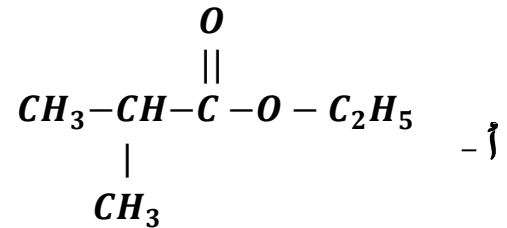
**الكيل - رقم واسم التفرع حسب الابدائية - اللانوات**



ملاحظة | في الاسترات

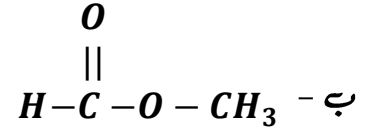
❖ تمرين 7 - 26 |

١- اكتب الاسم النظامي لكك مما يأتي

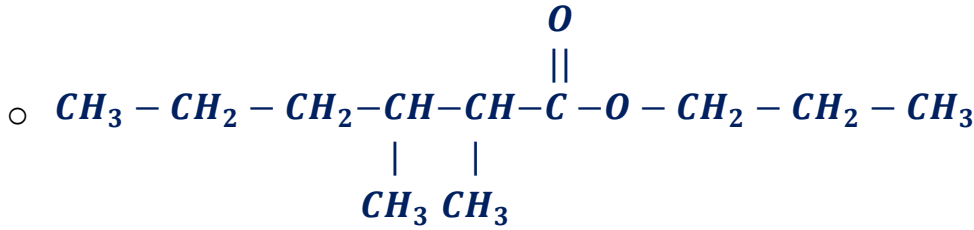


ايثيل - 2 - ميثيل بروبانوات



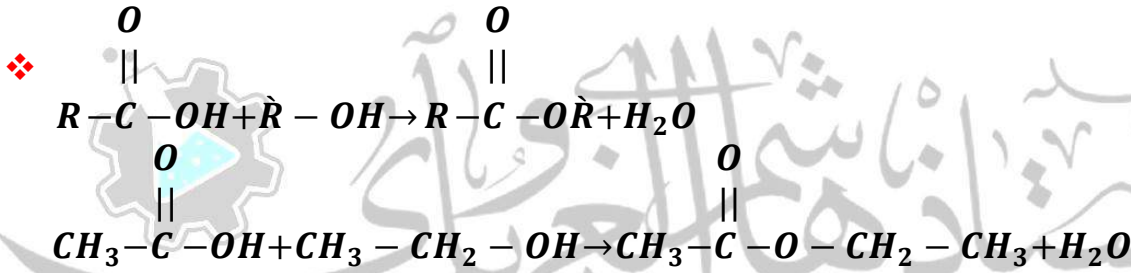


٢- ارسم الصيغة البنائية للمركب الاتي  
بروبيل - 3, 2 - ثنائي ميثيل هكسانوات

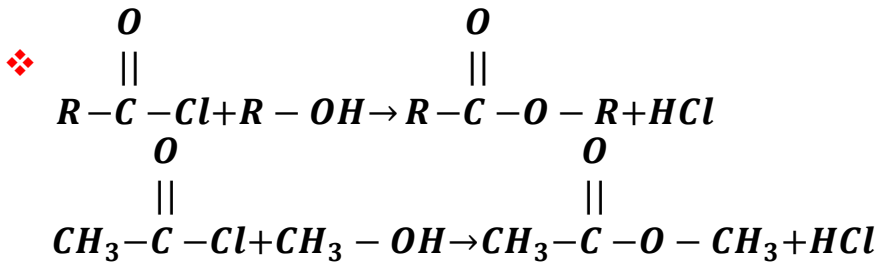


➤ تحضير الاسترات

١- تحضير الاسترات من تفاعل الحامض الكربوكسيلي مع الكحولات



٢- تحضير من تفاعل كلوريد الحامض الكربوكسيلي مع الكحولات



❖ **ملاحظة** || في تحضير الاسترات من الطريقتين اعلاه يكون :

- $R'$  اليمين (الالكيل) قادم من الكحول
- $R$  اليسار الكانوات قادم من الحامض الكربوكسيلي

❖ **انتبه** | في تحضير الاسترات عندما يعطى مبتدأ (بمركب)

فحول هذا المركب الى حامض كربوكسيلي



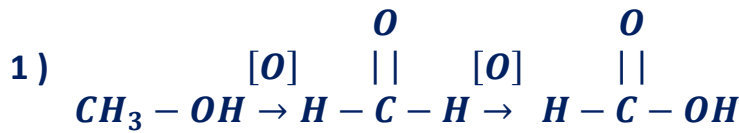




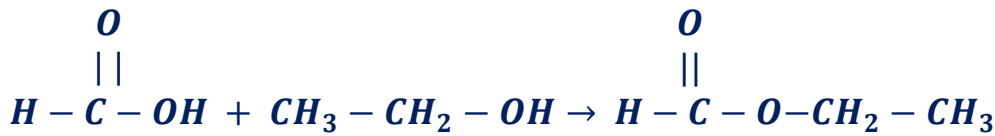
❖ تمرين 7 - 27 |

- ١- مبتدأ بالميثانوك حمض ائيل ميثانوات  
٢- مبتدأ بالايثانوك حمض مئيل بروبانوات  
٣- مبتدأ بكلوريد الاستيل حمض ائيل ايثانوات

✓ الحل ||



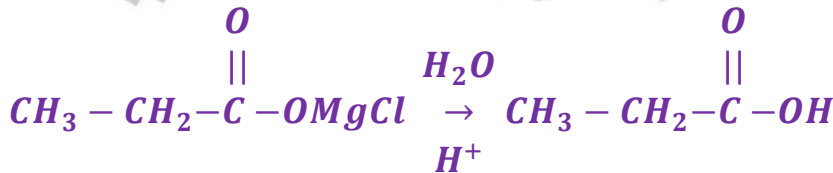
ميثانوك                  ميثانك                  ميثانويك



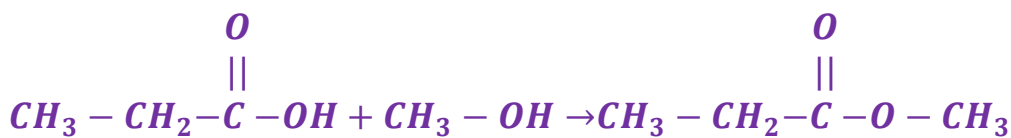
ميثانويك                  ايثانوك                  ائيل ميثانوات



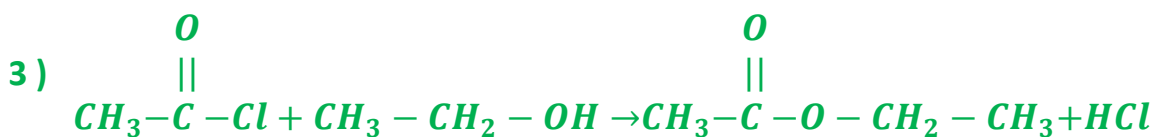
ايثانوك



حامض بروبانويك



مئيل بروبانوات







7 - 8 | الامينات

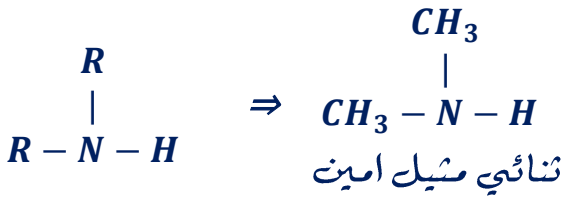
- هي مشتقات للامونيا  $NH_3$  حيث تحل مجموعة الكيل واحدة بدك ذرة هيدروجين او اكثر في الامونيا

➤ تقسم الامينات الى

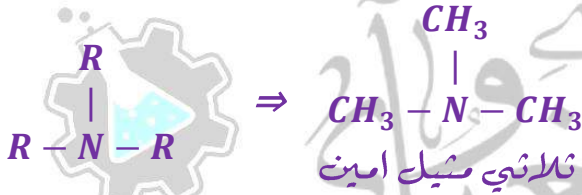
١- امين اولي



٢- امين ثانوي



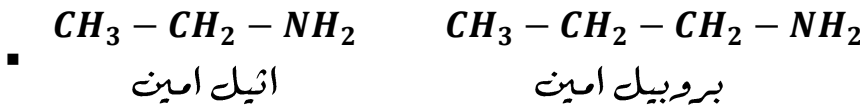
٣- امين ثالثي



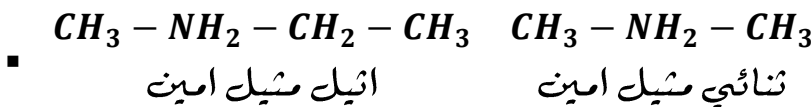
❖ تسمية الامينات

➤ أ- الطريقة الشائعة (التجارية)

- ١- اذا كانت مجموعة الامين  $NH_2$  مرتبطة بمجموعة الكيل **واحد تكون التسمية الكيل + امين**



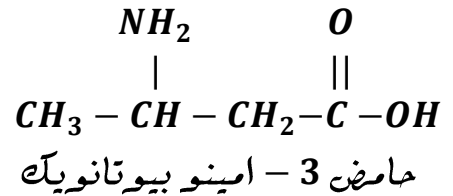
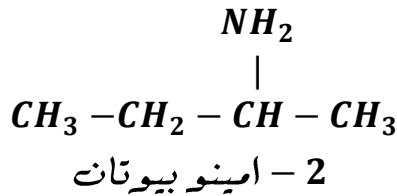
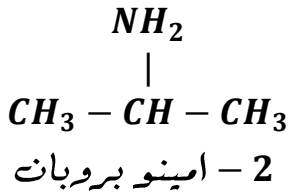
- ٢- اذا كانت مجموعة الامين  $NH_2$  مرتبطة بأكثر من مجموعة الكيل **تكون التسمية الالكيل حسب الابدئية + امين**





➤ ب - الطريقة النظامية

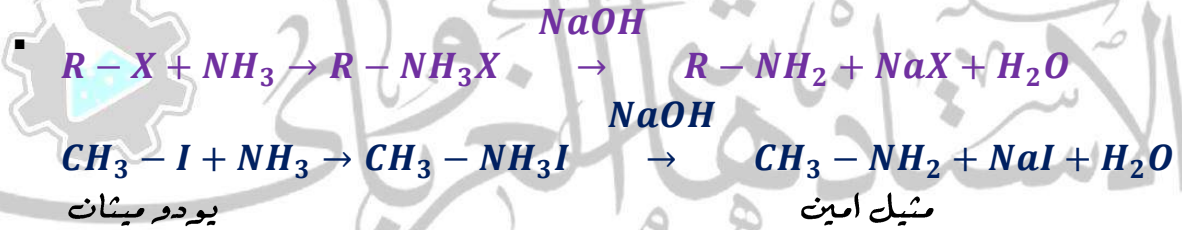
نسمي حسب الطريقة النظامية اذا كانت مجموعة الامين هي التفرعة حيث نسمي المركب الاساس حسب اسمه كما درسناه ونعامل  $NH_2$  على انه تفرع اعتيادي وتأخذ اسم (امينو  $NH_2$ ) و نرقم من الطرف القريب للامينو  $NH_2$



➤ تحضير الامينات

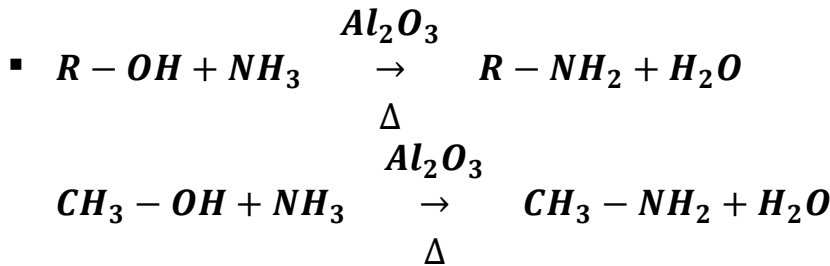
▪ الامينات هي مشتقات الامونيا لذلك تكون الامونيا عنصر اساس في تحضيرها ويمكن تحضير الامينات من

١- تفاعل الامونيا مع هاليد الالكيل ثم تمرير المحلول على  $NaOH$



❖ وتعتبر هذه الطريقة غير ناجحة محتمبياً لان الناتج عبارة عن مزيج من عدة امينات اولية وثانوية وثالثية يصعب فصلها عن بعضها

٢- تفاعل الامونيا مع الكحولات بوجود الالومينا الساخنة



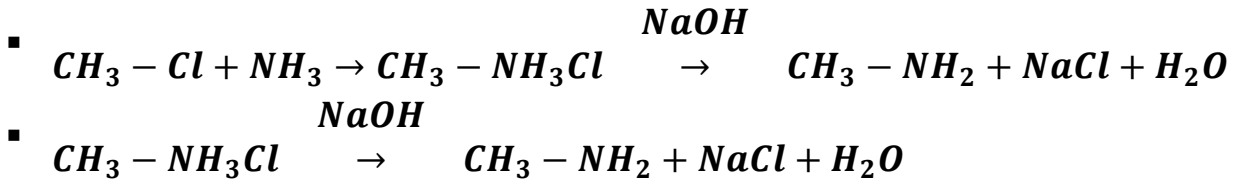
❖ وفي هذا التفاعل يفضل استخدام كميات كبيرة من الامونيا(علل) لأن المحلول الناتج يكون عبارة عن مزيج من امينا اولية وثانوية وثالثية وعند استخدام كميات كبيرة من الامونيا يكون الناتج امين اولي





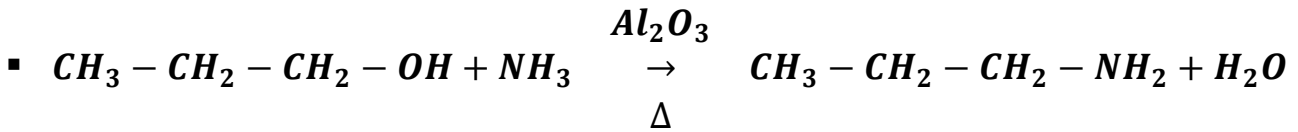
❖ تمرين 7 - 29 | مضر ائيل امين من هاليد الكيل مناسب

❖ الحل | |



❖ تمرين 7 - 30 | مضر برويل امين باستخدام كحول مناسب

❖ الحل | |



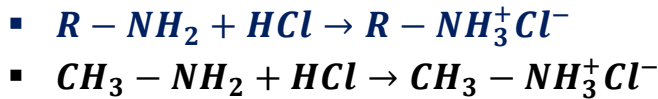
❖ الخواص العامة للامينات

➤ أ - الخواص الفيزيائية

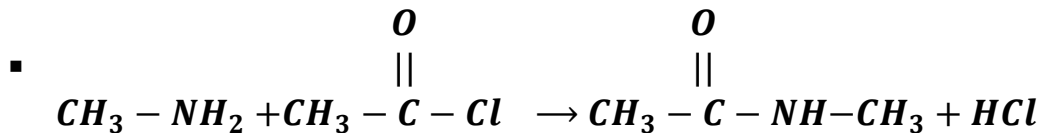
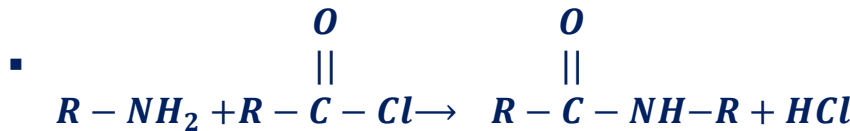
- ١- تمتلك الامينات ذات الكتل المولية الواطئة رائحة مشابهة للامونيا
- ٢- تكون غازات او سوائل في درجة حرارة الغرفة
- ٣- تكون درجة غليانها عالية بسبب قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية بينية
- ٤- قابلة للذوبان في الماء بسبب قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء
- ٥- تذوب في بعض المذيبات العضوية مثل الايثر و البنزين

➤ ب - الخواص الكيميائية

- ١- تعتبر الامينات قواعد بسبب وجود المزدوج الالكتروني غير المشترك لذرة النتروجين والذي يمكن ان يكون اواصر جديدة مع عوامل لويس



- ٢- تتفاعل الامينات مع كلوريد الحامض الكاربوكسيلي لتكوين الاميدات





## حل اسئلة الفصل السابع

سؤال 7-1 | نظم جدولاً يتضمن المعلومات الآتية حول كل من المركبات المبينة في أدناه ومنها العائلة التي ينتمي إليها المركب اسم المركب المجموعة الوظيفية.

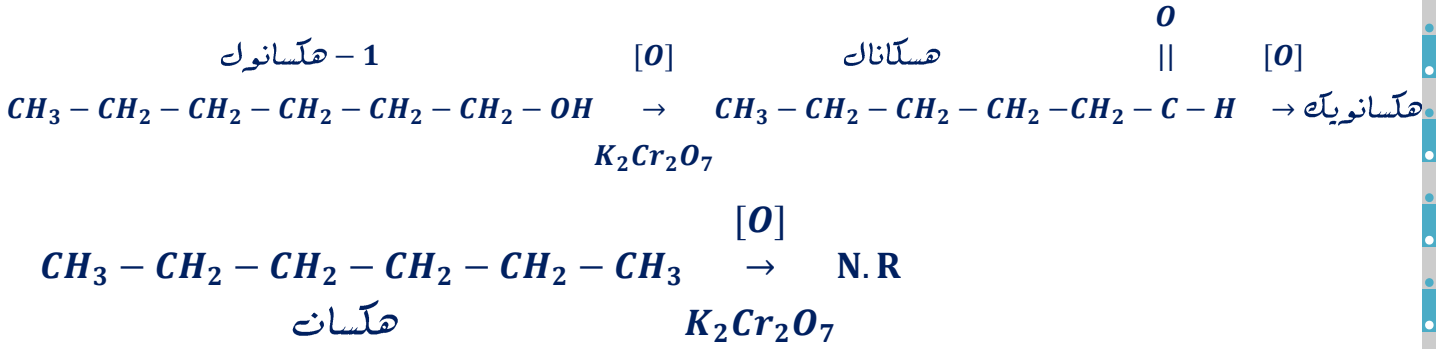
المجموعة الوظيفية	اسم المركب	العائلة	المركب
الاصرة المزدوجة	ايتين	الكين	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$
الاصرة الثلاثية	ايتاين	الكاين	$\text{CH} \equiv \text{CH}$
$\text{C} - \text{O} - \text{C}$	ميثوكسي ميثان	اثير	$\text{CH}_3\text{OCH}_3$
$-\text{OH}$	الايتانول	كحول	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
$\text{C} - \text{Cl}$	كلورو ايتان	هاليد الكيل	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Cl}$
لا توجد	ايتان	الكان	$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ - \text{C} - \text{O} \end{array}$	ميثل ايتانوات	استر	$\text{CH}_3 - \begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{C} \end{array} - \text{O} - \text{CH}_3$
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ - \text{C} - \text{H} \end{array}$	ايتانك اسيتالديهيد	الديهيد	$\text{CH}_3 - \begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{C} \end{array} - \text{H}$
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ - \text{C} - \end{array}$	بروبانون 2- استيون	كيتون	$\text{CH}_3 - \begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{C} \end{array} - \text{CH}_3$
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ - \text{C} - \text{O H} \end{array}$	حامض الايتانويك حامض الخليك	حامض كاربوكسيل	$\text{CH}_3 - \begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{C} \end{array} - \text{O H}$
$-\text{NH}_2$	ايلك امين	امين	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$





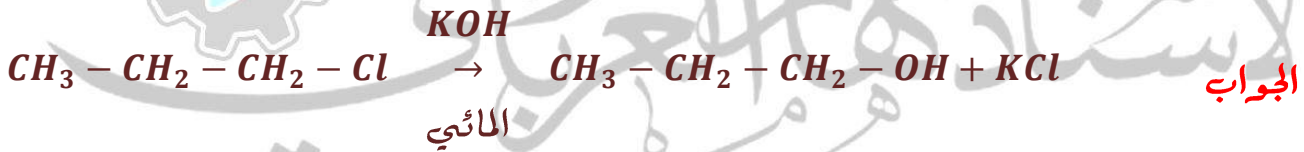
سؤال 7 - 2 | انبوتنا اختبار محتويان على سائلين غير ملونين في احد هما 1- هكسانول وفي الاخرى هكسان كيف تميز بين السائلين ؟

الجواب | 1- هكسانول (كحول) والهكسان (الكات) وللتميز بينهما بطريقة الاكسدة وبوجود عوامل مؤكسدة مثل  $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$  حيث يتأكسد 1- هكسانول يعطي الديهايد ثم الحامض الكاربوكسيلي المقابل اما الهكسان لا يتأكسد

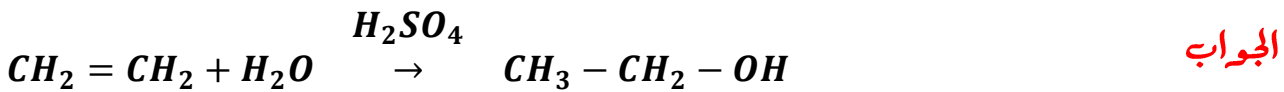


سؤال 7 - 3 | اكتب المعادلات الكيميائية التي تمثل تحضير المركبات الآتية من المادة الاولية المذكورة واي مواد اخرى مناسبة .

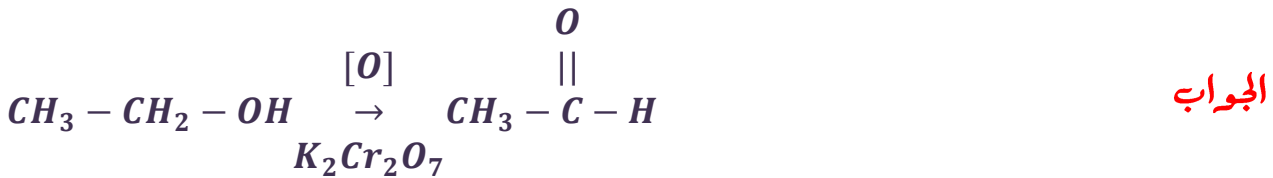
أ) 1- بروبانول من 1- كلورو بروبان



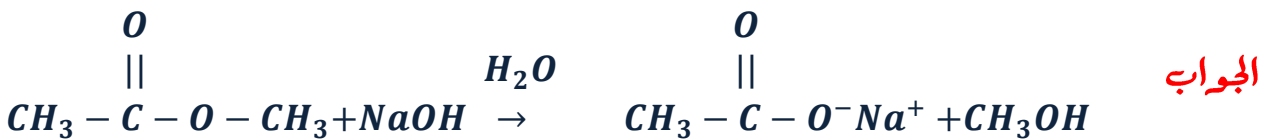
ب) الايثانول من الايثين



ج) الايثانك من الايثانول :



د) ايثانوات الصوديوم من ميثيل ايثانوات

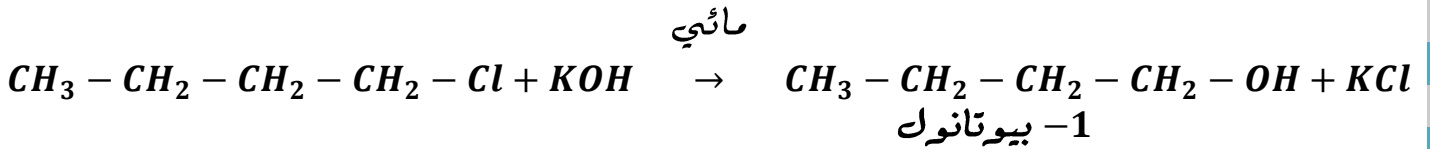
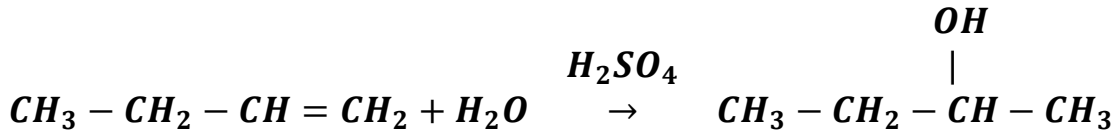




سؤال 7 - 4 | يتوافر في المختبر كل من المركبين 1- كلورو بيوتان و 1-بيوتين ايهما تختار لتحضير 1-بيوتانول

الحل ||

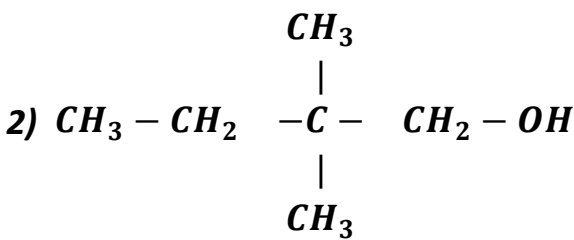
المركب 1- بيوتين (الكين) ممكن يتحول الى كحول باضافة الماء بوسط حامضي حسب قاعدة ماركوفنيكوف يتكون 2- بيوتانول اما عند تفاعل 1- كلورو بيوتان مع  $KOH$  المائي يتكون 1- بيوتانول وهو المطلوب



سؤال 7 - 5 | اعط اسماء المركبات التالية على وفق نظام ايوباك



حامض البنتانويك



2 و 2 ثنائي ميثيل 1- بيوتانول



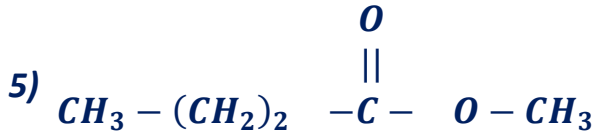
1- برومو بنتان



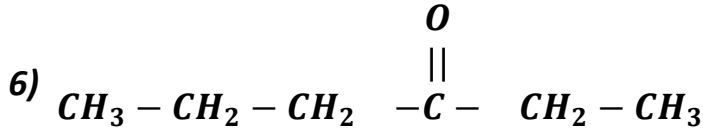
1- امينو بيوتان



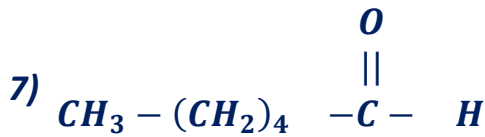




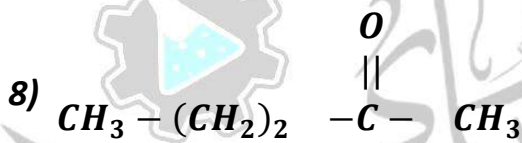
ميثيل بيوتانوات



3- هكسانون



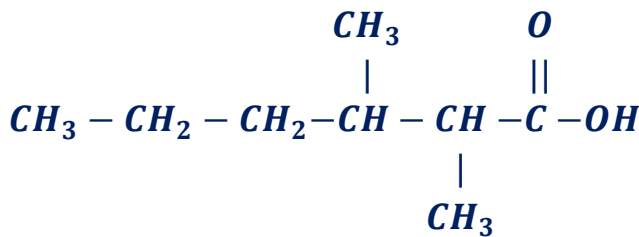
هكسانال



2- بنتانون

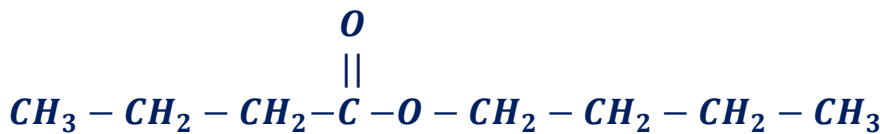
سؤال 6 - 7 | ما الصيغة البنائية للمركبات العضوية الآتية

(١) حامض 2, 3- ثنائي ميثيل الهكسانويك



الجواب

(٢) بيوتيل بيوتانوات

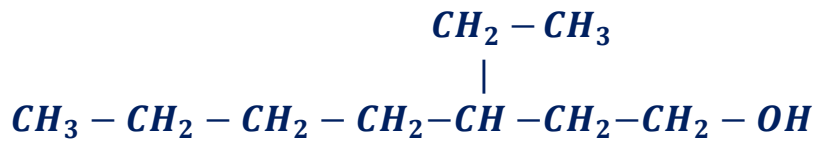


الجواب



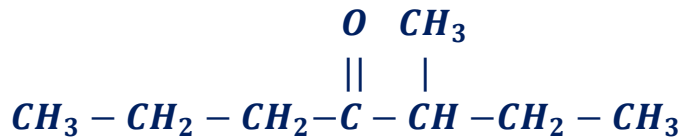


٣) 3-اثيرل هبتانول



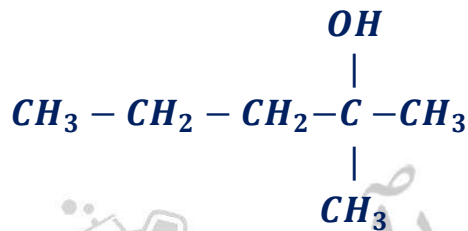
الجواب

٤) 3-مئيل 4-هبتانول



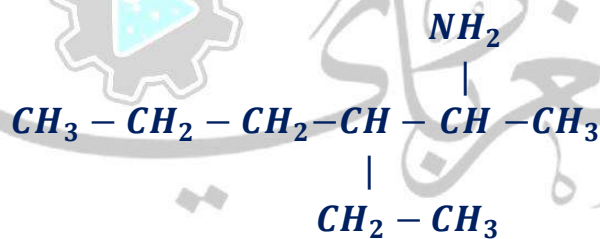
الجواب

٥) 2-مئيل 2-بنتانول



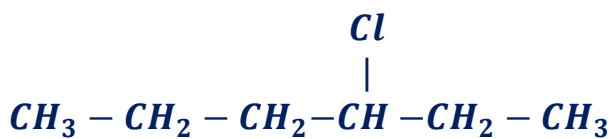
الجواب

٦) 3-اثيرل 2-امينو هكسان



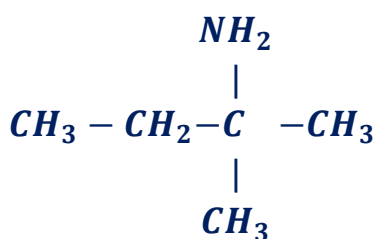
الجواب

٧) 3-كلورو هكسان



الجواب

٨) 2-امينو 2-مئيل بيوتان



الجواب

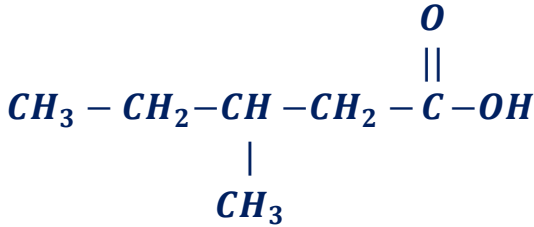




٩) ثنائي بيوتيل اثير



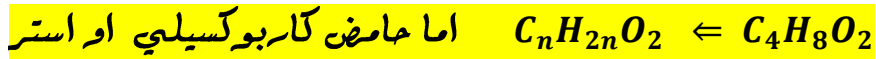
١٠) حامض 3- ميثيل بنتانويك



الجواب

سؤال 7 - 7 | اكتب بعض الصيغ البنائية المحتملة لكك من المركبات الاتية مع تبيان المجموعة الوظيفية فيها واكتب اسمائها حسب نظام ايوباك

الحل ||

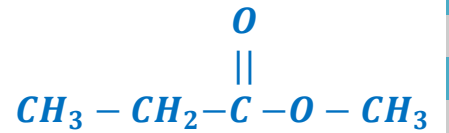


اسماء الالسترات

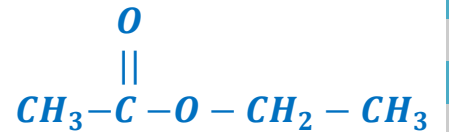
المجموعة الوظيفية للالستر

$$\begin{array}{c} O \\ || \\ -C - \end{array}$$

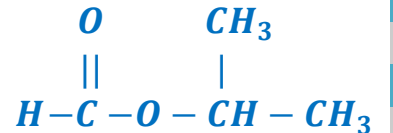
ميثيل بروبانوات



اثيل ايثانوات

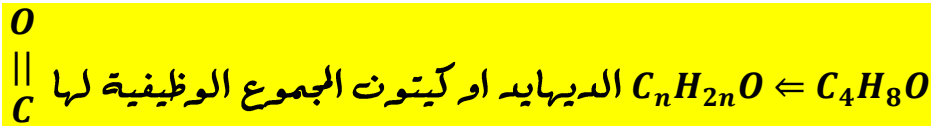
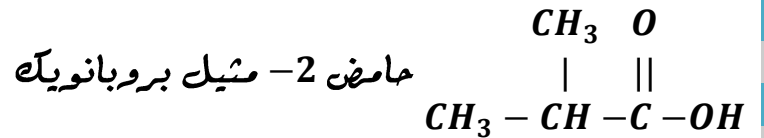
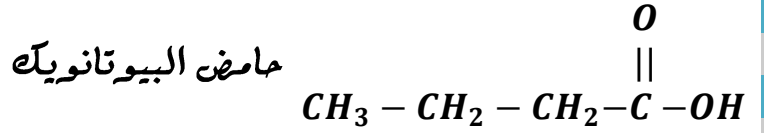
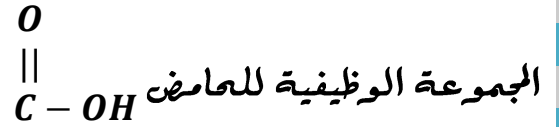


بروبيك ميثانوات

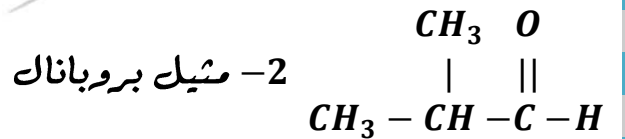
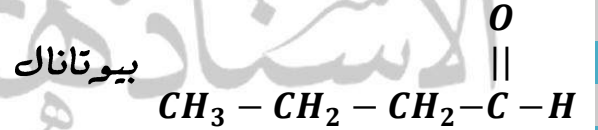




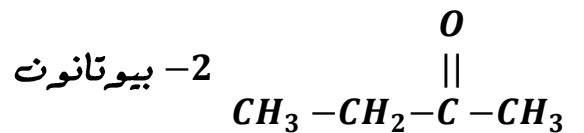
اسماء الحوامض الكربوكسيلية



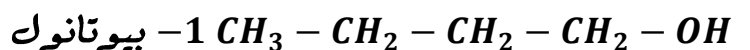
اسماء الديهيدات



اسماء الكيتون

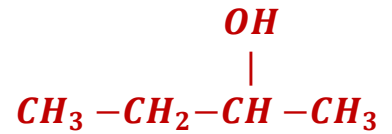


اسماء الكحولات

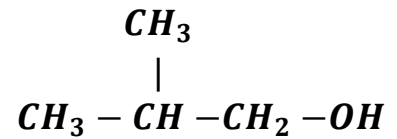




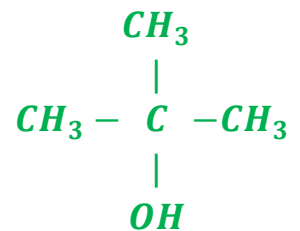
2- بيوتانول



2- ميثيل - 1- بروبانول



2- ميثيل - 2- بروبانول



اسماء الايثرات

ميثوكسي بروبان  $CH_3 - O - CH_2 - CH_2 - CH_3$

ايثوكسي ايثان  $CH_3 - CH_2 - O - CH_2 - CH_3$

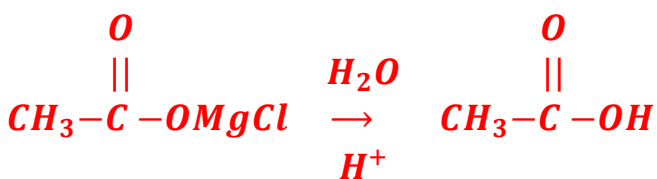
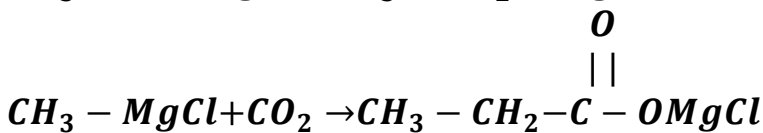
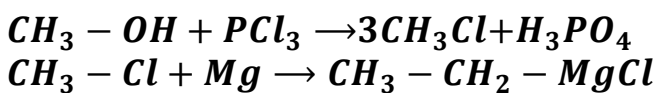
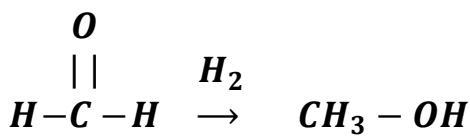
2- ميثوكسي بروبان



سؤال 7 - 8 | اكتب المعادلات الكيميائية التي تعبر عن التفاعلات الآتية

(1) مبتدئاً بالميثانك حمض حامض الايثانويك

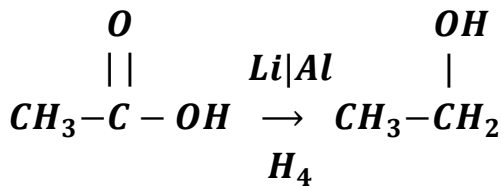
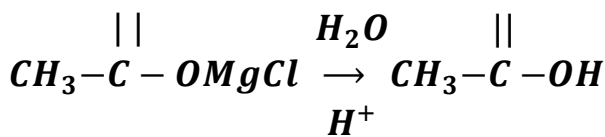
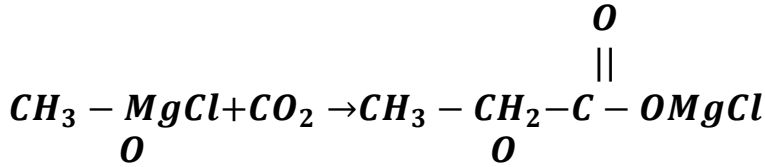
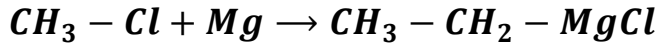
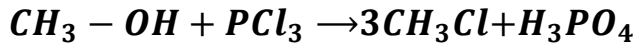
الحل | نحول الميثانك الى ميثانول ثم الى كلوريد ميثان ثم الى كاشف كرينيارد ثم مفاعلة مع  $CO_2$  ثم التعلك المائي ليتحول الى حامض الايثانويك





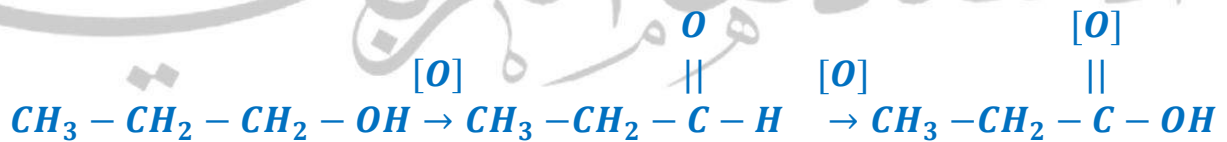
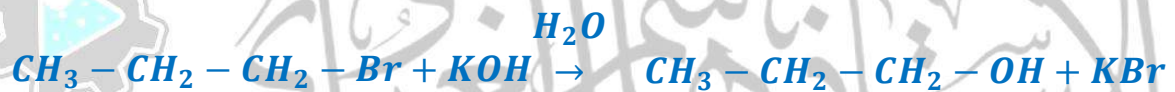
٢) مبتدئاً بالميثانوك حمض الايثانوك

الحل ||



٣) مبتدئاً ببروموبروبان حمض حامض البروبانويك

الحل ||



**سؤال 7 - 9** | مركب عضوي قانونه العام  $C_nH_{2n+2}O$  كتلته المولية  $60 g/mol$  لا يتسجيب لكاشف لوكاس ولكنه يتأكسد تماماً اكتب الصيغة الجزيئية و التركيبية للمركب ثم اذكر التفاعل مع تسمية النواتج وكتابة القانون العام والجموعة الفعالة لكل ناتج .

الحل ||

$$M = C_nH_{2n+2}O$$

$$60 = 12n + 1(2n) + 2 + 16$$

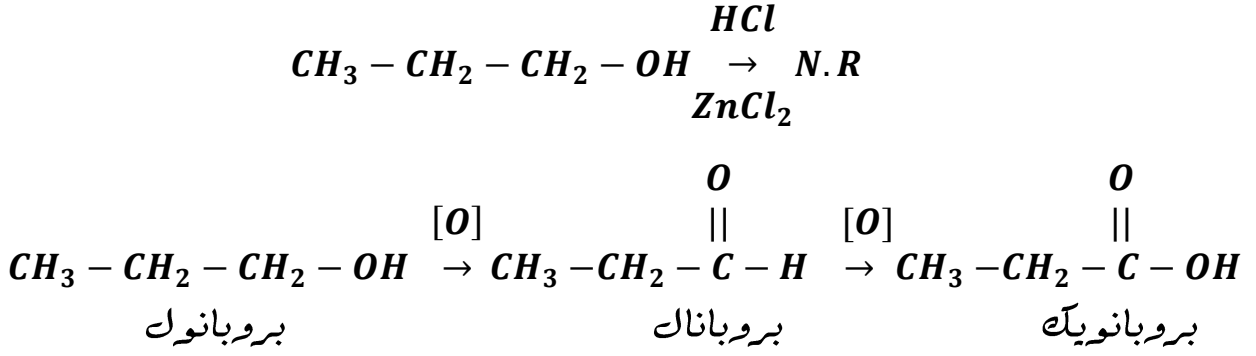
$$14n + 18 = 60$$

$$14n = 60 - 18$$

$$14n = 42 \Rightarrow n = \frac{42}{14} \Rightarrow n = 3$$

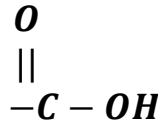
اذا الصيغة الجزيئية للمركب هي  $C_3H_8O$  كحول اولي لانه لا يستجيب لكاشف لوكاس ولكنه يتأكسد ليعطي الديهايد ثم حمض كربوكسيلي





الناتج الاول هو الديهايد قانونها العام هو  $C_nH_{2n}O$  المجموعة الفعالة  $\overset{O}{\parallel} -C -$  كاربونيل

الناتج الثاني هو حامض كاربوكسيلي قانونها العام  $C_nH_{2n}O_2$  المجموعة الفعالة



**سؤال 7 - 10 | اختر الاجابة الصحيحة مما يأتي :**

١- عند تسخين الايثانول  $CH_3 - CH_2OH$  مع حامض الكبريتيك المركز ينتج المركب العضوي

الجواب |  $CH_2 = CH_2$

٢- المركب الناتج من أكسدة المركب 2- بروبانول باستخدام  $K_2Cr_2O_7$  في وسط حامضي هو

الجواب | بروبانون

٣- عند اختزال البروبانال بواسطة  $H_2$  بوجود  $Ni$  فن المركب الناتج :

الجواب | 1- بروبانول

٤- الغاز الناتج من تفاعل الصوديوم مع كحول الايثانول :

الجواب |  $H_2$

٥- عند اضافة ملح الزئبق و الخارصين الى الايثانك بوجود  $HCl$

الجواب | الكان

٦- الغاز الناتج من تفاعل حامض الايثانويك مع كاربونات الصوديوم الهيدروجينية هو :

الجواب |  $CO_2$

٧- يستخدم كاشف لو كاس ( اللامائي  $HCl/ZnCl_2$  ) للتمييز بين :

الجواب | الكحولات الاولى والثانية والثالثة





٨- عدد الصيغ البنائية المحتملة للمركب  $C_3H_6Br_2$  هو :

الجواب | (4)

٩- يمكن ان تتكون اواصر هيدروجينية ضمنية بين المادة الاتية :

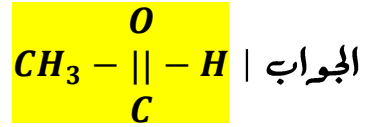
الجواب | بروبانال

١٠- تتكون مرآة فضية نتيجة مفاعلة محلول هيدروكسيد الفضة الامونياكي

$Ag(NH_3)_2OH$  لاجد المركبات الاتية :

الجواب | الدهرايد

١١- اي من المركبات الاتية تتفاعل مع محلول فهلنك :

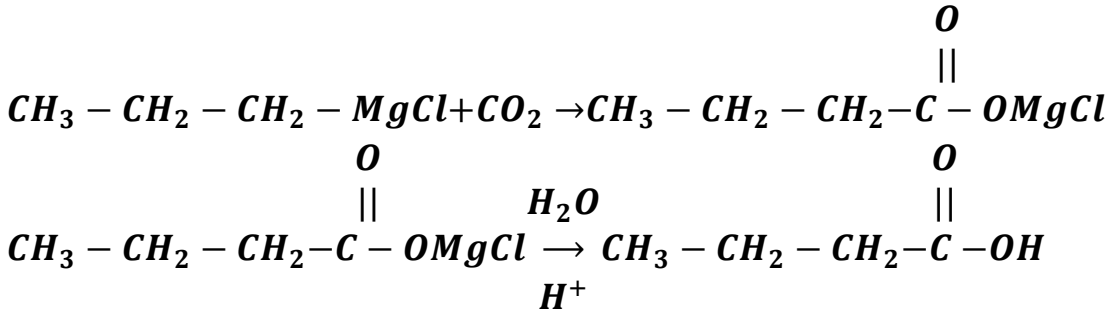
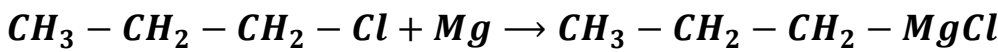


١٢- نوع من التفاعل الذي يحول البربانون الى 2- يسمى تفاعل :

الجواب | اختزال

**سؤال 7 - 11** | اكتب ممثلاً بالمعادلات تحضير حامض بيوتانويك باستخدام كاشف كرينيارد وهاليد الكليل مناسب

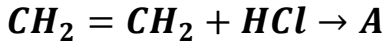
**الحل** | نأخذ هاليد الالكيل اقل من الحامض بذرة كاربون واحدة حيث يتم تحضير الكاشف وبعدها كربنة الكاشف ليزداد عدد ذرات الكاربون بمقدار واحد وهو المطلوب لتحضير الحامض البيوتانويك



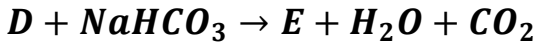




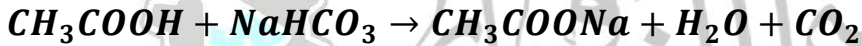
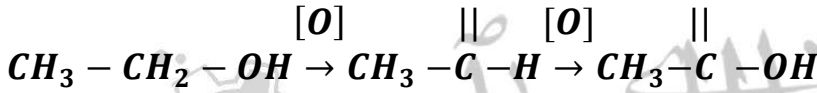
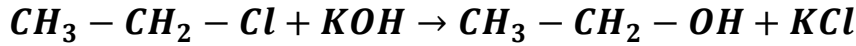
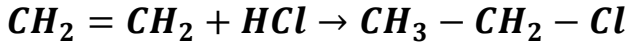
سؤال 7 - 12 فيما يلي سلسلة من التفاعلات التي تبدأ بالانلين  $CH_2 = CH_2$  اكتب الصيغ البنائية لكل من النواتج العضوية بدءاً من A الى E :



مائي



الحل

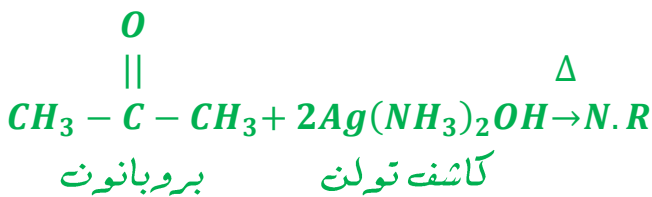
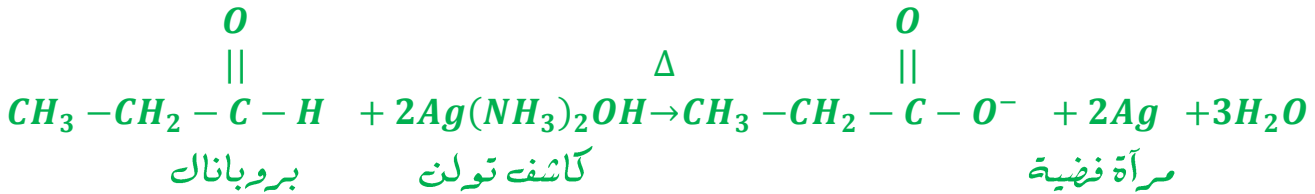


سؤال 7 - 13 | كيف تميز مختبرياً بين كل زوج من المركبات الآتية

الحل |

(١) بروبانال وبربانون

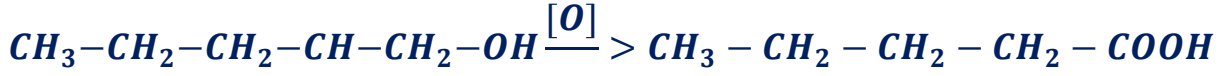
الحل | يتفاعل كاشف تولن مع الالدهيد بهيد يعطي مرآة فضية ولا يتفاعل مع الكيتون





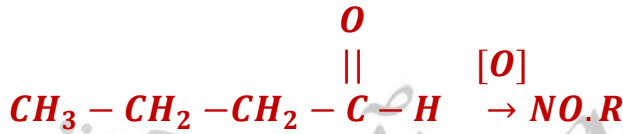
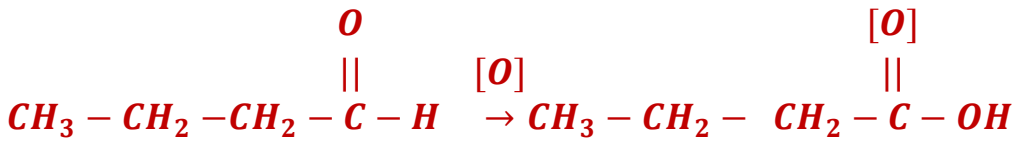
٢) 1- بنتانول وبنتان

**الحل** | 1- بنتانول كحول والكحوليات تتأكسد الى الديهايد ثم الى حامض كاربوكسيلي اما البنتان هو الكان غير لا يتأكسد



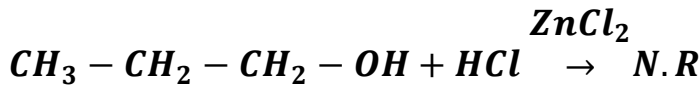
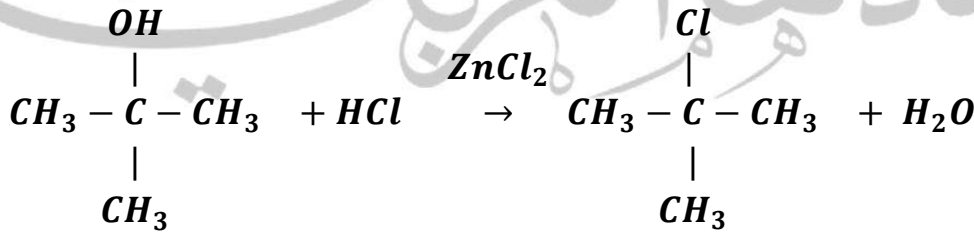
٣) بيوتانك وحامض البيوتانويك

**الحل** | البيوتانك الديهايد يمكن أكسدته الى حامض البيوتانويك اما الحامض فلا يمكن أكسدته



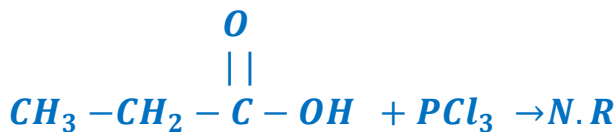
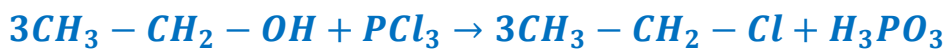
٤) 2- ميثيل - 2- بروبانول و 1- بروبانول

**الحل** | ان 2- ميثيل بروبانول هو كحول ثالثي يتفاعل مع كاشف لوكاس اما 1- بروبانول فهو كحول اولي لا يتفاعل مع كاشف لوكاس في الظروف الاعتيادية



٥) الايثانول و حامض الايثانويك

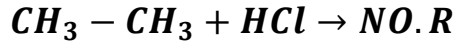
**الحل** | الايثانول كحول ممكن باضافة  $PCl_3$  وبوجود البروبين يتحول الى هاليد الالكيل اما حامض الايثانويك لا يمكن تحويله





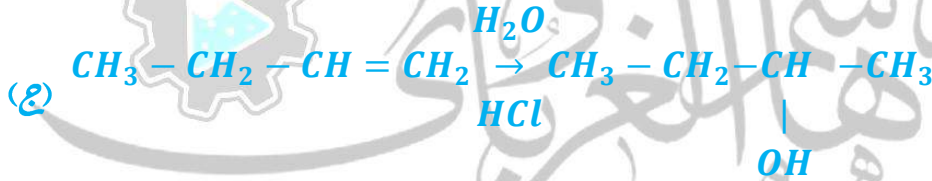
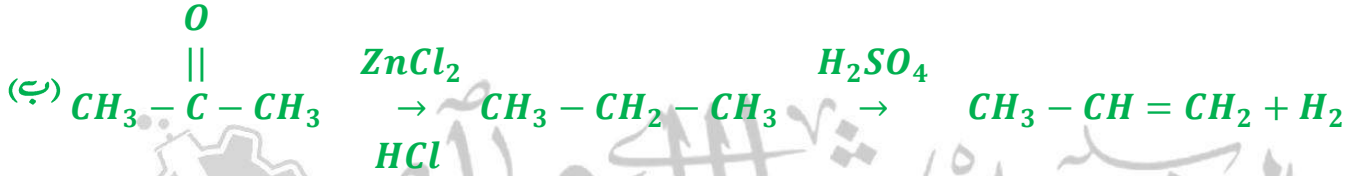
٦ اثيل امين و الايثان

الحل | اثيل امين من القواعد تتفاعل مع الحوامض لتعطي ملح الامين بينما الايثان لا يتفاعل مع الحوامض والقواعد



سؤال 7 - 14 | وضع بمعادلات كيميائية كيفية تحدث التحويلات الآتية :

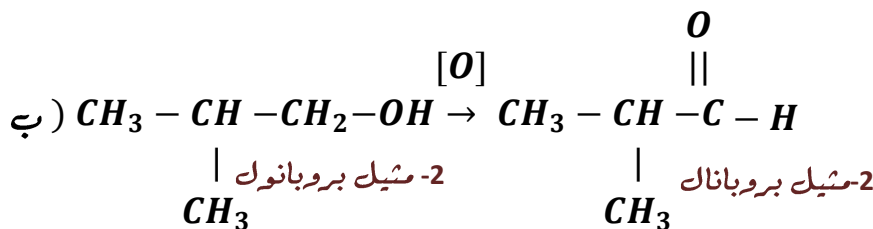
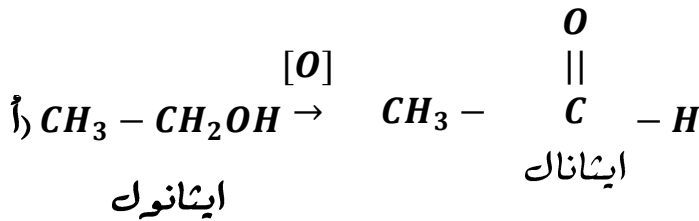
الحل |

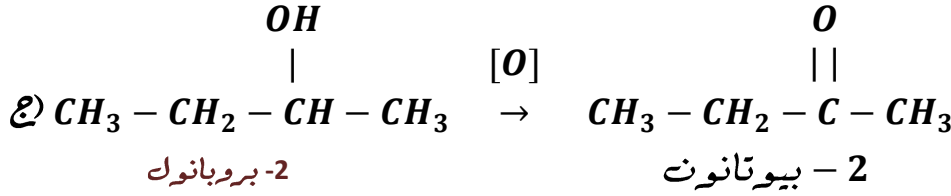


سؤال 7 - 15 اكتب الاسم والهيئة البنائية للكحول الذي يتأكسد ليعطي

أ) ايثانك ب) 2-مثيل بروبانك ج) 2-بيوتانول

الحل |





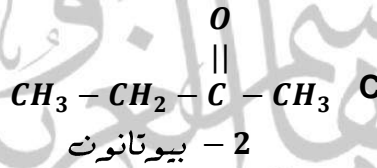
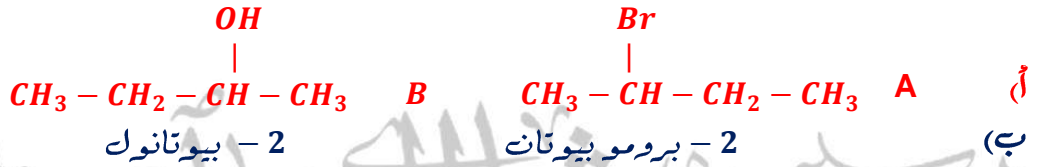
سؤال 7 - 16 | ادرس مخطط التفاعل الاتي واجب عن الاسئلة التي تليه :-



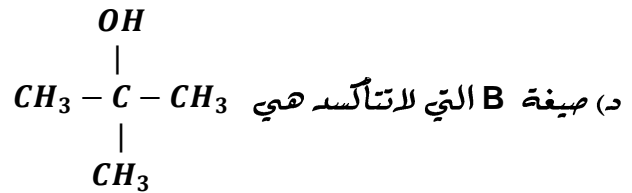
أ) الصيغ البنائية لكل من : C و B و A (ب) اعط اسماء كل من : A و B و C

ج) ايهما اعلى درجة غليان C ام B ولماذا (د) اكتب صيغ بنائية اخر للمركب B لايئاكسد بواسطة  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

|| الحل ||



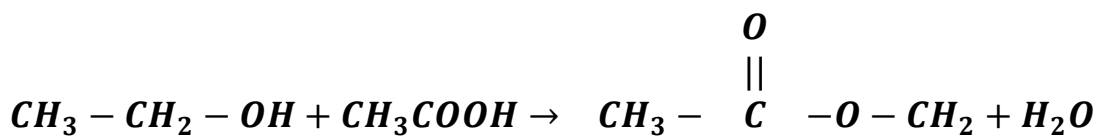
ج) B اعلى درجة غليان من C لأن الكحولات تكون اواصر جزيئية بينية



سؤال 7 - 17 | يتفاعل اثنان من المركبات الواردة ادناه في وسط حامضي لينتج مركب له رائحة مقبولة وصيغته  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  حدد المركبين ومثل التفاعل الحاصل بينهما بمعادلة كيميائية



الحل | يتفاعل كحول الاثيل مع حامض الايثانويك لينتج استر كما في المعادلة الاتية :

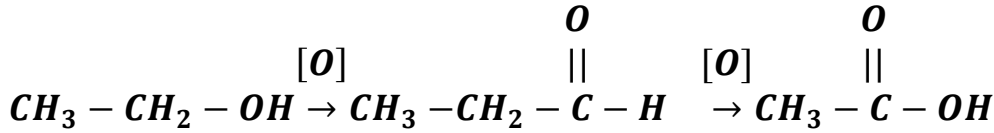




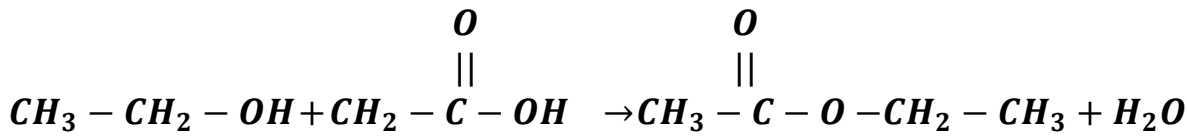
سؤال 7 - 18 | اكتب معادلات كيميائية تبين تحضير المواد الاتية مبتدأ من الايثانول واي مواد غير عضوية او عضوية مناسبة .

الحل ||

أ) حامض الايثانويك



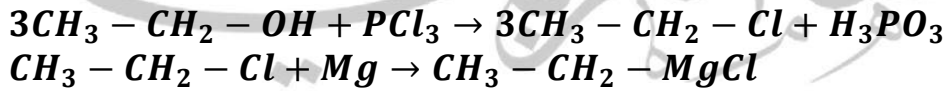
ب) ايثيل ايثانوات



ج) كلوروايثان

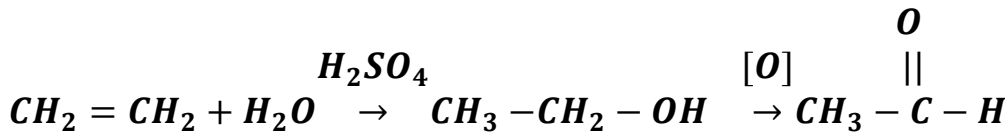


د) ايثيل كلوريد المغنيسيوم

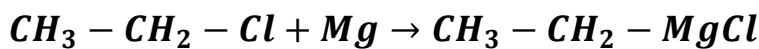


سؤال 7 - 19 | مبتدأ بالانولين  $CH_2 = CH_2$  بين معادلات تحضير كل من :-

أ) ايثانك

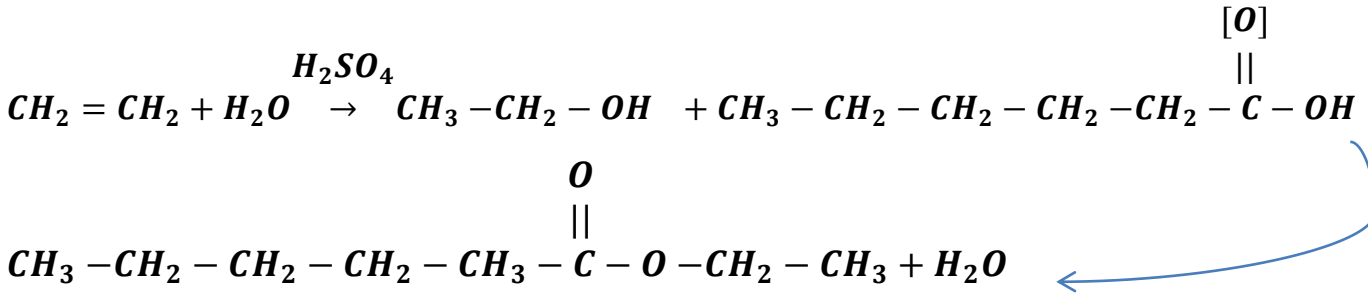


ب) ايثيل كلوريد المغنيسيوم

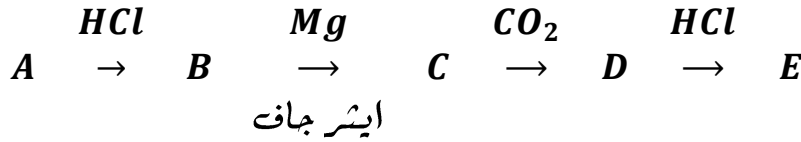




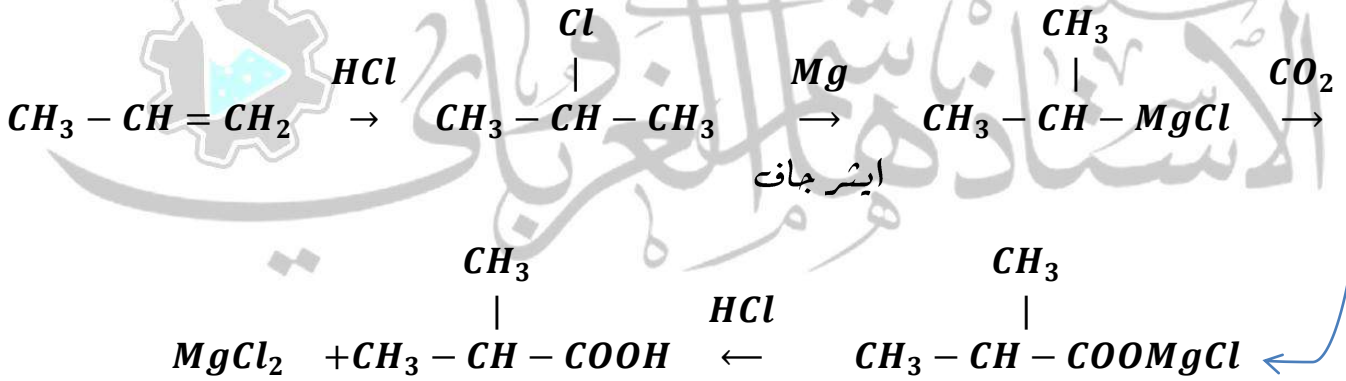
ج) اترك هكسانوات



سؤال 7 - 20 | استنتج الصيغ البنائية للمركبات العضوية A, B, C, D, E في منطقتي التفاعلات الآتية اذا علمت ان A مركب عضوي يحوي على ثلاث ذرات كربون

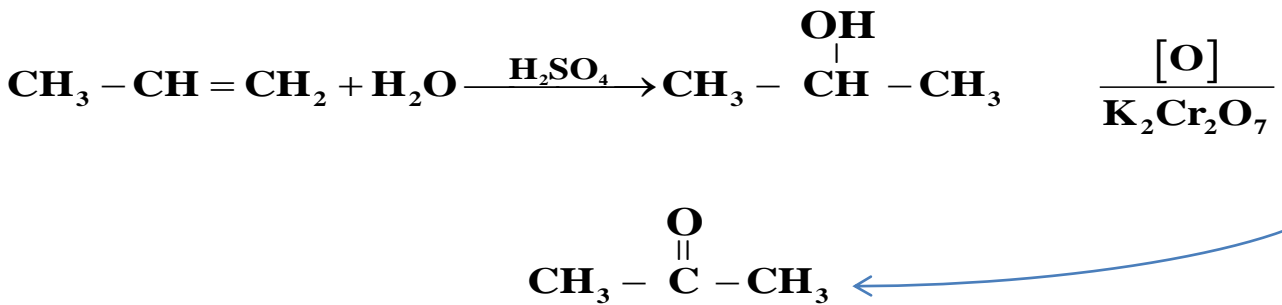


الحل



سؤال 7 - 21 | عبر بصيغ تركيبية وبالعادلات الكيميائية لك من

١- التحلل المائي للبروبين بوجود حامض الكبريتيك ثم أكسدة الناتج





٢- مبتدئاً بالايثانك وما تحتاج اليه مضر الايثان وكذلك اثيل امين



**سؤال 7 - 22** | يتكون المركب A من ثلاث ذرات كاربون يتأكسد ليعطي المركب B وهذا بدوره لا يعطي كشف محلول فهلنك و عند تفاعل المركب A مع فلز الصوديوم ينتج المركب C اما اذا اختزل المركب B فانه يعطي المركب A  
أ) اكتب الصيغ البنائية لكل من C B A

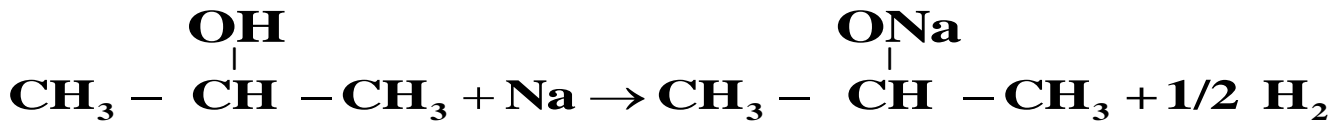
ب) اكتب المعادلات الكيميائية لتكوين المركبات A B C

**الحل** |

المركب A هو كحول ثانوي يتأكسد ليعطي كيتون الذي لا يعطي كشف محلول فهلنك



ويتفاعل المركب A مع فلز الصوديوم ليعطي كوكسيدات الصوديوم



و اذا تم اختزال الكيتون B فانه يعطي الكحول الثانوي A





## الأسئلة الوزارية الخاصة بالفصل السابع من ٢٠١٣ الى ٢٠١٧

تمريدي 2013

مبتدئاً بالايثانوك حضر الايثانك

تمرين 7 - 28

دور اول 2013

سؤال 7 - 13

تمرين 7 - 28

ماناتج تفاعل ايثوكسي ايثان مع هماسي كلوريد الفسفور ( موجود باللزمة )

دور ثاني 2013

سؤال 7 - 22

من كلوريد الاثيل وماحتاج اليه حضر اثنين فقط ( موجود باللزمة )

١- ايثوكسي ايثان ٢- هامض البروبانويك ٣- ايل امين

دور ثالث 2013

تمرين 7 - 28

تمرين 7 - 5

حضر ميثيل امين من كهوك مناسب ( موجود باللزمة )

سؤال 7 - 20 ( تغير عدد ذرات الكاربون 2 بدك 3 في سؤال الكتاب )

تمريدي 2014

ميز بين البيوتانوك والبيوتان

تمرين 7 - 15

حضر ٢- برومو بيوتان من الكين مناسب







دور اول 2014

- ✚ أكتب تفاعل برومو ايثان مع KOH مرة في وسط مائي ومرة في وسط كحولي ( موجود باللمزة)
- ✚ تمرين 7 - 27
- ✚ من الميثانوك حمض ميثيل امين ( موجود باللمزة)

دور ثاني 2014

- ✚ تمرين 7 - 28
- ✚ فراغ || تشارك الالديهيدات والكتونات في مجموعه وظيفية واحدة هي .....
- ✚ سالك 7 - 8

دور ثالث 2014

- ✚ عرف قاعدة ماركونيوكوف
- ✚ كحول يحوي عشر ذرات كاربون اكتب متجانساته
- ✚ تمرين 7 - 27
- ✚ سالك 7 - 5

تمهيد 2015

- ✚ سالك 7 - 4
- ✚ من كلوريد الاثيل حمض ائين فقط ( موجود باللمزة )
- 1- ايثوكسي ايثان 2- حامض البروبانويك 3- اثيل امين

نازهين 2015

- ✚ سالك 7 - 4
- ✚ حمض حامض الايثانويك من بروميد اثيل





دور اول 2015

- ✚ مثال 5-7
- ✚ سؤال 7- 21 (نقطة ٢)
- ✚ تمرين 7- 28

دور ثاني 2015

- ✚ مثال 4-7
- ✚ تمرين 4-7

دور ثالث 2015

- ✚ عرف الكاشف الكتروفيولي
- ✚ مبتدئاً بالايثانك حمض حامض البروبانويك
- ✚ سؤال 7- 22

تمهيد 2016

- ✚ كيف تميز بين بروبانك وبروبانوت باستخدام كاشف تولن
- ✚ حمض ايثيل ميثانوات من الميثانول
- ✚ عبر بتفاعلات كيميائية عن
- ١- مفاعلة KOH المائي مع كلورو ايثان
- ٢- تفاعل حمض الخليك مع بيكاربونات الصوديوم

دور اول 2016

- ✚ فراغ || يستخدم كاشف لوكاس للتمييز بين .....
- ✚ من كلوريد الميثيل حمض حامض الايثانويك
- ✚ اكتب تفاعل اضافة HCl الى ١- بيوتين و الى ٢- بيوتين
- ✚ تمرين 7- 28

دور ثاني 2016

- ✚ من يودو ميثان حمض ميثيل امين
- ✚ حمض ايتوكسي ايثان من الايثانول
- ✚ مانايج الاكسدة التامة ل ١- بروبانول
- ✚ علك || عند اضافة HBr الى البروبين يكون الناتج
- ١- برومو بروبان
- ٢- برومو بروبان وليس





دور ثالث 2016

فراغ || يستخدم كاشف لو كاس للتمييز بين .....  
عبر بالمعادلات عن

- (١) تفاعل الامونيا مع الميثانول
- (٢) اختزال البروبانول

تمهيد 2017

سؤال 7-9

من كلوريد الاثيل حمض اثنين فقط

- (١) ايثوكسي ايثان
- (٢) حامض البروبانويك
- (٣) ايل امين

دور اول 2017

مبتدئاً بكلوريد الاثيل حمض البروبانويك  
من الميثانول حمض ميثيل امين  
علك || عند اضافة HBr الى البروبين يتكون ٢- برومو بروبان وليس ١- برومو بروبان  
فراغ || يستعمل كاشف فهلنك للتمييز بين ..... و .....

دور ثاني 2017

اجب عن اثنين فقط

- (١) تفاعل برومو ايثان مع KOH المائي مرة ومع KOH الكحولي مرة اخرى
- (٢) باستخدام كاشف تولن كيف تميز بين البروبانول والبروبانول
- (٣) مبتدئاً بكلوريد الاثيل حمض ايثانوات





دور ثالث 2017

- ✚ علك | تعد الامينات قواعد وفق مفهوم لويس
- ✚ اكتب تفاعل التحلل المائي للأثيل ايثانوات في وسط حامضي
- ✚ من الايثانول وماحتاج اليه حمض ايثوكسي بروبان
- ✚ ماناج الاكسدة التامة للمركب (1- بروبانول)

تمهيد 2018

- ✚ فراغ | يتم اضافة HBr الى البروبين حسب قاعدة .....
- ✚ مبتدئا من بروميد الاثيل وماحتاج اليه حمض البروبانويك
- ✚ ماناج الاكسدة التامة لـ (1- بيوتانول)
- ✚ اكتب تفاعل التحلل المائي للأثيل ايثانوات في وسط حامضي

الاستاذ هاشم الغرابوي





## الفصل الثامن || الكيمياء الحياتية

### 8 - 1 مقدمة

هو علم يعني بكيمياء التراكيب الحيوية في جسم الكائن الحي ويدرس التغيرات الكيميائية التي تحدث فيه وهذه الدراسة تربط بين المجال الكيميائي والمجال الحيوي الوظيفي للمخلوقات الحية

### 8 - 2 الكربوهيدرات

مركبات عضوية تتركب من كاربون وهيدروجين و اوكسجين ونسبة الأوكسجين فيها مرتفعة حيث ترتبط كل ذرة كاربون بالذرات المكونة لجزيئات الماء وهي  $(CH_2O)_n$  وقد جاءت تسمية الكربوهيدرات على ضوء ذلك اي اشتقت من كاربون وماء.

#### ❖ اصناف الكربوهيدرات :

- ✓ **اولاً:** كربوهيدرات احادية التسكر (سكريات احادية) مثل كالكوز و فركتوز.
- ✓ **ثانياً:** كربوهيدرات ثنائية التسكر (سكريات ثنائية) مثل سكروز و مالتوز و لاکتوز.
- ✓ **ثالثاً:** كربوهيدرات متعددة التسكر (سكريات متعددة) مثل النشا و السيلوز.

#### ➤ **اولاً:** كربوهيدرات احادية التسكر (سكريات احادية) مثل كالكوز و فركتوز.

- تعد ابط الكربوهيدرات وصيغتها الجزيئية  $C_6H_{12}O_6$

#### أ- سكر الكلوكون:

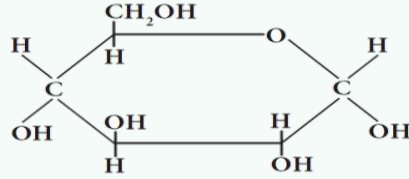
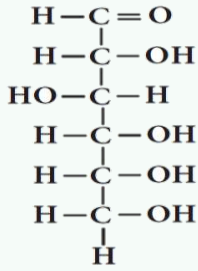
- يوجد في الطبيعة وفي الدم وفي فاكهة العنب .
- يستعمل طبياً في تغذية المرضى و اسعافهم خلال العمليات الجراحية .
- في الحالات التي لا يتناول فيها المريض غذاء كافي عن طريق الفم .

- الصيغة الجزيئية للكلوكون هي  $C_6H_{12}O_6$  .





▪ الصيغة البنائية للكلوكوز يكون سلسلة مفتوحة او قد يكون بشكل سلسلة مغلقة .



• **علك :** استعمال الشكل المفتوح للكلوكوز ؟!

• **ج |** لان تفاعلاته الكيميائية معظمها تجري في المحاليل المائية وعادة يوجد الكلوكوز بشكله المفتوح في الوسط السائل اضافة الى سهولة تمثيلة وفهم التفاعلات على اساس شلكة المفتوح .

✚ صفات الكلوكوز

- بلورات صلبة
- درجة غليانه عالية بسبب وجود الاواصر الهيدروجينية البينية بين جزيئات الكلوكوز
- يذوب جيداً في الماء بسبب قدرته على تكوين اواصر هيدروجينية بينه وبين جزيئات الماء
- قطبية عالية بسبب وجود مجاميع الهيدروكسيل وذرات الهيدروجين في تركيب الجزيئة
- صفاتة الكيميائية تشبة صفات الكحولات والالديهيدات بسبب امتواء صيفته البنائية المفتوحة على مجموعة هيدروكسيل ومجموعة الديهايد واحدة .
- يتأكسد مع محلول تولن ومحلول فهلنك بسبب امتواء صيفته البنائية المفتوحة على مجموعة الديهايد واحدة .

( ب ) سكر الفركتوز ( سكر الفواكه )

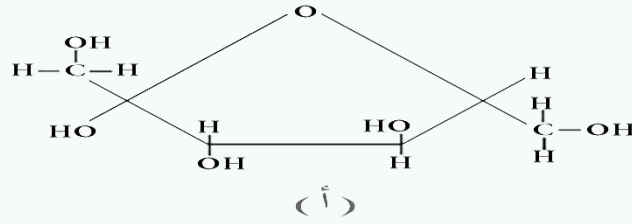
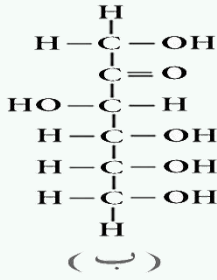
• وجوده يوجد في العسل ومعظم الفواكه .

▪ الصيغة الجزيئية للفركتوز هي شبه الصيغة الجزيئية للكلوكوز اي  $C_6H_{12}O_6$





■ الصيغة البنائية تتمثل بشكلين صيغة بنائية مفتوحة واخرى مغلقة .



- **علك** || يتسبب الفركتوز تفاعلاته مثيلة لتفاعلات الكحولات والكيونات .
- ج | بسبب وجود عدد من مجاميع الهيدروكسيل ومجموعة الكربونيل الكيتونية .
- **علك** | يهتف الفركتوز على انه من السكريات المختزلة رغم انه كيتونا .
- ج | ان وجود مجاميع الهيدروكسيل الى جانب مجموعة الكربونيل الكيتونية يكسبه تفاعلات مثيلة لتفاعلات الكحولات والكيونات وقابلية للتأكسد بمحلول فهلنك او كاشف تولن التي يخالف فيها الكيتونات .

#### ✚ ثانياً : الكربوهيدرات ثنائية التسكر :

يتكون جزيء هذا النوع من ارتباط جزيئيتين من السكر الاحادي متماثلتين مثل سكر القصب .

#### ■ سكر القصب او السكروز :

سمي بسكر القصب كونه يستخلص من نبات القصب صيغته الجزيئية  $C_{12}H_{22}O_{11}$  يتكون من جزيء الكلوكون وجزيء الفركتوز مرتبطين ببعضهما باصرة كلايكوسيدية تنشأ بعد فقدان جزيئة ماء . الا انه من السهل تحللة الى كلوكون وفركتوز في عمليات الهضم .

❖ **علك** : يعتبر السكروز من السكريات ثنائية التسكر ؟

✓ ج || لان الجزيء الواحد منه يتكون من جزء كلوكون وجزيء فركتوز يرتبطان باصرة كلايكوسيدية تنشأ بعد انتزاع جزيئة ماء

#### ✚ ثالثاً الكربوهيدرات متعددة التسكر :

■ تعد بوليمر ضخما للسكريات الاحادية مثل النشا والسليولوز .

#### ○ أ- النشا :

يعد من الكربوهيدرات متعددة التسكر جزيئاتها تنشأ من وحدات من الكلوكون يتم ارتباطها من خلال فكه الاصرة الثنائية في الكربونيل وتكوين بوليمر من جزيئات الكلوكون .





### ○ ب- السليلوز :

ويعد من الكربوهيدرات متعددة التسكر ويتكون من بوليمر ضخم للكوكوز ويختلف عن النشا في الشكل والخواص بسبب اختلاف عدد وحدات الكوكوز المكونة لكك منها واختلاف ترابطها مع بعضها وتعتبر الياف المواد الخشبية وقشور بعض اثمار الفاكهة مثل التمر المصدر الطبيعي له .

✘ يمكن تفكيك النشا والليلوز الى وحداته الاساسية بفعل **الهوامض** او **الانزيمات** .

### ■ كيف تكشف عن النشا ؟

- ✓ يتم باضافة قطرات من محلول النشا المائي الى محلول اليود في يوديد البوتاسيوم وظهور اللون الازرق دلالة على ان المادة المضافة هي النشا .
- **علك** : ظهور محلول اليود باللون الازرق بعد اضافة محلول النشا اليه ؟
- ✓ ج : بسبب ارتباط جزيئات النشا مع جزيئات اليود في محلول اليود فيتكون مركب ذا لون ازرق .

### 8 – 3 البروتينات

مود عضوية غير بسيطة معقدة التركيب ومتكونة من وحدات الالهامض الامينية مرتبطة باواصر خاصة تسمى البيبتيدات وتتكون من عناصر اساسية تشمل الكربون والهيدروجين والاكسجين و النروجين و احيانا عناصر الكبريت والفسفور والحديد والنحاس بنسب متفاوتة تشكل البروتينات المكون الاساسي للأنسجة الحيوانية والنباتية تركيباً ووظيفة فهي تقوم بتحفيز التفاعلات الكيميائية الحياتية كانهيمات كما تنظم هذه التفاعلات كهرمونات اضافة الى انها توجد ضمن مكونات جدران الخلايا وكذلك اجزاء الخلايا

- **علك** : تشكل البروتينات مصدر اساسياً في غذاء الانسان ؟
- ✓ ج : لأنها المصدر الاول للهوامض الامينية التي يحتاجها الانسان لنموه .

### 🚩 الالهامض الامينية

تعد الالهامض الامينية الوحدة الاساسية لبناء البروتين ومن صيغته البنائية يظهر ان هناك مجموعتين وظيفيتين تشتركة فيهما جميع البروتينات وهما مجموعة الكاربوكسيل  $\text{COOH}$  ومجموعة الامين  $\text{-NH}_2$







### التفاعلات الأساسية للبروتينات

- تحتوي البروتينات في تركيبها الكيميائي على مجموعة كاربوكسيل حامضية ومجموعة امين قاعدية لذلك فهي تتفاعل مع الحوامض والقواعد
- ❖ **علك** | يمكن تجزئة البروتين الى الامحاض الامينية عند اضافة حامض غير عضوي او اضافة قاعدة غير عضوية
- ✓ ج | من الصيغة البنائية للبروتين فهوي يحتوي على مجموعة كاربوكسيل ذات صفات حامضية تستطيع ان تتفاعل مع القواعد الغير عضوية ويحتوي ايضا على مجموعة امين ذات صفات قاعدية تستطيع ان تتفاعل مع الحوامض غير العضوية
- ❖ **علك** : يبذل الباحثون جهود كبيرة لمعرفة ترتيب الامحاض الامينية في البروتين ؟
- ✓ ج | بهدف محاولة انتاج مشابه له في المختبر لتعويضه عند الحاجة لكون وظيفة البروتين تعتمد على نوع الامحاض الامينية المكونة له وترتيبها داخل بنية جزيئاته .
- ❖ **علك** | يصعب فصل البروتينات عن بعضها بطرق كيميائية ؟
- ✓ ج : لتشابه تركيبها الكيميائي وصفاتها الفيزيائية والكيميائية .
- ❖ **علك** | تتخذ البروتينات اشكالا تختلف في وظيفتها وصفاتها الطبيعية ؟
- ✓ ج بسبب كبر حجمها

### اشكال البروتينات

- ١- بروتين خيطي مثل الكرياتين في الشعر والصفوف
  - ٢- بروتين شبة كروي مثل البيضن
- ❖ **من اشهر المواد البروتينيه في اجسامنا هي الهيموغلوبين في الدم والالبومين في البيضن والانزيمات**

### وظائف البروتينات ؟

- للبروتينات وظائف اساسية في اجسام المخلوقات حيث لها دور كبير في بناء معظم خلايا الجسم واعادة ما تلف منها . و تشكيل الدم ونقل الكثير من المواد في الدم
- ❖ **تمرين 8 - 1 | علك ان البروتينات مواد ذات صفات قاعدية - حامضية (امفوتيرية)**
- ✓ **الجواب** | لان اساس البروتينات هو الحوامض الامينية التي تتكون من مجموعة الامين القاعدية ومجموعة الكاربوكسيل الحامضية وبذلك تمتلك صفات حامضية وقاعدية تبع ذلك ويمكن ان تتفاعل مع الحوامض والقواعد فلها سلوكه امفوتيري





## 8 - 4 الانزيمات

وهي صنف من البروتينات موجودة في جميع خلايا جسم الكائن الحي كعوامل مساعدة عضوية تتكون داخل الاجسام الحية وتعمل بسهولة مستقلة ولها فاعلية في العمليات الحيوية كالهرضم والتمثيل الغذائي وعملية التنفس

سؤال | عدد صفات (خواص) الانزيمات ؟ وماهي انواعها

الجواب | صفاتها

- (١) شديدة الحساسية وتتلف بالحرارة
- (٢) تعمل ضمن نطاق معين من PH
- (٣) تفقد فعاليتها بمرور الزمن اثناء التفاعلات الحيوية

▪ هناك نوعان من الانزيمات

- ✓ **اولاً:** انزيمات داخلية وتعمل داخل الخلية نفسها وليس لها القابلية على التنافذ خلال غشاء معين مثل الانزيمات التأكسدية
- ✓ **ثانياً:** الانزيمات الخارجية يكون عملها خارج الخلية (بعد انزائها من الانسجة) مثل الانزيمات الهاضمة.

❖ **علك** | تتكون الانزيمات داخل الجسم الحي وتتجدد باستمرار

❖ **الجواب** | لانها شديدة الحساسية وتتلف بالحرارة وتعمل ضمن نطاق معين من PH وتفقد فعاليتها بمرور الزمن اثناء التفاعلات الحيوية

❖ **عمل الانزيمات**

- ❖ تعمل الانزيمات كعامل مساعدة للتقليل من لطاقة اللازمة لحدوث التفاعل اي تكون طاقة تنشيط اوطاً مما هي عليه في حالة التفاعل بدون انزيم .





## 8 - 5 الدهون ( اللبيدات)

عبارة عن مركبات عضوية بوليمرات ذات ملمس دهني لا تذوب في الماء و المذيبات القطبية الاخرى لكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل الايثر والكلوروفورم والبنزين توجد في الكائنات الحيوانية ويطلق عليها اسم الشحوم الحيوانية وتكون صلبة في درجات الحرارة الاعتيادية و توجد في الكائنات النباتية ويطلق عليها اسم الزيوت النباتية وتكون سائلة في درجات الحرارة الاعتيادية . وهي عبارة عن الاستر الثلاثي للكلسرين مع الحوامض الشحمية والتي تتكون من سلسلة كاربونية طويلة لها مجموعة كاربوكسيلية طرفية ويدعى هذا التركيب بثلاثي الكليسرايد

## 8 - 6 الصابون

- ❖ **الصابون:** عبارة عن ملح الصوديوم او البوتاسيوم للعوامل دهني
- **تم عملية الصبونة** بفاعل احد القواعد القوية مثل  $NaOH$ ,  $KOH$  على الزيت او الدهن و يضاف محلول ملح كلوريد الصوديوم فتتصلب مادة على شكل طبقة سمكة ترشح من خلال قطعة قماش لينتج الصابون ثم يغسل بالماء البارد للتخلص من بقايا الملح .
- يتوقف عمل الصابون الناتج من عملية الصبونة على نوع القاعدة المستخدمة و نوع الزيت فاستخدام هيدروكسيد الصوديوم ينتج صابون صلب اما استخدام هيدروكسيد البوتاسيوم فينتج صابون طري او سائل كما ان جودة الصابون تتوقف على نوعية الدهون المستخدمة .

❖ **تمرين 8 - 2 | لماذا لا يستخدم الكالسيوم او المغنسيوم بدلاً عن الصوديوم في صناعة الصابون ؟**

- ✓ **الجواب |** لان ايونات الكالسيوم و المغنسيوم من مسببات العسرة للماء فلا يرغب الصابون في الماء عند وجود تلك الايونات فيه لذا لا يمكن استخدام هذين العنصرين في صناعة الصابون .





## اسئلة الفصل الثامن

❖ سؤال 8 - 1 | اختر الاجابة الصحيحة مما يأتي :

١- اي المواد التاليه ليس مصدرها البروتينات

أ) جزيء مركب يحتوي على الكربون والاكسجين والهيدروجين والكبريت

ب) جزيء مركب يحتوي على الكربون والهيدروجين والنتروجين

ج) مركب يتفاعل مع الحوامض والقواعد

٢- يتكون جزيء السكر من وحدات صغيرة هي

أ) كلوكوز ب) فركتوز ج) كلوكوز وفركتوز

٤) من العناصر الاية لايوجد في الحوامض الامينية

أ) النتروجين ب) الفسفور ج) الاوكسجين د) الكربون

٥) اي من البوليمرات التاليه تعد الحوامض الدهنية الوحدة البنائية (الوهم) لها

أ) البروتينات ب) الكربوهيدرات ج) الليبيدات (الدهون)

❖ سؤال 8 - 2 | اعلك مما يأتي :

○ أ- يعد سكر الفركتوز من السكريات المختزلة ؟

✓ الجواب : ان وجود مجاميع الهيدروكسيل الى جانب مجموعة الكربونيل الكيتونية يكسبه

تفاعلات مثيلة لتفاعلات الكحولات والكيتونات وقابليته للتأكسد بمحلول فهلنك او كاشف

تولن التي يخالف فيها الكيتونات

○ ب- تفاعل البروتينات مع الحوامض والقواعد ؟

✓ الجواب : كونها تحتوي في تركيبها الكيميائي على مجموعة كاربوكسيل حامضية ومجموعة

امين قاعدية

○ ج- يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائية بسيطة ؟

✓ الجواب : لتشابه تركيبها الكيميائي وصفاتها الفيزيائية والكيميائية



❖ سؤال 8 - 3 | اثبتته عليك محلولان احدهما نشأ والاخر كلكوز فكيف تميز بينهما في المختبر؟  
 ✓ الجواب: يمكن التمييز بينهما باستخدام محلول اليود الذي يعطي لونا ازرق مع النشأ اما الكلكوز فلا يعطي هذا الكشف.

❖ سؤال 8 - 4 اكمل الجدول الاتي :

الفركتوز	اللكوز	وجهة المقارنة
$C_6H_{12}O_6$	$C_6H_{12}O_6$	الصيغة الجزيئية
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$	الصيغة البنائية المفتوحة
$\begin{array}{c} -\text{OH} \\ \text{مجموعة هيدروكسيل} \\ \text{O} \\    \\ -\text{C}- \end{array}$	$\begin{array}{c} -\text{OH} \\ \text{مجموعة هيدروكسيل} \\ \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$	المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة المفتوحة
$\begin{array}{c} \text{C}-\text{O}-\text{C} \text{ مجموعة ايثرو} \\ -\text{OH} \text{ مجموعة هيدروكسيل} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}-\text{O}-\text{C} \text{ مجموعة ايثرو} \\ -\text{OH} \text{ مجموعة هيدروكسيل} \end{array}$	المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة الحلقية (الغلقة)

## الأسئلة الوزارية الخاصة بالفصل الثامن من ٢٠١٣ الى ٢٠١٧

تمهيد 2013

عدد خواص الانزيمات

دور اول 2013

سؤال 2-8 علك | يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائي بسيطة

دور ثاني 2013

هناك نوعان من الانزيمات هي ..... و .....

دور ثالث 2013

علام يتوقف عمل و جودة الهابون في عملية الصبنة

تمهيد 2014

تمرين 2-8

دور اول 2014

تمرين 1-8

دور ثاني 2014

سؤال 2-8 علك | يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائي بسيطة  
فراغ | يتوقف عمل الهابون الناتج من عملية الصبنة على .....

دور ثالث 2014

عرفت | الانزيمات الداخلية

كيف يمكن الكشف عن النشا

تمهيد 2015

فراغ | يتكون جزيء سكر السكروز من وحدات صغيرة هي ..... و .....

نارحين 2015

✚ تمرين 1-8

دور اول 2015

✚ عرف | الانزيمات الداخلية

دور ثاني 2015

✚ علام يتوقف عمل الهابون الناتج من عملية الصوبنة  
✚ اكتب الصنع العامة للامماض الامينية وما المجموعات الوظيفيات اللتان تشترك بهما  
الامماض الامينية

دور ثالث 2015

✚ علك | لا يستخدم الكالسيوم او الغنسيوم بدلا من الهوديوم في صناعة الهابون

تمهيد 2016

✚ عرف | الانزيمات

دور اول 2016

✚ عرف | كاربوهيدرات ثنائية التسكر

✚ تمرين 1-8

دور ثاني 2016

✚ كيف يتم الكشف عن النشا

✚ عدد انواع الكاربوهيدرات مع مثال كل منهما

دور ثالث 2016

✚ سؤال 2-8 | يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائية بسيطة

✚ عدد صفات الانزيمات ؟ وماهي انواعها

تمهيد 2017

✚ علك | يعد سكر الفركتوز من السكريات المختزلة



دور اول 2017

- علك | يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائية بسيطة
- فراغ | يتوقف عمل الهابون الناتج من عملية الهوبنة على ..... و .....

دور ثاني 2017

- علك | يعد سكر الفركتوز من السكريات المعتزلة
- كيف يتم الكشف عن النشأ

دور ثالث 2017

- عرف | النشأ
- عدد انواع الانزيمات واذكر ثلاث من صفاتها؟

تمريدي 2018

- تمرين 1-8 | علك | تعتبر البروتينات مواد امفوتيرية
- عرف | الانزيمات الداخلية



الاستاذ هاشم الغرابوي

