د.م / عاطف حليفه

سلسلة المسائل المحلولة شوم

3000 مسألة محلولة في

الكيمياء

ديفيد غولدبرغ

ترجمة

عصام المقدم ريما اسماعيل

أكاديميا

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المحتويات

الفصل 1 القياس

1.1 الأعداد الأسيّة \ 2.1 المنظومة المتريّة \ 3.1 الأرقام المعنوية \ 4.1 حسابات مع كميّات متريّة \ 5.1 التحويلات من النظام الإنكليزي إلى النظام المتري \ 6.1 مقاييس درجات الحرارة 5

الفصل 2 بنية المادّة

1.2 العناصر والمركّبات والأمزاج \ 2.2 البنية الذريّة الأوّليّة \ 3.2 الروابط الأيونية والتشاركية \ 4.2 البنى النقطيّة وقاعدة الثمانية. 24

الفصل 3 الجدول الدوري

1.3 إتجاهات دوريّة \ 2.3 التسميات غير العضوية 36

الفصل 4 الصّيَغ الكيميائيّة

1.4 التركيب بالنِّسَب المئويّة \ 2.4 المول، حسابات الصيغة \ 3.4 الصّيَغ التجريبيّة \ 4.4 الصيغ الجزيئيّة 42

الفصل 5 البُنية الحديثة للذرّة

1.5 خلفيّة فيزيائيّة \ 2.5 الضوء \ 3.5 التأثير الكهربائي الضوئي \ 4.5 نظريّة بور \ 5.5 الإنعراج الإلكتروني 73

الفصل 6 البنية الإلكترونيّة للذرّة

1.6 الطّبقات والطبقات الفرعية والمداريات \ 2.6 البُنَى الإلكترونية للذرات والأيونات \ 3.6 نتائج البنية الإلكترونية 90

الفصل 7 الرّبْط

1.7 أطوال الروابط وطاقاتها \ 2.7 العزم القطبي \ 3.7 القوى بين الجزيئية الأخرى \ 4.7 الطّنين \ 5.7 هندسة الجزيئات 103

الفصل 8 نظريّة الترابط

1.8 نظريّة رابطة التكافؤ \ 2.8 نظريّة المداري الجزيئي 127

الفصل 9 الجُزيئات العضويّة

1.9 التسمية والتصنيف العضويّان \ 2.9 التماكب البُنْيَوي \ 3.9 التماكب الهندسي والبصري \ 4.9 مواضيع أكثر تقدماً 139

الفصل 10 المعادلات الكيميائيّة

1.10 موازنة المعادلات الكيميائية \ 2.10 التنبؤ بالنواتج \ 3.10 المعادلات الأيونيّة الصافية 160

الفصل 11 الكيمياء الرياضيّة

1.11 الكتليات في التفاعلات الكيميائية \ 2.11 الكتليات الحجْمية \ 3.11 تركيزات المَذابات الوحدات الفيزيائية \ 4.11 المولارية 175

الفصل 12 الغازات

1.12 وحدات الضغط ودرجات الحرارة \ 2.12 قانون بويل، قانون شارل، قانون الغازات المؤتلفة \ 3.12 مولات الغازات وقانون الغازات المثاليّة \ 4.12 قانون دالتون \ 5.12 الأوزان الجزيئيّة للغازات \ 6.12 تفاعلات تتضمّن غازات 211

الفصل 13 مفاهيم متقدّمة عن الغازات

1.13 معادلة فان درفالس \ 2.13 أسس النظريّة الجزيئيّة الحركيّة \ 3.13 الطاقات الحركيّة لجزيئات الغاز \ 4.13 قانون غراهام 246

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

260
الفصل 14 الجوامد والسوائل
1.14 البنية البلّورية \ 2.14 طاقات البلّورات \ 3.14 السوائل
284
الفصل 15 الأكسدة والإرجاع
1.15 هدد الأكسدة: عوامل الأكسدة والإرجاع \ 2.15 موازنة تفاعلات الأكسدة والإرجاع \ 3.15 حسابات تشمل معادلات الأكسدة والإرجاع
312
الفصل 16 وحدات تركيز أخرى
1.16 النظاميّة في التفاعلات الحمضيّة ـ القاعديّة \ 2.16 النظاميّة في تفاعلات الإرجاع والأكسدة \ 3.16 الكسر المولي والمولالية
330
الفصل 17 خصائص المحاليل
1.17 قانون راؤول وتخفيض ضغط البخار \ 2.17 انخفاض نقطة التجمّد وارتفاع نقطة الغليان \ 3.17 الضغط التناضحي \ 4.17 مميزات أخرى للمحاليل \ 5.17 محاليل الكهارل القويّة
355
الفصل 18 الترموديناميكا [التحريك الحراري]
1.18 الحرارة، الطاقة الداخليّة، الإنثالبيا \ 2.18 السعة الحرارية وقياس الحرارة \ 3.18 قانون دولون ـ بيتي \ 4.18 تغيّر الإنثالبيا \ 5.18 إنثالبيا الأيونات في محلول \ 6.18 تغيّر الطاقة الحرة والانتروبيا
395
الفصل 19 الحركيّات الكيميائيّة
1.19 قوانين معدّلات السرعة \ 2.19 عمر النّصف \ 3.19 نظريّة الاصطدام \ 4.19 آليّات التفاعل
422
الفصل 20 التوازن
1.20 مبدأ لوشاتلييه \ 2.20 ثوابت التوازن \ 3.20 تحريكيّات الإتزان الحراريّة
451
الفصل 21 الأحماض والقواعد
1.21 نظريّة الحمض ـ القاعدة \ 2.21 ثوابت التأيّن \ 3.21 تأيّن الماء \ 4.21 المحاليل الدارئة \ 5.21 إتزان التحليل المائي \ 6.21 الحموض والقواعد متعددة البروتونات \ 7.21 المُشعّرات والمعايرة
507
الفصل 22 الاتزان اللامتجانس وغيره من الاتزانات
1.22 اتزانات حاصل الذوبانية Ksp \ 2.22 التفاعلات المتنافسة \ 3.22 الإتزانات التنسيقيّة \ 4.22 تطبيقات مختلفة للإتزان
539
الفصل 23 الكيمياء الحراريّة
1.23 الوحدات الكهربائيّة \ 2.23 التحليل الكهربائي (الكهرلة) \ 3.23 الخلايا الغلفانيّة \ 4.23 معادلة نيرنست \ 5.23 تطبيقات عمليّة \ 6.23 الإتزان الكيميائي الكهربائي والديناميكا الحراريّة
574
الفصل 24 الكيمياء الإشعاعيّة والنوويّة
1.24 الجسيمات النوويّة والتفاعلات النوويّة \ 2.24 عمر النّصف \ 3.24 طاقة الرّبط \ 4.24 المقطع العرضي النووي
597
الفصل 25 اللافلزّات
1.25 عمومياً \ 2.25 الهالوجينات \ 3.25 عناصر المجموعة VI \ 4.25 عناصر المجموعة V \ 5.25 المجموعتان IV و III \ 6.25 الغازات النبيلة
608
الفصل 26 الفلزّات والتعدين
1.26 الربط الفلزّي \ 2.26 السبائك (الخلائط) \ 3.26 فلزّات المجموعة الرئيسيّة \ 4.26 الفلـزّات الإنتقاليّة والإنتقاليّة الداخليّة \ 5.26 علم التعدين
621
الفصل 27 المركّبات شبه القطبيّة
1.27 خصائص الكرة شبه القطبيّة \ 2.27 مصطلحات المركّبات شبه القطبية \ 3.27 تعاكب المركبات شبه القطبية \ 4.27 نظريّة رابطة التكافؤ في المركّبات شبه القطبية \ 5.27 نظريّة الحقل البلّوري \ 6.27 مفاهيم أخرى

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الفصل 1
القياس

1.1 الإعداد الأسّية

1.1 اسرد قائمة أساس العدد عشرة، ابتداءً من 10^{-4} إلى 10^{6}، مع توضيح معانيها.

■

$10^{0} = 1$

$10^{1} = 10$

$10^{2} = 10 \times 10 = 100$

$10^{3} = 10 \times 10 \times 10 = 1000$

$10^{4} = 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10\,000$

$10^{5} = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 100\,000$

$10^{6} = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 1\,000\,000$

$10^{-1} = \frac{1}{10} = 0.1$

$10^{-2} = \frac{1}{10^{2}} = \frac{1}{100} = 0.01$

$10^{-3} = \frac{1}{10^{3}} = \frac{1}{1000} = 0.001$

$10^{-4} = \frac{1}{10^{4}} = \frac{1}{10\,000} = 0.0001$

في التعبير 10^{5}، تكون 10 هي القاعدة و 5 الأسّ.

2.1 عبِّر عن الأعداد التالية بالشكل الأسّي المعياري:

(أ) 22400 (ب) 7 200 000 (ج) 454 (د) 0.454

(هـ) 0.0454 (و) 0.000 06 (ز) 0.003 06 (ح) 0.000 000 5

■ يمكن التعبير عن أي عدد على شكل أسّ صحيح العدد 10، أو على شكل حاصل ضرب عددين أحدهما أس صحيح للعدد 10 (مثال على ذلك: $300 = 3 \times 10^{2}$).

(أ) $22400 = 2.24 \times 10^{4}$ (ب) $7200\,000 = 7.2 \times 10^{6}$ (ج) $454 = 4.54 \times 10^{2}$

(د) $0.454 = 4.54 \times 10^{-1}$ (هـ) $0.0454 = 4.54 \times 10^{-2}$ (و) $0.000\,06 = 6 \times 10^{-5}$

(ز) $0.003\,06 = 3.06 \times 10^{-3}$ (ح) $0.000\,0005 = 5 \times 10^{-7}$

إن تحريك الفاصلة العشرية خانة واحدة نحو اليمين يكافىء ضرب عدد بعشرة؛ إن تحريك الفاصلة العشرية خانتين نحو اليمين يكافىء ضربه بمئة، وهكذا دواليك. وعندما تحرك الفاصلة العشرية نحو اليمين عدد n من الخانات، يمكن أن يتم التعويض بعملية قسمة بالعدد 10^{n} في الوقت نفسه: وتبقى قيمة العدد كما هي. وهكذا:

$$0.0325 = \frac{3.25}{10^{2}} = 3.25 \times 10^{-2}$$

إن تحريك الفاصلة العشرية نحو اليسار يكافىء عملية قسمته بـ 10. وعندما تحرك الفاصلة العشرية عدد n من الخانات، يمكن أن تتم المعاوضة بعملية ضرب بالعدد 10^{n} في الوقت نفسه. وتبقى قيمة العدد كما هي، فعلى سبيل المثال:

$$7296 = 72.96 \times 10^{2} = 7.296 \times 10^{3}$$

3.1 اوجد قيمة:

(أ) $a^{3} \times a^{5}$ (ب) $10^{2} \times 10^{3}$ (ج) 10×10

(د) $10^{7} \times 10^{-3}$ (هـ) $(4 \times 10^{4})(2 \times 10^{-6})$ (و) $(2 \times 10^{5})(3 \times 10^{-2})$

■ في عملية الضرب، تجمع أساس القواعد المماثلة.

(أ) $a^{3} \times a^{5} = a^{3+5} = a^{8}$

(ب) $10^{2} \times 10^{3} = 10^{2+3} = 10^{5}$

(ج) $10 \times 10 = 10^{1+1} = 10^{2}$

(د) $10^{7} \times 10^{-3} = 10^{7-3} = 10^{4}$

(هـ) $(4 \times 10^{4})(2 \times 10^{-6}) = 8 \times 10^{4-6} = 8 \times 10^{-2}$

(و) $(2 \times 10^{5})(3 \times 10^{-2}) = 6 \times 10^{5-2} = 6 \times 10^{3}$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4.1 أوجد قيمة:

(أ) $\frac{a^5}{a^3}$ (ب) $\frac{10^3}{10^5}$ (ج) $\frac{8 \times 10^2}{2 \times 10^{-6}}$ (د) $\frac{5.6 \times 10^{-3}}{1.6 \times 10^4}$

■ في عملية القسمة تطرح أساس القواعد المتماثلة:

(أ) $\frac{a^5}{a^3} = a^{5-3} = a^2$ (ب) $\frac{10^2}{10^5} = 10^{2-5} = 10^{-3}$

(ج) $\frac{8 \times 10^2}{2 \times 10^{-6}} = \frac{8}{2} \times 10^{2+6} = 4 \times 10^8$ (د) $\frac{5.6 \times 10^{-3}}{1.6 \times 10^4} = \frac{5.6}{1.6} \times 10^{-3-4} = 3.5 \times 10^{-6}$

5.1 أوجد قيمة التعابير التالية: (أ) a^0 (ب) 10^0 (ج) $(3 \times 10)^0$ (د) 7×10^0 (هـ) 8.2×10^0

■ (أ) $a^0 = 1$ (ب) $10^0 = 1$ (ج) $(3 \times 10)^0 = 1$ (د) $7 \times 10^0 = 7$ (هـ) $8.2 \times 10^0 = 8.2$

6.1 عبّر على شكل جذور: (أ) $10^{2/3}$ (ب) $10^{3/2}$ (ج) $10^{1/2}$ (د) $4^{3/2}$

■ (أ) $10^{2/3} = \sqrt[3]{10^2}$ (ب) $10^{3/2} = \sqrt{10^3}$ (ج) $10^{1/2} = \sqrt{10}$ (د) $4^{3/2} = \sqrt{4^3} = \sqrt{64} = 8$

7.1 بسّط (أ) $(10^3)^2$ (ب) $(10^{-2})^3$ (ج) $(a^3)^{-2}$

■ (أ) $(10^3)^2 = 10^{3\times2} = 10^6$ (ب) $(10^{-2})^3 = 10^{-2\times3} = 10^{-6}$ (ج) $(a^3)^{-2} = a^{-6}$

8.1 أوجد الجذر التربيعي لكل عدد من الأعداد التالية مستعيناً بالترميز الأسي: (أ) 90 000 (ب) 3.6×10^3 (ج) 10^{-3}

أوجد الجذور التكعيبية للأعداد التالية (د) 8×10^9 (هـ) 1.25×10^5

■ لاستخراج الجذر التربيعي من أسّ للعدد 10، إقسم الأس بالعدد 2. إن كان الأس عدداً مفرداً، ينبغي أن يزداد أو ينقص واحداً، وهكذا سيعدّل المعامل بشكل موافق. ولاستخراج الجذر التكعيبي من أسّ للعدد 10، عدّل بحيث يصبح الأسّ قابلاً بـ 3؛ ثم اقسم الأس بـ 3. تعالج المعاملات بشكل مستقل:

(أ) $\sqrt{90\,000} = \sqrt{9 \times 10^4} = \sqrt{9} \times \sqrt{10^4} = 3 \times 10^2$ or 300

(ب) $\sqrt{3.6 \times 10^3} = \sqrt{36 \times 10^2} = \sqrt{36} \times \sqrt{10^2} = 6 \times 10^1$ or 60

(ج) $\sqrt{4.9 \times 10^{-5}} = \sqrt{49 \times 10^{-6}} = \sqrt{49} \times \sqrt{10^{-6}} = 7 \times 10^{-3}$ or 0.007

(د) $\sqrt[3]{8 \times 10^9} = \sqrt[3]{8} \times \sqrt[3]{10^9} = 2 \times 10^3$ or 2000

(هـ) $\sqrt[3]{1.25 \times 10^5} = \sqrt[3]{125 \times 10^3} = \sqrt[3]{125} \times \sqrt[3]{10^3} = 5 \times 10$ or 50

9.1 احسب قيمة: $\frac{(4.0 \times 10^{-100}) + (2.0 \times 10^{-101})}{2.0 \times 10^{-200}}$

■ يجب أن تعرف قواعد معالجة الأساس لأن الآلات الحاسبة الإلكترونية لا تحل كلّها هذا النوع من المسائل.

$$\frac{(4.0 \times 10^{-100}) + (2.0 \times 10^{-101})}{2.0 \times 10^{-200}} = \frac{(4.0 \times 10^{-100}) + (0.20 \times 10^{-100})}{2.0 \times 10^{-200}} = \frac{4.2 \times 10^{-100}}{2.0 \times 10^{-200}} = 2.1 \times 10^{100}$$

10.1 يمكن التعبير عن الوحدات كذلك بالأساس الموجبة والسالبة. بيّن أبعاد النتيجة بطريقتين عندما تُقسم كتلة بالغرام (g) على الحجم بالمتر المكعّب (m^3).

■ $g.m^{-3}$ أو g/m^3

11.1 احسب الأجوبة وعبّر عنها بالشكل الأسّي المعياري:

(أ) $(2.0 \times 10^{13}) + (1.5 \times 10^{14})$ (ب) $(8.0 \times 10^{-12}) / (4.0 \times 10^{-13})$

(ج) $(5.0 \times 10^{17})(2.0 \times 10^{-4})$ (د) $(3.0 \times 10^{16}) - (6.6 \times 10^{15})$

■ (أ) 1.7×10^{14} (ب) 2.0×10^{-1} (ج) $10 \times 10^{13} = 1.0 \times 10^{14}$ (د) -2.3×10^{16}

12.1 أوجد قيمة: (أ) $10^4 \times 10^{-2}$ (ب) $10^4/10^{-3}$ (ج) $2.5 \times 10^7 \times 4.0 \times 10^3$

■ (أ) في عملية الضرب، إجمع الأساس جمعاً جبرياً: 10^2

(ب) في عملية القسمة، إطرح الأساس طرحاً جبرياً: 10^7

(ج) إضرب المعاملات والأجزاء الأسية بشكل منفصل وبسّطها: $10 \times 10^{11} = 10^{12}$.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

13 بسّط التعابير التالية:

(أ) $\frac{48\,000\,000}{1200}$ (ب) $\frac{0.0078}{120}$

(ج) $(4 \times 10^{-3})(5 \times 10^{4})^{2}$ (د) $\frac{(6\,000\,000)(0.00004)^{4}}{(800)^{2}(0.0002)^{3}}$

(هـ) $(\sqrt{4.0 \times 10^{-6}})(\sqrt{8.1 \times 10^{3}})(\sqrt{0.0016})$ (و) $(\sqrt[3]{6.4 \times 10^{-2}})(\sqrt[3]{27\,000})(\sqrt[4]{2.16 \times 10^{-4}})$

■

(أ) $\frac{48\,000\,000}{1200} = \frac{48 \times 10^{6}}{12 \times 10^{2}} = 4.0 \times 10^{6-2} = 4.0 \times 10^{4} = 40\,000$

(ب) $\frac{0.0078}{120} = \frac{7.8 \times 10^{-3}}{1.2 \times 10^{2}} = 6.5 \times 10^{-5} = 0.000\,065$

(ج) $(4 \times 10^{-3})(5 \times 10^{4})^{2} = (4 \times 10^{-3})(5^{2} \times 10^{8}) = 4 \times 5^{2} \times 10^{-3+8} = 100 \times 10^{5} = 1 \times 10^{7}$

(د) $\frac{(6\,000\,000)(0.000\,04)^{4}}{(800)^{2}(0.000\,2)^{3}} = \frac{(6 \times 10^{6})(4 \times 10^{-5})^{4}}{(8 \times 10^{2})^{2}(2 \times 10^{-4})^{3}} = \frac{6 \times 4^{4}}{8^{2} \times 2^{3}} \times \frac{10^{6} \times 10^{-20}}{10^{4} \times 10^{-12}}$

$= \frac{6 \times 256}{64 \times 8} \times \frac{10^{6-20}}{10^{4-12}} = 3 \times \frac{10^{-14}}{10^{-8}} = 3 \times 10^{-6}$

(هـ) $(\sqrt{4.0 \times 10^{-6}})(\sqrt{8.1 \times 10^{3}})(\sqrt{0.0016}) = (\sqrt{4.0 \times 10^{-6}})(\sqrt{81 \times 10^{2}})(\sqrt{16 \times 10^{-4}})$

$= (2.0 \times 10^{-3})(9.0 \times 10^{1})(4.0 \times 10^{-2})$

$= 72 \times 10^{-4} = 7.2 \times 10^{-3} = 0.0072$

(و) $(\sqrt[3]{6.4 \times 10^{-2}})(\sqrt[3]{27\,000})(\sqrt[4]{2.16 \times 10^{-4}}) = (\sqrt[3]{64 \times 10^{-3}})(\sqrt[3]{27 \times 10^{3}})(\sqrt[4]{216 \times 10^{-6}})$

$= (4.0 \times 10^{-1})(3.0 \times 10^{1})(6.0 \times 10^{-2})$

$= 72 \times 10^{-2} = 0.72$

14. أوجد لوغاريتم كل من الأعداد التالية: (أ) 4.56 (ب) 1.70 (ج) 9.75 (د) 1.07 (هـ) 3.16 (و) 1.00

■ (أ) 0.6590 (ب) 0.2304 (ج) 0.9890 (د) 0.0294 (هـ) 0.4997 (و) 0.0000

15. أوجد مقابل اللوغاريتم لكل مما يلي: (أ) 0.4502 (ب) 0.8579 (ج) 0.7042 (د) 0.6080 (هـ) 0.9695

■ (أ) 2.82 (ب) 7.21 (ج) 5.06 (د) 4.055 (هـ) 9.322

16. حدّد مقابل اللوغاريتم لكل مما يلي: (أ) 2.6170 (ب) 7.42 (ج) −2.0057 (د) −0.4776

■ (أ) $4.14 \times 10^{2} = 414$ (ب) 2.6×10^{7} (ج) 9.87×10^{-3} (د) $3.33 \times 10^{-1} = 0.333$

2.1 المنظومة المترية

1. اظهر العلاقات بين الوحدات المترية للطول والحجم والكتلة والوحدات الانكليزية لهذه المقادير.

■ المتر = 1 meter = 100 cm = 1000 mm = 0.001 km = 39.37 in.

الكيلوغرام = 1 kilogram = 1000 g = 2.2 lb

الإنش = 1 inch = 2.54 cm = 0.0254 m = 25.4 mm = 2.54×10^{7} nm = البوصة

القدم = 1 foot = 12 in. = 12 × 2.54 cm = 30.48 cm = 0.3048 m = 304.8 mm

اللتر = 1 liter = 1 dm^3 = 10^{-3} m^3 = 1.06 quarts

الياردة = 1 yard = 3 ft = 91.44 cm = 914.4 mm = 0.9144 m

الميل = 1 mile = 5280 ft = 6.336×10^{4} in. = 1.609×10^{5} cm = 1.609×10^{3} m = 1.609×10^{6} mm

الباوند = 1 pound = 0.4536 kg = 453.6 g = 4.536×10^{5} mg

الأونصة = 1 ounce = $\frac{1}{16}$ lb = $\frac{1}{16} \times 453.6$ g = 28.35 g = 0.02835 kg

الطن المتري = 1 metric ton = 1000 kg = 10^{3} g

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■

(أ) $(3.69\ \text{m})\left(\frac{1\ \text{km}}{10^3\ \text{m}}\right) = 3.69 \times 10^{-3}\ \text{km}$ (ب) $(36.24\ \text{mm})\left(\frac{1\ \text{cm}}{10\ \text{mm}}\right) = 3.624\ \text{cm}$

$(3.69\ \text{m})\left(\frac{100\ \text{cm}}{\text{m}}\right) = 369\ \text{cm}$ $(36.24\ \text{mm})\left(\frac{1\ \text{m}}{10^3\ \text{mm}}\right) = 3.624 \times 10^{-2}\ \text{m}$

$(3.69\ \text{m})\left(\frac{10^3\ \text{mm}}{\text{m}}\right) = 3.69 \times 10^3\ \text{mm}$

19.1 (أ) كم سنتيمتراً مكعباً يوجد في $1\ \text{m}^3$؟ (ب) كم لتراً يوجد في $1\ \text{m}^3$؟ (ج) كم سنتيمتراً مكعباً يوجد في 1 L؟

■

(أ) $1\ \text{m}^3 = (1\ \text{m})^3 = (100\ \text{cm})^3 = (10^2\ \text{cm})^3 = 10^6\ \text{cm}^3$

(ب) $1\ \text{m}^3 = (10\ \text{dm})^3 = 10^3\ \text{dm}^3 \times 1\ \text{L/dm}^3 = 10^3\ \text{L}$ (ج) $1\ \text{L} = 1\ \text{dm}^3 = (10\ \text{cm})^3 = 10^3\ \text{cm}^3$

20.1 أوجد السعة باللتر لخزّان طوله 0.6 m وعرضه 10 cm وعمقه 50 mm.

■ حوّل إلى دسيمتر. حيث أن $1\ \text{L} = 1\ \text{dm}^3$

الحجم $= 0.6\ \text{m} \times 10\ \text{cm} \times 50\ \text{mm} = 6\ \text{dm} \times 1\ \text{dm} \times 0.5\ \text{dm} = 3\ \text{dm}^3 = 3\ \text{L}$

21.1 حوّل (أ) 2.0×10^3 g إلى ملّيغرام (ب) $1.6 \times 10^{-3}\ \text{cm}^3$ إلى لتر

■

(أ) $(2.0 \times 10^3\ \text{g})\left(\frac{10^3\ \text{mg}}{\text{g}}\right) = 2.0 \times 10^6\ \text{mg}$ (ب) $(1.6 \times 10^{-3}\ \text{cm}^3)\left(\frac{1\ \text{L}}{10^3\ \text{cm}^3}\right) = 1.6 \times 10^{-6}\ \text{L}$

22.1 كم يبلغ عدد المليمترات الموجودة في 15.0 cm؟

■

$(15.0\ \text{cm})\left(\frac{1\ \text{m}}{100\ \text{cm}}\right)\left(\frac{1000\ \text{mm}}{1\ \text{m}}\right) = 150\ \text{mm}$

23.1 حوّل (أ) 1.47 km إلى ملّيمتر (ب) 1.42 mL إلى سنتيمتر مكعّب (ج) 1.7×10^7 mg إلى كيلوغرام (د) 10^{-3} L إلى ملّيلتر (هـ) 70.5 g/L إلى غرام لكل لتر (و) 4.66 kg/L إلى غرام لكل ملّيلتر.

■ (أ) 1.47×10^6 mm (ب) $1.42\ \text{cm}^3$ (ج) 17 kg

(د) 1.54 mL (هـ) 0.0705 g/mL (و) 4.66 g/mL

24.1 احسب باللتر حجم قضيب مستطيل طوله 0.10 m وثخانته 2.0 cm وعرضه 4.0 cm.

■

$(0.10\ \text{m})(2.0\ \text{cm})(4.0\ \text{cm}) = (10\ \text{cm})(2.0\ \text{cm})(4.0\ \text{cm}) = (80\ \text{cm}^3)\left(\frac{1\ \text{L}}{1000\ \text{cm}^3}\right) = 0.080\ \text{L}$

25.1 حوّل (أ) 1.6×10^{-2} km إلى سنتيمتر (ب) 20.0 mL إلى لتر (ج) $16.2\ \text{g/cm}^3$ إلى كيلوغرام باللتر

■

(أ) $(1.6 \times 10^{-2}\ \text{km})\left(\frac{10^3\ \text{m}}{\text{km}}\right)\left(\frac{10^2\ \text{cm}}{1\ \text{m}}\right) = 1.6 \times 10^3\ \text{cm}$ (ب) $(20.0\ \text{mL})\left(\frac{1\ \text{L}}{1000\ \text{mL}}\right) = 0.0200\ \text{L}$

(ج) $\left(\frac{16.2\ \text{g}}{\text{cm}^3}\right)\left(\frac{1\ \text{kg}}{1000\ \text{g}}\right)\left(\frac{1000\ \text{cm}^3}{\text{L}}\right) = 16.2\ \text{kg/L}$

26.1 أجر الحسابات التالية: (أ) $(2.0 \times 10^2\ \text{cm}) + (1.12 \times 10^{-1}\ \text{m})$

(ب) $(0.10\ \text{m})(1.0 \times 10^{-4}\ \text{km})(1.0 \times 10^2\ \text{mm})$

■ (أ) $(2.0 \times 10^2\ \text{cm}) + (0.112 \times 10^2\ \text{cm}) = 2.1 \times 10^2\ \text{cm}$ (ب) $(10\ \text{cm})(10\ \text{cm})(10\ \text{cm}) = 10^3\ \text{cm}^3 = 1.0\ \text{L}$

27.1 يتوقف لون الضوء على طول موجته. وتكون أطول الأشعة المرئية عند الطرف الأحمر من الطيف المرئي مساويةً لـ $\times 10^{-7}$ m عبّر عن هذا الطول بالميكرومتر والنانومتر والأنغشتروم.

■

$\times 10^{-7}\ \text{m})\left(\frac{10^6\ \mu\text{m}}{\text{m}}\right) = 0.78\ \mu\text{m}$, $(7.8 \times 10^{-7}\ \text{m})\left(\frac{10^9\ \text{nm}}{\text{m}}\right) = 780\ \text{nm}$, $(7.8 \times 10^{-7}\ \text{m})\left(\frac{10^{10}\ \text{Å}}{\text{m}}\right) = 7800\ \text{Å}$

28.1 عندما تخفّف عيّنة من دم سليم إلى 200 ضعف حجمها الأصلي، ثم تفحص مجهرياً طبقة منها ثخانتها 0.10 mm، تظهر 30 خلية حمراء في كل 100×100 ميكرومتر مربّع. (أ) كم يبلغ عدد الخلايا الحمراء في ملّيمتر مكعّب من الدم؟ (ب) يبلغ متوسط عمر

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الدم الحمراء شهراً واحد، ويساوي حجم دم الإنسان البالغ حوالي 5 L. كم يبلغ عدد خلايا الدم الحمراء التي تنتج كل ثانية في نخاع عظم إنسان بالغ؟

■ (أ) $(100\ \mu m) \times (100\ \mu m) \times (0.10\ mm) = (0.10\ mm)^3 = 1.0 \times 10^{-3}\ mm^3$

$$\frac{30\ \text{خلية حمراء}}{1.0 \times 10^{-3}\ mm^3} \times 200 = 6 \times 10^6\ \text{خلية حمراء غير مخطّفة}$$

(ب) $(5\ L)\left(\frac{10^3\ cm^3}{L}\right)\left(\frac{10^3\ mm^3}{cm^3}\right)\left(\frac{6 \times 10^6\ \text{خلية}}{mm^3}\right) = 3 \times 10^{13}$ خلية

وبما أن عدد الخلايا الحمراء المطلوبة شهرياً يساوي 3×10^{13} خلية

$$\left(\frac{3 \times 10^{13}\ \text{خلية}}{\text{شهر}}\right)\left(\frac{1\ \text{شهر}}{30\ days}\right)\left(\frac{1\ \text{يوم}}{24\ h}\right)\left(\frac{1\ h}{3600\ s}\right) = 1 \times 10^7\ \text{خلية/s}$$

1. الأرقام المعنوية

29. كم يبلغ عدد الأرقام المعنوية في كل من الأعداد التالية: (أ) 17 (ب) 103 (ج) 1.035 (د) 0.0010 (هـ) 1.00×10^6 (و) π

■ (أ) عددان (ب) ثلاثة (ج) أربعة (د) عددان (هـ) ثلاثة (و) عدد لا متناه

30. انجز العمليات التالية:

12.01 cm	133 g
17.3 cm	− 2.2 g
+ 0.11 cm	

■ إن الإجابات هي 29.4 cm و 131 g عوضاً عن 29.42 cm و 130.8 g. إن الرقم 2 في عمود المئات في المجموع أبعد إلى اليمين من 3 في 17.3، ولهذا لا يمكن ان يكون رقماً معنوياً. وقد تم إسقاطه لكونه اقل من 5. إن 8 في المثال الثاني ليس معنوياً للسبب نفسه لكنه يفوق 5 لذا يدوّر إلى العدد الصحيح التالي

31. (أ) $12.7 \times 11.2 = ?$ (ب) $108/7.2 = ?$

■ في العملية الأولى، يمكن الاحتفاظ بثلاثة ارقام معنوية لان كل عامل له ثلاثة. أما في العملية الثانية، فلا يحتفظ سوى برقمين معنويين في الإجابة. (أ) 142 (ب) 15

32. ضع خطاً تحت كل رقم معنوي في الأعداد التالية. إن كان الرقم مشكوكاً فيه، ضع علامة استفهام تحته.

(أ) 1.066 (ب) 750 (ج) 0.050 (د) 0.2070 (هـ) 50.0

■ (أ) 1.066 (ب) 750 (ج) 0.050 (د) 0.2070 (هـ) 50.0

33. احسب حتى العدد المناسب من الأرقام المعنوية:

(أ) $(4.50 \times 10^2\ m) + (3.00 \times 10^6\ mm)$ (ب) $(4.50 \times 10^2\ cm)(2.00 \times 10^6\ cm)$

(ج) $(4.50 \times 10^2\ mL) - (0.0225\ L)$

■ (أ) $(4.50 \times 10^2\ m) + (3.00 \times 10^3\ m) = 3.54 \times 10^3\ m$ (ب) $9.00 \times 10^8\ cm^2$

(ج) $(4.50 \times 10^2\ mL) - (0.225 \times 10^2\ mL) = 4.28 \times 10^2\ mL$

34. اشرح لماذا يمكن إجراء التدوير إلى العدد المناسب من الأرقام المعنوية في الحسابات التي تتضمن اكثر من عملية حسابية واحدة النهاية مرة واحدة إذا كانت كل العمليات هي عمليات ضرب و/أو قسمة، او عمليات جمع و/أو طرح، ولا يمكن إجراؤها إذا كانت العمليات مزيجاً من الجمع أو الطرح مع الضرب أو القسمة.

■ هناك قواعد مختلفة لعدد الأرقام المعنوية في جواب عملية الجمع أو الضرب، لذا يجب تطبيقها بشكل منفصل عند إجراء حساب مختلط.

35. اجمع الكميات التالية المعبّر عنها بالغرام حتى العدد المناسب من الأرقام المعنوية.

(أ)	(ب)	(ج)	(د)
25.340	58.0	1.6523	415.5
5.465	0.0038	0.015	3.64
0.322	0.00001		0.238

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ (أ) 25.340 (ب) 58.0 (ج) 4.20 (د) 415.5
5.465 0.0038 1.6523 3.64
0.322 0.00001 0.015 0.238
31.127 g 58.00381 = 58.0 g 5.8673 = 5.87 g 419.378 = 419.4 g

36.1 ما هي الطريقة المعتادة لتصحيح الجواب حتى العدد المناسب من الأرقام المعنوية؟ (ب) أنجز العمليات الـ
2.48/1.24, 17.790/2.0. (ج) اشرح لماذا لم تعتمد الطريقة المعتادة المعطاة في القسم (أ) لأي من الحسابات في الجزء (

■ (أ) أسقط الأرقام الإضافية ودوّر الرقم الأخير المحتفظ به وفقاً لقيمة الرقم الأول الساقط. (ب) 2.00 و 6400. (ج) في
تضاف الأرقام للحصول على العدد الصحيح. في 6400، تم إسقاط الرقمان الأخيران (وإلا حصلنا على القيمة 64) ولكنهما
صفرين لا معنويين.

37.1 حوّل كلاً من القياسات التالية إلى الوحدة الأساسية (بدون بادئة)، وعبّر عن النتيجة بالترميز الأسّي المعياري حتى العدد الـ
من الأرقام المعنوية. (أ) 9.50×10^{-1} kg (ب) 4.40×10^{5} mm (ج) 0.00102 cm (د) 400.0 mL.

■ (أ) 9.50×10^{2} g (ب) 4.40 m (ج) 1.02×10^{-5} m (د) 4.000×10^{-4}

38.1 $(1.20 \times 10^{-6}) + (6.00 + 10^{-5}) = ?$

■ $(0.120 \times 10^{-5}) + (6.00 \times 10^{-5}) = 6.12 \times 10^{-5}$

39.1 أوجد المجموع بالعدد الصحيح من الأرقام المعنوية: $14.90 + 0.0070 + 1.0 + 0.091$

■
14.90
0.0070
1.0
0.091
$15.9_{091} \rightarrow 16.0$

40.1 احسب للحصول على العدد الصحيح من الأرقام المعنوية: $(14.90)(0.0070)/(0.091)$.

■ $(14.90)(0.0070)/(0.091) = 1.1$

41.1 احسب للحصول على العدد الصحيح من الأرقام المعنوية:

(أ) $(1.0042 - 0.0034)(1.23)$ (ب) $(1.0042)(0.0034)(1.23)$ (ج) $(1.0042)(-0.0034)/1.23$

■ (أ) 1.23 (ب) 4.2×10^{-3} (ج) -2.8×10^{-3} عندما يُطرح 0.0034 من 1.0042، تحصل على عدد من خمسة
معنوية. عندما يضرب هذا العدد بـ 1.23، مع ثلاثة أرقام معنوية فقط، ينبغي أن يعبّر عن النتيجة بثلاثة أرقام معنوية فقط.

42.1 افترض جسماً صلباً حجمه $1.23\ cm^3$، تبلغ كتلته زائد كتلة قطعة ورق الوزن 10.024 g؛ يزن الورق 0.03 g. إحسب كثافة
الصلب وصولاً إلى العدد الصحيح من الأرقام المعنوية.

■
$$\frac{10.024\ g - 0.03\ g}{9.994\ g} \quad \frac{9.99\ g}{1.23\ cm^3} = 8.12\ g/cm^3$$

يجب إسقاط 4 من الفارق لأن كتلة ورق الوزن غير معروفة إلا وصولاً إلى الخانة المئوية الثانية.

43.1 أجر الحسابات التالية وصولاً إلى العدد الحقيقي من الأرقام المعنوية. (أ) $(4.2 \times 10^{2}\ cm) + (.00 \times 10^{-2}\ m)$
(ب) $(1.5 \times 10^{3}\ cm)(8.0 \times 10^{2}\ cm)(0.0100\ m)$

(أ) $(20.0) + (4.2\ m) = 24.2\ m$ (ب) $(1.5 \times 10^{3}\ cm)(8.0 \times 10^{2}\ cm)(1.00\ cm) = 1.2 \times 10^{4}\ cm^3$

4.1 حسابات مع كميات مترية

44.1 ما هو الحجم الذي سيشغله 300 g من الرئبق؟ إن كثافة الرئبق تبلغ $13.6\ g/cm^3$.

■
$$\text{الحجم} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكثافة}} = \frac{300\ g}{13.6\ g/cm^3} = 22.1\ cm^3$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

45 اوجد كثافة كحول الإيثيل علماً أن 80.0 mL منه يزن 63.3 g.

■ $\frac{63.3\text{ g}}{80.0\text{ mL}} = 0.791\text{ g/mL}$

46.1 اوجد حجم 40 kg من رابع كلوريد الكربون الذي تبلغ كثافته 1.60 g/cm³.

■ $(40\text{ kg})\left(\frac{10^3\text{ g}}{\text{kg}}\right)\left(\frac{1\text{ cm}^3}{1.60\text{ g}}\right)\left(\frac{1\text{ L}}{10^3\text{ cm}^3}\right) = 25\text{ L}$ أو $(40\text{ kg})\left(\frac{1\text{ L}}{1.60\text{ kg}}\right) = 25\text{ L}$

47 كمية فيزيائية هامة لها قيمة 1.987 حرورة (cal) أو 0.08206 لتر. جو(L. atm). ما هو عامل التحويل من لتر. جو إلى حُرَيرة؟

■ $\frac{1.987\text{ cal}}{0.08206\text{ L}\cdot\text{atm}} = 24.21\text{ cal/L}\cdot\text{atm}$

48.1 احسب الكثافة بالغرام لكل سنتيمتر مكعّب لجسم يزن 200 g (كتلته 420 g) وحجمه 52 cm³.

■ $\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$ $8.1\text{ g/cm}^3 = \frac{420\text{ g}}{52\text{ cm}^3}$

49.1 احسب حجم 400 g من الذهب. (كثافته = 19.3 g/cm³).

■ $(400\text{ g})\left(\frac{1\text{ cm}^3}{19.3\text{ g}}\right) = 20.7\text{ cm}^3$

50 كثافة معدن تساوي 9.50 g/cm³. احسب عدد (أ) الكيلوغرامات في المتر المكعّب (ب) السنتيمترات المكعّبة في الغرام.

■ (أ) $\left(\frac{9.50\text{ g}}{\text{cm}^3}\right)\left(\frac{1\text{ kg}}{10^3\text{ g}}\right)\left(\frac{10^2\text{ cm}}{\text{m}}\right)^3 = \frac{9.50\times10^3\text{ kg}}{\text{m}^3}$ (ب) $\frac{1\text{ cm}^3}{9.50\text{ g}} = 0.105\text{ cm}^3/\text{g}$

51.1 تعود تسمية ذهب المجانين لكونه يشبه ظاهرياً الذهب الحقيقي. إن لقطعة من ذهب المجانين كتلة من 56.25 g وقياساتها 1.50 cm ضرب 2.50 cm ضرب 3.00 cm. كيف يمكن تمييز هذه المادة عن الذهب الحقيقي عن طريق خصائصها الفيزيائية؟

■ يمكن تمييزها اعتماداً على كثافتها، 5.00 g/cm³. (يصعب أن تتشابه كثافة ذهب المجانين مع تلك التي للذهب الحقيقي، أي 19.3 g/cm³).

52.1 تساوي كثافة البلاتين 21.45 g/cm³. احسب كثافته بالكيلوغرام في المتر المكعّب.

■ $\left(\frac{21.45\text{ g}}{\text{cm}^3}\right)\left(\frac{1\text{ kg}}{1000\text{ g}}\right)\left(\frac{100\text{ cm}}{\text{m}}\right)^3 = \frac{21.45\times10^3\text{ kg}}{\text{m}^3}$

53 قطعة من البلاتين لها كتلة من 1802 g، طولها 6.00 cm، عرضها 3.50 cm وثخانتها 4.00 cm. ما هي كثافة البلاتين؟

■ يحدّد حجم V القطعة بضرب طولها l بعرضها w بثخانتها t: $V = lwt = (6.00\text{ cm})(3.50\text{ cm})(4.00\text{ cm}) = 84.0\text{ cm}^3$. كثافتها هي كتلتها في كل وحدة حجم.

$$d = \frac{m}{V} = \frac{1802\text{ g}}{84.0\text{ cm}^3} = 21.5\text{ g/cm}^3$$

54.* ما هي كثافة كرة فولاذية قطرها 7.50 mm وكتلتها 1.765 g (حجم كرة نصف قطرها r هو $\frac{4}{3}\pi r^3$).

■ $V = \left(\frac{4\pi}{3}\right)\left(\frac{7.50\text{ mm}}{2}\right)^3 = 221\text{ mm}^3$

$d = \frac{m}{V} = \frac{1.765\text{ g}}{221\text{ mm}^3} = \frac{1.765\times10^{-3}\text{ kg}}{} = 7.99\times10^3\text{ kg/m}^3$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

55.1 تمت تسوية سبيكة خليطة إلى قرص مسطّح قطره 31.5 mm وثخانته 4.5 mm بتوسطه ثقب قطره 7.5 mm. يزن القرص 20.2 g. ما هي كثافة السبيكة؟

■ حجم القرص هو:

$$V = \pi r_1^2 h - \pi r_2^2 h = \pi h(r_1^2 - r_2^2)$$

$$= \pi(4.5\text{ mm})\left[\left(\frac{31.5}{2}\right)^2 \text{mm}^2 - \left(\frac{7.5}{2}\right)^2 \text{mm}^2\right] = 3308\text{ mm}^3 = 3.308\text{ cm}^3$$

$$d = \frac{m}{V} = \frac{20.2\text{ g}}{3.308\text{ cm}^3} = 6.11\text{ g/cm}^3 = 6110\text{ kg/m}^3$$

56.1 يزن وعاء زجاجي 20.2376 g عندما يكون فارغاً و 20.3102 g عندما يملأ بالماء عند 4 °C وصولاً إلى علامة محفورة. جُفّف الوعاء بعد ذلك وملئ إلى نفس العلامة بمحلول عند 4 °C. أصبح الوعاء عندها يزن 20.3300 g. ما هي كثافة المحلول؟

■ كتلة الماء = (20.3102 g) − (20.2376 g) = 0.0726 g

كتلة المحلول = (20.3300 g) − (20.2376 g) = 0.0924 g

كثافة الماء تساوي 1.000 g/cm³ عند 4 °C. لذا

$$\text{الحجم} = (0.0726\text{ g})\left(\frac{1\text{ cm}^3}{1.000\text{ g}}\right) = 0.0726\text{ cm}^3 \qquad \text{الكثافة} = \frac{0.0924\text{ g}}{0.0726\text{ cm}^3} = 1.27\text{ g/cm}^3$$

57.1 عيّنة من حمض الكبريتيك المركّز تحتوي على 95,7% H_2SO_4 وزناً وكثافتها 1.84 g/mL. (أ) كم يبلغ عدد الغرامات من H_2SO_4 الصافي في 1.00 L من الحمض؟ (ب) كم يبلغ عدد المليلترات من الحمض في 100 g من H_2SO_4 الصافي؟

■ (أ) $(1.00\text{L حمض})\left(\frac{1.84\text{ kg acid}}{\text{L حمض}}\right)\left(\frac{95.7\text{ kg } H_2SO_4}{100\text{ kg حمض}}\right) = 1.76\text{ kg } H_2SO_4$

(ب) $(100\text{ g } H_2SO_4)\left(\frac{100\text{ g حمض}}{95.7\text{ g } H_2SO_4}\right)\left(\frac{1\text{ mL حمض}}{1.84\text{ g حمض}}\right) = 56.8\text{ mL حمض}$

58.1 تظهر التحليلات أن 20.0 mL من حمض الهيدروكلوريك المركّز كثافته 1.18 kg/mL تحتوي على 8.36 g HCl. (أ) أوجد كتلة HCl لكل مليلتر من المحلول الحمضي. (ب) أوجد النسبة المئوية بالوزن (الكتلة) لـ HCl في الحمض المركّز.

■ (أ) $\frac{8.36\text{ g HCl}}{20.0\text{ mL}} = 0.418\text{ g/mL}$ (ب) $\frac{8.36\text{ g HCl}}{(20.0\text{ mL})(1.18\text{ g/mL})} \times 100\% = 35.4\%\text{ HCl}$

59.1 قطعة من ورق ذهبي (كثافتها 19.3 g/cm³) تزن 1.93 mg يمكن طرقها إلى أن تصبح غشاءً شفّافاً يغطي مساحة من 14.5 cm². (أ) ما هو حجم 1.93 mg من الذهب؟ (ب) ما هي الثخانة المتوسطة المعبّر عنها بالانغستروم (Å) للغشاء الشفّاف؟

■ (أ) $(1.93\text{ mg})\left(\frac{1\text{ g}}{10^3\text{ mg}}\right)\left(\frac{1\text{ cm}^3}{19.3\text{ g}}\right) = 1.00 \times 10^{-4}\text{ cm}^3$

(ب) $\frac{1.00 \times 10^{-4}\text{ cm}^3}{14.5\text{ cm}^2} = (6.90 \times 10^{-6}\text{ cm})\left(\frac{1\text{ Å}}{10^{-8}\text{ cm}}\right) = 690\text{ Å}$

60.1 قطعة من الأنابيب الشعرية تمّت معايرتها بالطريقة التالية. بلغ وزن عينة نظيفة من الأنابيب 3.247 g. شغل خيط من الزئبق أدخ من الأنبوب طولاً l من 23.75 mm وفقاً للفحص المجهري. وزن الأنبوب مع الزئبق كان 3.489 g. كثافة الزئبق تسا 13.60 g/cm³. افتراضاً أن التجويف الشعري عبارة عن أسطوانة منتظمة، أوجد قطر d التجويف.

■ $m = 3.489\text{ g} - 3.247\text{ g} = 0.242\text{ g}$

$$V = (0.242\text{ g})\left(\frac{1\text{ cm}^3}{13.60\text{ g}}\right) = 0.0178\text{ cm}^3$$

$$A = \frac{V}{l} = \frac{0.0178\text{ cm}^3}{2.375\text{ cm}} = 0.00749\text{ cm}^2 = \pi d^2/4$$

$$d = \sqrt{\frac{4(0.00749\text{ cm}^2)}{3.14159}} = 0.0976\text{ cm}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

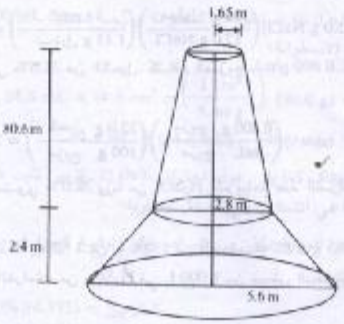
61.1 يُعتقد بأن شجرة جنرال شيرمان الموجودة في سيكويا ناشونال بارك هي أضخم الكائنات الحية كتلةً إن افترضنا أن الكثافة الكلية لجذع الشجرة هي $850\ kg/m^3$. احسب كتلة الجذع بافتراض إمكانية تقريبها إلى شكلين مخروطيين ناقصين قائمين القطر السفلي للشكل الأول 11.2 m وللشكل الثاني 5.6 m والقطر العلوي للأول 5.6 m وللثاني 3.3 m وارتفاع الأول 2.4 m والثاني 80.6 m. (انظر الشكل 1.1). الشكل الناقص عبارة عن جزء مخروط يمتد سطحان متعامدان مع محور المخروط. يعطى حجم الشكل الناقص الشكل الناقص بـ $\pi h(r_1^2 + r_1r_2 + r_2^2)/3$ حيث h الارتفاع، r_1 و r_2 نصف قطري المخروط عند السطوح الحدودية.

■

$$V_1 = \tfrac{1}{3}\pi(80.6\ m)[1.65^2 + 2.8^2 + (1.65)(2.8)] = 1281\ m^3$$
$$V_2 = \tfrac{1}{3}\pi(2.4\ m)[5.6^2 + 2.8^2 + (5.6)(2.8)] = 138\ m^3$$

إذن $V = 1419\ m^3$ و

$$m = (1419\ m^3)\left(\frac{850\ kg}{m^3}\right) = 1.21 \times 10^6\ kg = 1.21 \times 10^3\ \text{طن متري}$$



الشكل 1.1

62.1 احسب النسبة المئوية للصوديوم الموجود في حبوب مخصصة للإفطار صباحاً قيل عنها في الإعلان بأن كل 100 g من الحبوب تحتوي على 110 mg من الصوديوم.

■

$$\frac{110 \times 10^{-3}\ g\ Na}{100\ g\ total} \times 100\% = 0.110\%\ Na$$

63.1 (أ) احسب كتلة HNO_3 الصافي في كل مِلْيلتر mL من الحمض المركّز الذي يحتوي على 69.8% من HNO_3 وزناً وله كثافة 1.42 g/mL. (ب) احسب كتلة HNO_3 الصافي في 60.0 mL من الحمض المركّز. (ج) أي حجم من الحمض المركّز يحتوي على 63.0 g من HNO_3 الصافي؟

■ (أ) في 1.00 mL من الحمض كتلته 1.42 g. بما أن 69.8% من الكتلة الكلية مكوّن من HNO_3 الصافي، فإن عدد غرامات HNO_3 في 1.00 mL من الحمض هو $0.698 \times 1.42\ g = 0.991\ g$. (ب) كتلة HNO_3 في 60.0 mL من الحمض = $60.0\text{mL} \times 0.991\ g/mL = 59.5\ g\ HNO_3$. (ج) يتواجد 63.0 g HNO_3 في

$$\frac{63.0\ g}{0.991\ g/mL} = 63.6\ mL\ \text{حمض}$$

64.1 تبلغ كثافة الذهب $19.3\ g/cm^3$. احسب قطر كرة ذهبية صلبة كتلتها 422 g.

■ النتيجة المطلوبة هي قياس القطر D بالسنتيمتر. المعطيات هي كتلة من الذهب (بالغرام)، كثافتها d (بالغرام في السنتيمتر المكعّب)، وشكل الجسم (كروي). نصف قطر r كرة له علاقة بحجمه V بواسطة $r = \sqrt[3]{3V/4\pi}$. وحجم الكرة هو $422\ g/(19.3\ g/cm^3)$. وهكذا

$$D = 2r = 2\sqrt[3]{\frac{3(422\ g)}{4\pi(19.3\ g/cm^3)}} = 3.47\ cm$$

65.1 كثافة الألومينيوم $2.70\ g/cm^3$. تضاف قطعة من الألومينيوم ذات شكل غير منتظم وزنها 40.0 g إلى أسطوانة مدرّجة سعتها

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ سيتغير مستوى الماء بمقدار يعكس حجم قطعة الألومنيوم. يمكن تحديد حجم القطعة انطلاقاً من كثافة الألومنيوم وكتلته باستعمال معادلة الكثافة أو الطريقة العملية.

المعادلة	الطريقة العملية
$d = \frac{m}{V}$	الكمية المعطاة: 40.0 g ؛ النسبة: $\left(\frac{1\text{ cm}^3}{2.70\text{ g}}\right)$ ؛ $= 14.8\text{ cm}^3$
$V = \frac{m}{d} = \frac{40.0\text{ g}}{2.70\text{ g/cm}^3} = 14.8\text{ cm}^3$	

مستوى الماء في الأسطوانة هو حجم الماء زائد حجم الألومنيوم: $50.0\text{ mL} + 14.8\text{ mL} = 64.8\text{ mL}$

66.1 كثافة محلول ملح ما هي 1.13 g/cm^3. يحتوي المحلول على 17.0% من كلوريد الصوديوم. أي حجم من المحلول يحتوي على 35.0 g من NaCl؟

■
$$(35.0\text{ g NaCl})\left(\frac{100\text{ g محلول}}{17.0\text{ g NaCl}}\right)\left(\frac{1\text{ cm}^3}{1.13\text{ g محلول}}\right) = 182\text{ cm}^3$$

67.1 مزيج من الغازولين والكحول يحتوي على 22.0% من الكحول. كثافة المزيج 0.800 g/mL. كم تبلغ كتلة الكحول الموجودة في 40.0 mL من المزيج؟

■
$$(40.0\text{ mL مزيج})\left(\frac{0.800\text{ g مزيج}}{\text{mL مزيج}}\right)\left(\frac{22.0\text{ g كحول}}{100\text{ g مزيج}}\right) = 7.04\text{ g كحول}$$

68.1 حمض البطارية كثافته 1.285 g/cm^3 ويحتوي 38.0% وزناً من H_2SO_4. كم يبلغ عدد الغرامات من H_2SO_4 الصافي في لتر من حمض البطارية؟

■ 1.000 cm^3 من الحمض كتلته 1.285 g. وهكذا فإن 1.000 L من الحمض له كتلة 1285 g. وبما أن 38.0% من وزن الحمض يحتوي على H_2SO_4 الصافي، فإن عدد الغرامات من H_2SO_4 في 1.000 L من حمض البطارية هو $0.380 \times 1285 = 488\text{ g}$

شكلياً، يمكن كتابة الحل أعلاه كما يأتي:

$$\text{كتلة } H_2SO_4 = \text{حمض } 1285\text{ g} \times \frac{38.0\text{ g من } H_2SO_4}{100\text{ g حمض}} = 488\text{ g من } H_2SO_4$$

في هذه المعادلة اعتبر عامل التحويل $\frac{38.0\text{ g } H_2SO_4}{100\text{ g حمض}}$ مساوياً لـ 1. وعلى الرغم من أن الشرط $100\text{ g حمض} = 38.0\text{ g } H_2SO_4$ ليس حقيقة شاملة على غرار 1 إنش يساوي دائماً 2.54 cm، فإن هذا الشرط يصبح شرطاً ثابتاً للربط بين $38.0\text{ g } H_2SO_4$ مع كل 100 g من الحمض لهذا النوع المحدّد من المحضرات الحمضية. ومن الناحية الرياضية، يمكن اعتبار هاتين الكميتين متساويتين في هذه المسألة.

69.1 شذرة من الذهب والكوارتز تزن 100 g. كثافة الذهب 19.3 g/cm^3، والكوارتز 2.65 g/cm^3، والشذرة 6.4 g/cm^3. حدّد وزن الذهب في الشذرة.

■ لنفترض x = عدد غرامات الذهب في الشذرة. وهكذا $100\text{ g} - x$ = عدد غرامات الكوارتز في الشذرة.

حجم الشذرة = (حجم الذهب في الشذرة) + (حجم الكوارتز في الشذرة)

$$\frac{100\text{ g}}{6.4\text{ g/cm}^3} = \left(\frac{x}{19.3\text{ g/cm}^3}\right) + \left(\frac{100\text{ g} - x}{2.65\text{ g/cm}^3}\right) \qquad \text{وهكذا } x = 68\text{ g ذهب}$$

70.1 قطعة صلصال جُفّفت جزئياً فاحتوت على 50% سيليكا و 7% ماء. كان الصلصال الأصلي يحتوي على 12% ماء. ما كانت نسبة السيليكا في العيّنة الأصليّة؟

■ للصلصال الأصلي والمجفّف التركيب التالي:

	% ماء	% سيليكا	مواد أخرى
الأصلي	12	x	$88 - x$
المجفّف	7	50	43

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يجب ان تكون نسبة السيليكا إلى المكوّنات الجافة الأخرى نفسها في الصلصالين اذا

$$\frac{x}{88 - x} = \frac{50}{43}$$

$x = 47$ اي يوجد 47% سيليكا في الصلصال الأصلي.

71 حدّد قيمة كل من التعابير التالية:

(أ) $x = 0.0592 \log \frac{10^2/\text{L}}{10^{-1}/\text{L}}$ (ب) $z = 0.0296 \log \frac{(10^{-5})^2(10^{-1})^3}{(10^{-3})^3}$

(ج) $y = 0.0296 \log (3.0 \times 10^7)$ (د) $w = -\log \frac{(10^{-5})^4(10^{-1})^3}{3 \times 10^4}$

■ (أ) 0.178 (ب) −0.533 (ج) 0.221 (د) −27.5

72 رصاصة كثافتها 5.40 g/cm³ وكتلتها 80.0 g أسقطت في اسطوانة مدرّجة سعتها 100 mL وتحتوي على 50.0 mL ماء بالضبط. اي ارتفاع سيبلغه مستوى الماء في الأسطوانة؟

■ حجم الرصاصة $= (80.0\ \text{g}) \left(\frac{1\ \text{cm}^3}{5.40\ \text{g}}\right) = 14.8\ \text{mL} = 14.8\ \text{cm}^3$

الحجم الكلي $= (50.0\ \text{mL}) + (14.8\ \text{mL}) = 64.8\ \text{mL}$

73 تتحلّل عيّنة من الفحم على أساس الجفاف كما يلي: مواد احتراق 21.06%؛ كربون ثابت 71.80%؛ رماد 7.14%. إن كانت الرطوبة الموجودة في الفحم هي 2.49%، فما هي التحاليل على أساس الرطوبة؟

■ على أساس الرطوبة: 2.49% من العيّنة مكوّن من الماء، ويكون لبقية العيّنة اي $100\% - 2.49\% = 97.5\%$ تركيباً جافاً.

$\%\ \text{ماء} = 2.5\%$

$\%\ \text{مواد احتراق} = (21.06\%)(0.975) = 20.5\%$

$\%\ \text{كربون} = (71.80\%)(0.975) = 70.0\%$

$\%\ \text{رماد} = (7.14\%)(0.975) = 7.0\%$

تحقّق: $2.5 + 20.5 + 70.0 + 7.0 = 100.0\%$

74 فحم بيتوميني بتسلفاني حلّل كما يلي: تم وزن 2.500 g بالضبط داخل بوتقة من السيليكا المصهورة، واصبح وزن البقايا الخالية من الرطوبة 2.415 g بعد تجفيفها لمدة 1 ساعة عند 110 °C. تغطى البوتقة بعد ذلك بغطاء مثقوب وتسخن بشدة حتى لا تبقى اي مادة متطايرة. يزن زر الكوك المتبقي 1.528 g. بعد تسخين البوتقة دون غطاء إلى ان تتلاشى كل دقائق الكربون، وزن الرماد المتبقي 0.245 g. ما هي النسب المئوية للرطوبة، ومواد الاحتراق المتطايرة (VCM) والكربون الثابت (FC) والرماد؟

■ الرطوبة $= 2.500\ \text{g} - 2.415\ \text{g} = 0.085\ \text{g}$

مواد الاحتراق المتطايرة $= 2.415\ \text{g} - 1.528\ \text{g} = 0.887\ \text{g}$

الكربون الثابت $= 1.528\ \text{g} - 0.245\ \text{g} = 1.283\ \text{g}$

الرماد $= 0.245\ \text{g}$

المجموع $= 0.085 + 0.887 + 1.283 + 0.245 = 2.500$ فحم

$$\text{نسبة الرطوبة} = \frac{0.085\ \text{g}}{2.500\ \text{g}} = 0.034 = 3.4\%$$

وبالطريقة الحسابية نفسها، نحصل على النسب المئوية الباقية كما يلي: VCM 35.5%، FC 51.3%، و رماد 9.8%.

75 عيّنة مُخبّبة من سبيكة صنع طائرات (Al, Mg, Cu) وزنها 8.72 g عولجت أولاً بقلويات لإذابة الألومنيوم، ثم بـ HCl مخفّف جداً لإذابة المغنزيوم، وتركت بنايا من النحاس. كان وزن البقايا بعد غلي القلويات 2.10 g ونتج عن ذلك بقية غير ذوّابة في الحمض وزنها 0.69 g. ما هو تركيب السبيكة؟

■ وزن $\text{Al} = 8.72\ \text{g} - 2.10\ \text{g} = 6.62\ \text{g}$ وزن $\text{Mg} = 2.10\ \text{g} - 0.69\ \text{g} = 1.41\ \text{g}$ وزن $\text{Cu} = 0.69\ \text{g}$

نسبة $\text{Al} = \frac{6.62\ \text{g}}{8.72\ \text{g}} = 75.9\%$

نسبة $\text{Cu} = \frac{0.69\ \text{g}}{8.72\ \text{g}} = 7.9\%$

$100\% = 75.9 + 16.2 + 7.9 = \text{Mg}$ نسبة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

76.1 كم تبلغ الكمية المطلوبة من المحلول المحتوي على 58.0% حمض الكبريتيك لتوفير 150 g من H_2SO_4؟

■ $\left(\frac{0.580\text{ g } H_2SO_4}{\text{g soln}}\right)x = 150\text{ g } H_2SO_4$ أي $x = 259\text{ g soln}$

77.1 قنينة سعتها لتر واحد معلوءة بسائلين (A و B) ذي جاذبية خاصة (الكثافة نسبة لكثافة الماء) تبلغ 1.4 للسائلين. الجاذبية لـ للسائل A هي 0.80 وللسائل B 1.80. ما هو حجم كل منهما في المزيج؟ افترض أن الحجم لا يتغير عند مزجهما.

■ اعتبر x = حجم A بالمِلّيلتر، وعندها $100 - x$ = حجم B بالمِلّيلتر.

$$0.80x + 1.80(1000 - x) = 1.4(1000)$$ و

والحل هو، $x = 300\text{ mL A}$ و $1000 - x = 600\text{ mL B}$

78.1 قطعة من الصلصال تحتوي على 45% سيليكا و 10% ماء. ما هي النسبة المئوية للسيليكا في القطعة على أساس الجفاف من الماء)؟

■ افترض عيّنة من 100.0 g من الصلصال الرطب. تحصل عندها على 90.0 g من الصلصال الجاف المحتوي على سيليكا.

$$\frac{45.0\text{ g سيليكا}}{90.0\text{ g صلصال جاف}} \times 100\% = 50.0\%$$ سيليكا في الصلصال الجاف.

79.1 فحم يحتوي على 2.4% ماء. بعد تجفيفه، تحتوي البقايا الفالية من الرطوبة 71.0% كربون. حدّد النسبة المئوية للكربون على أساس الرطوبة.

■ إفترض عينة من 100.0 g من الفحم الرطب. يوجد فيها 97.6 g من الفحم الجاف.

$(97.6\text{ g})(0.710) = 69.3\text{ gC}$ او 69.3% C في العيّنة

80.1 إسمنت للبناء وفّر المعطيات التحليلية التالية: عيّنة من 28.5 g أعطت عند تخفيفها بالاسيتون بقية من 4.60 g من بودرة الألو أعطت الرُّشاحة عند تبخير الاسيتون والمادّة المذيبة 3.2 g من النيتروسلّيلوز المُلَدَّن الذي يحتوي على 0.80 g من الملدّن في البنزين. حدد تركيبة هذا الاسمنت.

■ $(28.5\text{ g}) - (3.2\text{ g}) = (4.6\text{ g})$ مادة مذيبة $= 20.7\text{g}$

$\frac{20.7\text{ g مادة مذيبة}}{28.5\text{ g عيّنة}} \times 100\% = 72.6\%$ مادة مذيبة

$\frac{4.60\text{ g الوميثوم}}{28.5\text{ g عيّنة}} \times 100\% = 16.1\%$ الوميثوم

$\frac{2.4\text{ g نيتروسلّيلوز}}{28.5\text{ g عيّنة}} \times 100\% = 8.4\%$ نيتروسـ

$\frac{0.80\text{ g ملدّن}}{28.5\text{ g عيّنة}} \times 100\% = 2.8\%$ ملدّن

تحقق: $72.6 + 16.1 + 8.4 + 2.8 = 99.9\%$

81.1 عيّنة من الكريما الباردة وزنها 8.41 g خسرت 5.83 g من الرطوبة عند تسخينها إلى 110 °C. فقدت البقية عند استخلاص منها وتجفيفها 1.27 g من الغليسرول الذوّاب في الماء. الفضلة كانت زيتاً. اوجد تركيبة هذه الكريما.

■ كتلة الزيت $= 8.41\text{ g} - 5.83 - 1.27 = 1.31\text{ g}$ زيت

$\frac{5.83\text{ g ماء}}{8.41\text{ g مجموع}} \times 100\% = 69.3\%$ ماء

$\frac{1.27\text{ g غليسرين}}{8.41\text{ g مجموع}} \times 100\% = 15.1\%$ غليسرين

$\frac{1.31\text{ g زيت}}{8.41\text{ g مجموع}} \times 100\% = 15.6\%$ زيت

تحقق: 100.0%

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

82 تنتشر الحموض الدهنية بسرعة على الماء لتشكيل غشاء أحادي الجزيء. تمّ تنقيط محلول بنزين يحتوي على $0.10\ mm^3$ من حمض الستياريك داخل صينية معلوءة بالماء. الحمض غير ذوّاب في الماء لكنه ينتشر على السطح لتشكيل مساحة غشائية متواصلة من $400\ cm^2$ بعد تبخّر كل البنزين. ما هي الثخانة المتوسطة بالأنغشتروم؟

■ $1\ mm^3 = (10^{-3}\ m)^3 = 10^{-9}\ m^3 \qquad 1\ cm^2 = (10^{-2}\ m)^2 = 10^{-4}\ m^2$

$$25\ \text{Å} = (10^{10}\ \text{Å/m})(2.5 \times 10^{-9}\ m) = 2.5 \times 10^{-9} = \frac{(0.10)(10^{-9}\ m^3)}{(400)(10^{-4}\ m^2)} = \frac{\text{الحجم}}{\text{المساحة}} = \text{ثخانة الغشاء}$$

83 وسط مسامي للتفاعلات الكيميائية له مساحة سطحية داخلية من $800\ m^2$ لكل سنتمتر مكعّب من مجمل المادّة. يتألف 50% من الحجم الإجمالي من مسام (ثقوب)، فيما يتألف الـ 50% الآخر من مادة صلبة. افترض أن المسام عبارة عن أنابيب صغيرة أسطوانية ذات قطر موحد d وطول موحد l، وإن المساحة السطحية الداخلية المقيسة هي المساحة الكلية للسطوح المنحنية للأنابيب. ما هو قطر كل مُسَمّ؟ [حجم الأسطوانة هو $V = \frac{1}{4}\pi d^2 l$.]

■ خذ بالاعتبار $1.0\ cm^3$ من الوسيط.

$$V_{\text{ثقوب}} = 0.50\ cm^3 = (0.50\ cm^3)\left(\frac{10^8\ \text{Å}}{cm}\right)^3 = 0.50 \times 10^{24}\ \text{Å}^3 = \frac{1}{4}\pi d^2 l$$

$$A_{\text{ثقوب}} = (800\ m^2)\left(\frac{10^{10}\ \text{Å}}{m}\right)^2 = 800 \times 10^{20}\ \text{Å}^2 = \pi d l$$

$$\frac{\frac{1}{4}\pi d^2 l}{\pi d l} = \frac{d}{4} = \frac{0.50 \times 10^{24}\ \text{Å}^3}{8.0 \times 10^{21}\ \text{Å}^2} = \frac{50}{8.0}\ \text{Å} \quad \Rightarrow \quad d = 4\left(\frac{50}{8.0}\right)\text{Å} = 25\ \text{Å}$$

التحويلات من النظام الإنكليزي إلى النظام المتري

84 حوّل 5.00 إلى (أ) سنتيمتر (ب) ملّيمتر (ج) متر

■ (أ) $5.00\ in. = (5.00\ in.)(2.54\ cm/in.) = 12.7\ \frac{in. \cdot cm}{in.} = 12.7\ cm$

يمكن فهم العملية بسهولة عن طريق التعريف اللفظي لعامل التحويل. 2.54 هو عدد السنتيمترات في كل إنش، أي عدد السنتيمترات في الإنش الواحد. ويكون عدد السنتيمترات في 5in. هو 5×2.54. ويمكن كذلك اعتبار عامل التحويل بيان تساوٍ بين 2.54 cm و 1 إنش. وحيث أن $2.54\ cm = 1\ in.$

$$2.54\ cm\ per\ in. = 2.54\ cm/in. = \frac{2.54\ cm}{1\ in} = \frac{2.54\ cm}{2.54\ cm} = 1$$

وهكذا فإن عامل التحويل، 2.54 cm/in.، مساوٍ رياضياً لـ 1، وهكذا يمكن ضرب أي كمية أو قسمتها بعامل التحويل دون تغيير القيمة الأساسية للكمية.

(ب) $12.7\ cm = (12.7\ cm)(10\ mm/cm) = 127\ \frac{cm \cdot mm}{cm} = 127\ mm$

(ج) $12.7\ cm = \frac{12.7\ cm}{100\ cm/m} = 0.127\ \frac{cm \cdot m}{cm} = 0.127\ m$

هنا، كان من المناسب إجراء عملية قسمة بعامل التحويل. لكن إن ضربنا بالخطأ 12.7 cm بـ 100cm/m، لكانت الإجابة بالسنتيمتر المربّع لكل متر، حيث أن

$$cm \times \frac{cm}{m \cdot} = \frac{cm^2}{m}$$

ولكنا تنبهنا بسرعة للخطأ إذ لم يعبّر عن الإجابة بالمتر.

85 حوّل (أ) 14.0 cm و (ب) 7.00 m إلى إنشات

■ (أ) $14.0\ cm = \frac{14.0\ cm}{}$ = 5.51 in. أو $14.0\ cm \times 0.3937\ in./cm = 5.51\ in.$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

لاحظ أن مقلوب عامل التحويل هو كذلك عامل تحويل (حيث أن مقلوب 1 هو 1)

$$2.54\ \text{cm/in.} = 1 \qquad \frac{1}{2.54\ \text{cm/in.}} = 0.3937\ \text{in./cm} = 1$$

(ب) $7.00\ \text{m} = \dfrac{700\ \text{cm}}{2.54\ \text{cm/in.}} = 276\ \text{in.}$ أو $7.00\ \text{m} \times 39.37\ \text{in./m} = 276\ \text{in.}$

86.1 حدّد كتلة 66 lb من الكبريت (أ) بالكيلوغرام و (ب) الغرام (ج) أوجد الكتلة بالباوند لـ 3.4 kg من النحاس.

(أ) $66\ \text{lb} = 66\ \text{lb} \times 0.454\ \text{kg/lb} = 30\ \text{kg}$ أو $66\ \text{lb} = \dfrac{66\ \text{lb}}{2.2\ \text{lb/kg}} = 30\ \text{kg}$ ■

(ب) $30\ \text{kg} = 30\,000\ \text{g}$ أو $66\ \text{lb} = 66\ \text{lb} \times 454\ \text{g/lb} = 30\,000\ \text{g}$

(ج) $3.4\ \text{kg} = 3.4\ \text{kg} \times 2.2\ \text{lb/kg} = 7.5\ \text{lb}$

87.1 لوحظ أن كرة تنس انطلقت بسرعة 95.0 ميل في الساعة. عبّر عن هذا الرقم بالمتر في الثانية.

$$95.0\ \text{mi/h} = \left(95.0\frac{\text{mi}}{\text{h}}\right)\left(1.609 \times 10^3\frac{\text{m}}{\text{mi}}\right)\left(\frac{1\ \text{h}}{3.60 \times 10^3\ \text{s}}\right) = 42.5\ \text{m/s}$$ ■

عامل التحويل من المتر إلى الميل أخذ من المسألة 17.1.

88.1 حدّد عدد (أ) الملّيمترات في 10.0in (ب) الأقدام في 5.00 m (ج) السنتيمترات في 4 ft 3 in.

(أ) $(10.0\ \text{in.})\left(\dfrac{2.54\ \text{cm}}{\text{in.}}\right)\left(\dfrac{10\ \text{mm}}{\text{cm}}\right) = 254\ \text{mm}$ ■

(ب) $(5.00\ \text{m})\left(\dfrac{100\ \text{cm}}{\text{m}}\right)\left(\dfrac{1\ \text{in.}}{2.54\ \text{cm}}\right)\left(\dfrac{1\ \text{ft}}{12\ \text{in.}}\right) = 16.4\ \text{ft}$

(ج) $4\ \text{ft}\ 3\ \text{in.} = (4\ \text{ft})\left(\dfrac{12\ \text{in.}}{\text{ft}}\right) + (3\ \text{in.}) = 51\ \text{in.} \Rightarrow (51\ \text{in.})\left(\dfrac{2.54\ \text{cm}}{\text{in.}}\right) = 130\ \text{cm}$

89.1 عبّر عن وزن (كتلة) 32.0 g من الاكسجين بالملّيمتر، والكيلوغرام، والباوند.

$$(32.0\ \text{g})\left(\frac{10^3\ \text{mg}}{\text{g}}\right) = 32\,000\ \text{mg} \qquad (32.0\ \text{g})\left(\frac{1\ \text{kg}}{10^3\ \text{g}}\right) = 0.0320\ \text{kg} \qquad (32.0\ \text{g})\left(\frac{1\ \text{lb}}{454\ \text{g}}\right) = 0.0705\ \text{lb}$$ ■

90.1 كم يبلغ عدد الغرامات في 5.00 lb من كبريتات النحاس؟ كم يبلغ عدد الباوندات في 4.00 kg من الرنيق؟ كم يبلغ عدد
في 1 lb 2 oz من السكر؟

$$(5.00\ \text{lb})\left(\frac{454\ \text{g}}{\text{lb}}\right) = 2270\ \text{g} \qquad (4.00\ \text{kg})\left(\frac{2.202\ \text{lb}}{\text{kg}}\right) = 8.81\ \text{lb} \qquad (1.125\ \text{lb})\left(\frac{454\ \text{g}}{\text{lb}}\right)\left(\frac{10^3\ \text{mg}}{\text{g}}\right) = 5.1 \times 10^5\ \text{mg}$$ ■

91.1 حوّل وزن (كتلة) 500 lb من الفحم إلى (أ) كيلوغرام (ب) طن متري (ج) طن اميركي (1 ton = 2000lb)

(أ) $(500\ \text{lb})\left(\dfrac{454\ \text{g}}{\text{lb}}\right)\left(\dfrac{1\ \text{kg}}{10^3\ \text{g}}\right) = 227\ \text{kg}$ (ب) $(227\ \text{kg})\left(\dfrac{1\ \text{metric ton}}{10^3\ \text{kg}}\right) = 0.227\ \text{metric ton}$ ■

(ج) $(500\ \text{lb})\left(\dfrac{1\ \text{ton}}{2000\ \text{lb}}\right) = 0.250\ \text{ton}$

92.1 كم يبلغ عدد الإنشات المربّعة في متر مربّع واحد؟

$$1\ \text{m} = \frac{100\ \text{cm}}{2.54\ \text{cm/in.}} = 39.37\ \text{in.} \Rightarrow 1\ \text{m}^2 = (1\ \text{m})^2 = (39.37\ \text{in.})^2 = 1550\ \text{in.}^2$$ ■

93.1 قطعة خشبية مقاساتها 10 in × 6.0 in × 2.0 in. تزن 3 lb 10 oz. ما هي كثافة الخشب بالكيلوغرام في المتر المكعّب؟

$$V = (10\ \text{in.})(6.0\ \text{in.})(2.0\ \text{in.}) = 120\ \text{in.}^3 = (120\ \text{in.}^3)\left(\frac{2.54\ \text{cm}}{\text{in.}}\right)^3 = 1966\ \text{cm}^3$$ ■

$$m = (58\ \text{oz})\left(\frac{28.35\ \text{g}}{\text{oz}}\right) = 1644\ \text{g} \Rightarrow d = \frac{1644\ \text{g}}{1966\ \text{cm}^3} = 0.84\ \text{g/cm}^3 = 840\ \text{kg/m}^3$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

94. قضيب فولاذي منتظم طوله 16.0 in وكتلته 6 lb 4 oz. حدّد الكتلة لكل وحدة طول للقضيب بالغرام في السنتيمتر.

■ $16.0\text{ in.} = (16.0\text{ in.})(2.54\text{ cm/in.}) = 40.6\text{ cm} \qquad 6.25\text{ lb} = (6.25\text{ lb})(454\text{ g/lb}) = 2840\text{ g} \qquad \frac{2840\text{ g}}{40.6\text{ cm}} = 69.9\text{ g/cm}$

95. ضغط جو واحد يساوي 101.3kPa. عبّر هذا الضغط بالباوند قوة في الإنش المربّع. الباوند قوة يساوي 4.448 N و $1\text{ Pa} = 1\text{ N/m}^2$.

$$14.69\text{ lbf/in}^2 = (101.3 \times 10^3\text{ N/m}^2)\left(\frac{1\text{ lb f}}{4.448\text{ N}}\right)\left(\frac{2.540 \times 10^{-2}\text{ m}}{1\text{ in}}\right)^2 = 101.3\text{ kPa} = 1\text{ جو}$$

لاحظ ان عامل التحويل من m إلى in. وبالعكس قد رُفِع كي يصبح عامل تحويل من m^2 و in^2 وبالعكس.

96. يصل الاستهلاك اليومي من الماء لسكان مدينة نيويورك البالغ عددهم 7.9 مليون نسمة 173 gal. كم يبلغ عدد أطنان فلوريد الصوديوم (45% من الفلور بالوزن) الضرورية سنوياً كي تعطي لهذه الماء جرعة مقوية للأسنان من جزء واحد من الفلور (بالوزن) لكل مليون جزء من الماء؟ غالون أميركي واحد من الماء عند درجة الحرارة العادية للغرفة يزن 8.34 lbf (أي كتلته 8.34 lb).

■ كتلة الماء المطلوبة سنوياً بالأطنان هي:

$$[(7.9 \times 10^6) \times 173 \times 365]\left(\frac{\text{غالون ماء}}{\text{yr}}\right)\left(\frac{8.34\text{ lb ماء}}{1\text{ غالون ماء}}\right)\left(\frac{1\text{ طن}}{2000\text{ lb}}\right) = 2.08 \times 10^9\ \frac{\text{اطنان ماء}}{\text{yr}}$$

وهكذا فإن كتلة فلوريد الصوديوم بالأطنان المطلوبة سنوياً هي:

$$\left(2.08 \times 10^9\ \frac{\text{اطنان ماء}}{\text{yr}}\right)\left(\frac{1\text{ طن فلور}}{10^6\text{ اطنان ماء}}\right)\left(\frac{1\text{ طن فلوريد الصوديوم}}{0.45\text{ طن فلور}}\right) = 4.6 \times 10^3\ \frac{\text{اطنان فلوريد الصوديوم}}{\text{yr}}$$

97. كثافة الحديد المسبوك هي 7200 kg/m^3. احسب كثافته بالباوند في كل قدم مكعّب.

■ $\text{الكثافة} = \left(7200\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)\left(\frac{1\text{lb}}{0.454\text{ kg}}\right)\left(\frac{0.3048\text{ m}}{1\text{ ft}}\right)^3 = 449\text{ lb/ft}^3$

أخذ عاملا التحويل من المسألة 17.1.

98. مصبوبة من سبيكة خليطة على شكل قرص تزن 50.0 g. ثخانة القرص 0.250 in. وله مقطع عرضي دائري قطره 1.380 in. ما هي كثافة السبيكة الخليطة بالغرام في السنتيمتر المكعّب؟

■ $\text{حجم الاسطوانة} = \frac{\pi d^2 h}{4} = \left[\text{in.}^3\ \frac{\pi(1.380)^2(0.250)}{4}\right] = \left(\frac{2.54\text{ cm}}{1\text{ in.}}\right)^3 = 6.13\text{ cm}^3$

$$\text{كثافة السبيكة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}} = \frac{50.0\text{ g}}{6.13\text{ cm}^3} = 8.15\text{ g/cm}^3$$

99. كثافة الزئبق هي 455 lb/ft^3. أوجد كتلة 9.00 cm^3 من الزئبق.

■ عبّر أولاً عن الكثافة بالغرام في السنتيمتر المكعّب.

$$\left(455\ \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}\right)\left(\frac{1\text{ ft}}{30.48\text{ cm}}\right)^3\left(\frac{454\text{ g}}{\text{lb}}\right) = 7.29\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

وهكذا فإن كتلة 1.00 cm^3 من الزئبق تساوي 7.29 g، اي ان كتلة $9.00\text{ cm}^3 \times 7.29\text{ g} = 65.6\text{ g}$.

100. حوّل 22.4 L إلى سنتيمتر مكعّب، ومتر مكعّب، وقدم مكعّب.

■ $(22.4\text{ L})\left(\frac{10^3\text{ cm}^3}{\text{L}}\right) = 2.24 \times 10^4\text{ cm}^3 \qquad (22.4\text{ L})\left(\frac{1\text{ m}^3}{10^3\text{ L}}\right) = 2.24 \times 10^{-2}\text{ m}^3$

$$(2.24 \times 10^4\text{ cm}^3)\left(\frac{1\text{ in.}}{2.54\text{ cm}}\right)^3\left(\frac{1\text{ ft}}{12\text{ in.}}\right)^3 = 0.791\text{ ft}^3$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

101.1 حدّد عدد (أ) السنتيمترات المكعّبة في الإنش المكعّب، (ب) الإنشات المكعّبة في اللتر، (ج) الأقدام المكعبة في المتر

■

(أ) $(1.00\ \text{in.}^3)\left(\frac{2.54\ \text{cm}}{\text{in.}}\right)^3 = 16.4\ \text{cm}^3$ (ب) $(1.00\ \text{L})\left(\frac{1000\ \text{cm}^3}{\text{L}}\right)\left(\frac{1\ \text{in.}}{2.54\ \text{cm}}\right)^3 = 61.0\ \text{in.}^3$

(ج) $(1.00\ \text{m}^3)\left(\frac{100\ \text{cm}}{\text{m}}\right)^3\left(\frac{1\ \text{in.}}{2.54\ \text{cm}}\right)^3\left(\frac{1\ \text{ft}}{12\ \text{in.}}\right)^3 = 35.3\ \text{ft}^3$

102.1 في بلّورة من البلاتين، تقع مراكز الذرات الفردية على بعد 2.8 Å الواحد عن الآخر على طول اتجاه القرب تجمع. كم

الذرّات المتواجدة على طول 1.0 in. من خط في في هذا الاتجاه؟

■

$$(1.0\ \text{in.})\left(\frac{2.54\ \text{cm}}{\text{in.}}\right)\left(\frac{10^8\ \text{Å}}{\text{cm}}\right)\left(\frac{1\ \text{atom}}{2.8\ \text{Å}}\right) = 9.1 \times 10^7\ \text{atoms/in.}$$

103.1 كثافة الماء هي 1.000 kg/L عند 4 °C. احسب كثافة الماء بالباوند في القدم المكعّب عند درجة الحرارة نفسها.

■

$$\left(\frac{1000\ \text{g}}{1000\ \text{cm}^3}\right)\left(\frac{1\ \text{lb}}{454\ \text{g}}\right)\left(\frac{2.54\ \text{cm}}{1\ \text{in.}}\right)^3\left(\frac{12\ \text{in.}}{\text{ft}}\right)^3 = 62.4\ \text{lb/ft}^3$$

104.1 ما هو متوسّط السرعة، بالميل في الساعة، لعدّاء انجز سباق المئة متر في 10.1 s؟

■

$$\left(\frac{100.0\ \text{m}}{10.1\ \text{s}}\right)\left(\frac{10^2\ \text{cm}}{\text{m}}\right)\left(\frac{1\ \text{in.}}{2.54\ \text{cm}}\right)\left(\frac{1\ \text{ft}}{12\ \text{in.}}\right)\left(\frac{1\ \text{mi}}{5280\ \text{ft}}\right)\left(\frac{3600\ \text{s}}{\text{h}}\right) = 22.1\ \text{mi/h}$$

105.1 فلام السيليكا المستعمل ليقي الشمندلة المختومة عبر البحار من رشح الرطوبة له مساحة سطحية من $6.0 \times 10^5\ \text{m}^2/\text{kg}$

المساحة السطحية بالقدم المربع في الغرام؟

■

$$\left(\frac{6.0 \times 10^5\ \text{m}^2}{\text{kg}}\right)\left(\frac{1\ \text{ft}}{0.3048\ \text{m}}\right)^2\left(\frac{1\ \text{kg}}{10^3\ \text{g}}\right) = 6.5 \times 10^3\ \text{ft}^2/\text{g}$$

106.1 هناك سبب يدعونا لنعتقد بأن طول النهار، المحدّد انطلاقاً من فترة دوران الأرض، يتزايد بانتظام بحوالي 0.0010 s كل قر

هذا التزايد بأجزاء في المليار؟

■

$$\left(\frac{0.0010\ \text{s}}{100\ \text{y}}\right)\left(\frac{1\ \text{y}}{365\ \text{يوم}}\right)\left(\frac{1\ \text{يوم}}{24\ \text{h}}\right)\left(\frac{1\ \text{h}}{3600\ \text{s}}\right) = 3.2 \times 10^{-13} = \frac{3.2 \times 10^{-4}\ \text{s}}{10^9\ \text{s}} = 3.2 \times 10^{-4}\ \text{ppb}$$

107.1 حدّد كتلة 20.0 ft^3 من الألومنيوم. (الكثافة = 2.70 g/cm^3).

■

$$(20.0\ \text{ft}^3)\left(\frac{12 \times 2.54\ \text{cm}}{\text{ft}}\right)^3\left(\frac{2.70\ \text{g}}{\text{cm}^3}\right) = 1.53 \times 10^6\ \text{g} = 1.53 \times 10^3\ \text{kg}$$

108.1 ينّ الهواء حوالي 8 lbf في 100 ft^3. اوجد كثافته (أ) بالغرام في القدم المكعّب، (ب) بالغرام في اللتر، (ج) بالكيلوغ

المتر المكعب.

■

(أ) $\left(\frac{8\ \text{lb}}{100\ \text{ft}^3}\right)\left(\frac{454\ \text{g}}{\text{lb}}\right) = 36\ \text{g/ft}^3$ (ب) $\left(\frac{1.3\ \text{g}}{\text{L}}\right)\left(\frac{10^3\ \text{L}}{\text{m}^3}\right)\left(\frac{1\ \text{kg}}{10^3\ \text{g}}\right) = 1.3\ \text{kg/m}^3$

(ج) $\left(\frac{36\ \text{g}}{\text{ft}^3}\right)\left(\frac{1\ \text{ft}^3}{12 \times 2.54\ \text{cm}}\right)^3\left(\frac{10^3\ \text{cm}^3}{\text{L}}\right) = 1.3\ \text{g/L}.$

109.1 طريقة إلكتروليتية (كهربية) للطلاء بالقصدير توفر طلاء ثخانته جزء من ثلاثين مليون من الإنش. كم يبلغ عدد الأمتار المكع

يمكن أن تُطلى بـ 1 kg من القصدير، كثافته 7300 kg/m^3؟

■

$$t = (30 \times 10^{-6}\ \text{in.})\left(\frac{0.0254\ \text{m}}{\text{in.}}\right) = 7.62 \times 10^{-7}\ \text{m} \quad \text{و} \quad V = (1.00\ \text{kg})\left(\frac{1\ \text{m}^3}{7300\ \text{kg}}\right) = 1.37 \times 10^{-4}\ \text{m}^3$$

$$A = \frac{V}{t} = \frac{1.37 \times 10^{-4}\ \text{m}^3}{7.62 \times 10^{-7}\ \text{m}} = 180\ \text{m}^2$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

110. يتوفر 10 أطنان من الفحم المحتوي على 2.5% كبريت (S) وكذلك نوعي فحم آخرين يحتويان على 0.80% و 1.10% كبريت. كم يبلغ عدد الأطنان من كل من النوعين الأخيرين الذي ينبغي مزجه بالأطنان العشرة الأولى للحصول على 20 طن تحتوي على 1.7% كبريت؟

■ ليكن x = كتلة S 0.80% عندها كتلة S 1.10% = $10.0 - x$

كتلة الكبريت = $0.0080x + 0.0110(10.0 - x) = (0.25 \text{ ton}) = 0.34 \text{ ton}$

والحل يكون $x = 6.7$ tons 0.80% S و $10.0 - x = 3.3$ tons 1.10% S

111. صياغة نموذجية لمستحلب الإسفلت الكاتيوني تتطلب 0.5% من مُسْتَحْلَب امين الشحم الحيواني و 70% اسفلت؛ يتكوّن الباقي من ماء ومكوّنات ذوّابة في الماء. ما هي كمية الإسفلت التي يمكن لباوند من المستحلب أن يستحلبها؟

■ على اساس 100 lb من المستحلب

$$\frac{\text{اسفلت } 70.0 \text{ lb}}{\text{مستحلب } 0.50 \text{ lb}} = \frac{\text{اسفلت } 140 \text{ lb}}{\text{مستحلب lb}}$$

112. خامتان من المنغنيز غير المخلوط تحتوي الأولى على 40% منغنيز والثانية 25% منغنيز. كم يبلغ عدد الباوندات من كل خامة التي يجب خلطها للحصول على 100 lb من الخامة المخلوطة المحتوية على 35% منغنيز؟

■ إفترض x = الباوندات اللازمة من خامة 40% وهكذا فإن $100 \text{ lb} - x$ = الباوندات اللازمة من خامة 25%

Mn من خامة 40% + Mn من خامة 25% = مجموع Mn في 100lb من الخليط

$$(0.40)x + (0.25)(100 \text{ lb} - x) = (0.35)(100 \text{ lb})$$

والحل يكون $x = 67$ lb من خامة 40% وهكذا $100 \text{ lb} - x = 33$ lb من خامة 25%.

113. سبيكة خليطة صهورة تصنع بإذابة كل من 10.6 lb بزموث، و 6.40 lb رصاص، و 3.00 lb قصدير. (أ) ما هي تركيبة النسب المئوية للسبيكة؟ (ب) كم يلزم من كل معدن لصنع 70.0 g من السبيكة؟ (ج) ما هو وزن السبيكة الذي يمكن صنعه انطلاقاً من 4.21 lb من القصدير؟

■ (أ) $(10.6 \text{ lb}) + (6.40 \text{ lb}) + (3.00 \text{ lb}) = 20.0 \text{ lb}$ إجمالي!

$$\%\ \text{Bi} = \frac{10.6 \text{ lb Bi}}{20.0 \text{ lb إجمالي}} \times 100\% = 53.0\%\ \text{Bi} \qquad \%\ \text{Pb} = \frac{6.40 \text{ lb Pb}}{20.0 \text{ lb total}} \times 100\% = 32.0\%\ \text{Pb}$$

$$\%\ \text{Sn} = 100.0\% - 53.0\% - 32.0\% = 15.0\%\ \text{Sn}$$

(ب) $(70.0 \text{ g إجمالي}!)\left(\frac{53.0 \text{ g Bi}}{100 \text{ g total}}\right) = 37.1 \text{ g Bi} \qquad (70.0 \text{ g إجمالي}!)\left(\frac{32.0 \text{ g Pb}}{100 \text{ g total}}\right) = 22.4 \text{ g Pb}$

$(70.0 \text{ g}) - (37.1 \text{ g}) - (22.4 \text{ g}) = 10.5 \text{ g Sn}$

(ج) $(4.2 \text{ lb Sn})\left(\frac{100 \text{ g total}}{15.0 \text{ g Sn}}\right) = 28 \text{ lb}$ إجمالي!

114. التقرّح الأزرق لأجنحة الفراشات يعود للتمزيزات المتباعدة عن بعضها مسافة 0.15 μm وفقاً لقياسات المجهر الإلكتروني. (أ) عبّر عن هذه المسافة بجزء من المليون من الانش؟ (ب) كيف يمكن مقارنة هذا التباعد مع الطول الموجي للضوء الأزرق المعادل تقريباً لـ 4500 Å؟

■ (أ) $(0.15 \ \mu\text{m})\left(\frac{100 \text{ cm}}{10^6 \ \mu\text{m}}\right)\left(\frac{1 \text{ in.}}{2.54 \text{ cm}}\right) = 5.9 \times 10^{-6} \text{ in.}$ جزء من مليون من الإنش 5.9 ≈

(ب) $(4500 \text{ Å})\left(\frac{1 \text{ m}}{10^{10} \text{ Å}}\right) = 4.5 \times 10^{-7} \text{ m} = 0.45 \times 10^{-6} \text{ m} = 0.45 \ \mu\text{m}$

$\frac{0.15 \ \mu\text{m}}{0.45 \ \mu\text{m}} = \frac{1}{3}$ (ثلث الطول الموجي)

115. تكون ثخانة غشاء فقاعة من الصابون تكون في أرق مراحلها (ثنائية الجزيئات) حوالي 60 Å. (أ) ما هي هذه الثخانة بالانشات؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(a) $(60\ \text{Å})\left(\frac{1\ \text{cm}}{10^8\ \text{Å}}\right)\left(\frac{1\ \text{in.}}{2.54\ \text{cm}}\right) = 2.4 \times 10^{-7}\ \text{in.}$ ■

(b) $(0.5890\ \mu\text{m})\left(\frac{10^{10}\ \text{Å}}{10^6\ \mu\text{m}}\right) = 5890\ \text{Å} \qquad \frac{60\ \text{Å}}{5890\ \text{Å}} \approx \frac{1}{100}$ (حوالي جزء من مئة من الطول الموجي)

116.1 يتطلّب الرجل العادي حوالي 2.00 mg من الريبوفلافين (فيتامين B_2) يومياً. كم يبلغ عدد بناوندات الجبن الذي يجب أن يأكله رجل يومياً إن كانت الجبنة هي المصدر الوحيد للريبوفلافين وإن كانت تحتوي على 5.5 μg ريبوفلافين في الغرام؟

■ $(2.00\ \text{mg B}_2)\left(\frac{10^3\ \mu\text{g}}{\text{mg}}\right)\left(\frac{1\ \text{g cheese}}{5.5\ \mu\text{g}}\right)\left(\frac{1\ \text{lb}}{454\ \text{g}}\right) = 0.80\ \text{lb}$ جبنة

117.1 محتوى البروم في ماء المحيط العادي هو 65 جزءاً بالوزن في المليون. على افتراض أن الاسترداد يصل إلى 100%، كم يبلغ الأمتار المكعبة من ماء المحيط الواجب معالجتها لإنتاج 1.0 lb من البروم؟ افترض أن كثافة ماء البحار هي $1 \times 10^3\ \text{kg/m}^3$

■ $(1.0\ \text{lb Br})\left(\frac{454\ \text{g}}{\text{lb}}\right)\left(\frac{10^6\ \text{g water}}{65\ \text{g Br}}\right)\left(\frac{1\ \text{m}^3\ \text{water}}{10^6\ \text{g water}}\right) = 7.0\ \text{m}^3$

1.6 مقاييس درجات الحرارة

118.1 حوّل (أ) 40°C و (ب) −5°C إلى سلّم كلفن.

■ (أ) $T = (40 + 273)\text{K} = 313\ \text{K}$ (ب) $T = (-5 + 273)\ \text{K} = 268\ \text{K}$

119.1 حوّل (أ) 220 K و (ب) 498 K إلى سلّم سلزيوس.

■ (أ) $t = (220 - 273)\ ^\circ\text{C} = -53^\circ\text{C}$ (ب) $t = (498 - 273)\ ^\circ\text{C} = 225\ ^\circ\text{C}$

120.1 (أ) عبّر عن 10 °C و 20 °C بالكلفن. (ب) إحسب الفارق بين هاتين الدرجتين الحراريتين في السلّمين. ما هي العلاقة بين درجة الحرارة من السلزيوس إلى الكلفن؟

■ (أ) 283 K و 293 K. (ب) الفرق (أو التبدل) هو 10 °C أو (20 °C) − (10 °C) = 10 °C (293 K) − (283 K) = 10 K
(أو التبدل) في درجة الحرارة هو نفسه في السلّمين إذ إن أحجام الدرجات هي نفسها.

121.1 درجة حرارة الجليد الجاف (درجة حرارة التصعيد عند ضغط متوسّط) هي −109 °F. هل هي أعلى أو دون درجة حرارة المغلي (أحد مكوّنات غاز التواريو) المعادل لـ −88 °C؟

■ $\frac{5}{9}(-109\ ^\circ\text{F} - 32^\circ) = -78.3\ ^\circ\text{C}$ (أعلى)

122.1 إقترح غابرييل فونهايت سنة 1714 أن نقطة الصفر على سلّمه هي درجة الحرارة الدنيا التي يمكن الحصول عليها من مزيج الملح والجليد، وبالنسبة لنقطة 100° على سلّمه، اقترح بأنها أعلى درجات الحرارة الحيوانية العاديّة المعروفة. عبّر عن الطرفين بدرجات سلزيوس.

■ $\frac{5}{9}(0\ ^\circ\text{F} - 32^\circ) = -17.8\ ^\circ\text{C}$ $\frac{5}{9}(100\ ^\circ\text{F} - 32^\circ) = 37.8\ ^\circ\text{C}$

123.1 حوّل 300 K، و 760 K، و 180 K إلى درجات سلزيوس.

■ $180\ \text{K} - 273^\circ = -93\ ^\circ\text{C}$ $760\ \text{K} - 273^\circ = 487\ ^\circ\text{C}$ $\text{K} - 273^\circ = 27\ ^\circ\text{C}$

124.1 عبّر عن 8 K و 273 K بدرجات فهرنهايت.

■ $\frac{5}{9}(-265\ ^\circ\text{C}) + 32 = -445\ ^\circ\text{F}$ $8\ \text{K} - 273^\circ = -265\ ^\circ\text{C}$
$\frac{5}{9}(0\ ^\circ\text{C}) + 32 = 32\ ^\circ\text{F}$ $73\ \text{K} - 273^\circ = 0\ ^\circ\text{C}$

125.1 حوّل 14 °F إلى درجات سلزيوس وكلفن.

■ $\frac{5}{9}(14\ ^\circ\text{F} - 32^\circ) = -10\ ^\circ\text{C} = 263\ \text{K}$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

126.1 عند أي درجة حرارة تكون لقراءات سلزيوس وفهرنهايت القيمة الرقمية نفسها

$x = \frac{5}{9}(x - 32)$ أو $x = -40\ ^\circ\text{C} = -40\ ^\circ\text{F}$ ■

127.1 سجّلت قوس كهربائية مثبتة في الماء بلوغ درجة حرارة 25600 °F. ما هي نسبة درجة الحرارة هذه إلى تلك التي للهب الأكسي استيلين المساوية لـ 3500 °C على السلّم المطلق؟

$\frac{5}{9}(25\,600\ ^\circ\text{F} - 32^\circ) = (14\,204\ ^\circ\text{C}) + 273 = 14\,477\ \text{K}$ و $3500\ ^\circ\text{C} + 273 = 3773\ \text{K}$ ■

$$\text{النسبة} = \frac{14\,477\ \text{K}}{3773\ \text{K}} = 3.84$$

128.1 انشيء سلماً لدرجات الحرارة تكون 100° نقطة تجمده و 400° نقطة غليانه. والمسافة بين الدرجات مصاغاً ثابتاً للمسافة بين الدرجات على سلم سلزيوس. (أ) ما هو الصفر المطلق على هذا السلّم؟ و (ب) ما هي نقطة غليان الكبريت وهي 444.6 °C؟

(أ) $3(-273\ ^\circ\text{C}) + 100^\circ = -719^\circ$ (ب) $3(444.6\ ^\circ\text{C}) + 100^\circ = 1434^\circ$ ■

129.1 (أ) حوّل 68 °F إلى °C؛ 5 °F إلى °C؛ 176 °F إلى °C. (ب) حوّل 30 °C إلى °F؛ 5 °C إلى °F؛ −20 °C إلى °F.

(أ) $\frac{5}{9}(68\ ^\circ\text{F} - 32^\circ) = 20\ ^\circ\text{C}$ $\frac{5}{9}(5\ ^\circ\text{F} - 32^\circ) = -15\ ^\circ\text{C}$ $\frac{5}{9}(176\ ^\circ\text{F} - 32^\circ) = 80\ ^\circ\text{C}$

(ب) $\frac{9}{5}(30\ ^\circ\text{C}) + 32^\circ = 86\ ^\circ\text{F}$ $\frac{9}{5}(5\ ^\circ\text{C}) + 32^\circ = 41\ ^\circ\text{F}$ $\frac{9}{5}(-20\ ^\circ\text{C}) + 32^\circ = -4\ ^\circ\text{F}$ ■

130.1 حوّل درجات الحرارة التالية: −195.5 °C إلى °F؛ −430 °F إلى °C؛ 1705 °C إلى °F

$\frac{9}{5}(-195.5\ ^\circ\text{C}) + 32^\circ = -319.9\ ^\circ\text{F}$ $\frac{5}{9}(-430\ ^\circ\text{F} - 32^\circ) = -256.7\ ^\circ\text{C}$ $\frac{9}{5}(1705\ ^\circ\text{C}) + 32^\circ = 3101\ ^\circ\text{F}$ ■

131.1 أثناء إجراء تجربة، ارتفعت درجة حرارة المختبر بمقدار 0.800 °C. عبّر عن ارتفاع درجة الحرارة هذه بدرجات فرنهايت.

■ تحوّل المسافات البينية لدرجات الحرارة بشكل مغاير لقراءات درجات الحرارة. بالنسبة للمسافات البينية، إذن

$$0.800\ ^\circ\text{C} = (0.800\ ^\circ\text{C})\left(\frac{9\ ^\circ\text{F}}{5\ ^\circ\text{C}}\right) = 1.44\ ^\circ\text{F}$$

132.1 يغلي الزئبق (أ) عند 675 °F و (ب) يتجمّد عن −38.0 °F، عند ضغط 1 atm. عبّر عن درجات الحرارة بدرجات سلزيوس.

(أ) $t = \frac{5}{9}(675 - 32)\ ^\circ\text{C} = \frac{5}{9}(643)\ ^\circ\text{C} = 357\ ^\circ\text{C}$ (ب) $t = \frac{5}{9}(-38.0 - 32.0)\ ^\circ\text{C} = \frac{5}{9}(-70.0)\ ^\circ\text{C} = -38.9\ ^\circ\text{C}$ ■

133.1 يغلي كحول الإيثيل (أ) عند 78.5 °C (ب) يتجلّد عند −117 °C، عند ضغط 1 atm. حوّل درجات الحرارة إلى سلم فهرنهايت.

(أ) $t = [\frac{9}{5}(78.5) + 32]\ ^\circ\text{F} = (141 + 32)\ ^\circ\text{F} = 173\ ^\circ\text{F}$

(ب) $t = [\frac{9}{5}(-117) + 32]\ ^\circ\text{F} = (-211 + 32)\ ^\circ\text{F} = -179\ ^\circ\text{F}$ ■

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الفصل
بنية الما

1.2 العناصر، والمركّبات، والأمزاج

1.2 عرّف كل من المصطلحات التالية: (أ) عنصر (ب) جُزَيء (ج) شاردة متعددة الذرات (د) كهرل (إلكتروليت) (هـ) العدد الكتلي (و) جزيء أحادي الذرة.

■ العنصر هو إحدى لبنات البناء المائة او اكثر التي تشكّل الكون. لا يمكن ان تُفكك عينة نقية لعنصر ما إلى مواد أبسط كيميائية او فيزيائية. (ب) الجزيء مجموعة غير مشحونة من ذرة واحدة او اكثر تربطها روابط تشاركية عندما تتعدّى الواحدة. CH_4، CO_2 و He امثلة على ذلك. (ج) الايون المتعدد الذرات هو مجموعة مؤلفة من ذرتين او اكثر تصلها تشاركية لها عدد مفرط او ناقص من الإلكترونات بالمقارنة مع البروتونات، لذا فلها شحنة كهربائية. (د) الكهرل (الإلكتر مادة تنقل تياراً كهربائياً عندما تنصهر او تذوب. NaCl و HCl كهرلان لان محاليلهما المائية موصلات جيدة للكهرباء. (هـ) إن الكتلي لنظير ما هو مجموع عدد بروتوناته وعدد نيوتروناته. العدد الكتلي لاكثر نظائر الكربون شيوعاً هو 12 أي مجموع بر الستة ونيوتروناته الستة. (و) الجزيء أحادي الذرة هو ذرة لا شحنة لها وغير مقترنة باي ذرة اخرى. تتواجد الغازات ال He, Ne الخ عالة على شكل جزيئات وحيدة الذرة.

2.2 أوجد رمز (أ) الصوديوم (ب) الفسفور (ج) الفضة (د) اليود (هـ) المنغنيز (و) الرصاص

■ (أ) Na (ب) P (ج) Ag (د) I (هـ) Mn (و) Pb

3.2 اكتب رمز (أ) الرصاص (ب) الذهب (ج) القصدير (د) اليود

■ (أ) Pb (ب) Au (ج) Sn (د) I

4.2 سمّ: K (أ) Co (ب) Ag (ج) Cs (د)

■ (أ) بوتاسيوم (ب) كوبالت (ج) فضة (د) سيزيوم

5.2 سمّ: H (أ) Mg (ب) Ne (د) Se (هـ) N (و) K (ز)

■ (أ) هيدروجين (ب) مغنيزيوم (د) نيون (هـ) سيلينيوم (و) نيتروجين (ز) بوتاسيوم

6.2 اكتب رموز (أ) الحديد (ب) الكلسيوم (ج) الكوبالت (د) البروم (هـ) الفسفور (و) الكلور

■ (أ) Fe (ب) Cu (ج) Co (د) Br (هـ) P (و) Cl

7.2 (أ) اسرد العناصر التي تبدأ رموزها بحرف مغاير للحرف الأول لاسمها. (ب) اكتب رمز عنصر النحاس. (ج) أعط المجمو الجدول الدوري لكل من العناصر المذكورة في (أ) و (ب).

■ Ag الفضة، Au الذهب، Fe الحديد، Hg الزئبق، K البوتاسيوم، Na الصوديوم Pb الرصاص، Sb الأنتيمون، Sn القصد التنغستن. (ب) Cu (ج) Cu IB ،W VIB ،Sn IVA ،Sb VA ،Pb IVA ،Na IA ،Hg IIB ،Fe VIIIB ،Au IB ،Ag IB

8.2 املأ الخانات الفارغة اعتماداً على الجدول الدوري:

	الرمز	الوزن الذري AW
الفلور	_____	_____
المغنيزيوم	_____	_____
الكلسيوم	_____	_____

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■

	الرمز	الوزن الذري AW
الفلور	F	19.0
المغنيزيوم	Mg	24.3
الكلسيوم	Ca	40.1

9.2 اكتب رمز كل عنصر ووزنه الذري (AW) بثلاثة أرقام معنوية:

	الرمز	AW		الرمز	AW
الهيدروجين	_____	_____	السيزيوم	_____	_____
الليثيوم	_____	_____	الفلور	_____	_____
الصوديوم	_____	_____	الكلور	_____	_____
البوتاسيوم	_____	_____	البروم	_____	_____
الروبيديوم	_____	_____	اليود	_____	_____

■

	الرمز	AW		الرمز	AW
الهيدروجين	H	1.01	السيزيوم	Cs	133
الليثيوم	Li	6.94	الفلور	F	19.0
الصوديوم	Na	23.0	الكلور	Cl	35.5
البوتاسيوم	K	39.1	البروم	Br	79.9
الروبيديوم	Rb	85.5	اليود	I	127

10.2 ثالف من الحديد والكبريت ذوّاب جزئياً في CS_2 مفرط. يمكن وصف الثالف على أنه _____

■ أجزاء مختلفة من الثالف تتميز بخواص مختلفة، فلا بد أنه مزيج.

11.2 يذوب معدن الزنك في HCl المائي. يذوب NaCl الصلب في الماء. السكروز الصلب أي سكر المائدة العادي ($C_{12}H_{22}O_{11}$)، يذوب في الماء. كيف يمكن أن نبرهن أن المحلولين الاخيرين هما الحالتان الوحيدتان للذوبان، فيما الذوبان الأول عبارة عن تفاعل كيميائي؟

■ (1) يُعيد تبخّر المحلولين الأخيرين حتى الجفاف توليد NaCl وسكروز على التوالي. ولكن تبخر المحلول الأول لن يعطي مادة الزنك. (2) يسترجع $ZnCl_2$ من المحلول الأول، NaCl من الثاني والسكروز من الثالث.

12.2 إذكر لكل زوج من المواد المذكورة عدة خواص يمكن استعمالها للتمييز بين المادتين: (أ) الفولاذ والالومنيوم (ب) الماء ومحلول كلوريد الصوديوم في الماء (ج) ماء وزيت المحرك (د) FeS ومزيج من الحديد والكبريت.

■ (أ) الكثافة، الجاذبية المغنطيسية، اللمعان، الميل للصدأ (ب) الكثافة، الذوق، نقطة الغليان (ج) اللزوجة، الكثافة، التطايرية، خواص الترليق (د) الكثافة، إمكانية العناصر على الانفصال بواسطة مغنطيس، الذوبانية الجزئية في ثماني كبريتيد الكربون، والشكل.

13.2 مادة متجانسة معيّنة لها نقطة ذوبان تساوي 94.6°C. عندما نوضع 10 g من هذه المادة في 20 mL من الماء، لا يذوب سوى 2 g من المادة. إقترح تجربتين أخريين يمكن الاستعانة بهما لمعرفة إن كانت المادة مزيجاً أو مادة نقية.

■ من بين العديد من الطرق، بإمكان طريقة أن تحدد إن كانت عينة أخرى يمكن أن تذوب إلى درجة مماثلة في قسم ثان من الماء: أي لمعرفة إن كان المحلول الأول قد تشبّع. ووفقاً لطريقة بديلة، يمكن أن نعرف إن كانت المادة الذائبة والمادة غير الذائبة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

14.2 عندما يسخَّن g 10.0 من A، يتبخَّر g 4.4 من B تاركاً g 5.6 من E. يمكن تحضير الكمية نفسها من B بمؤالفة g 1.2 و g 3.2 من D. يمكن تحليل E كهربائياً بعد انصهاره ليعطي g 4.0 من F و g 1.6 من G اللتين لا يمكن ان تتفككا أكثر بواسطة وسائل كيميائية عادية. تتحد E مع الماء لتعطي g 1.3 من J في كل غرام من E. اتحاد E مع كمية من الماء شبيهة كتلته يعطي مادة متجانسة L. عرِّف قدر المستطاع عن كل مادة مذكورة بحرف على انها عنصر، او مركَّب، او مزيج.

■ A و E يمكن تفكيكهما؛ B يمكن ان تتكون باتحاد C مع D. وهكذا فإن A و B و E مركَّبات او امزاج. ولكنها ليست مركَّبات. F و G عناصر لأنها غير قابلة للتفكك. J على الارجح مركب من E مع الهيدروجين او الاكسجين او كليهما. L على محلول (أو انه مركب ثانٍ مشكَّل من العناصر المكوِّنة لـ J).

15.2 عيِّنة من g 10 من مادة A وضعت في الماء وعندها ذاب g 4 منها أي B. وضعت المادة الباقية C في عينة ثانية من الماء يحدث اي تغيير. للعيِّنة B نقطة ذوبان حادة وحلِّلت كهربائياً بعد ذوبانها لتعطي g 1.5 من D و g 2.5 من E اللتين تحليلهما اكثر من ذلك. عندما سخِّنت العيِّنة C في هواء، تفاعلت كلياً لتعطي g 22 من غاز F. وعند التبريد إلى 100°C –، المادة F وعند تسخينها تسامت عند 78°C – بالضبط. عرِّف كل من المواد المذكورة بحرف على انها فعلاً او على الأرجح عنصر او مركب او مزيج.

■ جزء من A وليس كله ذوَّاب في الماء، فلا بد انه مزيج. B يتفكك بالتحلل الكهربائي، فلا يمكن ان يكون عنصراً. تشير ذوبانه الحادَّة (المرهفة) إلى انه مركَّب. D و E عناصر لانهما لا يتفككان اكثر. F له كتلة اكبر من تلك التي لـ C: لذا يجب ان اتحاد عناصر C بنقطة التسامي الحادة لـ F ترجح كونه مركَّباً، وهو على الارجح مركب من C وعنصر من عناصر الهواء. بما ينتج مركباً (F) عوضاً عن مزيج، فلا بد انه مادة نقية – عنصر او مركَّب – ولكن لا تتوفر معلومات كافية لتساعدنا في التمييز.

16.2 يتواجد الاكسجين بشكله الاوَّلي على شكل جزيئات ثنائية الذرَّات. ابحث عن صيغ كل اللامعادن الأخرى بأشكالها الاولية في مرجعي. اي منها تتواجد، في حال وجدت، على شكل جزيئات احادية الذرة؟

■ الغازات الخاملة فقط تتواجد على شكل جزيئات احادية الذرة.

2.2 البنية الذرية الأوَّلية

الجدول 1.2 الكتل النويدية

^{1}H	1.00783 u	^{12}C	12.00000 u	^{17}O	16.9991 u	^{35}Cl	34.9689 u
^{2}H	2.01410	^{13}C	13.00335	^{18}O	17.9992	^{37}Cl	36.9659
^{3}H	3.01605	^{14}C	14.00324	^{18}F	18.00094	^{36}Ar	35.9676
^{4}He	4.00260	^{15}C	16.01470	^{18}Ne	18.00571	^{38}Ar	37.9627
^{6}He	6.01889	^{14}N	14.00307	^{28}Si	27.9769	^{40}Ar	39.9624
^{6}Li	6.01512	^{15}N	15.0001	^{29}Si	28.9765	^{87}Rb	86.9092
^{7}Li	7.01600	^{16}N	16.00610	^{30}Si	29.9738		
^{7}Be	7.01693	^{16}O	15.9949	^{32}S	31.97207		

17.2 (أ) ما هي شحنة أيون الصوديوم؟ (ب) ما هي الشحنة الموجودة على نواة الصوديوم؟ (ج) ما هي الشحنة الموجودة على صوديوم؟

■ (أ) 1 + (ب) 11 + (ج) 0 لاحظ اهمية قراءة السؤال بانتباه إذ إن اختلاف بسيط في صياغة السؤال قد يغير بشكل كامل.

18.2 (أ) ما هو العدد الذري للصوديوم؟ (ب) كم يبلغ عدد البروتونات في نواة الصوديوم؟ (ج) كم يبلغ عدد البروتونات الموجودة في ذرة الصوديوم؟

■ الإجابة على كل سؤال هي 11. هذه الأسئلة التي تبدو ظاهرياً مختلفة ما هي فعلياً سوى سؤال واحد مصاغ بطرق مختلفة.

19.2 (أ) اذكر بالنسبة لـلايون $^{39}K^{+}$، عدد الالكترونات والبروتونات والنيوترونات الموجودة فيه. (ب) أي من هذه الـ – الإلكترون او البروتون او النيوترون – يتميز بالكتلة الأصغر؟

■ (أ) 18 الكترون، 19 بروتوناً، 20 نيوترونياً (ب) الإلكترون.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

20.2 ذرة تحمل شحنة صافية من 1 – . لها 18 إلكتروناً و 20 نوتروناً. اوجد: (أ) رمزها النظائري (ب) عددها الذري (ج) عددها الكتلي (د) الشحنة على نواتها (هـ) عدد بروتوناتها.

■ (أ) $^{37}_{17}Cl^-$ (ب) 17 (ج) 37 (د) 17 + (هـ) 17

21.2 أي مما يلي يكون من النظائر:

I ذرات عنصر لها أعداد مختلفة من الإلكترونات

II ذرات عنصر لها أعداد مختلفة من النيوترونات

III $^{40}_{19}K$ و $^{40}_{20}Ca$

IV $^{88}_{38}Sr$ و $^{90}_{38}Sr$

■ كل من II و IV هو من النظائر.

22.2 ما هو عدد الإلكترونات في $^{40}_{19}K^+$؟

■ 18: الشحنة الموجبة تشير إلى فقد إلكترون واحد.

23.2 حدّد عدد البروتونات، والإلكترونات، والنيوترونات في (أ) $^{80}_{35}Br^-$ (ب) $^{79}_{34}Se$

	البروتونات	النيوترونات	الإلكترونات
(أ)	35	45	36
(ب)	34	45	34

24.2 أكمل الجدول التالي

الرمز	العدد الذري	العدد الكتلي	عدد البروتونات	عدد الإلكترونات	عدد النيوترونات	الشحنة الصافية
$^{90}Sr^{2+}$						
	11			10	12	
		82	35			1–

■

الرمز	العدد الذري	العدد الكتلي	عدد البروتونات	عدد الإلكترونات	عدد النيوترونات	الشحنة الصافية
$^{90}Sr^{2+}$	38	90	38	36	52	2+
$^{23}Na^+$	11	23	11	10	12	1+
$^{82}Br^-$	35	82	35	36	47	1–

25.2 أكمل الجدول التالي

الرمز النظيري	العدد الذري	العدد الكتلي	عدد البروتونات	عدد النيوترونات	عدد الإلكترونات	الشحنة الصافية
^{15}N						
	19			20		1+
			1	2	0	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■

الرمز النظيري	العدد الذري	العدد الكتلي	عدد البروتونات	عدد النيوترونات	عدد الإلكترونات	الشحنة الصافية
^{15}N	7	15	7	8	7	0
$^{39}K^+$	19	39	19	20	18	1+
$^{3}H^-$	1	3	1	2	0	1−

26.2 رتب في جدول الرموز العدد الذري (Z)، العدد الكتلي (A)، عدد البروتونات، عدد النيوترونات وعدد الإلكترونات لكل من (أ) نوع ذو إلكترونين، ثلاثة بروتونات، أربعة نيوترونات (ج) نوع ذو Z = 92 و 88 إلكتروناً و 164 نيوتروناً.

		A	البروتونات	النيوترونات	الإلكترونات
(أ)	$^{23}Na^+$	23	11	12	10
(ب)	$^{7}Li^+$	7	3	4	2
(ج)	$^{238}U^{4+}$	238	92	146	88

27.2 أكمل الجدول التالي:

تظير العنصر	Z	عدد البروتونات	عدد النيوترونات	A
^{13}C				
	17		18	
		26		56
			2	3
	52			128
		50	70	

تظير العنصر	Z	عدد البروتونات	عدد النيوترونات	A
$^{13}_{6}C$	6	6	7	13
$^{35}_{17}Cl$	17	17	18	35
$^{56}_{26}Fe$	26	26	30	56
$^{3}_{1}H$	1	1	2	3
$^{128}_{52}Te$	52	52	76	128
$^{120}_{50}Sn$	50	50	70	120

28.2 اسرد عدد البروتونات، والنيوترونات والإلكترونات في ذرة (أ) ^{238}U (ب) ^{88}Sr (ج) D (د) ^{34}S

	بروتونات	نيوترونات	إلكترونات
(أ)	92	143	92
(ب)	38	52	38
(ج)	1	1	1
(د)	16	18	16

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

29.2 يتواجد الكربون في الطبيعية على شكل مزيج من الذرات يكون 98.89% منها لها كتلة من 12.0000 u ويكون 1.11% منها لها كتلة من 13.00335 u. إحسب الوزن الذري AW للكربون.

■ $AW = (12.0000\ u \times 0.9889) + (13.00335\ u \times 0.0111) = 12.011\ u$

30.2 اكمل كل خط من الجدول. لكل عنصر نظيران يتواجدان بشكل طبيعي.

النظير A			النظير B			الوزن
النظير	النسبة المئوية	الكتلة (u)	النظير	النسبة المئوية	الكتلة (u)	الذري (u)
(أ) ^{191}Ir	37.30	190.9609	^{193}Ir	62.70	192.9633	_____
(ب) ^{121}Sb	57.25	_____	^{123}Sb	42.75	122.9041	121.75
(ج) ^{107}Ag	51.82	106.9041	^{109}Ag	48.18	_____	107.868
(د) ^{79}Br	_____	78.9183	^{81}Br	_____	80.9163	79.904
(هـ) ^{12}C	98.89	_____	^{13}C	1.11	_____	12.011

■ (أ) $(0.3730)(190.9609) + (0.6270)(192.9633) = 192.2\ u$

(ب) افترض x = كتلة ^{121}Sb

إذن $0.5725x + 0.4275(122.9041) = 121.75$

$$x = \frac{121.75 - 52.54}{0.5725} = 120.9\ u$$

(ج) افترض x = كتلة ^{107}Ag

إذن $0.5182(106.9041) + 0.4818x = 107.868$

$x = 108.9\ u$

(د) افترض x = نسبة من ^{79}Br

إذن $x(78.9183) + (1 - x)(80.9163) = 79.904$

$x = 0.5067$ أو 50.67%

(هـ) وفقاً لتعريف سلّم الوزن الذري، كتلة ^{12}C هي 12.0000 u. إذن

إذن $0.9889(12.0000) + 0.0111x = 12.011$

$x = 13.0\ u$

31.2 يتكوّن الارغون المتواجد طبيعياً من ثلاثة نظائر تحدث ذراتها بالوفرات التالية ^{36}Ar 0.34% و ^{38}Ar 0.07% و ^{40}Ar 99.59%. احسب الوزن الذري للارغون انطلاقاً من هذه المعطيات.

■ معطيات الوزن الذري تؤخذ من الجدول 1.2.

$$\frac{0.34}{100}(35.9676) + \frac{0.07}{100}(37.9627) + \frac{99.59}{100}(39.9624) = 39.95\ u$$

32.2 يتكوّن البورون الموجود طبيعياً من 80% ^{11}B (الكتلة النويدية = 11.01) و 20% من نظير آخر. إن اردنا حساب الوزن الذري، كم يجب أن تكون الكتلة النويدية للنظير الآخر؟

■ $\frac{80}{100}(11.01) + \frac{20}{100}(x) = 10.81$ اي $x = 10.0$ (^{10}B هو النظير)

33.2 ^{35}Cl و ^{37}Cl هما نظيري الكلور الوحيدين المتواجدين طبيعياً. ما هو التوزيع المئوي الذي يعلّل الوزن الذري وهو 35.453؟

■ افترض x = نسبة ^{35}Cl إذن (1.00 − x) = نسبة ^{37}Cl

$$x(34.9689) + (1.00 - x)(36.9659) = 35.453$$

$x = 0.7576$ يوجد في ^{35}Cl نسبة 75.76% من الكلور الطبيعي وفي ^{37}Cl نسبة 24.24% من الكلور الطبيعي.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ افترض x = نسبة ^{14}N إذن نسبة $^{15}N = 1.000 - x$

$$x(14.00307) + (1.000 - x)(15.0001) = 14.0067$$

$$x = 0.9964 \quad 1 - x = 0.0036$$

$$\text{النسبة} = \frac{0.0036}{0.9964} = 0.0036$$

35.2 في فترة من الزمن، كان سلّم الوزن الذري الكيميائي قائم على تخصيص قيمة 16.0000 إلى الأكسجين الموجود طبيعياً. كم يمكن أن يساوي الوزن الذري للفضة على جدول مماثل في حال توفرت المعلومات الحالية؟ الوزن الذري للأكسجين على السلّم الحالي 15.9994 والفضة 107.868.

■ بما أن الوزن الذري القديم للأكسجين كان 16.0000/15.9994 مرة أكبر من القيمة الجديدة، يجب أن يكون الوزن الذري للفضة

$$(107.868)\left(\frac{16.0000}{15.9994}\right) = 107.872$$

36.2 كشف التحليل **الطيفي** للكتلة أن الوفرات النسبية الموجودة في الطبيعة للذرات النظائرية المتنوعة للسيليكون هي: 92.23% ^{28}Si و 4.67% ^{29}Si و 3.10% ^{30}Si. إحسب الوزن الذري للسيليكون انطلاقاً من هذه المعلومات ومن الكتل النويدية.

■ الوزن الذري AW هو الكتلة المتوسطة لثلاث نويدات، وزنت كل منها وفقاً لوفرتها النسبية. الكتل النويدية موجودة في الجدول 2.1

$$AW = (0.9223)(27.977) + (0.0467)(28.976) + (0.0310)(29.974) = 25.803 + 1.353 + 0.929 = 28.085$$

37.2 يتكوّن الكربون الموجود طبيعياً من نظيرين، ^{12}C و ^{13}C. ما هي الوفرات المئوية للنظيرين في عينة من الكربون الذي يساوي الوزن الذري 12.01112؟

■ إفترض x = النسبة المئوية لوفرة ^{13}C إذن $100 - x$ هي النسبة المئوية لوفرة ^{12}C.

$$AW = 12.01112 = \frac{(12.00000)(100 - x) + (13.0034)x}{100}$$

$$= 12.0000 + \frac{(13.0034 - 12.0000)x}{100} = 12.0000 + (0.010034)x$$

إذن $x = \frac{12.01112 - 12.00000}{0.010034} = \frac{0.01112}{0.010034} = 1.109\%\ ^{13}C$ و $100 - x = 98.891\%\ ^{12}C$

38.2 قبل عام 1961، كان يوجد سلم للوزن الذري الفيزيائي قائم على تخصيص 16.00000 لـ ^{16}O. (قارن مع المسألة 35.2). كيف يمكن أن يساوي الوزن الذري الفيزيائي لـ ^{12}C على السلّم القديم؟

■ نسبة كتل أي نويدتين يجب أن تكون مستقلة عن النقطة المرجعية المختارة

$$\frac{\text{القديم } AW(^{12}C)}{\text{القديم } AW(^{16}O)} = \frac{\text{الجديد } AW(^{12}C)}{\text{الجديد } AW(^{16}O)} = \frac{12.0000}{15.9949}$$

أو

$$\text{القديم } AW(^{12}C) = (16.0000)\left(\frac{12.0000}{15.9949}\right) = 12.0038$$

39.2 حدّدت الكتلة النويدية للعنصر ^{90}Sr على السلّم الفيزيائي القديم (^{16}O = 16.0000) على أنها 89.936. أعد حساب هذه الكتلة بالنسبة إلى السلّم الحالي للوزن الذري حيث ^{16}O هو 15.9949.

■

$$(89.936)\left(\frac{15.9949}{16.0000}\right) = 89.907$$

40.2 في عملية تحديد كيميائي للوزن الذري، ظهر بأن محتوى الفضة في 3.7692 g من $SnCl_4$ يساوي 1.7170 g. إن اعتبر الكلور يساوي 35.453، ما هي قيمة الوزن الذري للفضة المحدّدة انطلاقاً من هذه التجربة؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■

$$\text{كتلة الكلور} = 2.0522\ \text{g Cl} = (3.7692\ \text{g}) - (1.7170\ \text{g})$$

$$\text{مولات Cl} = 0.057885\ \text{mol Cl} = \frac{2.0522\ \text{g Cl}}{35.453\ \text{g/mol}}$$

$$\text{مولات Sn} = \tfrac{1}{4}(0.057885)\ \text{mol Sn} = \frac{1.7170\ \text{g Sn}}{x}$$

$$x = \frac{4(1.7170)}{0.057885} = 118.65\ \text{g/mol}$$

3. الروابط الأيونية والتشاركية

41. اقم جدولاً لمقارنة المعادن مع اللامعادن على أساس (أ) إشارة الشحنات الممكنة على الأيونات أحادية الذرة، (ب) إمكانية التفاعل مع عناصر أخرى من الصف نفسه، (ج) مدى الأعداد الممكنة لإلكترونات التكافؤ، (د) قابلية العناصر لتوصيل الكهرباء في حالتها الأولية.

■

	(أ)	(ب)	(ج)	(د)
المعادن	+	غير امتيادي	1 – 3	كلها
اللامعادن	–	مادي	3 – 8	بعضها

42. في أي من الروابط التالية تكون الرابطة أيونية بالضرورة وفي أيها تكون تشاركية بالضرورة وفي أيها يتواجد نوعا الروابط كليهما؟
(أ) PCl_5 (ب) $(NH_4)_2S$ (ج) $Ba(CN)_2$ (د) NaBr (هـ) CH_3CH_2OH

■ (أ) تشاركية (ب) الرابطتان (ج) الرابطتان (د) أيونية (هـ) تشاركية. لاحظ أن لأيون الأمونيوم ولأيون السيانيد ذرات مرتبطة بروابط تشاركية داخل الأيونات.

43. (أ) بيّن عدد ذرات كل عنصر مذكور في كلٍّ من الصيغ التالية. (ب) بيّن صيغة كل أيون وعدده.

	ذرات (a)		أيونات (b)	
	العنصر	عدد الذرات	الصيغة	عدد الأيونات
$Co(ClO_3)_2$				
$(NH_4)_2CO_3$				

■

	ذرات (a)		أيونات (b)	
	العنصر	عدد الذرّات	الصيغة	عدد الأيونات
$Co(ClO_3)_2$	Co	1	Co^{2+}	1
	Cl	2	ClO_3^-	2
	O	6		
$(NH_4)_2CO_3$	N	2	NH_4^+	2
	H	8	CO_3^{2-}	1
	C	1		
	O	3		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

44.2 اكتب صيغة مركّب من Cl يحتوي على (أ) روابط أيونية فقط (ب) روابط أيونية وتشاركية (ج) روابط تشاركية فقط

■ صيغة ممكنة واحدة تعطى لكل حالة. (أ) NaCl (ب) NaClO (ج) NCl_3.

45.2 اكتب صيغة المركّب المتوقع عندما تتحد أزواج العناصر التالية: (أ) الكربون والكلور (ب) الصوديوم والكبريت (ج) النيتروجين والليثيوم

■ (أ) CCl_4 (ب) Na_2S (ج) Li_3N

46.2 ما هي صيغة المركّب الموافق لاتحاد كل من الأزواج التالية: (أ) Al و S (ب) PO_4^{3-} و Mg^{2+} (ج) ClO_2^- و O^{2-} (د) Na و Cl_2

■ (أ) Al_2S_3 (ب) $Mg_3(PO_4)_2$ (ج) $Co(ClO_3)_3$ (د) NaCl

47.2 اكتب صيغ الأيونات المكوّنة لـ Na_2Se.

■ Na^+ و Se^{2-}

48.2 اكتب صيغة المركّب المكوّن من كل من أزواج العناصر التالية: (أ) الومنيوم وسيلينيوم (ب) مغنيزيوم ونتروجين (ج) مغنيزيوم وكلور

■ (أ) Al_2Se_3 (ب) Mg_3N_2 (ج) $MgCl_2$

49.2 اكتب صيغة المركّب المكوّن من:

(أ) Ca^{2+} و PO_4^{3-} (ب) Li^+ و SO_3^{2-} (ج) Mn^{3+} و O^{2-}

(د) Sr و S (هـ) N^{3-} و Mg^{2+} (و) Cu^+ و O^{2-}

■ (أ) $Ca_3(PO_4)_2$ (ب) Li_2SO_3 (ج) MnO (د) SrS (هـ) Mg_3N_2 (و) Cu_2O

50.2 يتجمّد H_2SO_4 السائل النقي عند درجة حرارة دون 10.4°C. كل من السائل النقي والمجمّد لا يوصل الكهرباء إلا أن المحـ السائلة لـ H_2SO_4 توصل الكهرباء جيداً. Na_2SO_4 الصلب الذي ينصهر عند 884°C، لا يوصل الكهرباء إلا أن Na_2SO_4 المنصـ والمحاليل المائية لـ Na_2SO_4 توصل الكهرباء جيداً. اشرح الفرق في الخواص بين Na_2SO_4 النقي و H_2SO_4 النقي.

■ إن H_2SO_4 النقي تشاركي بشكل أساسي؛ Na_2SO_4 ايوني وله أيونات Na^+ وH_2SO_4، SO_4^{2-} ليس موصلاً للكهرباء لعدم وجـ أيونات تحمل التيار. $Na_2SO_4(s)$ ليس موصلاً لأن الأيونات لا تستطيع الحركة بحرية. عندما يذوب H_2SO_4، يتفاعل مع الـ لتشكيل أيونات ويصبح المحلول موصلاً جيداً. عندما ينصهر Na_2SO_4 الصلب، تتحرّر الأيونات وتصبح المادة موصلاً جيداً.

51.2 حدّد شحنات الأيونات الموجودة بين قوسين (أو حاصرتين) في الصيغ التالية

(أ) $Na_2(MnO_4)$ (ب) $K_4[Fe(CN)_6]$ (ج) $NaCd_2(P_2O_{10})$ (د) $Na_2(B_4O_7)$

(هـ) $Ca_3(CoF_6)_2$ (و) $Mg_3(BO_3)_2$ (ز) $(UO_2)Cl_2$ (ح) $(SbO)_2SO_4$

■ (أ) شحنة (MnO_4) يجب أن توازن شحنة اثنين من Na^+، اي $(MnO_4)^{2-}$. (هذه الشحنة تسمّى منغنات وهي مؤكسـ للبرمنغنات).

(ب) الأيون الموجود بين حاصرتين يجب أن توازن شحنة أربعة K^+، اي $[Fe(CN)_6]^{4-}$.

(ج) شحنة (P_2O_{10}) يجب أن توازن شحنة Na^+ واثنين Cd^{2+}، اي $(P_2O_{10})^{4-}$.

(د) شحنة (B_4O_7) يجب أن توازن شحنة اثنين من Na^+، اي $(B_4O_7)^{2-}$.

(هـ) شحنة أيونين من (CoF_6) يجب أن توازن شحنة ثلاثة Ca^{2+}، اي $(CoF_6)^{3-}$.

(و) شحنة أيونين من (BO_3) يجب أن توازن شحنة ثلاثة Mg^{2+}، اي $(BO_3)^{3-}$.

(ز) شحنة أيون من (UO_2) يجب أن توازن شحنة اثنين من Cl^-، اي $(UO_2)^{2+}$.

(ح) شحنة الأيون من (SbO) يجب أن توازن شحنة SO_4^{2-}، اي $(SbO)^+$.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

52. حدّد الشحنات الأيونية للمجموعات بين قوسين: (أ) $Ca(C_2O_4)$ (ب) $Ca(C_2H_3O_2)_2$ (ج) $Mg_3(AsO_3)_2$ (د) $(MoO)Cl_3$ (هـ) $(CrO_2)F_2$ (و) $(PuO_2)Br$ (ز) $(PaO)_2S_3$

■ (أ) – 2، كي توازن + 2 على أيون Ca^{2+}.

(ب) – 1، الأيونان – 1 يوازنان الشحنة على الأيون Ca^{2+}.

(ج) – 3، الأيونان – 3 يوازنان الشحنات + 2 الثلاثة على أيونات Mg^{2+}.

(د) + 3، كي توازن الشحنات – 1 الثلاثة على أيونات Cl^-.

(هـ) + 2، كي توازن الشحنتين – 1 الاثنين على أيونات F^-.

(و) + 1، كي توازن الشحنة – 1 على أيون Br^-.

(ز) + 3، الشحنتان + 3 الاثنتان توازنان الشحنات – 2 الثلاثة على أيونات S^{2-}.

53. صيغة زرنيخات البوتاسيوم هي K_3AsO_4. صيغة حديدي سيانيد البوتاسيوم هي $K_4Fe(CN)_6$. اكتب صيغ (أ) زرنيخات الكلسيوم (ب) زرنيخات الحديد III (ج) حديدي سيانيد الباريوم (د) حديدي سيانيد الألمنيوم

■ (أ) $Ca_3(AsO_4)_2$ (ب) $FeAsO_4$ (ج) $Ba_2Fe(CN)_6$ (د) $Al_4[Fe(CN)_6]_3$.

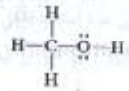
54. صيغة بيروفسفات الكلسيوم هي $Ca_2P_2O_7$. حدّد صيغ بيروفسفات الصوديوم وبيروفسفات الحديد III.

■ شحنة أيون البيروفسفات يجب أن تكون – 4 كي توازن شحنة الثنين من Ca^{2+}. يمكننا عندها كتابة $Na_4P_2O_7$ و $Fe_4(P_2O_7)_3$.

4.2 البنى النقطية الإلكترونية وقاعدة الثمانيّة

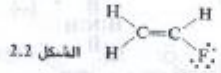
55. اكتب كل الصيغ البنيوية الثمانيّة الممكنة الخاصة بـ (أ) CH_4O (ب) C_2H_5F

■ (أ) بما أن تكافؤ الهيدروجين يُشبع بإلكترونين، يمكن لكل هيدروجين أن يشكل رابطة تشاركية واحدة. وهكذا لا يمكن أن يعمل الهيدروجين كجسر يصل بين C و O. الإمكانية الوحيدة التي توفر أربع روابط لـ C هي الحصول على ثلاث روابط H و O مرتبطة مباشرة معها. لا توجد سوى بنية واحدة ممكنة. كما هو مذكور في الشكل 1.2 لاحظ أن العدد الكلي (14) لإلكترونات التكافؤ في البنية هو مجموع أعداد إلكترونات التكافؤ في الذرات المكوّنة الحرّة: 4 (في C) + 6 (في O) + 4 (في 4H).



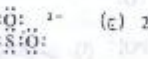
الشكل 1.2

(ب) الطريقة الوحيدة لتأمين أربعة أزواج من كل C ضمن حدود إلكترونات التكافؤ 18 هي الحصول على رابطة C – C كما في الشكل 2.2. يمكن للقارىء أن يحدّد عن طريق التجربة والخطأ عدم إمكانية وجود بنية أخرى.



الشكل 2.2

56. ارسم مخططات نقطية إلكترونية لكل من (أ) SO_3 (ب) SO_3^{2-} (ج) Na_2CO_3 (د) H_2SO_3 (هـ) سمّ كلاً من هذه الأنواع

■ (أ) (ب) (ج)  (د)

(هـ) ثلاثي أكسيد الكبريت، ثنائي الكبريتيت، كبريتيت الصوديوم، حمض الكبريتي.

57. ارسم مخططاً نقطياً إلكترونياً لكل من (أ) أيون الفلوريد (ب) أيون الكلسيوم (ج) فلوريد الكلسيوم (د) غاز الفلور.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

58.2 اكتب بنى إلكترونية نقطية وخطية لكل من (أ) ثلاثي كلوريد الفسفور، PCl_3 (ب) أحادي أكسيد الكربون، CO (ج) الهيدروكسيد، OH^-

■ (a) $:\ddot{Cl}:\ddot{\underset{\ddot{Cl}:}{\underset{|}{P}}}:\ddot{Cl}:$ $Cl-\underset{\underset{Cl}{|}}{P}-Cl$ (ب) $:C\equiv\!\equiv O:$ $C\equiv O$ (ج) $\left[:\ddot{O}:H\right]^-$ $O-H$

في (أ)، كل ذرة لها ثمانيّة تتشكل من المشاركة بزوج من الإلكترونات مع كل ذرة مجاورة بو ـد روابط فردية. في (ب) التشارك بثلاثة أزواج من الإلكترونات رابطة ثلاثية. في (ج)، يكون لشاردة الهيدروكسيد شحنة سلبية تشير إلى وجود إلكترون إضافي عن الإلكترونات التي توفرها ذرات الهيدروجين والأكسجين. ليس لذرة الهيدروجين ثمانيّة، إلا أنها عندما تتشارك بزو الإلكترونات، تصبح تشكيلتها مماثلة لتلك التي للهيليوم.

59.2 اكتب مخططات إلكترونية نقطية للكلور Cl_2 وكلوريد الكلسيوم $CaCl_2$. اشرح الاختلاف بين طريقة إشباع ثمانيّة الكلور في ال

■ $Ca^{2+}\ 2\left[:\ddot{Cl}:^-\right]$ $:\ddot{Cl}:\ddot{Cl}:$ تكون ذرات الكلور في العنصر مرتبطة ارتباطاً تشاركياً ببعضها البعض؛ ف المركّب، فتوجد على شكل شوارد الكلوريد.

60.2 اكتب مخططاً إلكترونياً نقطياً لـ SeO_3^{2-}

■ $:\ddot{O}:\ddot{\underset{\ddot{O}:}{\underset{|}{Se}}}:\ddot{O}:^{2-}$

61.2 اكتب مخططات إلكترونية نقطية لكل من (أ) $AsCl_3$ (ب) NO_3^-

■ (أ) $:\ddot{Cl}:\ddot{\underset{\ddot{Cl}:}{\underset{|}{As}}}:\ddot{Cl}:$ (ب) $:\ddot{O}:\underset{:O:}{\overset{:\ddot{O}:^-}{N}}:\ddot{O}:$

62.2 اكتب مخططات إلكترونية نقطية لكل من (أ) CCl_4 (ب) اليود الأولي (ج) Li_3PO_4 (د) NCl_3 (هـ) ClO_2^- (و) CS_2 (ز)

■ (أ) $:\ddot{Cl}:\ddot{\underset{:\ddot{Cl}:}{\underset{|}{C}}}:\ddot{Cl}:$ (ب) $:\ddot{I}:\ddot{I}:$ (ج) $3Li^+\ :\ddot{O}:\ddot{\underset{:\ddot{O}:}{\underset{|}{P}}}:\ddot{O}:^{3-}$

(د) $:\ddot{Cl}:\ddot{\underset{:\ddot{Cl}:}{\underset{|}{N}}}:\ddot{Cl}:$ (هـ) $:\ddot{O}:\ddot{Cl}:\ddot{O}:^-$ (و) $H:\ddot{O}:H$ (ز) $:\ddot{S}::C::\ddot{S}:$

63.2 اكتب مخططات إلكترونية نقطية لكل من (أ) $COCl_2$ (الذرة المركزية هي C) (ب) NH_4^+

■ (أ) $:\ddot{Cl}:\ddot{\underset{:O:}{\underset{|}{C}}}:\ddot{Cl}:$ (ب) $H:\underset{H}{\overset{H}{\ddot{\underset{\ddot{H}}{\underset{|}{N}}}}}:H^+$

64.2 اكتب مخططات نقطية إلكترونية لكل من (أ) CN^- (ب) H_2CO

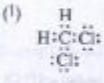
■ (أ) $:C\equiv\!\equiv N:^-$ (ب) $H:\ddot{\underset{:O:}{\underset{|}{C}}}:H$

65.2 اكتب مخططات نقطية إلكترونية لكل من (أ) PO_4^{3-} (ب) SF_2 (ج) BrO_2^-

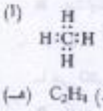
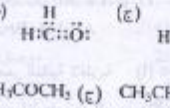
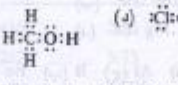
■ (أ) $:\ddot{O}:\ddot{\underset{:\ddot{O}:}{\underset{|}{P}}}:\ddot{O}:^{3-}$ (ب) $:\ddot{F}:\ddot{S}:\ddot{F}:$ (ج) $:\ddot{O}:\ddot{Br}:\ddot{O}:^-$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

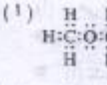
66.2 اكتب بنى نقطية إلكترونية لكل من: CH_2Cl_2 (أ) C_2Cl_4 (ب) NaCl (ج) $C_2H_4Cl_2$ (إيزوميري) (د) متماكبي

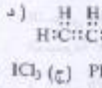
(أ) (ب) (ج)  (د)

67.2 اكتب مخططاً نقطياً إلكترونياً لكل من CH_4 (أ) CH_2O (ب) CH_4O (ج) C_2Cl_2 (د) CH_3N (هـ)

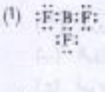
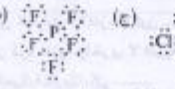
■ (أ) (ب) (ج)  (د)  (هـ) 

68.2 ارسم بنى نقطية إلكترونية لكل من CH_3OCH_3 (أ) CH_3CH_2OH (ب) CH_3COCH_3 (ج) C_2H_4 (د) C_2H_2 (هـ) HCO_2H (و)

■ (أ) (ب) (ج) 

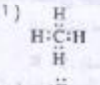
(د) (هـ) (و) 

69.2 اكتب صيغاً نقطية إلكترونية لكل من المواد التالية التي لا تتبع أي منها قاعدة الثُمانيّة: BF_3 (أ) PF_5 (ب) ICl_3 (ج) SF_4 (د)

■ (أ) (ب) (ج)  (د) 

70.2 اكتب مخطّطات نقطية إلكترونية لكل من الجزيئات التالية. ثم اكتب مخططاً نقطياً إلكترونياً لشاردة متشابهة التركيب مع كل منها، أي ان لها الهندسة نفسها والعدد نفسه من الإلكترونات التشاركية وغير التشاركية: C_2H_4 (أ) F_2 (ب) HNO_3 (ج) CF_4 (د) He (هـ) NH_3 (و) SO_2 (ز) N_2O_4 (ح) N_2 (ط) CS_2 (ي).

■ يُكتفى بذكر أيون واحد متشابه التركيب من بين عدة إمكانيات في كل حالة.

(أ) (ب) (ج) 

(د) (هـ) (و)

(ز) (ح)

(ط) (ي)

71.2 ارسم مخططاً إلكترونياً نقطياً (بنية لويس) لـ BF_4^-.

■

72.2 اكتب مخططات إلكترونية نقطية لكل من CN^- (أ) BrO_3^- (ب)

■ (أ) (ب)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الفصل 3 الجدول الدوري

1.3 إتجاهات دورية

1.3 اعط امثلة عن كل مما يلي: (أ) فلز قلوي (ب) غاز خامل (ج) هالوجين (د) فلز ترابي قلوي

■ (أ) Li، Na، K، Rb، Cs، أو Fr (ب) He، Ne، Ar، Kr، Xe، أو Rn

(ج) F، Cl، Br، I، أو At (د) Be، Mg، Ca، Sr، Ba، أو Ra

2.3 ما هي أكثر العناصر التالية لافلزية: (أ) Be (ب) B (ج) Al (د) Ga (هـ) Mg

■ B(البورون) هو الأبعد نحو اليمين والأعلى من العناصر المذكورة.

3.3 (أ) ما هي عناصر المجموعات الرئيسية التي تشكّل في مركباتها أيونات أحادية الذرات؟ (ب) أوجد شحنة هذه الأيونات المجموعة الدورية.

■ (أ) تشكل المجموعات I، II، III، V، VI، VII من المجموعات الرئيسية أيونات أحادية الذرات. (ب) الشحنات التوالي +1، و +2، و +3، و −3، و −2، و −1. الأمثلة هي Na^+، Mg^{2+}، Al^{3+}، P^{3-}، S^{2-}، Cl^-. أنقل المجموعة IV تشكل شوارد + 4 او + 2، مثل Pb^{4+} و Pb^{2+}.

4.3 استخدم الكلمات الموجودة على اليمين لتكملة الجمل على اليسار:

(أ) الروابط بين الذرات اللافلزية تكون ـــــ — أيونية

(ب) الروابط بين ذرة فلزية وأخرى لا فلزية تكون ـــــ — تشاركية

(ج) في بعض المركبات، ينشكل ـــــ — التوعان

— لا شيء منهما

■ (أ) تشاركية (ب) أيونية (ج) التوعان

5.3 لاحظ في الجدول الدوري أنه بالنسبة لعناصر المجموعة الرئيسية في حال كانت المجموعة الدورية للعنصر مزدوجة، يكو احادي الذرة وللصواعد (الأنيونات) الاكسجينية للعنصر شحنات ذات أرقام مزدوجة، وإن كان رقم المجموعة الدورية م الشحنات مفردة. هل هذا التعميم يصح لكل العناصر غير الموجودة في مجموعة رئيسية من الجدول الدوري؟ اذكر عدة

■ لا. (فمثلاً يوجد كل من Fe^{2+} و Fe^{3+} على الرغم من أن الحديد عنصر في مجموعة مزدوجة الرقم). الاستثناءات Mn^{2+}، Cr^{3+} و Cu^{2+} من بين استثناءات أخرى.

6.3 اكتب صيغة مركب ثنائي للفلور مع كل عنصر لمجموعة رئيسية في الدور الرابع من الجدول الدوري

■ KF، CaF_2، GaF_3، GeF_4، AsF_3 أو SeF_2، SeF_6 أو BrF، BrF_3 أو KrF_2

7.3 اي من المجموعات الدورية التالية تتكوّن كلها من معادن: (أ) IIA (ب) IIIA (ج) IVA (د) VIA (هـ) VIIA

■ (أ) IIA. العناصر الترابية القلوية.

8.3 اي من العناصر التالية يتميز بخواص كيميائية شبيهة للغاية من خواص الكبريت: (أ) Cl (ب) F (ج) P (د) N

■ (هـ) Se الموجود في المجموعة الدورية نفسها.

9.3 بيّن العنصر الذي يكون (أ) فلزاً قلوياً مع اقل عدد من البروتونات (ب) له ذرات لكل منها 7 إلكترونات خارجية (أبعد ويوجد في الدور الثالث (ج) ذا خواص متقلّبة فيعمل احياناً كفلز واحياناً أخرى كلافلز.

■ (أ) Li (ب) Cl (ج) H

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

10.3 أي عنصر (عناصر) من مجموعة رئيسية لـه (لها) عـدد من الإلكترونـات الخارجيّـة (الأبعد عن النـواة) مختلف عن رقم مجموعتـه (مجموعتها)؟

■ الغازات الخاملة، المجموعة 0، لها 8 إلكترونات تكافؤية.

11.3 إبحث ورتب في جدول الخواص التالية للسيليكون، والقصدير والفاليوم، والزرنيخ: اللون، الكثافة، نقطة الانصهار (mp)، القدرة على نقل الكهرباء. اكتب صيغة كلوريد كل عنصر. إبحث ورتب في جدول الكثافة، ونقطة الانصهار، ونقطة الغليان (bp) لكل من هـذه المركبات. استناداً إلى هذه المعطيات، أوجد الخواص المماثلة لعنصر الجرمانيوم وكذلك لمركّب الجرمانيوم مع الكلور.

■

	اللون	الكثافة	mp	الموصليّة
Si	رمادي معدني	2.33	1410	غير موصل
Sn	رمادي[1]	5.75	232	موصل
Ga	أسود رمادي	5.904	30	غير موصل
As	رمادي	5.727	613 يتسامى	غير موصل
Ge	أبيض رمادي	5.35	937	غير موصل

	الكثافة	mp	bp
$SiCl_4$	1.48	− 70	58
$SnCl_4$	2.226	− 33	114.1
$GaCl_3$	2.47	77.9	201.3
$AsCl_3$	2.163	− 8.5	63
$GeCl_4$	1.8443	− 49.5	84

(1) شكل تغايري واحد

2.3 التسميات غير العضوية

12.3 كيف تسمّى المركّبات الثنائية اللافلزيّة ـ اللافلزيّة؟ كيف تسمّى المركبات الفلزيّة ـ اللافلزيّة؟

■ تسمّى المركّبات اللافلزيّة ـ اللافلزيّة عادة بإعطاء اسم اللافلز الأقرب إلى اليمين و/أو إلى الأعلى في الجدول الدوري منتهياً باللاحقة «يد» ثم بإعطاء إسم اللافلز الآخر، يشار إلى عدد ذرات العنصر الأول بـبادئة ـ أحـادي، ثنائي، ثـلاثي، رباعي، خمـاسي، سداسي،... تسمّى المركّبات الفلزية ـ اللافلزية بأخذ اسم اللافلز أولاً مع تغيير آخره إلى «يد». إن كان الفلز في المجموعة IA أو IIA أو كان Zn، Al، Cd، لا يزاد على التسمية أي وصف. إن كان فلزاً آخر، تذكر حالة أكسدته (المساوية للشحنة على الأيون أحادي الذرة) بين قوسين مرتبطين بالتسمية.

13.3 (أ) سمِّ: $AlCl_3$، PCl_3، $CoCl_3$. (ب) اشرح لماذا هذه التسميات مختلفة لهذه الدرجة.

■ (أ) كلوريد الألومنيوم، ثلاثي كلوريد الفسفور، وكلوريد الكوبلت (III). (ب) تسمّى المركبات وفقاً لأساليب مختلفة. الألـومنيوم فلز لا يتغير أبداً عن حالة الأكسدة 3 + في مركّباته، وهكذا فإن كلوريد الألومنيوم يدل على الألـومنيوم لـه شحنة + 3. الفسفور لافلز، وتسمّى مركبات لافلز ـ لافلز باستخدام بادئات (ثلاثي في هذه الحالة). الكوبلت فلـز يُظهر عـدة حالات أكسـدة في مركباته: يجب أن نحدّد كلوريد الكوبلت الذي نقصده بإضافة عدد روماني للإشارة إلى حالـة الأكسدة. كـانت إصطلاحـات قديمـة تستخدم مصطلح كلوريد الكوبلتيك (خلافاً لكلوريد الكوبلتي) للإشارة إلى أيون الكوبلت ذو حالة الأكسدة الأعلى.

14.3 سمِّ: (أ) NaCl (ب) KBr (ج) $MgCl_2$ (د) NaOH (هـ) $Co(OH)_2$ (و) LiCN

■ (أ) كلوريد الصوديوم (ب) بروميد البوتاسيوم (ج) كلوريد المغنيزيوم
(د) هيدروكسيد الصوديوم (هـ) هيدروكسيد الكلسيوم (و) سيانيد الليثيوم

15.3 اكتب صيغ لكل من: (أ) نيترات الباريوم (ب) سلفات الألومنيوم (ج) هيدروكسيد الحديد (II)

■ (أ) بما أنه يستلزم وجود شحنتين سلبيتين لموازنة الشحنة على شاردة باريوم واحدة، Ba^{2+}. وأن كل شاردة NO_3^- لها شحنة سلبية واحدة فقط، يجب أن تكتب الصيغة $Ba(NO_3)_2$. (ب) للحصول على أعداد متساوية من الشحنات الإيجابية والسلبية، يجب أن تكون الصيغة $Al_2(SO_4)_3$. (ج) بما أن الحديد (II) محدَّد، يستلزم شاردتـان OH^- لتوفير العدد المناسب من الشحنات السالبة ـ إذن الصيغة هي $Fe(OH)_2$.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

16.3 اشرح لماذا من الضروري استخدام البادئات: أحادي، ثنائي، ثلاثي الخ للمركبات التشاركية أكثر منه للمركبات الأيونية.

■ المركبات اللافلزية – اللافلزية التي تستخدم لها البادئات بشكل رئيسي تشاركية.

17.3 سمِّ: (أ) Mg_3P_2 (ب) $Hg_2(NO_3)_2$ (ج) NH_4TcO_4

■ (أ) أيون الفسفور يجب أن يكون أنيوناً (صاعدة) إذ إن المغنيزيوم لا يشكل سوى كاتيوناً. يؤدي تطبيق الصيغ لتسمية المركبات الثنائية إلى تسمية فوسفيد المغنيزيوم. (ب) بما أن الشحنة الكلية على أيونَيْ NO_3^- (أيونَي النيـ – 2، يجب أن تكون الشحنة الكلية على الكاتيون (الهابطة) هي + 2. بما أن الشحنة الوسطية لكل Hg هي + 1، فإن الـ نيترات الزئبق (I) (أو نيترات الزئبقي). (ج) يجب أن تكون الشحنة على الأنيون (الصاعدة) – 1 كي توازن الشحنة أيون الأمونيوم. بما أن التكنيتيوم ينتمي إلى المجموعة نفسها التي ينتمي إليها Mn، TcO_4^- مماثل للبرمنغنات MnO_4^-. إذن هي برتكنيتات الأمونيوم.

18.3 كيف يمكن أن نُحدِّد انطلاقاً من صيغة مركّب ما أنه حمض؟

■ يكتب الهيدروجين أولاً في صيغ الحموض. وهكذا فإن HCl حمض و NH_3 ليس حمضاً. H_2O هو استثناء. (وعلى الرغم من أن المركبات الكيميائية تتغير هذه الطريقة بعض الشيء، وهكذا فإن العلماء في الكيمياء العضوية يكتبون الحموض موافق مع بنيتها، مثل CH_3COOH).

19.3 سمِّ: (أ) SO_3^{2-} (ب) SO_3 (ج) ClO^- (د) H_2SO_3 (هـ) $HClO_3$ (و) PBr_3 (ز) Na_2SO_3 (ح) O_2 (ط) $Ba(ClO)_2$ (ي) HCl (ك) $KClO_4$ $KClO_4$ (ل) $Al(ClO_2)_3$

■ (أ) أيونُ الكبريتيت
(ب) ثلاثي اكسيد الكبريت
(ج) أيون تحت الكلوريت
(د) الحمض الكبريتي
(هـ) حمض فوق الكلوريك
(و) ثلاثي بروميد الفسفور
(ز) كبريتيت الصوديوم
(ح) كلوريت الصوديوم
(ط) تحت كلوريت الباريوم
(ي) حمض الهيدروكلوريك
(ك) فوق كلورات البوتاسيوم
(ل) كلوريت الالومنيوم

20.3 اكتب صيغة كل من:

(أ) الحمض الهيدرويوديك
(ب) حمض تحت اليودي
(ج) الحمض اليودي
(د) حمض اليوديك
(هـ) حمض فوق اليوديك
(و) أيون اليوديد
(ز) أيون تحت اليوديت
(ح) أيون اليوديت
(ط) أيون اليودات
(ي) أيون فوق اليودات

■ (أ) HI (ب) HIO (ج) HIO_2 (د) HIO_3 (هـ) HIO_4
(و) I^- (ز) IO^- (ح) IO_2^- (ط) IO_3^- (ي) IO_4^-

21.3 اكتب صيغة كل من: (أ) أكسيد الباريوم (ب) كلوريد الالومنيوم (ج) فسفات المغنيزيوم

■ (أ) الصيغة هي BaO إذ إن الشحنة + 2 على شاردة واحدة من الباريوم توازن بالضبط الشحنة – 2 على شاردة الأكسـ (ب) ثلاثة شوارد كلوريد على كل منها شحنة – 1، مطلوبة لموازنة الشحنة + 3 على شاردة الومنيوم واحد. الصيغة هي $AlCl_3$. (ج) بما أن كلاً من العددين 2 (الشحنة الموجبة على أيون المغنيزيوم) و 3 (الشحنة السالبة على الفسفات) ليس مُضـ صحيحاً للآخر، يجب إيجاد أصغر عدد يكون مضاعفاً للإثنين. هذا العدد هو 6. الصيغة $Mg_3(PO_4)_2$ يظهر 6 وحدات لشحنة (2 × 3) و 6 وحدات لشحنة سلبية (3 × 2) لكل وحدة في الصيغة.

22.3 اعط الصيغة لكل من: (أ) شاردة الكبريتيت (ب) ثنائي كربونات الحديد (III) (ج) حمض الهيدروكلوريك (د) سـ الصوديوم (هـ) هيدروكسيد الباريوم.

■ (أ) SO_3^{2-} (ب) $Fe(HCO_3)_3$ (ج) HCl (د) $NaNO_3$ (هـ) $Ba(OH)_2$

23.3 سمِّ: (أ) $Mg(IO)_2$ (ب) $Fe_2(SO_4)_3$ (ج) $CaMnO_4$ (د) $KReO_4$ (هـ) $CaWO_4$ (و) $CoCO_3$

■ (أ) تحت يوديت المغنيزيوم
(ب) سلفات الحديد (III) أو سلفات الحديديك
(ج) منغنات الكلسيوم
(د) فوق رينات البوتاسيوم
(هـ) تنغستات الكلسيوم
(و) كربونات الكوبلت (II)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الأجوبة (د) و (هـ) تمثل فائدة الجدول الدوري في تسمية المركبات. في (د)، يرتبط الأيون ReO_4^- بأيون شائع هو MnO_4^- لأن العنصرين المركزيين موجودان في المجموعة الدورية نفسها. في (هـ) WO_4^{2-} متصل بـ SO_4^{2-} لأن العنصرين المركزيين موجودان في المجموعة الدورية VI (مع أن أحدهما عنصر أساسي في المجموعة والآخر عنصر انتقالي).

الأعداد الرومانية المتصلة باسم أيون الفلز ضرورية فيما يخص الفلزات القلويّة، وفلزات الأتربة القلويّة، والزنك، والألومنيوم والكدميوم، لأن هذه العناصر في مركباتها تحمل شحنات مساوية لأرقام مجموعاتها.

24.3 سمِّ: (أ) $(NH_4)_2CrO_4$ (ب) $NaHSO_4$ (ج) Hg_2I_2 (د) ClO_4^- (هـ) $Cu_3(PO_4)_2$

■ (أ) كرومات الأمونيوم (ب) هيدروجين كبريتات الصوديوم أو ثنائي كبريتات الصوديوم
(ج) يوديد الزئبق (I) أو يوديد الزئبقي (د) أيون فوق الكلورات
(هـ) فسفات النحاس (II) أو فسفات النحاسيك

25.3 اكتب صيغة كل من: (أ) هيدريد الليثيوم (ب) بروميات الكلسيوم (ج) أكسيد الكروم (II) (د) فوق كلورات الثوريوم (IV) (هـ) فسفات النيكل (II) (و) كبريتات الزنك.

■ (أ) LiH. يتطلّب مقداران متساويان من الشحنات الموجبة والسلبية أعداداً متساوية من الأيونات الموجبة والسلبية. (ب) $Ca(BrO_3)_2$. النيونان (صاعدتان) أحاديا السلبية مطلوبان لموازنة الشحنة على كل أيون ثنائي الإيجابية. (ج) CrO انظر (أ). (د) $Th(ClO_4)_4$. لكل أيون ClO_4^- شحنة سلبية واحدة. (هـ) $Ni_3(PO_4)_2$. ثلاثة كاتيونات (هوابط) ثنائية الإيجابية توازن أنيونين (صاعدتين) ثلاثيّي السلبية. (و) $ZnSe_4$. انظر (أ).

26.3 اكتب صيغة كل من أزواج العناصر التالية وسمِّ المركب الثنائي الذي تشكله واذكر إن كانت الرابطة في كل مركب أيونية أو تشاركية. (أ) بوتاسيوم وفسفور (ب) كربون وفلور (ج) هيدروجين وكبريت (د) بوتاسيوم وهيدروجين (هـ) فلور أزوت

■ (أ) K_3P، أيونية، فسفيد البوتاسيوم. (ب) CF_4، تشاركية، رباعي فلوريد الكربون. (ج) H_2S، تشاركية، كبريتيد الهيدروجين (د) KH، أيونية، هيدريد البوتاسيوم (هـ) NF_3، تشاركية، ثلاثي فلوريد النتروجين. لاحظ بأن العنصر الأقرب إلى اليسار في الجدول الدوري يسمّى في الأخر. المركّبات لافلز ـ لافلز (باستثناء مركّب الهيدروجين) تستخدم البادئات المذكورة في المسألة 12.3.

27.3 اكتب صيغة نيترات الصوديوم.

■ $NaNO_3$

28.3 اكتب صيغة نيتريد الصوديوم.

■ Na_3N

29.3 سمِّ: $CoCl_3$.

■ كلوريد الكوبلت (III)

30.3 اكتب صيغة كل من (أ) الكورات (ب) البرمنغنات (ج) ثنائي الكرومات (د) الثالكبريتيت.

■ (أ) ClO_3^- (ب) MnO_4^- (ج) $Cr_2O_7^{2-}$ (د) SO_3^{2-}

31.3 اكتب صيغة كل من (أ) كربونات الصوديوم (ب) نيتريت الكروم (III) (ج) كلوريد الباريوم

■ (أ) Na_2CO_3 (ب) $Cr(NO_2)_3$ (ج) $BaCl_2$

32.3 سمِّ: (أ) $HgCl_2$ (ب) Ag_2SO_4 (ج) NH_4CN

■ (أ) كلوريد الزئبق (II) (ب) كبريتات الفضة (ج) سيانيد الأمونيوم

33.3 اكتب صيغة كل من (أ) كلوريت المنغنيز (II) (ب) هيدروكسيد الحديد (II) (ج) سداسي فلوريد الكبريت (د) الحمض الكبريتي

■ (أ) $Mn(ClO_2)_2$ (ب) $Fe(OH)_2$ (ج) SF_6 (د) H_2SO_3

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

34.3 سمِّ: (أ) KCN (ب) PCl_5 (ج) $Co(ClO_4)_3$ (د) $CoCl_2$ (هـ) PbO_2

■ (أ) سيانيد البوتاسيوم (ب) خماسي كلوريد الفسفور
(ج) فوق كلورات الكوبلت (III) (د) كلوريد الكوبلت (II)
(هـ) اكسيد الرصاص (IV)

35.3 سمِّ: (أ) $Ca(OH)_2$ (ب) VCl_3 (ج) Cu_2O (د) $Ba(ClO)_2$ (هـ) H_2SO_3

■ (أ) هيدروكسيد الكلسيوم (ب) كلوريد الفاناديوم (III)
(ج) أكسيد النحاس (I) (د) تحت كلوريت الباريوم
(هـ) الحمض الكبريتي

36.3 سمِّ: (أ) K_2S (ب) BCl_3

■ (أ) كبريتيد البوتاسيوم (ب) ثلاثي كلوريد البورون

37.3 اكتب صيغة لكل من (أ) كربونات الأمونيوم (ب) سيانيد الكوبلت (II)

■ (أ) $(NH_4)_2CO_3$ (ب) $Co(CN)_2$

38.3 سمِّ: (أ) NH_4Br (ب) Cu_2S (ج) CuS (د) $Ba(OH)_2$

■ (أ) بروميد الأمونيوم (ب) سلفيد النحاس (I) (ج) سلفيد النحاس (II) (د)

39.3 اذكر صيغة كل من (أ) فسفات الكروم (III) (ب) نيترات النيكل (II) (ج) بروميد الصوديوم (د) أكسيد ال

■ (أ) $CrPO_4$ (ب) $Ni(NO_3)_2$ (ج) $NaBr$ (د) MgO

40.3 سمِّ: (أ) CO (ب) CO_2 (ج) PCl_5 (د) SF_6 (هـ) $AlCl_3$

■ (أ) أحادي أكسيد الكربون (ب) ثنائي أكسيد الكربون (ج) خماسي كلوريد
(د) سداسي فلوريد الكبريت (هـ) كلوريد الألومنيوم

41.3 سمِّ: SF_2

■ ثنائي فلوريد الكبريت

42.3 سمِّ: BaI_2

■ يوديد الباريوم

43.3 اكتب صيغة كل من: (أ) هيدروكسيد النيكل (II) (ب) كبريتات الأمونيوم

■ (أ) $Ni(OH)_2$ (ب) $(NH_4)_2SO_4$

44.3 اكتب صيغة: بروميد الألومنيوم

■ $AlBr_3$.

45.3 سمِّ: (أ) $CuSO_4$ (ب) $Fe(NO_3)_3$ (ج) FeI_2 (د) $Sr(ClO_3)_2$ (هـ) $K_2Cr_2O_7$ (و) Hg_2Cl_2 (ز) SO_3

■ (أ) كبريتات النحاس (II) (ب) نيترات الحديد III
(ج) يوديد الحديد (II) (د) كلورات السترونسيوم
(هـ) ثنائي كرومات البوتاسيوم (و) كلوريد الزئبق (I)
(ز) كبريتيت الأمونيوم

46.3 سمِّ: CS_2

■ ثنائي كبريتيد الكربون

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

47.3 سمّ: (أ) $Cu(ClO_2)_2$ (ب) $(NH_4)_2C_2O_4$ (ج) $Al_2(CO_3)_3$ (د) $Ba(CN)_2$

■ (أ) كلوريت النحاس (II) (ب) أكسالات الأمونيوم
(ج) كربونات الألومنيوم (د) سيانيد الباريوم

48.3 بالنسبة لكل من SCl_2، و $HClO_3$، و Li_3N، و NH_4ClO_2: اذكر (أ) حالته إن كان المركب حمضاً. (ب) إن لم يكن حمضاً، اذكر وجود رابطة شاردية في حال وجودها. (ج) سمّ المركّب.

■

	(أ)	(ب)	(ج)
SCl_2	لا	لا	ثنائي كلوريد الكبريت
$HClO_3$	نعم		حمض الكلوريك
Li_3N	لا	نعم	نيتريد الليثيوم
NH_4ClO_2	لا	نعم	كلوريت الأمونيوم

49.3 سمّ الأيون الناتج عندما تعادل قاعدة كلاً من الحموض التالية: (أ) حمض الهيدروكلوريك (ب) حمض النتريك (ج) الحمض الكبريتي

■ (أ) أيون الكلوريد (ب) أيون النترات (ج) أيون الكبريتيت

50.3 اكتب الصيغة الكيميائية لكل من (أ) فوق يودات البوتاسيوم (ب) فسفات الحديد (II) (ج) شاردة السيلينات

■ (أ) KIO_4 أو K_5IO_6 (ب) $Fe_3(PO_4)_2$ (ج) SeO_4^{2-}

51.3 سمّ: (أ) $Ba(HSO_4)_2$ (ب) $Ba(H_2PO_2)_2$

■ (أ) هيدروجين كبريتات الباريوم أو ثنائي كبريتات الباريوم (ب) تحت فسفيت الباريوم ثنائي الهيدروجين

52.3 اعتماداً على الجدول الدوري كدليل عند الضرورة، اكتب صيغة كل من المركبات التالية: (أ) برينات الأمونيوم (ب) سيلينات الليثيوم (ج) زرنيخيد النحاس (I) (د) يودات السترونسيوم

■ (أ) NH_4ReO_4 (معاكل للبرمنغنات) (ب) Li_2SeO_4 (معاكل للكبريتات)
(ج) Cu_3As (د) $Sr(IO_3)_2$

53.3 اكتب صيغة كل من (أ) ثنائي كرومات الأمونيوم (ب) كلورات الرصاص (II) (ج) أسبنات الصوديوم (د) أكسيد النحاس (I) (هـ) زرنيخات الباريوم (و) كبريتات الفضة

■ (أ) $(NH_4)_2Cr_2O_7$ (ب) $Pb(ClO_3)_2$ (ج) $NaC_2H_3O_2$
(د) Cu_2O (هـ) $Ba_3(AsO_4)_2$ (و) Ag_2SO_4

54.3 اعتمد الجدول الدوري كمساعد لكتابة صيغة كل من: (أ) كبريتيد الراديوم (ب) أستاتيد المغنيزيوم (ج) فسفيد البوتاسيوم

■ (أ) RaS (ب) $MgAt_2$ (ج) K_3P

55.3 سمّ: (أ) Li_2SO_4 (ب) $KReO_4$ (ج) Na_2MoO_4

■ (أ) كبريتات الليثيوم (ب) برينات البوتاسيوم (ج) مولبيدات الصوديوم. هذه الأسماء مماثلة لكبريتات الصوديوم، وفوق منغنات البوتاسيوم وكرومات الصوديوم على التوالي.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الف

الصيغ الكيم

1.4 التركيب بالنِّسب المئويّة

1.4 يتألّف أحادي أكسيد الكربون من 43% كربون بالوزن. عبِّر عن هذا الأمر بالباوند، والكيلوغرام، والغرام، والكتلة الذ

■

$$\frac{43\text{ lb C}}{100\text{ lb CO}} \quad \frac{43\text{ kg C}}{100\text{ kg CO}} \quad \frac{43\text{ g C}}{100\text{ g CO}} \quad \frac{43\text{ u C}}{100\text{ u CO}}$$

2.4 يتألف سائل كحولي من 45% كحول بالحجم. عبِّر عن هذا الأمر باستخدام أربع وحدات حجمية مختلفة على الأقل.

$$\frac{45\text{ mL كحول}}{100\text{ mL سائل}} \quad \frac{45\text{ pt كحول}}{100\text{ pt سائل}} \quad \frac{45\text{ L كحول}}{100\text{ L سائل}} \quad \frac{45\text{ m}^3\text{ كحول}}{100\text{ m}^3\text{ سائل}}$$

4.3 يتألف ثلاثي أكسيد الكبريت من 25 mol في المئة من الكبريت. أي من النِّسب التالية يعبِّر عن هذه النسبة تعبيراً ص

$$\frac{25\text{ mol S}}{100\text{ mol SO}_3} \quad \frac{25\text{ kg S}}{100\text{ kg SO}_3} \quad \frac{25\text{ L S}}{100\text{ L SO}_3}$$

■ النسبة الأولى فقط لأن مولاً من الكبريت له كتلة مغايرة لكتلة مول من ثلاثي أكسيد الكبريت وحجم مغاير لحجم أكسيد الكبريت.

4.4 بيِّن تركيب $Mg_3(PO_4)_2$ بالنسب المئويّة.

■ في 1 مول من $Mg_3(PO_4)_2$ يوجد

$$3 \times 24.3 = 72.9\text{ g Mg} \quad \frac{72.9\text{ g Mg}}{262.9\text{ g المجموع}} \times 100\% = 27.7\%\text{ Mg}$$

$$2 \times 31.0 = 62.0\text{ g P} \quad \frac{62.0\text{ g P}}{262.9\text{ g المجموع}} \times 100\% = 23.6\%\text{ P}$$

$$8 \times 16.0 = 128.0\text{ g O} \quad \frac{128.0\text{ g O}}{262.9\text{ المجموع}} \times 100\% = 48.7\%\text{ O}$$

$$\text{المجموع} = 262.9\text{ g} \qquad \text{المجموع} = 100.0\%$$

يمكن التحقق من أجوبتك بجمع كل النسب المئوية. إذا كان المجموع 100% أو مع فارق 0.1% قد تكون إجابتك ص يكن المجموع 100% لا بد من حصول خطأ في مكان ما. إن كانت الإجابة 100%، ربما تكون قد أخطأت في استخدام الوزن الذري الخاطىء لأحد العناصر مثلاً).

5.4 احسب تركيب كحول الإيثيل CH_3CH_2OH بالنسب المئوية.

■ كل جزيء يحتوي على ذرتي كربون، ستة ذرات هيدروجين وذرة أكسجين. وهكذا:

$$MW = (2 \times 12.01\text{ u}) + (6 \times 1.008\text{ u}) + (16.00\text{ u}) = 46.07\text{ u}$$

$$52.14\%\text{ C} = \frac{24.02\text{u}}{46.07\text{ u}} \times 100\% = \%\text{ الكربون}$$

$$13.13\%\text{ H} = \frac{6.0484\text{ u}}{46.07\text{ u}} \times 100\% = \%\text{ هيدروجين}$$

$$34.73\%\text{ O} = \frac{16.00\text{ u}}{46.07\text{ u}} \times 100\% = \%\text{ أكسجين}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7. انطلاقاً من الصيغة K_2CO_3، عيّن تركيب كربونات البوتاسيوم بالنسب المئوية.

■ يحتوي وزن صيغي (FW) واحد من K_2CO_3 على:

$2 \times 39.098 = 2\ AW(K) = 78.196$ جزء K بالوزن

$1 \times 12.011 = 1\ AW(C) = 12.011$ جزء C بالوزن

$3 \times 15.999 = 3\ AW(O) = 47.998$ جزء O بالوزن

$FW(K_2C_3) = 138.205$ جزء بالوزن

$$56.58\%\ K = 0.5658 = \frac{78.196}{138.205} = \text{كسر K في } K_2CO_3$$

$$8.69\%\ C = 0.0869 = \frac{12.011}{138.025} = \text{كسر C في } K_2CO_3$$

$$\underline{34.73\%\ O = 0.3473 = \frac{47.998}{138.205} = \text{كسر O في } K_2CO_3}$$

100.00% تحقّق

8. احسب النسبة المئوية لكتلة الأكسجين في $Ca(ClO_3)_2$ اعتماداً على الأوزان الذرية التالية: Ca 40.0 Cl 35.5 O 16.0.

■

$1 \times 40.0 = 40.0$

$2 \times 35.5 = 71.0$

$6 \times 16.0 = \underline{96.0}$

المجموع $= 207.0$

$$\frac{96.0}{207.0} \times 100\% = 46.4\%\ O$$

9. احسب النسبة المئوية للكربون في $Ca(HCO_3)_2$.

■ يُوجد في 100 g من $Ca(HCO_3)_2$:

$1 \times 40.0 = 40.0$ g Ca

$2 \times 1.0 = 2.0$ g H

$2 \times 12.0 = 24.0$ g C

$6 \times 16.0 = \underline{96.0}$ g O

المجموع $= 162.0$ g

$$\frac{24.0\ \text{g C}}{162\ \text{g total}} \times 100\% = 14.8\%\ C$$

10. احسب تركيب $CsClO_3$ بالنسب المئوية

■

Cs	132.9 g	Cs:	$(132.9/200.4) \times 100\% =$	66.3% Cs
Cl	35.5 g	Cl:	$(35.5/200.4) \times 100\% =$	17.7% Cl
2O	32.0 g	O:	$(32.0/200.4) \times 100\% =$	16.0% O
المجموع	200.4 g		المجموع	100.0%

11. احسب التركيب بالنسب المئوية لكل من المركّبات التالية: (أ) البنزين C_6H_6 (ب) أسيتيلين C_2H_2 (ج) قارن واشرح نتائج (أ) و (ب) (د) ما هي المعطيات الإضافية التي يمكن استخدامها للتمييز بين البنزين والأسيتيلين؟

■

(أ) $\%\ H = \dfrac{6(1.008\ u)}{6(12.011\ u) + 6(1.008\ u)} \times 100\% = 7.74\%\ H$ $\%\ C = 100.0\% - 7.74\% = 92.26\%\ C$

(ب) $\%\ H = \dfrac{2(1.008\ u)}{2(12.011\ u) + 2(1.008\ u)} \times 100\% = 7.74\%\ H$ 92.26%C مرة أخرى

(ج) النسبة المئوية لكل عنصر هي نفسها في C_2H_2 و C_6H_6 إذ لكليهما الصيغة التجريبية نفسها ـ CH (د) الوزن الجزيئي يتيح التمييز بين الاثنين: الوزن الجزيئي لـ C_6H_6 هو 78u؛ والوزن الجزيئي لـ C_2H_2 هو 26 u.

12. شريط من النحاس النقي كهربائياً وزنه 3.178 g يسخّن بشدة في بخار من الأكسجين إلى أن يتحوّل كلياً إلى أكسيد أسود وزنه 3.978 g. ما هو تركيب هذا الأكسيد بالنسب المئوية؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■

$$3.978\ \text{g} = \text{الوزن الكلي للاكسيد الاسود}$$
$$3.178\ \text{g} = \text{وزن النحاس في الاكسيد}$$
$$0.800\ \text{g} = \text{وزن الاكسجين في الاكسيد}$$

$$\text{كسر النحاس} = \frac{\text{وزن النحاس في الاكسيد}}{\text{الوزن الكلي للاكسيد}} = \frac{3.178\ \text{g}}{3.978\ \text{g}} = 0.799 = 79.9\%$$

$$\text{كسر الاكسجين} = \frac{\text{وزن الاكسجين في الاكسيد}}{\text{الوزن الكلي للاكسيد}} = \frac{0.800\ \text{g}}{3.978\ \text{g}} = 0.201 = 20.1\%$$

100.0% تحقق

12.4 احسب تركيب $CO_2(CO_3)_3$ بالنسب المئوية.

■ في كل مول واحد من المركّب يوجد

$$(2\ \text{mol Co})(58.9\ \text{g/mol}) = 117.8\ \text{g Co}$$
$$(3\ \text{mol C})(12.0\ \text{g/mol}) = 36.0\ \text{g C}$$
$$(9\ \text{mol O})(16.0\ \text{g/mol}) = 144.0\ \text{g O}$$
$$\text{المجموع} = 297.8\ \text{g}$$

النسبة المئوية لكل عنصر هي إذن

$$\frac{117.8\ \text{g Co}}{297.8\ \text{g مجموع}} \times 100\% = 39.6\%\ \text{Co} \qquad \frac{144.0\ \text{g O}}{297.8\ \text{g مجموع}} \times 100\% = 48.4\%\ \text{O}$$

$$\frac{36.0\ \text{g C}}{297.8\ \text{g مجموع}} \times 100\% = 12.1\%\ \text{C} \qquad \text{المجموع} = 100.1\%$$

13.4 يُستعمل سداسي فلوريد اليورانيوم، UF_6، في عملية الانتشار الغازي لفصل نظائر اليورانيوم. كم يبلغ عدد الكيلوغرامات من اليورانيوم الأوّلي التي يمكن تحويلها إلى UF_6 لكل كيلوغرام من الفلور المتّحد؟

■ في 1.00 مول من UF_6 يوجد

$$\frac{238\ \text{g U}}{6(19.0)\ \text{g F}} = 2.09\ \text{g U/g F} = 2.09\ \text{kg U/kg F}$$

14.4 حدّد وزن الكبريت المطلوب للحصول على 1.00 طن متري من H_2SO_4.

■

$$(1.00 \times 10^6\ \text{g } H_2SO_4)\left(\frac{1\ \text{mol } H_2SO_4}{98.0\ \text{g } H_2SO_4}\right)\left(\frac{1\ \text{mol S}}{\text{mol } H_2SO_4}\right)\left(\frac{32.06\ \text{g S}}{\text{mol S}}\right) = 327 \times 10^3\ \text{g S} = 327\ \text{kg S}$$

15.4 عيّنة من 10.00 g من فلز خام تحتوي على 2.80 g من HgS. ما هي النسبة المئوية للزئبق في الفلز الخام؟

■

HgS:		
	Hg	200.6 u
	S	32.1
	المجموع	232.7 u

$$\%\ \text{Hg في المركّب} = \frac{200.6\ \text{u}}{232.7\ \text{u}} \times 100\% = 86.21\%\ \text{Hg}$$

$$(2.80\ \text{g HgS})\left(\frac{86.21\ \text{g Hg}}{100.0\ \text{g HgS}}\right) = 2.41\ \text{g Hg} \qquad \text{في الفلز الخام} \frac{2.41\ \text{g Hg}}{10.0\ \text{g ore}} \times 100\% = 24.1\%\ \text{Hg}$$

16.4 ما هي كمية الفسفور الموجودة في 5.00 g من مركّب $CaCO_3 \cdot 3Ca_3(PO_4)_2$؟

■

$CaCO_3 \cdot 3Ca_3(PO_4)_2$		
	10Ca	400.8 u
	C	12.0
	27O	432.0
	6P	186.0
	المجموع	1030.8 u

$$\%\ \text{P} = \frac{186.0\ \text{u}}{1030.8\ \text{u}} \times 100\% = 18.0\%\ \text{P}$$

$$(5.00\ \text{g مركّب})\left(\frac{18.0\ \text{g P}}{100\ \text{g مركب}}\right) = 0.900\ \text{g P}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

17.4 كم يبلغ عدد الكيلوغرامات من الصوديوم الفلزي ومن الكلور السائل التي يمكن الحصول عليها انطلاقاً من 1.00 طن متري من الملح؟

■

NaCl:	Na	23.0 u
	Cl	35.5
	Total	58.5 u

$$\%\ \text{Na} = \frac{23.0\ \text{u}}{58.5\ \text{u}} \times 100\% = 39.3\%\ \text{Na} \qquad \%\ \text{Cl} = 100.0 - 39.3 = 60.7\%\ \text{Cl}$$

$$(\text{1.00 طن متري من NaCl})\left(\frac{10^3\ \text{kg}}{\text{طن متري}}\right)\left(\frac{39.3\ \text{kg Na}}{100\ \text{kg NaCl}}\right) = 3.93 \times 10^2\ \text{kg} = 393\ \text{kg Na}$$

$$(1000\ \text{kg}) - (393\ \text{kg}) = 607\ \text{kg Cl}$$

18.4 احسب التركيب بالنسب المئوية لكل من المركّبات التالية: (أ) H_2O (ب) H_2O_2 (ج) كلوريد الفينيل، C_2H_3Cl (د) $Al_2(SO_4)_3$ (هـ) $NH_4C_2H_3O_2$

■ (أ)

$$\%\ \text{H} = \frac{2(1.008\ \text{u})}{2(1.008\ \text{u}) + (15.999\ \text{u})} \times 100\% = 11.19\%\ \text{H} \qquad \%\ \text{O} = 100.00\% - 11.19\% = 88.81\%\ \text{O}$$

(ب)

$$\%\ \text{H} = \frac{2(1.008\ \text{u})}{2(1.008\ \text{u}) + 2(15.999\ \text{u})} \times 100\% = 5.927\%\ \text{H} \qquad \%\ \text{O} = 100.000\% - 5.927\% = 94.073\%\ \text{O}$$

(ج) الوزن الصيغي $= 2(12.011\ \text{u}) + 3(1.008\ \text{u}) + 35.453\ \text{u} = 62.4994$

$$\%\ \text{C} = \frac{2(12.011\ \text{u})}{62.499\ \text{u}} \times 100\% = 38.44\%\ \text{C} \qquad \%\ \text{H} = \frac{3(1.008\ \text{u})}{62.499\ \text{u}} \times 100\% = 4.84\%\ \text{H}$$

$$\%\ \text{Cl} = \frac{35.453\ \text{u}}{62.499\ \text{u}} \times 100\% = 56.73\%\ \text{Cl}$$

(د) الوزن الصيغي $= 2(26.98\ \text{u}) + 3(32.06\ \text{u}) + 12(16.00\ \text{u}) = 342.14\ \text{u}$

$$\%\ \text{Al} = \frac{53.96\ \text{u}}{342.14\ \text{u}} \times 100\% = 15.77\%\ \text{Al} \qquad \%\ \text{S} = \frac{96.18\ \text{u}}{342.14\ \text{u}} \times 100\% = 28.11\%\ \text{S}$$

$$\%\ \text{O} = \frac{192.00\ \text{u}}{342.14\ \text{u}} \times 100\% = 56.12\%\ \text{O}$$

(هـ) للمركّب صيغة تجريبية $NH_4C_2O_2$ ووزنه الصيغي $= 77.09\ \text{u}$

$$\frac{14.01\ \text{u}}{77.09\ \text{u}} \times 100\% = 18.17\%\ \text{N} \qquad \frac{7.056\ \text{u}}{77.09\ \text{u}} \times 100\% = 9.15\%\ \text{H}$$

$$\frac{24.02\ \text{u}}{77.09\ \text{u}} \times 100\% = 31.16\%\ \text{C} \qquad \frac{32.00\ \text{u}}{77.09\ \text{u}} \times 100\% = 41.51\%\ \text{O}$$

19.4 ما هو وزن CuO المطلوب لتوفير 200 kg من النحاس؟

■

CuO:	Cu	63.5 u
	O	16.0
	مجموع	79.5 u

$$\%\ \text{Cu} = \frac{63.5\ \text{u}}{79.5\ \text{u}} \times 100\% = 79.9\%\ \text{Cu} \qquad (200\ \text{kg Cu})\left(\frac{100.0\ \text{kg CuO}}{79.9\ \text{kg Cu}}\right) = 250\ \text{kg CuO}$$

20.4 ما هو وزن الفضة الموجود في 3.45 g من Ag_2S؟

■

Ag_2S:	2Ag	2(107.9 u) = 215.8 u
	S	32.0
	مجموع	247.8 u

$$\%\ \text{Ag} = \frac{215.8\ \text{u}}{247.8\ \text{u}} \times 100\% = 87.1\%\ \text{Ag} \qquad (3.45\ \text{g Ag}_2\text{S})\left(\frac{87.1\ \text{g Ag}}{100.0\ \text{g Ag}_2\text{S}}\right) = 3.00\ \text{g Ag}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

21.4 يحضَّر الشكل الأنقى من الكربون بتفكيك السكر النقي $C_{12}H_{22}O_{11}$ (بإخراج الماء H_2O). ما هو العدد الأقصى من غرامات الكربون التي يمكن الحصول عليها من 1.00 lb من السكر؟

■ الكتلة القصوى من الكربون المتوفر هي عدد الغرامات الموجودة:

$C_{12}H_{22}O_{11}$: 12C 144.0 u
22H 22.0 u
11O 176.0
مجموع 342.0 u

$$\frac{144\text{ u C}}{342\text{ u مجموع}} \times 100\% = 42.1\%\text{ C}$$

$$(1.00\text{ lb})\left(\frac{454\text{ g}}{1\text{ lb}}\right)\left(\frac{42.1\text{ g C}}{100.0\text{ g}}\right) = 191\text{ g C}$$

22.4 حدِّد التركيب بالنِّسَب المئوية لكل من (أ) UO_2F_2 (ب) $C_3Cl_3F_6$

■

(أ) UO_2F_2: U 238.0 u
2O 32.0
2F 38.0
مجموع 308.0 u

$$\%\text{ U} = \frac{238.0\text{ u}}{308.0\text{ u}} \times 100\% = 77.27\%\text{ U}$$

$$\%\text{ O} = \frac{32.0\text{ u}}{308.0\text{ u}} \times 100\% = 10.4\%\text{ O}$$

$$\%\text{ F} = \frac{38.0\text{ u}}{308.0\text{ u}} \times 100\% = 12.3\%\text{ F}$$

(ب) $C_3Cl_3F_6$: 3C 36.0 u
2Cl 70.9
6F 114.0
مجموع 220.9 u

$$\%\text{ C} = \frac{36.0\text{ u}}{220.9\text{ u}} \times 100\% = 16.3\%\text{ C}$$

$$\%\text{ Cl} = \frac{70.9\text{ u}}{220.9\text{ u}} \times 100\% = 32.1\%\text{ Cl}$$

$$\%\text{ F} = \frac{114.0\text{ u}}{220.9\text{ u}} \times 100\% = 51.6\%\text{ F}$$

23.4 حدِّد التركيب بالنِّسَب المئوية لكل من (أ) كرومات الفضة Ag_2CrO_4 (ب) بيروفسفات الكلسيوم $Ca_2P_2O_7$

■

(أ) 2Ag 2(107.9 u) = 215.8 u
Cr 52.0
4O 4(16.0) = 64.0
مجموع = 331.8 u

$$\%\text{ Ag} = \frac{215.8\text{ u}}{331.8\text{ u}} \times 100\% = 65.0\%\text{ Ag}$$

$$\%\text{ Cr} = \frac{52.0\text{ u}}{331.8\text{ u}} \times 100\% = 15.7\%\text{ Cr}$$

$$\%\text{ O} = \frac{64.0\text{ u}}{331.8\text{ u}} \times 100\% = 19.3\%\text{ O}$$

(ب) 2Ca 2(40.1 u) = 80.2 u
2P 2(31.0) = 62.0
7O 7(16.0) = 112.0
مجموع = 254.2 u

$$\%\text{ Ca} = \frac{80.2\text{ u}}{254.2\text{ u}} \times 100\% = 31.5\%\text{ Ca}$$

$$\%\text{ P} = \frac{62.0\text{ u}}{254.2\text{ u}} \times 100\% = 24.4\%\text{ P}$$

$$\%\text{ O} = \frac{112.0\text{ u}}{254.2\text{ u}} \times 100\% = 44.1\%\text{ O}$$

24.4 ما هو محتوى النتروجين (معدَّل السَّماد) لكل من (أ) NH_4NO_3 (ب) $(NH_4)_2SO_4$؟

■

(أ) 2N 2(14.0) = 28.0 u
4H 4(1.008) = 4.0
3O 3(16.0) = 48.0
مجموع = 80.0 u

$$\%\text{ N} = \frac{28.0\text{ u}}{80.0\text{ u}} \times 100\% = 35.0\%\text{ N}$$

(ب) 2N 28.0 u
8H 8.0
S 32.0
4O 64.0
مجموع 132.0 u

$$\%\text{ N} = \frac{28.0\text{ u}}{132.0\text{ u}} \times 100\% = 21.2\%\text{ N}$$

25.4 احسب النسبة المئوية للنحاس في (أ) الكوبريت، Cu_2O (ب) بيريتات النحاس $CuFeS_2$ (ج) المـ
$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$. (د) كم يبلغ عدد الأطنان من الكوبريت التي يوفرها 500 طن من النحاس؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ (أ) $2Cu\ 2(63.5) = 127\ u$, $O\ 16$, مجموع $= 143\ u$

$$\%\ Cu = \frac{127\ u}{143\ u} \times 100\% = 88.8\%\ Cu$$

(ب) $Cu\ 63.5\ u$, $Fe\ 55.8$, $2S\ 2(32.06) = 64.1$, مجموع $= 183.4\ u$

$$\%\ Cu = \frac{63.5\ u}{183.4\ u} \times 100\% = 34.6\%\ Cu$$

(ج) $2Cu\ 2(63.5) = 127\ u$, $C\ 12$, $5O\ 5(16) = 80$, $2H\ 2(1) = 2$, مجموع $= 221\ u$

$$\%\ Cu = \frac{127\ u\ Cu}{221\ u\ \text{مجموع}} \times 100\% = 57.5\%\ Cu$$

(د) $500\ \text{طن Cu} \left(\frac{100\ \text{طن مجموع}}{88.8\ \text{طن Cu}}\right) = 563\ \text{طن}$

26.4 أوجد النسبة المئوية من الزرنيخ في متمائر (بلّمر) له الصيغة التجريبية C_2H_3AsB.

■

2C	24.0 u	As	74.9	إجمالي	117.7 u
8H	8.0	B	10.8		

$$\%\ As = \frac{74.9\ u}{117.7\ u} \times 100\% = 63.6\%\ As$$

27.4 تتطلّب مواصفات مواد الترانزيستور ذرّة بورون واحدة في 10^{10} من ذرات السيليكون. ما هو المحتوى من البورون في 1 kg من هذه المادة؟

■ الكتلة الكلية $= (10^{10}\text{Si})(28.1\ u/\text{Si}) = 28.1 \times 10^{10}\ u$ (ذرة B الوحيدة يمكن إهمالها)

$$\%\ B = \frac{10.8\ u\ B}{28.1 \times 10^{10}\ u\ \text{إجمالي}} \times 100\% = 3.84 \times 10^{-9}\%\ B$$

$$(1\ \text{kg إجمالي})\left(\frac{3.84 \times 10^{-9}\ \text{kg B}}{100\ \text{kg إجمالي}}\right) = 4 \times 10^{-11}\ \text{kg B}$$

28.4 احسب التركيبة المئوية للكلوريد متعدد الفينيل، $(C_8H_7Cl)_n$. قارن الإجابة مع الإجابة الخاصة بكلوريد الفينيل، المعادلة 18.4 (ج).

■ الكلوريد متعدد الفينيل له التركيبة المئوية نفسها التي لكلوريد الفينيل.

$$\frac{2n\ \text{مول C} \times 100\%}{n\ \text{مول } C_2H_3Cl} = \frac{2n(12.01\ u) \times 100\%}{n(62.50\ u)} = \frac{2(12.01\ u) \times 100\%}{62.50\ u} = 38.44\%$$

بما أن المجهول n يخرج من المعادلة لظهوره في الصورة والمخرج (البسط والمقام) في آن واحد، فإن درجة البلمرة (n) لا تؤثر على التركيبة المئوية.

29.4 (أ) حدِّد النسب المئوية للحديد في $FeCO_3$، Fe_2O_3، و Fe_3O_4. (ب) كم يبلغ عدد الكيلوغرامات من الحديد التي يمكن الحصول عليها من 2.000 kg من Fe_2O_3؟

■ (أ) الوزن الصيغي لـ $FeCO_3$ هو 115.86، ولـ Fe_2O_3 هو 159.70، ولـ Fe_3O_4 هو 231.55. خذ بالاعتبار 1 مول من كل مركّب.

$$\text{كسر Fe في } FeCO_3 = \frac{(1\ \text{mol Fe})}{(1\ \text{mol } FeCO_3)} \frac{55.85\ \text{g}}{115.86\ \text{g}} = 0.4820 = 48.20\%$$

$$\text{كسر Fe في } Fe_2O_3 = \frac{(2\ \text{mol Fe})}{(1\ \text{mol } Fe_2O_3)} \frac{2(55.85\ \text{g})}{159.70\ \text{g}} = 0.6994 = 69.94\%$$

$$\text{كسر Fe في } Fe_3O_4 = \frac{(3\ \text{mol Fe})}{(1\ \text{mol } Fe_3O_4)} \frac{3(55.85\ \text{g})}{231.55\ \text{g}} = 0.7237 = 72.37\%$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

30.4 (أ) احسب النسبة المئوية لـ CaO في $CaCO_3$. (ب) كم يبلغ عدد الباوندات من CaO التي يمكن الحصول عليها من 0
من الحجر الجيري الذي يساوي 97.0% من $CaCO_3$؟

■ (أ) يمكن كتابة العامل الكتلي بالأخذ بالاعتبار المحافظة على ذرات Ca. يحتوي 1 مول من $CaCO_3$ على 1 مول من
الكمية نفسها من Ca الموجودة في 1 مول من CaO. إذن،

$$56.0\% = 0.560 = \frac{56.1}{100.1} = \frac{FW(CaO)}{FW(CaCO_3)} = \text{كسر CaO في } CaCO_3$$

(ب) وزن $CaCO_3$ في 1.000 طن من الحجر الجيري $= CaCO_3\ 1940\ lb = 0.970 \times 2000\ lb$

وزن CaO = (كسر CaO في $CaCO_3$) (وزن $CaCO_3$)
= 1090 lb = 1940 lb × 0.560 لكل طن من الحجر الجيري

31.4 احسب كمية الزنك في طن من فلز يحتوي على 60.0% من الزنكايت، ZnO.

■

ZnO: Zn 65.4 u
O 16.0
81.4 u

$$\%\ Zn = \frac{65.4\ u}{81.4\ u} \times 100\% = 80.3\%\ Zn\ (\text{في ZnO})$$

$$(1.00\ \text{ton ore})\left(\frac{2000\ lb}{ton}\right)\left(\frac{60.0\ lb\ ZnO}{100.0\ lb\ ore}\right)\left(\frac{80.3\ lb\ Zn}{100\ lb\ ZnO}\right) = 964\ lb\ Zn$$

32.4 يساوي محتوى الزرنيخ في مبيد زراعي للحشرات 28% من As_2O_3. ما هي النسبة المئوية للزرنيخ في هذا المستحضر

■

As_2O_3: 2As 148.8 u
5O 80.0
228.8 u

$$\%\ As = \frac{148.8\ u}{228.8\ u} \times 100\% = 65.0\%\ As\ (\text{في } As_2O_3)$$

$$(28\%\ As_2O_3)\left(\frac{65.0\ g\ As}{100\ g\ As_2O_3}\right) = 18\%\ \text{في المبيد}$$

33.4 عبِّر عن محتوى البوتاسيوم في سماد بالنسبة المئوية من K_2O إن كان المحتوى الأولي للسّماد من البوتاسيوم هو 4.5%

■

$$\left(\frac{4.5\ g\ K}{100\ g\ sample}\right)\left(\frac{1\ mol\ K}{39.1\ g\ K}\right)\left(\frac{1\ mol\ K_2O}{2\ mol\ K}\right)\left(\frac{94.2\ g\ K_2O}{mol\ K_2O}\right) = \frac{5.4\ g\ K_2O}{100\ g\ sample} = 5.4\%\ K_2O$$

34.4 تحليل نموذجي لزجاج البيركس أظهر التركيب التالي: B_2O_3 ،12.9% Al_2O_3 ،2.2% Na_2O ،3.8% K_2O ،0.4%. والبا
افترض أن جميع النسب المئوية للأكسيد يبلغ 100%. ما هي نسبة ذرات السيليكون إلى ذرات البورون في الزجاج؟

■

$$\%\ Si = 100.0\% - 12.9\% - 2.2\% - 3.8\% - 0.4\% = 80.7\%\ SiO_2$$

SiO_2: Si 28.1 u
2O 32.0
60.1 u

$$\%\ Si = \frac{28.1\ u}{60.1\ u} \times 100\% = 46.8\%\ Si\ (\text{في } SiO_2)$$

B_2O_3: 2B 21.6 u
3O 48.0
69.6 u

$$\%\ B = \frac{21.6\ u}{69.6\ u} \times 100\% = 31.0\%\ B\ (\text{في } B_2O_3)$$

لكل 100 u من الزجاج،

$$(80.7\ u\ SiO_2)\left(\frac{46.8\ u\ Si}{100\ u\ SiO_2}\right) = (37.8\ u\ Si)\left(\frac{1\ atom\ Si}{28.1\ u\ Si}\right) = 1.35\ \text{ذرة (من Si)}$$

$$(12.9\ u\ B_2O_3)\left(\frac{31.0\ u\ B}{100\ u\ B_2O_3}\right) = (4.00\ u\ B)\left(\frac{1\ atom\ B}{10.8\ u\ B}\right) = 0.370\ \text{ذرة (من B)}$$

$$\frac{Si}{B} = \frac{1.35}{0.370} = 3.6\ \text{ذرة (من ذرة Si/B)}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

35. قطعة من سبيكة لحام تزن 3.00 g أذيبت في حمض النتريك المخفّف ثم عولجت بـ H_2SO_4 المخفّف. أدى ذلك إلى ترسيب الرصاص على شكل $PbSO_4$ الذي بلغ وزنه بعد غسله وتجفيفه 2.93 g. حُيّد المحلول بعد ذلك لترسيب حمض القصدير الذي يتفكك بالتسخين فيعطي 1.27 g SnO_2. ما هو تحليل سبيكة اللحام بالنسبة المئوية لـ Pb و Sn؟

■

SnO_2: Sn 118.7 u
2O 32.0
إجمالي 150.7 u

$$\%\,Sn = \frac{118.7\ u}{150.7\ u} \times 100 = 78.8\%\ Sn\ (\text{في } SnO_2)$$

$$(1.27\ g\ SnO_2)\left(\frac{78.8\ g\ Sn}{100\ g\ SnO_2}\right) = 1.00\ g\ Sn\ (\text{في العينة})$$

$PbSO_4$: Pb 207.2 u
S 32.1
4O 64.0
إجمالي 303.3 u

$$\%\,Pb = \frac{207.2\ u}{303.3\ u} \times 100 = 68.3\%\ Pb\ in\ (PbSO_4\ \text{في})$$

$$(2.93\ g\ PbSO_4)\left(\frac{68.3\ g\ Pb}{100\ g\ PbSO_4}\right) = 2.00\ g\ Pb$$

$$\frac{2.00\ g\ Pb}{3.00\ g_{\text{إجمالي}}} \times 100\% = 66.7\%\ Pb \qquad \frac{1.00\ g\ Sn}{3.00\ g_{\text{إجمالي}}} \times 100\% = 33.3\%\ Sn$$

36. عيّنة من الكوبريت غير النقي، Cu_2O، يحتوي على 66.6% من النحاس. ما هي النسبة المئوية لـ Cu_2O النقي في العينة؟

■

$$\left(\frac{66.6\ g\ Cu}{100\ g_{\text{من العينة}}}\right)\left(\frac{1\ mol\ Cu}{63.5\ g\ Cu}\right)\left(\frac{1\ mol\ Cu_2O}{2\ mol\ Cu}\right)\left(\frac{143\ g\ Cu_2O}{mol\ Cu_2O}\right) = \frac{75.0\ g\ Cu_2O}{100\ g_{\text{من العينة}}} = 75.0\%\ Cu_2O$$

37. التاكونيت خام يحتوي على 35.0% Fe_3O_4 والشوائب السيليكونية الموازنة. ما هو عدد الأطنان من المادة الخام الواجب معالجتها لاسترجاع طن من الحديد الفلزي (أ) في حال تم استرجاع 100% (ب) في حال تم استرجاع 75%؟

■

(a) $$(1.00\ ton\ Fe)\left(\frac{2000\ lb}{\text{طن}}\right)\left(\frac{454\ g}{lb}\right)\left(\frac{1\ mol\ Fe}{55.85\ g\ Fe}\right)\left(\frac{1\ mol\ Fe_3O_4}{3\ mol\ Fe}\right)\left(\frac{231.6\ g\ Fe_3O_4}{mol\ Fe_3O_4}\right)$$

$$\times\left(\frac{1\ lb}{454\ g}\right)\left(\frac{1\ \text{طن}}{2000\ lb}\right)\left(\frac{100\ \text{طن (من الخام)}}{35.0\ \text{طن}\ Fe_3O_4}\right) = 3.95\ \text{طن (من الخام)}$$

(كان بإمكاننا كالعادة في مثل هذه المسائل حلّ السؤال بالغرام واستخدام الأجوبة بالأطنان. ولكن عوامل التحويل من طن إلى غرام في المعادلة أعلاه ألغى أحدهما الآخر).

(ب) $$\frac{3.95\ tons}{0.75} = 5.27\ tons$$

38. قطعة نقدية فضية تزن 5.82 g أذيبت في حمض النتريك. عندما أضيف كلوريد الصوديوم إلى المحلول، ترسّب كل الفضة على شكل AgCl. يزن الراسب 7.20 g AgCl. حدّد النسبة المئوية من الفضة في القطعة النقدية.

■

$$0.753 = \frac{107.9}{143.3} = \frac{AW(Ag)}{FW(AgCl)} = \text{كسر Ag في AgCl}$$

$$5.42\ g\ Ag = (0.753)(7.20\ g) = \text{من } 7.20\ g \text{ وزن Ag في}$$

وهكذا فإن قطعة نقدية من 5.82 g تحتوي على 5.42 g من Ag.

$$93.1\%\ Ag = 0.931 = \frac{5.42\ g}{5.82\ g} = \text{كسر Ag في القطعة النقدية}$$

39. تحتوي عيّنة من فلز الكبريتيد الخام غير النقي على 42.34% Zn. أوجد النسبة المئوية لـ ZnS في العيّنة.

■ تشير الصيغة ZnS إلى أن 1 FW(ZnS) يحتوي على 1 AW(Zn).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

كسر Zn في ZnS = $\frac{AW(Zn)}{FW(ZnS)} = \frac{65.38}{97.44} = 0.6710 = 67.10\%$

إن كانت العيّنة تتركّب من 100% ZnS، فإنها تحتوي على 67.10% Zn. لكن بما أن العيّنة تحتوي على 42.34% Zn فقط، فإن

من ZnS النقي $\frac{42.34}{67.10} \times 100\% = 63.10\%$

40.4 عندما تُستخدم طريقة باير لاسترجاع الألومينيوم من مواد خام سيليكونية، يُفقد دائماً بعض الألومينيوم بسبب تكوّن «وحل» فعّال له الصيغة المتوسّطة التالية: $3Na_2O.3Al_2O_3.5SiO_2.5H_2O$. بما أن أيونات الألومينيوم والصوديوم تكون دائماً أ في المحلول الذي تتشكل منه الرّاسب، يكون ترسيب السيليكون في «الوحل» كاملاً. يحتوي نوع من الخامات على 13% إ من الكاولين $(Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O)$ و 87% من الجيبسيت $(Al_2O_3.3H_2O)$. ما هي النسبة المئوية من الألومينيوم ل هذه الخامة التي يمكن استرجاعها بواسطة طريقة باير؟

■ خذ بالاعتبار 100 g من الفلز الخام، الذي يحتوي على 13 g من الكاولين و 87 g من الجيبسيت

وزن Al في 13 g من الكاولين = (13 g من الكاولين) $\left(\frac{2 \text{ مول Al}}{1 \text{ مول كاولين}}\right) = \frac{54.0}{258} \times 13 = 2.7 \text{ g Al}$

وزن Al في 87 g من الجيبسيت = (87 g من الجيبسيت) $\left(\frac{2 \text{ مول Al}}{1 \text{ مول جيبسيت}}\right) = \frac{54.0}{156} \times 87 = 30.1 \text{ g Al}$

الوزن الكلي من Al في 100 g من الخام $= 2.7 \text{ g} + 30.1 \text{ g} = 32.8 \text{ g}$

للكاولين أعداد متساوية من ذرات Al و Si: يحتوي 13 g من الكاولين على 2.7 g Al. يأخذ الوحل 6 ذرات Al مقابل Si. وهكذا فإن ترسيب كل السيليكون Si من 13 g من الكاولين يتضمن فقدان $(6/5)(2.7 \text{ g}) = 3.2 \text{ g Al}$.

كسر Al القابل للاسترجاع = $\frac{\text{Al القابل للاسترجاع}}{\text{Al الكلي}} = \frac{(32.8 - 3.2) \text{ g}}{32.8 \text{ g}} = 0.90 = 90\%$

2.4 المول: حسابات الصيغة

41.4 ^{12}C هو المعيار للأوزان الذرية للذرات. ما هو المعيار للأوزان الجزيئية للجزيئات؟ اشرح.

■ ^{12}C. المعيار نفسه يستخدم للأوزان الذرية والجزيئية والأيونات الصّيغيّة.

42.4 إذا ضُبط الوزن الذري للكربون على 100 u، ما هي قيمة عدد أفوكادرو؟ هل يعتبر عدد أفوكادرو ثابتاً فيزيائياً أساسياً؟

■ عدد أفوكادرو سيكون عدد الذرات في 100 g من الكربون. يمكن حساب عدد الذرات في 100 g من الكربون كما يلي:

$$(100 \text{ g C})\left(\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة}}{12.01 \text{ g C}}\right) = 5.01 \times 10^{24} \text{ ذرة}$$

يبدو أن عدد أفوكادرو يتوقف على أساس سلّم الوزن الذري. (تغيّر تغيراً طفيفاً عندما تغيّر أساس سلّم الوزن الذري من نظائر الأكسجين المتواجدة طبيعياً عند 16.0000 u إلى ^{12}C الذي جعل الأكسجين عند 15.9994 u).

43.4 عيّن (أ) الوزن الصّيغي لسداسي كلوروإيريدات (IV) البوتاسيوم، K_2IrCl_6 و (ب) الوزن الجزيئي لثلاثي فلوروسيلان، $SiHF_3$.

■ سداسي كلوروإيريدات (IV) البوتاسيوم لا يوجد على شكل جزيئات منفصلة ممثّلة بالصيغة التجريبية، خلا فلوروسيلان. يمكن استخدام المصطلح «الوزن الصّيغي» في كل حالة لوصف الوزن النسبي لوحدة الصيغة المشار الضروري إجراء تجربة كيميائية إضافية لتحديد قابلية تطبيق مصطلح الوزن الجزيئي. تستخدم بعض الكتب هذين ال

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(أ) $2K = 2(39.10) = 78.20$
$Ir = (192.22) = 192.22$
$6Cl = 6(35.453) = 212.72$
الوزن الصيغي = 483.14

(ب) $Si = (28.086) = 28.086$
$H = (1.008) = 1.008$
$3F = 3(18.9984) = 56.995$
الوزن الجزيئي = 86.086

لاحظ بأن الأوزان الذرية ليست كلها معروفة إلى العدد نفسه من الأرقام المعنوية أو إلى العدد نفسه من الخانات المئوية بوحدات u. في (أ) لا جدوى من كتابة الوزن الذري لـ K على أنه 39.098، إذ إن قيمة Ir لا تعرف إلا وصولاً إلى 0.01 u. لاحظ ايضاً انه من اجل التعبير عن 6 اضعاف الوزن الذري لـ Cl إلى 0.01 u كان من الضروري استخدام الوزن الذري إلى 0.001 u. وفي الوقت نفسه، استُخدم رقم إضافي في الوزن الذري للفلور لإعطاء دلالة قصوى للرقم الأخير في عمود المجموع.

44. ما هو الوزن الصيغي لـ Na_2S؟

■ $2 \times AW(Na) = 45.98$ u $AW(S) = 32.06$ u الوزن الصيغي = المجموع = 78.04 u

45. ما هو الوزن الجزيئي للغلوكوز $C_6H_{12}O_6$؟

■ $6 \times AW(C) = 72.06$ u $6 \times AW(O) = 96.00$ u
$12 \times AW(H) = 12.10$ u الوزن الجزيئي = المجموع = 180.16 u

46. حسّد الأوزان الجزيئية أو الأوزان الصيغية إلى 0.01 u لكل من (أ) NaOH (ب) HNO_3 (ج) F_2 (د) S_8 (هـ) $Ca_3(PO_4)_2$ (و) $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ (ز) $TiO_{1.12}$

■ كل الكميات غير الصحيحة معبَّر عنها بوحدات u.

(أ) Na 22.99 O 16.00 H 1.008 NaOH 40.00
(ب) H 1.008 N 14.006 3O 48.00 HNO_3 63.01
(ج) 2F 2(19.00) F_2 38.00
(د) 8S 8(32.06) S_8 256.48

(هـ) 3Ca 3(40.08) = 120.24
2P 2(30.97) = 61.94
8O 8(16.00) = 128.00
$Ca_3(PO_4)_2$ = 310.18

(و) 7Fe 7(55.85) = 390.95
18C 18(12.01) = 216.18
18N 18(14.01) = 252.18
$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ = 859.31

(ز) Ti 47.90
1.12O 1.12(16.00) = 17.92
$TiO_{1.12}$ 65.82

لاحظ أن $TiO_{1.12}$ نوع غير اعتيادي للمركّب ويوصف بأنه غير مقيس رياضياً nonstoichiometric لأن عدد مولاته ليس موجوداً في نسبة تكامل صغيرة.

47. (أ) ما هي كتلة 4.000×10^{-3} mol من الغلوكوز $C_6H_{12}O_6$؟ (ب) كم يبلغ عدد ذرات الكربون الموجودة في 4.00×10^{-3} mol من الغلوكوز؟

■ (أ) $(4.00 \times 10^{-3}\ \text{mol})\left(\frac{180\ \text{g}}{\text{mol}}\right) = 0.720\ \text{g}$

(ب) $(4.00 \times 10^{-3}\ \text{mol}\ C_6H_{12}O_6)\left(\frac{6\ \text{mol C}}{\text{mol}\ C_6H_{12}O_6}\right)\left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{C ذرة}}{\text{mol C}}\right) = 1.44 \times 10^{22}\ \text{C ذرة}$

48. كم يبلغ عدد مولات $C_2H_4O_2$ التي تحتوي على 6.02×10^{23} ذرة من الهيدروجين؟

■ $(1.00\ \text{mol H})\left(\frac{1\ \text{mol}\ C_2H_4O_2}{4\ \text{mol H}}\right) = 0.250\ \text{mol}\ C_2H_4O_2$

49. كم يبلغ عدد ذرات الاكسجين الموجودة في 1.00 mol من Ce_2O_3؟ (Ce العنصر رقم 58) (ب) كم يبلغ عدد الغرامات من Ce_2O_3

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(أ) $(1.00\ \text{mol } Ce_2O_3)\left(\frac{3\ \text{mol O}}{\text{mol } Ce_2O_3}\right)\left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{ذرة O}}{\text{mol O}}\right) = 1.81 \times 10^{24}\ \text{ذرة O}$

(ب) $(0.400\ \text{mol } Ce_2O_3)\left(\frac{328\ \text{g } Ce_2O_3}{\text{mol } Ce_2O_3}\right) = 131\ \text{g } Ce_2O_3$

50.4 احسب عدد ذرات الأكسجين في 25.0 g من $CaCO_3$.

■

$$(25.0\ \text{g } CaCO_3)\left(\frac{1\ \text{mol } CaCO_3}{100\ \text{g } CaCO_3}\right)\left(\frac{3\ \text{mol O}}{1\ \text{mol } CaCO_3}\right) = 0.750\ \text{mol O}$$

$$(0.750\ \text{mol O})\left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{ذرة O}}{\text{mol O}}\right) = 4.52 \times 10^{23}\ \text{ذرة O}$$

51.4 كم يبلغ عدد جزيئات الماء الموجودة في 36.0 g من H_2O؟

■

$$(36.0\ \text{g } H_2O)\left(\frac{1\ \text{mol } H_2O}{18.0\ \text{g } H_2O}\right)\left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء } H_2O}{\text{mol } H_2O}\right) = 1.20 \times 10^{24}\ \text{جزيء}$$

52.4 كم يبلغ عدد ذرات الهيدروجين الموجودة في 25.0 g من NH_4Cl؟

■

$$(25.0\ \text{g } NH_4Cl)\left(\frac{1\ \text{mol } NH_4Cl}{53.5\ \text{g } NH_4Cl}\right)\left(\frac{4\ \text{mol H}}{\text{mol } NH_4Cl}\right) = 1.87\ \text{mol H}$$

$$(1.87\ \text{mol H})\left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{ذرة H}}{\text{mol H}}\right) = 1.13 \times 10^{24}\ \text{ذرة H}$$

53.4 كم يبلغ عدد جزيئات H_2 الموجودة في 7.5 g من H_2؟ كم يبلغ عدد ذرات H؟

■

$$(7.5\ \text{g } H_2)\left(\frac{1\ \text{mol } H_2}{2.0\ \text{g } H_2}\right)\left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء } H_2}{\text{mol } H_2}\right) = 2.2 \times 10^{24}\ \text{جزيء } H_2$$

$$(2.2 \times 10^{24}\ \text{جزيء } H_2)\left(\frac{2\ \text{ذرة H}}{\text{جزيء } H_2}\right) = 4.4 \times 10^{24}\ \text{ذرة H}$$

54.4 احسب عدد ذرات الأكسجين في 300 g من $CaCO_3$؟

■

$$(300\ \text{g } CaCO_3)\left(\frac{1\ \text{mol } CaCO_3}{100\ \text{g } CaCO_3}\right)\left(\frac{3\ \text{mol O}}{\text{mol } CaCO_3}\right)\left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{ذرة O}}{\text{mol O}}\right) = 5.42 \times 10^{24}\ \text{ذرة O}$$

55.4 كم يبلغ عدد غرامات H_2O الموجودة في 2.50 mol من H_2O؟

■

$$(2.50\ \text{mol } H_2O)\left(\frac{18.0\ \text{grams}}{\text{mol}}\right) = 45.0\ \text{g}$$

56.4 أي مما يلي، إذا وُجد، يحتوي على العدد الأكبر من ذرات الأكسجين؟ العدد الأكبر من الجزيئات؟ 1.0 g من ذرات O، 1.0 g من O_2 أو 1.0 g من الأوزون، O_3.

■ للجميع العدد نفسه من الذرات. تملك عينة O التي تزن 1.0 g العدد الأكبر من الجزيئات (وإن كان أحادي الذرة)

57.4 كم يبلغ عدد مولات ذرات كل عنصر في 1.0 mol من كل من المركبات التالية؟ (أ) Fe_3O_4 (ب) $AsCl_5$ (ج) $(C_2H_3O_2)_2$ (د) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

■

(أ) 3 mol Fe, 4 mol O (ب) 1 mol As, 5 mol Cl

(ج) 1 mol Mg, 4 mol C, 6 mol H, 4 mol O (د) 1 mol Cu, 1 mol S, 9 mol O, 10 mol H

58.4 كم يبلغ عدد المولات من ذرات الأكسجين في كل مما يلي؟ (أ) 0.17 mol من O_2 (ب) 6.02×10^{24} جزيء من O_2 (ج) 1.0 mol من $BaS_2O_8 \cdot 4H_2O$ (د) 20.0 g من O_2 (هـ) 1.6 g من CO_2 (و) 1.0 mol من $Ba(NO_3)_2 \cdot H_2O$.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■

(أ) $(0.17 \text{ mol } O_2)\left(\frac{2 \text{ mol O}}{\text{mol } O_2}\right) = 0.34 \text{ mol O}$

(ب) $(6.02 \times 10^{24} \text{ جزيء CO})\left(\frac{1 \text{ mol CO}}{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء}}\right)\left(\frac{1 \text{ mol O}}{\text{mol CO}}\right) = 10.0 \text{ mol O}$

(ج) 12 mol (د) $(20.0 \text{ g } O_2)\left(\frac{1 \text{ mol } O_2}{32.0 \text{ g } O_2}\right)\left(\frac{2 \text{ mol O}}{\text{mol } O_2}\right) = 1.25 \text{ mol O}$

(هـ) $(1.6 \text{ g } CO_2)\left(\frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 \text{ g } CO_2}\right)\left(\frac{2 \text{ mol O}}{\text{mol } CO_2}\right) = 0.073 \text{ mol O}$ (و) 7.0 mol O

59.4 كم يبلغ عدد الغرامات من كل من العناصر المكوّنة والموجودة في 1.000 mol من (أ) CH_4 (ب) Fe_2O_3 (ج) Ca_3P_2؟ كم يبلغ عدد ذرات كل عنصر الموجودة في المقدار نفسه من المركب؟

■

(أ) 1 mol C = 12.01 g C — 6.02×10^{23} atoms
4 mol H = 4.032 g H — $4(6.02 \times 10^{23}) = 2.41 \times 10^{24}$ ذرة
(ب) 2 mol Fe = 111.70 g Fe — $2(6.02 \times 10^{23}) = 1.20 \times 10^{24}$ ذرة
3 mol O = 48.00 g O — $3(6.02 \times 10^{23}) = 1.81 \times 10^{24}$ ذرة
(ج) 3 mol Ca = 120.24 g Ca — 1.81×10^{24} ذرة
2 mol P = 61.95 g P — 1.20×10^{24} ذرة

68.4 احسب عدد الغرامات في مول واحد من المواد الشائعة التالية: (أ) كلسيت $CaCO_3$ (ب) كوارتز SiO_2 (ج) سكر القصب $C_{12}H_{22}O_{11}$ (د) الجبس $CaSO_4.2H_2O$ (هـ) الرصاص الأبيض $Pb(OH)_2.2PbCO_3$.

■ الطريقة هي طريقة المسألة السابقة. تجمع أعداد غرامات كل عنصر. (أ) 100.09 g (ب) 60.09 g (ج) 342.3 g. للجزئين (د) و (هـ) وجهة إضافية. (د) المعامل 2 داخل الصيغة يضاعف كل رقم بعده وصولاً إلى النقطة المركزية التالية أو لغاية نهاية الصيغة.

1 mol Ca	40.08 g	
1 mol S	32.06 g	
6 mol O	96.00 g	(من 2 mol التميُّه H_2O)
4 mol H	4.03 g	(من التميُّه H_2O)
المجموع	172.17 g	

(هـ) 775.7 g

61.4 ما هو متوسط الوزن بالكيلوغرام لكل من (أ) ذرة الهيدروجين (ب) ذرة الأكسجين (ج) ذرة اليورانيوم؟

■

(أ) $\frac{1.008 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة /mol}} = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg/atom}$

(ب) $\frac{16.00 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة /mol}} = 2.66 \times 10^{-26} \text{ kg/atom}$

(ج) $\frac{238.03 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة /mol}} = 3.95 \times 10^{-25} \text{ kg/atom}$

62.4 كم يبلغ عدد المليمولات من الحديد الموجودة في 500 mg من الحديد؟

$$8.95 \text{ mmol Fe} = \frac{500 \text{ mg Fe}}{55.85 \text{ mg Fe/mmol Fe}} = \text{عدد المليمولات}$$

63.4 كم يبلغ عدد مولات غاز الآزوت، N_2 الموجودة في 35.7g من الآزوت؟

■

$$1.28 \text{ mol} = \frac{35.7 \text{ g}}{28.0 \text{ g/mol}} = \text{عدد المولات}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■

$$\text{عدد مولات } NH_3 = \frac{0.235\ \text{g } NH_3}{17.0\ \text{g/mol}} = 0.0138\ \text{mol } NH_3$$

$$(0.0138\ \text{mol } NH_3)\left(\frac{3\ \text{mol H}}{1\ \text{mol } NH_3}\right)\left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{H atoms}}{\text{mol H}}\right) = 2.49 \times 10^{22}\ \text{ذرة H}$$

65.4 حُدِّد الوزن الذري للكبريت بتفكيك 6.2984 g من Na_2CO_3 مع حمض الكبريت ووزن Na_2SO_4 المتشكل. ظهر أنّ وزنه يساوي 8.4380 g؛ بما أن الوزن الذري لـ C هو 12.011 و 15.999 و 22.990 Na. ما هي القيمة المحسوبة للوزن الذري للكبريت؟

■ تحوّل كل مول من Na_2Co_3 إلى 1 mol من Na_2SO_4. ووزن صيغة Na_2CO_3 هو

$$2(22.990\ \text{u}) + (12.011\ \text{u}) + 3(15.999\ \text{u}) = 105.988\ \text{u}$$

عدد مولات Na_2CO_3 (وبالتالي Na_2SO_4) هو

$$\frac{6.2984\ \text{g } Na_2CO_3}{105.988\ \text{g/mol}} = 0.0594256\ \text{mol}$$

هو إذن $FW(Na_2SO_4)$

$$\frac{8.4380\ \text{g } Na_2SO_4}{0.0594256\ \text{mol } Na_2SO_4} = 141.993\ \text{g/mol}$$

ومنه، فإن 2 mol Na و 4 mol O تشكّل

$$2(22.990\ \text{u}) + 4(15.999\ \text{u}) = 109.976\ \text{u}$$

تاركة لـ S $(141.993\ \text{u}) - (109.976\ \text{u}) = 32.017\ \text{u}$

66.4 عينة من $ZrBr_4$ وزنها 12.5843 g أذيبت وبعد عدة مراحل كيميائية رُسِّب البروم المتحد على شكل AgBr. ظهر أن محتوى AgBr من الفضة يساوي 13.2160 g. افترض أن الوزن الذري للفضة هو 107.868 والبروم 79.904. ما هي القيمة الحاصلة لوزن Zr الذري من هذه التجربة؟

■

$$(13.2160\ \text{g Ag})\left(\frac{1\ \text{mol Ag}}{107.868\ \text{g Ag}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol Br}}{\text{mol Ag}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol } ZrBr_4}{4\ \text{mol Br}}\right) = 0.030630\ \text{mol } ZrBr_4$$

$$\frac{12.5843\ \text{g}}{0.030630\ \text{mol}} = 410.8\ \text{g/mol } ZrBr_4 \qquad 410.8 - 4(79.904) = 91.2\ \text{g/mol}$$

67.4 كم يبلغ عدد مولات الذرات الموجودة في (أ) 32.7 g Zn (ب) 7.09 g Cl (ج) 95.4 g Cu (د) 4.31 g Fe (هـ) 0.378 g S؟

■

(أ) $(32.7\ \text{g Zn})\left(\frac{1\ \text{mol Zn}}{65.4\ \text{g Zn}}\right) = 0.500\ \text{mol Zn}$ (ب) $(7.09\ \text{g Cl})\left(\frac{1\ \text{mol Cl}}{35.45\ \text{g Cl}}\right) = 0.200\ \text{mol Cl}$

(ج) $(95.4\ \text{g Cu})\left(\frac{1\ \text{mol Cu}}{63.55\ \text{g Cu}}\right) = 1.50\ \text{mol Cu}$ (د) $(4.31\ \text{g Fe})\left(\frac{1\ \text{mol Fe}}{55.85\ \text{g Fe}}\right) = 0.0772\ \text{mol Fe}$

(هـ) $(0.378\ \text{g S})\left(\frac{1\ \text{mol S}}{32.06\ \text{g S}}\right) = 0.0118\ \text{mol S}$

68.4 ما هو وزن جزيء واحد من (أ) CH_3OH (ب) $C_{60}H_{122}$ (ج) $C_{1200}H_{2000}O_{1000}$؟

■

(أ) $12.0 + 4.0 + 16.0 = 32.0\ \text{g/mol}$ $\frac{32.0\ \text{g/mol}}{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء/mol}} = 5.32 \times 10^{-23}\ \text{g/جزيء}$

(ب) $60(12.0) + 122(1.0) = 842\ \text{g/mol}$ $\frac{842\ \text{g/mol}}{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء/mol}} = 1.40 \times 10^{-21}\ \text{g/جزيء}$

(ج) $\frac{32\,400\ \text{g/mol}}{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء/mol}} = 5.38 \times 10^{-20}\ \text{g/جزيء}$

69.4 كم يبلغ عدد المولات الموجودة في (أ) 24.5 g H_2SO_4 (ب) 4.00 g O_2؟

■

(أ) $(24.5\ \text{g } H_2SO_4)\left(\frac{1\ \text{mol } H_2SO_4}{98.0\ \text{g } H_2SO_4}\right) = 0.250\ \text{mol } H_2SO_4$ (ب) $(4.00\ \text{g } O_2)\left(\frac{1\ \text{mol } O_2}{32.0\ \text{g } O_2}\right) = 0.125\ \text{mol } O_2$

لاحظ أن الوزن الجزيئي لـ O_2 هو 32.0 g/mol.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

70. كم يبلغ عدد مولات Ba و Cl الموجودة في 107.0 g من $Ba(ClO_3)_2.H_2O$؟ (ب) كم يبلغ عدد جزيئات ماء الإماهة الموجودة في هذا المقدار نفسه؟

■ (أ) $[107.0\ g\ Ba(ClO_3)_2 \cdot H_2O]\left(\frac{1\ mol\ Ba(ClO_3)_2 \cdot H_2O}{322\ g\ Ba(ClO_3)_2 \cdot H_2O}\right) = 0.332\ mol$

يحتوي هذا الكسر من مول واحد المركب على 0.332 mol Ba و 0.664 mol Cl إضافة إلى 0.332 mol H_2O.

(ب) $(0.332\ mol\ H_2O)\left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ molecules}{mol}\right) = 2.00 \times 10^{23}$ جزيء (H_2O من)

71. كم يبلغ عدد مولات Fe و S الموجودة في (أ) 1 mol من FeS_2 (البيريت) (ب) 1.00kg من FeS_2؟ (ج) كم يبلغ عدد كيلوغرامات S الموجودة في 1.00 kg من FeS_2؟

■ (أ) 1 mol Fe and 2 mol S

(ب) $(1.00\ kg\ FeS_2)\left(\frac{10^3\ g}{kg}\right)\left(\frac{1\ mol\ FeS_2}{120\ g\ FeS_2}\right) = 8.33\ mol\ FeS_2$ الذي يحتوي على 8.33 mol Fe و 16.7 mol S

(ج) $(16.7\ mol\ S)\left(\frac{32.06\ g\ S}{mol\ S}\right)\left(\frac{1\ kg}{10^3\ g}\right) = 0.535\ kg\ S$

72. كم يبلغ عدد (أ) غرامات H_2S (ب) مولات H و S (د) جزيئات H_2S (هـ) ذرات H و S الموجودة في 0.400 mol من H_2S؟

■ وزن H هو 1.01، ووزن S الذري 32.06. ووزن H_2S الجزيئي هو $2(1.01) + 32.06 = 34.08$

لاحظ أنه من غير الضروري التعبير عن الوزن الجزيئي حتى 0.001 u وإن كانت الأوزان الذرية معطوفة حتى هذا الرقم المعنوي. بما أن العامل المحدِّد في هذه المسألة هو $n(H_2S)$ المعلوم حتى جزء واحد في 400 جزء، فإن القيمة 34.08 (المعبَّر عنها حتى جزء واحد في أكثر من 3000 جزء) للوزن الجزيئي أكثر من مناسبة.

(أ) عدد غرامات المركب = (وزن المول الواحد) × (عدد المولات)

عدد غرامات H_2S = 0.400 mol × 34.08 g/mol = 13.63 g H_2S

(ب) مول واحد من H_2S يحتوي على 2 mol H و 1 mol S. إذن 0.400 mol H_2S يحتوي على

0.400 mol × 2 = 0.800 mol H و 0.400 mol S

(ج) عدد غرامات عنصر: (وزن مول واحد) × (عدد المولات)

عدد غرامات H = 0.800 mol × 1.008 g/mol = 0.806 g H

عدد غرامات S = 0.400 mol × 32.06 g/mol = 12.82 g S

(د) عدد الجزيئات = (عدد الجزيئات في مول واحد) × (عدد المولات)

= 0.400 mol × 6.02 × 10^{23} جزيء/mol

= 2.41 × 10^{23} جزيء

(هـ) عدد ذرات عنصر = (عدد الذرات لكل مول) × (عدد المولات)

عدد ذرات H = 0.800 mol × 6.02 × 10^{23} ذرة/mol = 4.82 × 10^{23} ذرة H

عدد ذرات S = 0.400 mol × 6.02 × 10^{23} ذرة/mol = 2.41 × 10^{23} ذرة S

73. كم يبلغ عدد مولات الذرات الموجودة في (أ) 10.02 g من الكلسيوم (ب) 92.91 g من الفسفور؟ (ج) كم يبلغ عدد مولات الفسفور الجزيئي الموجودة في 92.91 g من الفسفور إن كانت صيغة الجزيء P_4؟ (د) كم يبلغ عدد الذرات الموجودة في 92.91 g من الفسفور؟ (هـ) كم يبلغ عدد الجزيئات الموجودة في 92.91 g من الفسفور؟

■ وزن Ca الذري هو 40.08 ووزن P الذري 30.974. لذا 40.08 g Ca = 1 mol ca و 30.974 gP = 1 mol P

(أ) $n(Ca) = \frac{\text{وزن Ca}}{} = \frac{10.02\ g}{} =$ من ذرات Ca 0.250 mol

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(ب) $n(P) = \frac{\text{P وزن}}{AW(P)} = \frac{92.91\ g}{30.974\ g/mol} = 3.000\ mol$ من ذرات P

(ج) $MW(P_4) = 4 \times 30.974 = 123.90$. Then $n(P_4) = \frac{\text{P وزن}}{MW(P_4)} = \frac{92.91\ g}{123.90\ g/mol} = 0.7500\ mol$ من جزيئات P_4

(د) عدد ذرات P $= 3.000\ mol \times 6.023 \times 10^{23}\ atoms/mol = 1.807 \times 10^{24}\ atoms\ P$

(هـ) عدد جزيئات $P_4 = 0.7500\ mol \times 6.023 \times 10^{23}\ molecules/mol = 4.517 \times 10^{23}\ molecules\ P_4$

74.4 كم يبلغ عدد المولات التي يمثّلها (أ) $9.540\ g\ SO_2$ (ب) $85.16\ g\ NH_3$ (ج) $25.02\ g\ TiS_{1.85}$؟

■ وزن S الذري هو 32.06؛ وزن O الذري 16.00، وزن N الذري 14.007 وزن H الذري 1.008، وزن Ti الذري 47.90. من هذه المعطيات

$MW(SO_2) = 32.06 + 2(16.00) = 64.06$

$MW(NH_3) = 14.007 + 3(1.008) = 17.031$

$FW(TiS_{1.85}) = 107.21$

إذن، $1\ mol\ SO_2 = 64.06\ g\ SO_2$. $1\ mol\ NH_3 = 17.031\ g\ NH_3$ $1\ mol\ TiS_{1.85} = 107.21\ g\ TiS_{1.85}$

(أ) كمية SO_2 = $\frac{\text{كتلة } SO_2}{\text{الكتلة لكل مول من } SO_2}$ $0.1489\ mol\ SO_2 = \frac{9.540\ g}{64.06\ g/mol}$

(ب) كمية NH_3 = $\frac{\text{كتلة } NH_3}{\text{الكتلة لكل مول من } NH_3}$ $5.000\ mol\ NH_3 = \frac{85.16\ g}{17.031\ g/mol}$

(ج) تنتمي كبريتيدات التيتانيوم إلى صف صغير نسبياً من المركبات الصلبة غير المقيسة رياضياً والتي تسمح بنيتها بتـ محدودة في تركيبتها. من الممكن ان تتغيّر النسب الذرية الحقيقيّة للتيتانيوم والكبريت بحوالي 10% وفقاً لتفاصيل التحـ الصيغة المعطاة هنا تصف تحضيراً معيناً. يمكن تطبيق مبدأ المول على الكيانات ذات الصيغ غير التكاملية وعلى الكيانـ الصيغ التكاملية على حد سواء

مقدار $TiS_{1.85}$ = $\frac{\text{كتلة } TiS_{1.85}}{\text{الكتلة لكل مول من } TiS_{1.85}}$ $0.2334\ mol\ TiS_{1.85} = \frac{25.02\ g}{107.21\ g/mol}$

75.4 احسب عدد مولات $Cu(C_2H_3O_2)_2$ الموجودة في 200 g.

■ $(200\ g)\left(\frac{1\ mol}{182\ g}\right) = 1.10\ mol$

76.4 تحقّق من قانون النسب المتعدّدة لعنصر ما هو X يشكل اكسيدات ذات نسب مئوية مساوية لـ 77.4%، و 63.2%، و 72.0%.

■

	ضرب بـ 6	قسمة بـ 1.72
$\frac{77.4\ g\ X}{22.6\ g\ O} = 3.42\ g\ X/g\ O$	12	1.99
$\frac{63.2\ g\ X}{36.8\ g\ O} = 1.72\ g\ X/g\ O$	6	1.00
$\frac{69.6\ g\ X}{30.4\ g\ O} = 2.29\ g\ X/g\ O$	8	1.33
$\frac{72.0\ g\ X}{28.0\ g\ O} = 2.57\ g\ X/g\ O$	9	1.49

لكل O (61.72 g)، يوجد 12 g X، و 6 g X، و 8 g X، و 9 g X في الصيغ [illegible]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

لـ O، هي في نسبة تكاملية. فإنها تخضع لقانون النسب المتعددة.

77.4 عنصر ما، X، يشكل ثلاثة مركّبات ثنائية مختلفة مع الكلور، تحتوي على 59.68%، و 68.95%، و 74.75% من الكلور. أظهر كيف تمثّل هذه المعطيات قانون النسب المتعددة.

■ وفقاً لقانون النسب المتعدّدة، فإن المقادير النسبية لعنصر ما متحدًّ بمقدار محدّد من عنصر ثانٍ في سلسلة من المركبات هي نسب اعداد صحيحة صغيرة. يمكننا البدء بتحديد كتلة X أو Cl وحساب كتلة كل مركب المقابلة للعنصر الآخر. ما أن نتّخذ هذا القرار، يصبح بالإمكان اختيار أي كمية عشوائية على أنها الكمية المحدّدة. قد تساعدك الجداول التالية القائمة على أساس 100 g من كل مركب. نسبة X المئوية في كل مركب تساوي 100 ناقص النسبة Cl المئوية.

المركّب A	المركّب B	المركّب C
59.68 g Cl	68.95 g Cl	74.75 g Cl
40.32 g X	31.05 g X	25.25 g X
100.00 g A	100.00 g B	100.00 g C

احسب لكل مركّب كمية X التي تتحدّ مع 1.000 g من Cl. بالنسبة للمركّب A، تكون الكمية 1/59.68 ضعف الكمية المتّحدة في 100 g A، أي المتّحدة مع 59.68 g من Cl. اصطلاحياً، كان بالإمكان التعبير عن ذلك بمعادلة العلاقة المحدّدة بين الكميات للعنصرين في مركّب معين.

$$m(X) = (1.0000\ g\ Cl)\left(\frac{40.32\ g\ X}{59.68\ g\ Cl}\right) = 0.6756\ g\ X$$

وبالنسبة للمركّبين B و C،

$$m(X) = (1.0000\ g\ Cl)\left(\frac{31.05\ g X}{68.95\ Cl}\right) = 0.4503\ g\ X$$

$$m(X) = (1.0000\ g\ Cl)\left(\frac{25.25\ g\ X}{74.75\ g\ Cl}\right) = 0.3378\ g\ X$$

لا تتأثر كميات X النسبية في الحالات الثلاث في حال قُسمت الكميات الثلاث بأصغر كمية فيها:

$$0.6756:0.4503:0.3378 = \frac{0.6756}{0.3378}:\frac{0.4503}{0.3378}:\frac{0.3378}{0.3378} = 2.000:1.333:1.000$$

هذه الكميات النسبية هي بالفعل نسب الاعداد الصحيحة الصغيرة 6:4:3 في إطار درجة دقة التحاليل.

في حال اختيار مقدار ثابت لـ X، فلا بد أن يتم إيجاد النسب المعكوسة. فلنحسب مثلاً مقادير Cl المتحدة مع 10000 g X في كل من هذه المركّبات.

$$m(Cl) = (1.0000\ g\ X)\left(\frac{59.68\ g\ Cl}{40.32\ g\ X}\right) = 1.480\ g\ Cl$$

$$m(Cl) = (1.0000\ g\ X)\left(\frac{68.95\ g\ Cl}{31.05\ g\ X}\right) = 2.221\ g\ Cl$$

$$m(Cl) = (1.0000\ g\ X)\left(\frac{74.75\ g\ Cl}{25.25\ g\ X}\right) = 2.960\ g\ Cl$$

و

$$1.480:2.221:2.960 = \frac{1.480}{1.480}:\frac{2.221}{1.480}:\frac{2.960}{1.480} = 1.000:1.501:2.000$$

هذه المقادير النسبية هي أيضاً نسب اعداد صحيحة صغيرة، 2 و 3 و 4 وتم بالتالي التحقق من قانون النسب المتعددة.

78.4 عيّنة من $CdCl_2$ وزنها 1.5276 g حوّلت إلى كدميوم فلزي ومنتجات خالية من الكدميوم بواسطة عملية كهربائية. كان وزن الكدميوم الفلزي 0.9367 g. إن كان الوزن الذري للكلور قد اعتبر على أنه 35.453 فما هو الوزن الذري لـ Cd انطلاقاً من هذه التجربة؟

■

وزن $CdCl_2$ = 1.5276 g

وزن Cd في $CdCl_2$ = 0.9367 g

$$n(Cl) = \frac{0.5909\ g}{35.453\ g/mol} = 0.016667\ mol$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

انطلاقاً من الصيغة $CdCl_2$، نرى أن عدد مولات Cd هو بالضبط نصف عدد مولات Cl.

$$n(Cd) = \tfrac{1}{2}n(Cl) = \tfrac{1}{2}(0.016667) = 0.008333 \text{ mol}$$

الوزن الذري هو الوزن لكل مول.

$$AW(Cd) = \frac{0.9367 \text{ g}}{0.008333 \text{ mol}} = 112.41 \text{ g/mol}$$

79.4 في تحديد كيميائي للوزن الذري للفاناديوم، أُخضع 2.8934 g من $VOCl_3$ النقي لسلسلة من التفاعلات. تنتج عنها تحوّل كل الكلور الموجود في هذا المركّب إلى AgCl. كان وزن 7.1801 g AgCl. إن افترضنا أن وزن Ag الذري هو 107.868 ووزن Cl الذري هو 35.453. فما هي القيمة التجريبية للوزن الذري للفاناديوم؟

■ هذه المسألة مشابهة للمسألة 4.78 باستثناء انه يجب الحصول على $n(Cl)$ عن طريق $n(AgCl)$. تحوّل ذرّات Cl الثلاث في $VOCl_3$ إلى ثلاث وحدات صيغية لـ AgCl الذي يساوي وزن صيغتها 143.321 (مجموع 107.868 و35.453).

$$n(AgCl) = \frac{7.1801 \text{ g}}{143.321 \text{ g/mol}} = 0.050098 \text{ mol}$$

إنطلاقاً من الصيغة AgCl،

$$n(Cl) = n(AgCl) = 0.050098 \text{ mol Cl}$$

وكذلك إنطلاقاً من الصيغة $VOCl_3$،

$$n(V) = \tfrac{1}{3}n(Cl) = \tfrac{1}{3}(0.050098) = 0.016699 \text{ mol V}$$

لإيجاد وزن الفاناديوم في عيّنة $VOCl_3$ معلومة الوزن، يجب طرح أوزان الكلور والاكسجين الموجود. إن اشرنا إلى كتلة اي مادة او مكوّن كيميائي X بـ $m(X)$ فإن

$$m(X) = n(X) \times FW(X)$$

حيث FW(X) هو الوزن الصيغي لـ X.

$$m(Cl) = n(Cl) \times AW(Cl) = (0.050098 \text{ mol})(35.453 \text{ g/mol}) = 1.7761 \text{ g Cl}$$

ويلاحظ من الصيغة $VOCl_3$ ان $n(O) = n(V)$،

$$m(O) = n(O) \times AW(O) = (0.0.016699 \text{ mol})(15.999 \text{ g/mol}) = 0.2672 \text{ g O}$$

وعند الطرح

$$m(V) = m(VOCl_3) - m(O) - m(Cl)$$
$$= (2.8934 - 0.2672 - 1.7761) \text{ g} = 0.8501 \text{ g}$$

إذن

$$AW(V) = \frac{m(V)}{n(V)} = \frac{0.8501 \text{ g}}{0.016699 \text{ mol}} = 50.91 \text{ g/mol}$$

80.4 يحتوي مصدر للإمداد المائي العام على 0.10 ppb {جزء من المليار} من الكلوروفورم $CHCl_3$. كم يبلغ عدد جزيئات $CHCl_3$ الموجودة في 0.05 mL نقطة من هذه الماء؟

■

$$(0.050 \text{ mL ماء})\left(\frac{1.0 \text{ g water}}{\text{mL water}}\right)\left(\frac{0.10 \text{ g } CHCl_3}{10^9 \text{ g water}}\right)\left(\frac{1 \text{ mol } CHCl_3}{119.5 \text{ g } CHCl_3}\right)\left(\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء}}{\text{mol}}\right) = 2.5 \times 10^{10} \text{ جزيء}$$

81.4 في حال شغل 2.00 mol من كربونات الكلسيوم {الوزن الصيغي = 100} حجماً من 67.0 mL، فما هي الكثافة؟

■

$$(2.00 \text{ mol})\left(\frac{100 \text{ g}}{\text{mol}}\right) = 200 \text{ g} \qquad d = \frac{200 \text{ g}}{67.0 \text{ mL}} = 2.99 \text{ g/mL}$$

82.4 ما هو عدد أطنان $Ca_3(PO_4)_2$ التي يجب معالجتها بالكربون والرمل في فرن كهربائي للحصول على 1.00 طن من الفسفور؟

■ الصيغة $Ca_3(PO_4)_2$ تشير إلى ان 2 mol P (2 × 30.97 g = 61.94 gP) موجودة في mol $Ca_3(PO_4)_2$ [310.2 g $Ca_3(PO_4)_2$]. ثم تحوّل الغرامات إلى اطنان في نسبة الوزن

$$Ca_3(PO_4)_2 \text{ وزن} = (1.00 \text{ طن P})\left(\frac{310.2 \text{ طن } Ca_3(PO_4)_2}{61.94 \text{ طن P}}\right) = 5.01 \text{ طن } Ca_3(PO_4)_2$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

83.4 (أ) ما هي كمية H_2SO_4 التي يمكن إنتاجها انطلاقاً من 500 kg من الكبريت؟ (ب) ما هو عدد الكيلوغرامات من ملح غلوبر $Na_2SO_4.10H_2O$، الذي يمكن الحصول عليه انطلاقاً من 1.000 kg H_2SO_4؟

■ (أ) نشير الصيغة H_2SO_4 إلى أن 1 mol S (32.06 g S) تعطي 1 mol H_2SO_4 (98.08 g H_2SO_4). لذا بما أن نسبة أي مكوّنين مستقلة عن وحدات الكتلة.

$$\text{وزن } H_2SO_4 = (500 \text{ kg S})\left(\frac{98.08 \text{ kg } H_2SO_4}{32.06 \text{ kg S}}\right) = 1530 \text{ kg } H_2SO_4$$

(ب) 1 mol H_2SO_4 (98.08 g H_2SO_4) سيعطي 1 mol $Na_2SO_4.10H_2O$ (322.2 g $Na_2SO_4.10H_2O$). بما أن كل مادة تحتوي على مجموعة واحدة من الكبريتات (SO_4). إذن

$$\text{وزن } Na_2SO_4.10H_2O = (1.000 \text{ kg } H_2SO_4)\left(\frac{322.2 \text{ kg } Na_2SO_4 \cdot 10H_2O}{98.08 \text{ kg } H_2SO_4}\right)$$
$$= 3.285 \text{ kg } Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$$

84.4 ما هي كمية الكلسيوم الموجودة في مقدار من $Ca_3(NO_3)_2$ يحتوي على 20.0 g من الآزوت؟

■ ليس من الضروري إيجاد وزن $Ca(NO_3)_2$ المحتوي على 20.0 g من الآزوت. من الممكن إيجاد العلاقة بين عنصرين مكوّنين لمركب مباشرة من الصيغة.

$$\text{وزن Ca} = (20.0 \text{ g N})\left(\frac{1 \text{ mol Ca}}{2 \text{ mol N}}\right) = (20.0 \text{ g N})\left(\frac{40.0 \text{ g Ca}}{2 \times 14.0 \text{ g N}}\right) = 28.6 \text{ g Ca}$$

85.4 تتضمن طريقة لتحليل محتوى من حمض الاكساليك تشكّل المعقّد غير الذوّاب $Mo_4O_3(C_2O_4)_3.12H_2O$. (أ) ما هو عدد الغرامات g من هذا المعقّد الذي سيتشكل لكل غرام من حمض الاكساليك $H_2C_2O_4$ إذا نتج 1 مول mol من المعقّد عن التفاعل مع 3 mol من حمض الاكساليك؟ (ب) كم يبلغ عدد غرامات g الموليبدينوم الموجودة في المعقّد الناتج من التفاعل مع 1 g من حمض الاكساليك؟

■ الوزن الجزيئي لحمض الاكساليك هو 90.0 g/mol. لذا 1 g يساوي (1/90.0) mol الذي سيكوّن (1/270) mol من المعقّد. الوزن الجزيئي المعقد هو 912 g/mol.

4Mo	4(95.94) = 383.8 u	(أ) (912 g/mol)(1/270) mol = 3.38 g معقّد
27O	27(16.0) = 432.0	(ب) (3.38 g معقّد) $\left(\frac{384 \text{ u}}{912 \text{ u}}\right)$ = 1.42 g Mo
6C	6(12.0) = 72.0	
24H	24(1.0) = 24.0	
	مجموع = 911.8 u	

3.4 الصيغ التجريبية

تنبيه: استخدم ثلاثة أرقام معنوية على الأقل في حسابات الصيغ التجريبية.

86.4 قد تكون الصيغة $2PbCO_3.Pb(OH)_2$ مُرْبِكة. اكتب هذه الصيغة مستخدماً أقواس لإزالة كل التباس.

■ $(PbCO_3)_2Pb(OH)_2$

87.4 كم يبلغ عدد ذرات كل عنصر في كلٍ من الوحدات الصيغية التالية؟

(أ) $NaC_2H_3O_2.Mg(C_2H_3O_2)_2.3UO_2(C_2H_3O_2)_2.6H_2O$ (ب) $(NH_4)_3PO_4.12MoO_3$ (ج) $FeSO_4.(NH_4)_2SO_4.6H_2O$

■ (أ) 1 Na, 1 Mg, 3 U, 18 C, 39 H, 30 O (ب) 3 N, 12 H, 1 P, 40 O, 12 Mo (ج) 1 Fe, 2 S, 14 O, 2 N, 20 H

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

88.4 ما هي الصيغة التجريبية لمركّب يحتوي على 60.0% اكسجين و 40.0% كبريت بالكتلة؟

■ في غياب كتلة معيّنة لعيّنة، يمكن المرء ان يختار اي كتلة كلية. عيّنة من 100 g تعتبر خياراً مناسباً لانه في هذه الحال تكون كتلة كل من العناصر مساوية عددياً للنسبة المئوية لهذا العنصر في المركّب.

$$\frac{60.0\text{ g O}}{16.0\text{ g O/mol O}} = 3.75\text{ mol O} \qquad \frac{40.0\text{ g S}}{32.0\text{ g S/mol S}} = 1.25\text{ mol S}$$

بما ان الصيغ دائماً بأعداد صحيحة من الذرّات، يجب التعبير عن نسبة المولية كنسبة أعداد صحيحة. لذا للحصول على نسبة صحيحة، اقسم اعداد مولات العناصر الموجودة على اصغر مقدار موجود.

$$\frac{3.75\text{ mol O}}{1.25\text{ mol S}} = \frac{3.00\text{ mol O}}{1.00\text{ mol S}}$$

نسبة 3 mol من ذرات الأكسجين إلى 1 mol من ذرات الكبريت توافق الصيغة SO_3.

89.4 اشتق الصيغة التجريبية لهيدروكربون يعطي عند تحليله تركيب النسب المئوية التالي: C = 85.63%، H = 14.37%.

■ يكون الحل القائم على 100 g من المركب كما يلي:

E	m(E)	AW(E)	$n(\text{E}) = \frac{m(\text{E})}{\text{AW(E)}}$	$\frac{n(\text{E})}{7.129\text{ mol}}$
C	85.63 g	12.011 g/mol	7.129 mol	1.000
H	14.37 g	1.008 g/mol	14.26 mol	2.000

حيث E = عنصر، m(E) = كتلة العنصر في 100 g من مركّب: AW(E) = الوزن الذري للعنصر: n(E) = مقدار العنصر في 100 g من المركّب، معبّر عنه بمولات من الذرات.

عملية تقسيم كل n(E) على n(C) تكافيء إيجاد عدد ذرات كل عنصر لكل ذرة من الكربون. نسبة ذرات H إلى ذرات C تساوي 2:1. لذا فإن الصيغة التجريبية هي CH_2. (الصيغ C_2H_4، C_3H_6، C_4H_8، إلخ...، تدل على التركيبة المئوية نفسها التي تدل عليها CH_2 ولكن تُختار أصغر الأعداد الصحيحة الممكنة للصيغة التجريبية).

90.4 مركّب يعطي عند تحليله التركيبة المئوية التالية: K = 26.57%، Cr = 35.36%، O = 38.07%. اشتق الصيغة التجريبية للمركّب.

■ فيما يلي حل مُجْدُول يطبق على 100 g من المركّب.

(1) E	(2) m(E)	(3) AW(E)	(4) $n(\text{E}) = \frac{m(\text{E})}{\text{AW(E)}}$	(5) $\frac{n(\text{E})}{0.6800\text{ mol}}$	(6) $\frac{n(\text{E})}{0.6800\text{ mol}} \times 2$
K	26.57 g	39.10 g/mol	0.6800 mol	1.000	2
Cr	35.36 g	52.00 g/mol	0.6800 mol	1.000	2
O	38.07 g	16.00 g/mol	2.379 mol	3.499	7

خلافاً للمسألة 89.4، فإن الأعداد في العمود (5) ليست جميعها صحيحة. يجب ان تكون نسبة أعداد ذرات عنصرين في مركب ما هي نسبة أعداد صحيحة صغيرة لاسيما إحدى مسلّمات نظرية دالتون الذرية. ومع اخذ الرؤية التجريبية والحسابية بالحسبان نلاحظ ان المدخل إلى الاكسجين في العمود (5)، 3.499، يساوي، في حدود الخطأ المسموح، 3.500 او 7/2. وهو بالفعل نسبة أعداد صحيحة صغيرة. وعند القيام بالتدوير وضرب كل مدخل في العمود (5) بـ 2، نحصل على السلسلة المؤلفة من أصغر الأعداد الصحيحة التي تمثل بشكل سلائم الأعداد النسبية للذرات في المركّب، كما هي مُجْدُولة في العمود (6). وهكذا تكون الصيغة $K_2Cr_2O_7$.

91.4 احسب الصيغة التجريبية لأكسيد من الحديد تركيبه Fe 69.94%، O 30.06% باستخدام رقم معنوي واحد فقط. كرر الحساب باستخدام ثلاثة ارقام معنوية. علّق على النتائج.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■

	رقم معنوي واحد	ثلاثة أرقام معنوية
$(69.94\ g\ Fe)\left(\frac{1\ mol\ Fe}{55.85\ g\ Fe}\right)$	= 1 mol Fe	1.25 mol Fe
$(30.06\ g\ O)\left(\frac{1\ mol\ O}{16.0\ g\ O}\right)$	= 2 mol O	1.88 mol O
النسبة المولية $\frac{O}{Fe}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{1.88}{1.25} = \frac{1.50}{1.00} = \frac{3}{2}$
الصيغة التجريبية	FeO_2 (غير صحيح)	Fe_3O_3 (صحيح)

يؤدي استخدام رقم معنوي واحد إلى أخطاء ناتجة عن التدوير وتعطي صيغة تجريبية غير صحيحة.

92. لمبيد الحشرات DDT التركيبة التالية بالكتلة: 47.5% C، و 2.54% H، و 50.0% Cl. حدّد الصيغة التجريبية لـ DDT.

■
$$\frac{47.5\ g\ C}{12.0\ g/mol} = 3.95\ mol\ C \qquad \frac{2.54\ g\ H}{1.008\ g/mol} = 2.52\ mol\ H \qquad \frac{50.0\ g\ Cl}{35.5\ g/mol} = 1.41\ mol\ Cl$$

الكلور موجود في أصغر عدد من المولات. لكل مول من الكلور هناك

$$\frac{3.95\ mol\ C}{1.41\ mol\ Cl} = 2.80\ mol\ C/mol\ Cl \qquad \frac{2.52\ mol\ H}{1.41\ mol\ Cl} = 1.79\ mol\ H/mol\ Cl$$

المعطيات التحليلية لا تتضمن على الأرجح 10% من الخطأ؛ لذا لا يجب أن تُدوَّر النسبة 1.79:1 إلى 2:1. وعوضاً عن ذلك، فإن عدد مولات كل عنصر في مول من Cl يضرب بالعدد الصحيح الصغير نفسه للحصول على نسب شبه صحيحة.

$$\frac{mol\ C}{mol\ Cl} = \frac{2.80}{1.00} = \frac{2.80 \times 5}{1.00 \times 5} = \frac{14.0\ mol\ C}{5.00\ mol\ Cl} \qquad \frac{mol\ H}{mol\ Cl} = \frac{1.79}{1.00} = \frac{1.79 \times 5}{1.00 \times 5} = \frac{8.95\ mol\ H}{5.00\ mol\ Cl}$$

النسبة الأخيرة قريبة بما فيه الكفاية كي تسمح بتدويرها إلى 9:5، وتوافق النسبة الناتجة الصيغة $C_{14}H_9Cl_5$.

93. عيّنة من اليورانيوم وزنها 2.500 g سُخّنت في الجو. بلغ وزن الأكسيد الناتج 2.949 g. عيّن الصيغة التجريبية للأكسيد.

■ 2.949 g من الأكسيد يحتوي على 2.500 g U و 0.449 g O. تظهر الحسابات على أساس 2.949 g من الأكسيد وجود 2.672 mol من ذرات الأكسجين في كل مول من ذرات اليورانيوم. العدد الصحيح المضاعف الأصغر الذي سيعطي أرقام كاملة هو 3.

$$\frac{n(O)}{n(U)} = \frac{2.672\ mol\ O}{1.000\ mol\ U} = \frac{3(2.672\ mol\ O)}{3(1.000\ mol\ U)} = \frac{8.02\ mol\ O}{3.00\ mol\ U}$$

الصيغة التجريبية هي U_3O_8.

يجب التشديد على أهمية إنجاز الحسابات وصولاً إلى عدد الأرقام المعنوية الذي تتطلّبه الدقة التحليلية. إن كانت أعداد النسبة 2.67:1 قد ضربت بـ 2 لتعطي 5.34:2 ثم دوّرت إلى 5:2، لكنا حصلنا على الصيغة الخاطئة. ولكن هذا الأمر ظل غير مبرّر لأنه كان سيفترض خطأ من 34 جزءاً من بين 500 في تحليل الأكسجين. يشير وزن الأكسجين 0.449 g إلى إمكانية حدوث خطأ من بضعة أجزاء في 500. عندما يستعمل عامل الضرب 3، دُوِّر 8.02 إلى 8.00، وافترض أن تحليل الأكسجين قد احتوى على خطأ من جزئين في 800. وفي هذه الحالة، يكون مدى الخطأ معقولاً.

94. أكسيد من الآزوت يحتوي على 30.4% من الآزوت. ما هي صيغته التجريبية؟

■
$$(30.4\ g\ N)\left(\frac{1\ mol\ N}{14.0\ g\ N}\right) = 2.17\ mol\ N \qquad (69.6\ g\ O)\left(\frac{1\ mol\ O}{16.0\ g\ O}\right) = 4.35\ mol\ O$$

النسبة المولية هي 1:2، والصيغة التجريبية هي NO_2.

95. أظهر تحليل عيّنة من البوران (مركّب يحتوي فقط على بورون وهيدروجين) وجود 88.45% من البورون. ما هي صيغته التجريبية؟

■ النسبة المئوية للهيدروجين هو 100.00% − 88.45% = 11.55%.

$$(88.45\ g\ B)\left(\frac{1\ mol\ B}{10.81\ g\ B}\right) = 8.182\ mol\ B \qquad (11.55\ g\ H)\left(\frac{1\ mol\ H}{1.008\ g\ H}\right) = 11.46\ mol\ H$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\frac{8.182 \text{ mol B}}{8.182} = 1.00 \text{ mol B} \qquad \frac{11.46 \text{ mol H}}{8.182} = 1.40 \text{ mol H}$$

ضرب هذه الأرقام بـ 5 يعطي نسبة صحيحة من 5:7. الصيغة التجريبية هي B_5H_7.

96.4 حدّد أبسط صيغة لمركب له التركيبة التالية: Cr = 26.52% S = 24.52% O = 48.96%.

■
$$(26.52 \text{ g Cr})\left(\frac{1 \text{ mol Cr}}{52.0 \text{ g Cr}}\right) = 0.510 \text{ mol Cr} \qquad (24.52 \text{ g S})\left(\frac{1 \text{ mol S}}{32.06 \text{ g S}}\right) = 0.765 \text{ mol S}$$

$$(48.96 \text{ g O})\left(\frac{1 \text{ mol O}}{16.0 \text{ g O}}\right) = 3.06 \text{ mol O}$$

إن قسمة كل من هذه الأعداد على 0.510 ثم ضربها بـ 2 تعطي النسبة الصحيحة 2:3:12. الصيغة التجريبية هي $Cr_2S_3O_{12}$ أو $Cr_2(SO_4)_3$.

97.4 مركّب يحتوي على 63.1% كربون، و 11.92% هيدروجين و 24.97% فلور. اشتق صيغته التجريبية.

■
$$(63.1 \text{ g C})\left(\frac{1 \text{ mol C}}{12.0 \text{ g C}}\right) = 5.26 \text{ mol C} \qquad (11.92 \text{ g H})\left(\frac{1 \text{ mol H}}{1.008 \text{ g H}}\right) = 11.8 \text{ mol H}$$

$$(24.97 \text{ g F})\left(\frac{1 \text{ mol F}}{19.0 \text{ g F}}\right) = 1.31 \text{ mol F}$$

القسمة على 1.31 تعطي النسبة الصحيحة 4:9:1. الصيغة التجريبية هي C_4H_9F.

98.4 مركّب يحتوي على 21.6% صوديوم، و 33.3% كلور و 45.1% أكسجين. اشتق صيغته التجريبية.

■ تنبيه: إننا نحسب عدد مولات ذرات Cl و O في المركّب. وكون هذه العناصر تشكل جزيئات ثنائية الذرات في حالتها الأولية لا علاقة له بهذه المسألة.

$$(21.6 \text{ g Na})\left(\frac{1 \text{ mol Na}}{23.0 \text{ g Na}}\right) = 0.939 \text{ mol Na} \qquad (33.3 \text{ g Cl})\left(\frac{1 \text{ mol Cl}}{35.45 \text{ g Cl}}\right) = 0.939 \text{ mol Cl}$$

$$(45.1 \text{ g O})\left(\frac{1 \text{ mol O}}{16.0 \text{ g O}}\right) = 2.82 \text{ mol O}$$

$$\frac{0.939 \text{ mol Na}}{0.939} = 1.00 \text{ mol Na} \qquad \frac{0.939 \text{ mol Cl}}{0.939} = 1.00 \text{ mol Cl} \qquad \frac{2.82 \text{ mol O}}{0.939} = 3.00 \text{ mol O}$$

النسبة المولية هي 1:1:3، والصيغة التجريبية هي $NaClO_3$.

99.4 عندما يحرق 1.010 g من بخار الزنك في الجو، ينتج 1.257 g من الأكسيد. ما هي الصيغة التجريبية للأكسيد؟

■ كتلة الأكسجين في المركب هي

$$1.257 \text{ g} - 1.010 \text{ g} = 0.247 \text{ g O}$$

$$(1.010 \text{ g Zn})\left(\frac{1 \text{ mol Zn}}{65.38 \text{ g Zn}}\right) = 0.0154 \text{ mol Zn} \qquad (0.247 \text{ g O})\left(\frac{1 \text{ mol O}}{16.0 \text{ g O}}\right) = 0.0154 \text{ mol O}$$

نسبة المولية هي 1:1: الصيغة التجريبية هي ZnO.

100.4 عيّنة من مركّب نقي تحتوي على 2.04 g من الصوديوم، 2.65×10^{22} ذرة كربون، و 0.132 mol من ذرات الأكسجين. أوجد الصيغة التجريبية. (تلميح: فكّر على أساس المولات).

■
$$(2.04 \text{ g Na})\left(\frac{1 \text{ mol Na}}{23.0 \text{ g Na}}\right) = 0.0887 \text{ mol Na} \qquad (2.65 \times 10^{22} \text{ ذرة C})\left(\frac{1 \text{ mol C}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة C}}\right) = 0.0440 \text{ mol C}$$

لدينا كذلك 0.132 mol O. قسمة كل عدد من المولات على 0.0440 يعطي النسبة الصحيحة 2:1:3، والصيغة التجريبية Na_2CO_3.

101.4 اشتق الصيغ التجريبية للمواد ذات التركيبات المئوية التالية: (أ) Fe = 63.53% و S = 36.47% (ب) S = 46.55% و Fe = 53.73% (ج) S = 53.45% و O = 46.27%.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■

(أ) $(63.53\text{ g Fe})\left(\frac{1\text{ mol Fe}}{55.85\text{ g Fe}}\right) = 1.138\text{ mol Fe}$ $(36.47\text{ g S})\left(\frac{1\text{ mol S}}{32.06\text{ g S}}\right) = 1.138\text{ mol S}$

اقسم كل عدد من المولات على 1.138 للحصول على نسبة مولية 1:1. الصيغة التجريبية هي FeS.

(ب) $(46.55\text{ g Fe})\left(\frac{1\text{ mol Fe}}{55.85\text{ g Fe}}\right) = 0.8335\text{ mol Fe}$ $(53.45\text{ g S})\left(\frac{1\text{ mol S}}{32.06\text{ g S}}\right) = 1.667\text{ mol S}$

$\frac{0.8335\text{ mol Fe}}{0.8335} = 1\text{ mol Fe}$ $\frac{1.667\text{ mol S}}{0.8335} = 2\text{ mol S}$

النسبة المولية هي 1:2. الصيغة التجريبية هي FeS_2.

(ج) $(53.73\text{ g Fe})\left(\frac{1\text{ mol Fe}}{55.85\text{ g Fe}}\right) = 0.9620\text{ mol Fe}$ $(46.27\text{ g S})\left(\frac{1\text{ mol S}}{32.06\text{ g S}}\right) = 1.443\text{ mol S}$

$\frac{0.9620\text{ mol Fe}}{0.9620} = 1\text{ mol Fe}$ $\frac{1.443\text{ mol S}}{0.9620} = 1.5\text{ mol S}$

النسبة المولية هي 2:3 = 1:1.5. الصيغة التجريبية هي Fe_2S_3.

102. وسيط المختباري يستخدم في تفاعل البوتادين يتكوّن من 23.3% Co، و 25.3% Mo، و 51.4% Cl. ما هي صيغته التجريبية؟

$(23.3\text{ g Co})\left(\frac{1\text{ mol Co}}{58.9\text{ g Co}}\right) = 0.396\text{ mol Co}$ $(25.3\text{ g Mo})\left(\frac{1\text{ mol Mo}}{95.94\text{ g Mo}}\right) = 0.264\text{ mol Mo}$

$(51.4\text{ g Cl})\left(\frac{1\text{ mol Cl}}{35.45\text{ g Cl}}\right) = 1.45\text{ mol Cl}$

إن قسمة كل عدد من المولات على 0.264 تعطي نسبة من 1.5:1.0:5.5 أو 3:2:11. الصيغة التجريبية هي $Co_3Mo_2Cl_{11}$.

103. (أ) احسب الصيغة التجريبية لمركب يحتوي على 23.3% Mg، و 30.7% S، و 46.0% O. (ب) سمِّ المركب.

■

(أ) $(23.3\text{ g Mg})\left(\frac{1\text{ mol Mg}}{24.3\text{ g Mg}}\right) = 0.959\text{ mol Mg}$ $(30.7\text{ g S})\left(\frac{1\text{ mol S}}{32.1\text{ g S}}\right) = 0.956\text{ mol S}$

$(46.0\text{ g O})\left(\frac{1\text{ mol O}}{16.0\text{ g O}}\right) = 2.88\text{ mol O}$

إن القسمة على أصغر هذه الأعداد يعطي النسبة 1 mol Mg:1 mol S:3 mol O. الصيغة التجريبية هي $MgSO_3$.

(ب) المركّب هو كبريتيت المغنيزيوم. بما أن المركّبات الأيونية لا تشكل جزيئات، فإننا نعرفها بواسطة صيغها التجريبية. من السهل أن نعرف أن المركب أيوني لوجود فلز من المجموعة IIA فيه، وفي هذا المركب، وجود أيون SO_3^{2-} ضروري لموازنة الشحنة على Mg^{2+}.

104. احسب الصيغة التجريبية لمركّب يتشكل عندما يتفاعل 7.30 g من مسحوق الحديد تفاعلاً كاملاً مع 6.30 g من مسحوق الكبريت.

■

$(7.30\text{ g Fe})\left(\frac{1\text{ mol Fe}}{55.85\text{ g Fe}}\right) = 0.131\text{ mol Fe}$ $(6.30\text{ g S})\left(\frac{1\text{ mol S}}{32.06\text{ g S}}\right) = 0.197\text{ mol S}$

وعند قسمته على أصغر عدد:

$\frac{0.131\text{ mol Fe}}{0.131} = 1.0\text{ mol Fe}$ $\frac{0.197\text{ mol S}}{0.131} = 1.5\text{ mol S}$

إن مضاعفة هذه الأعداد الأخيرة تعطي نسبة صحيحة من 2 mol Fe:3 mol S. لذا فإن الصيغة التجريبية Fe_2S_3.

105. حدد الصيغة التجريبية لمركّب يتكوّن من 1.8% H، و 56.1% S، و 42.1% O.

■ $(1.8\text{ g H})\left(\frac{1\text{ mol H}}{1.0\text{ g H}}\right) = 1.8\text{ mol H}$ $(56.1\text{ g S})\left(\frac{1\text{ mol S}}{32.1\text{ g S}}\right) = 1.75\text{ mol S}$ $(42.1\text{ g O})\left(\frac{1\text{ mol O}}{16.0\text{ g O}}\right) = 2.63\text{ mol O}$

قسمة هذه الأعداد على أصغرها تعطي

1.5 mol O 1.0 mol S 1.0 mol H

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مضاعفة كل من اعداد المولات الاخيرة تعطي نسبة صحيحة هي
2 mol H:2 mol S:3 mol O
الصيغة التجريبية: $H_2S_2O_3$

106.4 احسب الصيغة التجريبية لمركّب يحتوي على 52.9% كربون والباقي اكسجين.

■
$$(52.9\text{ g C})\left(\frac{1\text{ mol C}}{12.0\text{ g C}}\right) = 4.41\text{ mol C} \qquad (47.1\text{ g O})\left(\frac{1\text{ mol O}}{16.0\text{ g O}}\right) = 2.94\text{ mol O}$$

$$\frac{4.41\text{ mol C}}{2.94} = 1.50\text{ mol C}\ (\times 2 = 3\text{ mol C}) \qquad \frac{2.94\text{ mol O}}{2.94} = 1.00\text{ mol O}\ (\times 2 = 2\text{ mol O})$$

الصيغة التجريبية هي C_3O_2.

107.4 حدّد الصيغة التجريبية لمركّب يحتوي على 40.6% كربون، 5.1% هيدروجين 54.2% اكسجين. ما هي الصيغ التجريبية الممكنة لهذا المركب استناداً إلى هذه المعطيات فقط؟

■ في 100 g من المركّب يوجد

$$(40.6\text{ g C})\left(\frac{1\text{ mol C}}{12.0\text{ g C}}\right) = 3.38\text{ mol C} \qquad (5.1\text{ g H})\left(\frac{1\text{ mol H}}{1.0\text{ g H}}\right) = 5.1\text{ mol H} \qquad (54.2\text{ g O})\left(\frac{1\text{ mol O}}{16.0\text{ g O}}\right) = 3.39\text{ mol O}$$

نسبة المولية:

$$\frac{3.38}{3.38} = 1.0\text{ mol C} \qquad \frac{5.1}{3.38} = 1.5\text{ mol H} \qquad \frac{3.39}{3.38} = 1.0\text{ mol O}$$

تبسّط نسبة المولية بعملية ضرب بـ 2:

كربون 2 mol = 1.0 × 2 هيدروجين 3 mol = 1.5 × 2 اكسجين 2 mol = 1.0 × 2

الصيغة التجريبية هي $C_2H_3O_2$.

الصيغ الجزيئية الممكنة تتضمن اي مضاعف لـ $C_2H_3O_2$، مثل $C_2H_3O_2$، $C_4H_6O_4$، $C_6H_9O_6$.... يصعب التمييز بين هذه الصيغ بوجود معطيات التركيبة المئوية فقط.

108.4 حُلّل اكسيد الزرنيخ وظهر انه يحتوي على 75.74% As. ما هي الصيغة التجريبية للمركب؟

■
$$(75.74\text{ g As})\left(\frac{1\text{ mol As}}{74.92\text{ g As}}\right) = 1.011\text{ mol As} \qquad (24.26\text{ g O})\left(\frac{1\text{ mol O}}{16.00\text{ g O}}\right) = 1.516\text{ mol O}$$

$$\frac{1.516\text{ mol O}}{1.011\text{ mol As}} = \frac{1.50\text{ mol O}}{1\text{ mol As}} = \frac{3\text{ mol O}}{2\text{ mol As}}$$

إذن الصيغة هي As_2O_3.

109.4 عيّنة من كلوريد التيتانيوم وزنها 3.245 g أُرجعت مع الصوديوم إلى تيتانيوم فلزي. بعد غسل كلوريد التيتانيوم الناتج، جفف فلز التيتانيوم المتبقي وبلغ وزنه 0.819 g. ما هي الصيغة التجريبية لكلوريد التيتانيوم؟

■
$$(3.245\text{ g}) - (0.819\text{ g}) = 2.426\text{ g Cl}$$

$$(0.819\text{ g Ti})\left(\frac{1\text{ mol Ti}}{47.9\text{ g Ti}}\right) = 0.0171\text{ mol Ti} \qquad (2.426\text{ g Cl})\left(\frac{1\text{ mol Cl}}{35.45\text{ g Cl}}\right) = 0.0684\text{ mol Cl}$$

$$\frac{0.0171\text{ mol Ti}}{0.0171} = 1.00\text{ mol Ti} \qquad \frac{0.0684\text{ mol Cl}}{0.0171} = 4.00\text{ mol Cl}$$

الصيغة التجريبية هي $TiCl_4$.

110.4 اظهر تحليل مركب عضوي انه يحتوي على 47.37% كربون و 10.59% هيدروجين. افترض بأن المادة المتبقية هي الاكسجين. ما هي الصيغة التجريبية للمركّب؟

■
$$\%O = 100.00\% - 47.37\% - 10.59\% = 42.04\%$$

$$(47.37\text{ g C})\left(\frac{1\text{ mol C}}{12.01\text{ g C}}\right) = 3.944\text{ mol C} \qquad (10.59\text{ g H})\left(\frac{1\text{ mol H}}{1.008\text{ g H}}\right) = 10.51\text{ mol H}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$(42.04\text{ g O})\left(\frac{1\text{ mol O}}{16.00\text{ g O}}\right) = 2.628\text{ mol O}$$

$$\frac{3.944\text{ mol C}}{2.628} = 1.501\text{ mol C} \qquad \frac{10.51\text{ mol H}}{2.628} = 4.000\text{ mol H} \qquad \frac{2.628\text{ mol O}}{2.628} = 1.000\text{ mol O}$$

نسبة المولية هي 3:8:2. الصيغة التجريبية هي $C_3H_8O_2$.

111. هيدرات من ثيوسيانات الحديد III، $Fe(SCN)_3$، يحتوي على 19.0% H_2O. ما هي الصيغة التجريبية لهذا الهيدرات؟

■ في 100 g من المركب، يوجد 19.0 g من H_2O و 81.0 g من $Fe(SCN)_3$.

$$(19.0\text{ g }H_2O)\left(\frac{1\text{ mol }H_2O}{18.0\text{ g }H_2O}\right) = 1.05\text{ mol }H_2O \qquad (81.0\text{ g})\left(\frac{1\text{ mol}}{230\text{ g}}\right) = 0.352\text{ mol }Fe(SCN)_3$$

يوجد 3 mol من الماء لكل mol من $Fe(SCN)_3$. الصيغة التجريبية هي $Fe(SCN)_3{\cdot}3H_2O$.

112. عيّنة من الملح المُمَيَّه غير الثابت $Na_2SO_4{\cdot}xH_2O$، وزنها 15.00 g، ظهر بأنها تحتوي على 7.05 g من الماء. حدّد الصيغة التجريبية للملح؟

■ إن الهيدراتات مركّبات تحتوي على جزيئات ماء مرتبطة بمكوّنات أخرى ارتباطاً غير محكم. يمكن أن يزال H_2O كما هو عبر تسخين هذه المركّبات ومن ثم إعادته إلى مكانه بالترطيب. يمكن إذن اعتبار مجموعتي Na_2SO_4 و H_2O وحدات يصنع منها المركّب، وتستعمل أوزانها السيفية عوضاً عن أوزانها الذرية. ومن الملائم بناء الحل المُجَدْول في هذه الحالة على مركب من 15.00 g (يحتوي على 15.00 - 7.05 = 7.95 g Na_2SO_4).

X	m(X)	FW(X)	$n(X) = \frac{m(X)}{FW(X)}$	$\frac{n(X)}{0.0559\text{ mol}}$
Na_2SO_4	7.95 g	142.1 g/mol	0.0559 mol	1.00
H_2O	7.05 g	18.02 g/mol	0.391 mol	6.99

نسبة H_2O المولية إلى Na_2SO_4 هي 7:1 في حدود الخطأ المسموح. الصيغة التجريبية هي $Na_2SO_4{\cdot}7H_2O$.

113. عيّنة من مركّب عضوي وزنه 1.367 g احترقت في تيار هوائي لتعطي 3.002 g CO_2 و 1.640 g H_2O. إن كان المركب الأصلي لا يحتوي إلا على C و H و O، ما هي صيغته التجريبية؟

■ من الضروري استخدام عوامل كمية لكل من CO_2 و H_2O كي تعرف كمية C و H الموجودة في نواتج الاحتراق وبالتالي في العيّنة الأصلية.

$$(3.002\text{ g }CO_2)\left(\frac{1\text{ mol C}}{1\text{ mol }CO_2}\right) = (3.002\text{ g }CO_2)\left(\frac{12.01\text{ g C}}{44.01\text{ g }CO_2}\right) = 0.819\text{ g C}$$

$$(1.640\text{ g }H_2O)\left(\frac{2\text{ mol H}}{1\text{ mol }H_2O}\right) = (1.640\text{ g }H_2O)\left(\frac{2\times 1.008\text{ g H}}{18.02\text{ g }H_2O}\right) = 0.1835\text{ g H}$$

لا يمكن الحصول على مقدار الأكسجين في العيّنة الأصلية من وزن نواتج الاحتراق إذ أن CO_2 و H_2O يحتويان على أكسجين صادر جزئياً من الأكسجين المتحد في المركّب وجزئياً من التيار الهوائي المستخدم في عملية الاحتراق ويمكن الحصول على محتوى العينة من الأكسجين بعملية طرح:

$$m(O) = m(\text{compound}) - m(C) - m(H) = (1.367\text{ g}) - (0.819\text{ g}) - (0.184\text{ g}) = 0.364\text{ g}$$

يمكن حل هذه المسألة حالياً بالوسائل العادية. ظهر أن أعداد المولات من الذرات الآتية في 1.367 g من المركب هي: C,0.00682 ،H,0.1820 ،O,0.0228. هذه الأرقام موجودة في النسبة 3:8:1 والصيغة التجريبية هي C_3H_8O.

114. اشتق الصيغ التجريبية للمعادن ذات التركيبات التالية: (أ) $ZnSO_4 = 56.14\%$, $H_2O = 43.86\%$ (ب) $MgO = 27.16\%$, $Na = 12.10\%$, $Al = 14.19\%$, $Si = 22.14\%$, $O = 42.09\%$, $H_2O = 9.48\%$ (ج) $SiO_2 = 60.70\%$, $H_2O = 12.14\%$

■ تعامل المركبات البسيطة وأوزان صيغها كما تعامل عادة العناصر وأوزانها الذرية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(أ) $(56.14\ g\ ZnSO_4)\left(\frac{1\ mol\ ZnSO_4}{161.4\ g\ ZnSO_4}\right) = 0.3478\ mol\ ZnSO_4$ $(43.86\ g\ H_2O)\left(\frac{1\ mol\ H_2O}{18.0\ g\ H_2O}\right) = 2.44\ mol\ H_2O$

$\frac{0.3478\ mol\ ZnSO_4}{0.3478} = 1.00\ mol\ ZnSO_4$ $\frac{2.44\ mol\ H_2O}{0.3478} = 7.00\ mol\ H_2O$

الصيغة التجريبية هي $ZnSO_4(H_2O)_7$ أو $ZnSO_4.7H_2O$.

(ب) $(27.16\ g\ MgO)\left(\frac{1\ mol\ MgO}{40.30\ g\ MgO}\right) = 0.6739\ mol\ MgO$ $(60.70\ g\ SiO_2)\left(\frac{1\ mol\ SiO_2}{60.09\ g\ SiO_2}\right) = 1.010\ mol\ SiO_2$

$(12.14\ g\ H_2O)\left(\frac{1\ mol\ H_2O}{18.02\ g\ H_2O}\right) = 0.6737\ mol\ H_2O$

النسبة المولية هي 2:3:2 ≈ 1:1.5:1. الصيغة التجريبية هي $(MgO)_2(SiO_2)_3(H_2O)_2$ أو $2MgO.3SiO_2.2H_2O$.

(ج) $(12.10\ g\ Na)\left(\frac{1\ mol\ Na}{23.0\ g\ Na}\right) = 0.526\ mol\ Na$ $(22.14\ g\ Si)\left(\frac{1\ mol\ Si}{28.1\ g\ Si}\right) = 0.788\ mol\ Si$

$(42.09\ g\ O)\left(\frac{1\ mol\ O}{16.0\ g\ O}\right) = 2.63\ mol\ O$ $(9.48\ g\ H_2O)\left(\frac{1\ mol\ H_2O}{18.0\ g\ H_2O}\right) = 0.527\ mol\ H_2O$

إن قسمة كل عدد من المولات بـ 0.526 أي أصغرها، ثم ضرب النتائج بـ 2 يعطي نسبة مولية من 2:3:10:2. الصيغة التجريبية هي $Na_2Si_3O_{10}.2H_2O$

115.4 عينة مركّب وزنها 1.500 g تحتوي فقط على C و H و O أُحرقت بكاملها. كانت نواتج الاحتراق الوحيدة 1.738 g CO_2 و 0.711 g H_2O. ما هي الصيغة التجريبية للمركّب؟

■ يمكن تحديد كتلة الكربون والهيدروجين في المركّب من كتل المنتجات.

$$(1.738\ g\ CO_2)\left(\frac{1\ mol\ CO_2}{44.0\ g\ CO_2}\right)\left(\frac{1\ mol\ C}{mol\ CO_2}\right)\left(\frac{12.0\ g\ C}{mol\ C}\right) = 0.474\ g\ C$$

$$(0.711\ g\ H_2O)\left(\frac{1\ mol\ H_2O}{18.0\ g\ H_2O}\right)\left(\frac{2\ mol\ H}{mol\ H_2O}\right)\left(\frac{1.008\ g\ H}{mol\ H}\right) = 0.0796\ g\ H$$

لا يمكن تحديد كتلة الأكسجين بهذه الطريقة إذ أن بعض أكسجين هذه المنتجات يصدر من O_2. تحدّد كمية الأكسجين في المركب الأصلي من الفرق.

$$(1.500\ g\ total) - (0.474\ g\ C) - (0.079\ g\ H) = 0.947\ g\ O$$

$$(0.474\ g\ C)\left(\frac{1\ mol\ C}{12.0\ g\ C}\right) = 0.0395\ mol\ C \qquad (0.0796\ g\ H)\left(\frac{1\ mol\ H}{1.008\ g\ H}\right) = 0.0790\ mol\ H$$

$$(0.947\ g\ O)\left(\frac{1\ mol\ O}{16.0\ g\ O}\right) = 0.0592\ mol\ O$$

إن قسمة أعداد المولات هذه بـ 0.0395، ثم ضربها بـ 2 يعطي النسبة الصحيحة 2:4:3. الصيغة التجريبية هي $C_2H_4O_3$

116.4 أظهر تحليل أولي أن مركّباً عضوياً يحتوي على C و H و N و O كعناصره الأولية الوحيدة. أحرقت عينة من 1.279 g إحراقاً كاملاً وينتج عنها 1.60 g من CO_2 و 0.77 g من H_2O. عيّنة من 1.625 g وُزنت بشكل منفصل احتوت على 0.216 g من الآزوت ما هي الصيغة التجريبية لهذا المركّب؟

■ كُتلتا الكربون والهيدروجين في المركّب العضوي:

$$(1.60\ g\ CO_2)\left(\frac{1\ mol\ CO_2}{44.0\ g\ CO_2}\right)\left(\frac{1\ mol\ C}{1\ mol\ CO_2}\right)\left(\frac{12.0\ g\ C}{mol\ C}\right) = 0.436\ g\ C$$

$$(0.77\ g\ H_2O)\left(\frac{1\ mol\ H_2O}{18.0\ g\ H_2O}\right)\left(\frac{2\ mol\ H}{mol\ H_2O}\right)\left(\frac{1.0\ g\ H}{mol\ H}\right) = 0.086\ g\ H$$

كتلة N في عيّنة من 1.279 g:

$$(1.279\ g\ sample)\left(\frac{0.216\ g\ N}{1.625\ g\ sample}\right) = 0.170\ g\ N$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

كتلة O بالطرح هي:

$$(1.279\text{ g}) - (0.436\text{ g}) - (0.086\text{ g}) - (0.170\text{ g}) = 0.587\text{ g O}$$

$$(0.436\text{ g C})\left(\frac{1\text{ mol C}}{12.0\text{ g C}}\right) = 0.0364\text{ mol C} \qquad (0.086\text{ g H})\left(\frac{1\text{ mol H}}{1.008\text{ g H}}\right) = 0.086\text{ mol H}$$

$$(0.587\text{ g O})\left(\frac{1\text{ mol O}}{16.0\text{ g O}}\right) = 0.0367\text{ mol O} \qquad (0.170\text{ g N})\left(\frac{1\text{ mol N}}{14.0\text{ g N}}\right) = 0.0121\text{ mol N}$$

القسمة على 0.0121 تعطي نسبة مولية من 3:3:3:1. الصيغة التجريبية هي $C_3H_3O_3N$.

117 يشكّل المنغنيز أكسيدات غير نقية لها الصيغة العامة MnO_x. اوجد قيمة x لمركّب يعطي عند تحليله 63.70% Mn.

$$(63.70\text{ g Mn})\left(\frac{1\text{ mol Mn}}{54.94\text{ g Mn}}\right) = 1.159\text{ mol Mn} \qquad (36.30\text{ g O})\left(\frac{1\text{ mol O}}{16.00\text{ g O}}\right) = 2.269\text{ mol O}$$

■

قسمة اعداد المولات بـ 1.159 يعطي نسبة مولية من 1:1.958 قيمة x إذن هي 1.958.

118 عيّنة وزنها 23.2 g من مركّب عضوي تحتوي على كربون وهيدروجين واكسجين احرقت في وجود كمية مفرطة من الاكسيجين ونتج عن هذا الإحراق 52.8 g من CO_2 و 21.6 g من الماء. حدّد الصيغة التجريبية للمركب.

$$(52.8\text{ g } CO_2)\left(\frac{1\text{ mol}}{44.0\text{ g}}\right)\left(\frac{1\text{ mol C}}{1\text{ mol } CO_2}\right) = 1.20\text{ mol C} \qquad (1.20\text{ mol C})\left(\frac{12.0\text{ g}}{\text{mol}}\right) = 14.4\text{ g C}$$

$$(21.6\text{ g } H_2O)\left(\frac{1\text{ mol } H_2O}{18.0\text{ g } H_2O}\right)\left(\frac{2\text{ mol H}}{\text{mol } H_2O}\right) = 2.40\text{ mol H} \qquad (2.40\text{ mol H})(1.00\text{ g/mol}) = 2.40\text{ g H}$$

$$6.4\text{ g O} = (23.2\text{ g}) - (14.4\text{ g}) - (2.4\text{ g}) - \text{كتلة O في المركب} \qquad (6.4\text{ g O})\left(\frac{1\text{ mol}}{16\text{ g}}\right) = 0.40\text{ mol O}$$

وهكذا فإن نسبة المولية C/H/O هي 1.2:2.4:0.40 أو 3:6:1 ولذا فإن الصيغة التجريبية هي C_3H_6O.

119 عُرف عن مركّب معيّن بأن له صيغة تمثّل بـ $[PdC_xH_yN_z](ClO_4)_2$. اظهر التحليل ان المركب يحتوي على 30.15% كربون و 5.06% هيدروجين. عندما حوّل إلى الثيوسيانات المقابل $[PdC_xH_yN_z](SCN)_2$ اظهر التحليل وجود 40.46% كربون و 5.94% هيدروجين. احسب قيم x، و y، و z.

■ لنفترض ان F تمثّل الوزن الصيغي للمركب الاول. يساوي الوزن الصيغي للمركّب الثاني عندما F ناقص ضعفي الوزن الصيغي لـ ClO_4^- زائد ضعفي الوزن الصيغي لـ SCN^-:

$$F - 2(99.0) + 2(58.0) = F - 83.0$$

النسبة المئوية للكربون في المركب الاول هي

$$\frac{12.0x}{F} \times 100\% = 30.15\%$$

في المركّب الثاني المحتوي على 2 mol من الكربون في الاثيونات (الصّوائد) لكل مول من المركّب، فإن النسبة المئوية للكربون هي

$$\frac{12.0(x+2)}{F-83.0} \times 100\% = 40.46\%$$

ويكون الحل بواسطة معادلات آنية

$$12.0x = 30.15F$$

$$12.0x + 2400 = 40.46F - (40.46)(83.0)$$

$$12.0x + 2400 = 40.46\left(\frac{12.0x}{30.15}\right) - 3358$$

$$x = 14$$

$$F = \frac{12.0x}{30.15} = \frac{12.0(14)}{30.15} = 557\text{ u}$$

النسبة المئوية للهيدروجين في المركب الاول هي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\frac{1.008y}{557} \times 100\% = 5.06\% \qquad y = 28$$

وزن الصيغة الكلي لكل العناصر باستثناء الأزوت هو 501 u. وهكذا فإن 56 u يجب أن تمثل الأزوت في وحدة الصيغة. يوجد ذرات أزوت لكل وحدة صيغة. والصيغة الكاملة هي

$$[PdC_{14}H_{28}N_4](ClO_4)_2$$

4.4 الصيغ الجزيئية

120.4 مركّب ما له التركيبة المئوية التالية: C = 40.0%، H = 6.67%، O = 53.3%. وزنه الجزيئي هو 60.0. اشتق صيغته الجزيئ

■

$$(40.0\text{ g C})\left(\frac{1\text{ mol C}}{12.0\text{ g C}}\right) = 3.33\text{ mol C} \qquad (6.67\text{ g H})\left(\frac{1\text{ mol H}}{1.008\text{ g H}}\right) = 6.62\text{ mol H}$$

$$(53.3\text{ g O})\left(\frac{1\text{ mol O}}{16.0\text{ g O}}\right) = 3.33\text{ mol O}$$

الصيغة التجريبية هي CH_2O. وزن وحدة الصيغة التجريبية هو $12.0 + 2(1.0) + 16.0 = 30.0$ u.

$$\text{وحدة صيغة تجريبية 2/mol} = \frac{60.0\text{ g/mol}}{\text{وحدة الصيغة التجريبية 30.0 g/}}$$

الصيغة الجزيئية هي $(CH_2O)_2$ أو $C_2H_4O_2$.

121.4 عيّن الصيغة التجريبية والصيغة الجزيئية لهيدروكربون وزنه الجزيئي هو 84 u ويحتوي على 85.7% كربون.

■

$$(85.7\text{ g C})\left(\frac{1\text{ mol C}}{12.0\text{ g C}}\right) = 7.14\text{ mol C} \qquad (14.3\text{ g H})\left(\frac{1\text{ mol H}}{1.008\text{ g H}}\right) = 14.2\text{ mol H}$$

الصيغة التجريبية هي CH_2. وزنه الصيغي هو 14 u.

$$\frac{84\text{ u}}{14\text{ u}} = 6$$

إذن فإن صيغته التجريبية هي C_6H_{12}.

122.4 مركّب وزنه الجزيئي حوالي 175 u يتكوّن من 40.0% كربون، 6.7% هيدروجين و 53.3% أكسجين. ما هي صيغته الجزيئية؟

■ في 100 g من المركب يوجد

$$(40.0\text{ g C})\left(\frac{1\text{ mol C}}{12.0\text{ g C}}\right) = 3.33\text{ mol C} \qquad (6.7\text{ g H})\left(\frac{1\text{ mol H}}{1.0\text{ g H}}\right) = 6.7\text{ mol H} \qquad (53.3\text{ g O})\left(\frac{1\text{ mol O}}{16.0\text{ g O}}\right) = 3.33\text{ mol O}$$

ما يعطي النسبة المولية التالية:

$$1\text{ mol C}:2\text{ mol H}:1\text{ mol O}$$

الصيغة التجريبية هي CH_2O ولها وزن صيغي مساوٍ لـ 30 u. يوجد إذن

$$\frac{175\text{ u}}{30\text{ u}} = 6\text{ وحدات لصيغة تجريبية لكل جزيء}$$

الصيغة الجزيئية إذن هي $C_6H_{12}O_6$.

123.4 مركّب معيّن يحتوي على 93.71% C و 6.29% H. وزنه الجزيئي يساوي تقريباً 130 u. ما هي صيغته الجزيئية؟

■ لعيّنة من 100 g:

$$(93.71\text{ g C})\left(\frac{1\text{ mol}}{12.01\text{ g}}\right) = 7.803\text{ mol C} \qquad (6.29\text{ g H})\left(\frac{1\text{ mol}}{1.008\text{ g}}\right) = 6.24\text{ mol H}$$

$$\frac{7.803\text{ mol C}}{6.24\text{ mol H}} = \frac{1.25\text{ mol C}}{\text{mol H}} = \frac{5\text{ mol C}}{4\text{ mol H}}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\frac{130\text{ u}}{64\text{ u}} = 2 \qquad (C_5H_4)_2 = C_{10}H_8$$

124.4 مركّب يحتوي على 82.66% كربون و 17.34% هيدروجين وزنه الجزيئي 58.1 u. حدّد صيغته الجزيئية.

■ تحدّد الصيغة التجريبية أولاً.

$$\frac{82.66\text{ g C}}{12.01\text{ g/mol}} = 6.883\text{ mol C} \qquad \frac{17.34\text{ g H}}{1.008\text{ g/mol}} = 17.20\text{ mol H}$$

$$\frac{17.20\text{ mol H}}{6.883\text{ mol C}} = \frac{2.50\text{ mol H}}{1.00\text{ mol C}} = \frac{5\text{ mol H}}{2\text{ mol C}}$$

الصيغة التجريبية C_2H_5. الوزن الصيغي لهذه الصيغة هو 29.06 u. عدد وحدات الصيغة التجريبية لكل جزيء هو

$$\frac{58.1\text{ u}}{29.06\text{u}} = 2$$

الصيغة الجزيئية هي $(C_2H_5)_2$ أو C_4H_{10}.

125.4 عيّنة من البوليستيرين المحضّر بتسخين الستيرين مع فوق أكسيد ثلاثي بروميدوبنزويل في غياب الهواء له الصيغة التالية $Br_2C_6H_3(C_8H_8)_n$. يختلف عدد n باختلاف ظروف التحضير. ظهر بأن عينة من البوليستيرين المحضّر بهذه الطريقة تحتوي على 10.46% بروم. ما هي قيمة n؟

■ في 100 g من المركّب

$$(10.46\text{ g Br})\left(\frac{1\text{ mol Br}}{79.90\text{ g Br}}\right) = 0.1309\text{ mol Br}$$

بما أنه يوجد 3 mol Br في كل مول من المركّب، فإن عدد مولات المركب هو $0.1309/3 = 0.04364$ mol. الوزن الجزيئي هو

$$\frac{100\text{ g}}{0.04364\text{ mol}} = 2.29 \times 10^3\text{ g/mol}$$

$$3(79.9) + 6(12.0) + 3(1.0) + n(104) = 2290$$

$$n = 19$$

126.4 هيدروكربون مشبع يحتوي على 82.66% كربون. ما هي صيغته التجريبية؟ ما هي صيغته الجزيئية؟

■ لعيّنة من 100-g

$$(82.66\text{ g C})\left(\frac{1\text{ mol C}}{12.01\text{ g C}}\right) = 6.883\text{ mol C} \qquad (17.34\text{ g H})\left(\frac{1\text{ mol H}}{1.008\text{ g H}}\right) = 17.20\text{ mol H}$$

$$\frac{17.20\text{ mol H}}{6.883\text{ mol C}} = \frac{2.5\text{ mol H}}{\text{mol C}} = \frac{5\text{ mol H}}{2\text{ mol C}}$$

C_2H_5 هي الصيغة التجريبية. هيدروكربون مشبع له صيغة على شكل C_nH_{2n+2}. صيغته الجزيئية إذن هي C_4H_{10}.

127.4 كانت تقوم إحدى أقدم الطرق لتحديد الوزن الجزيئي للبروتينات على التحليل الكيميائي. ظهر بأن مستحضر من الهيموغلوبين يحتوي على 0.335% حديد. (أ) إن كان جزيء الهيموغلوبين يحتوي على ذرة حديد، ما هو وزنه الجزيئي؟ (ب) إن كان يحتوي على أربع ذرات حديد، ما هو وزنه الجزيئي؟

■ (أ) $n(\text{Fe}) = n(\text{hemoglobin})$ $\qquad (0.335\text{ g Fe})\left(\frac{1\text{ mol Fe}}{55.85\text{ g Fe}}\right) = (100\text{ g hemoglobin})\left(\frac{1\text{ mol}}{MW}\right)$

$$MW(\text{hemoglobin}) = \frac{(100)(55.85)}{0.335} = 16\,700\text{ g/mol}$$

(ب) $n(\text{Fe}) = \frac{n(\text{hemoglobin})}{4}$ $\qquad MW(\text{hemoglobin}) = 4(16\,700\text{ g/mol}) = 66\,800\text{ g/mol}$

128.4 يمكن تمثيل مادة تمائرية (بلمرية) هي رابع فلورالايثيلين بالصيغة $(C_2F_4)_x$ حيث يكون x عدداً كبيراً. حُضّرت المادة بتمائر C_2F_4 في وجود وسيط حامل للكبريت لعب دور نواة نما عليها المتمائر. أظهر الناتج النهائي أنه يحتوي على 0.012% S. ما هي قيمة x إن كان كل جزيء تمائري يحتوي على (أ) ذرة كبريت واحدة (ب) ذرتي كبريت؟ افترض في الحالتين أن الوسيط يساهم بمقدار ضئيل في الكتلة الكلية للمتمائر.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ لعيّنة من 100-g.

$$(0.012\ \text{g S})\left(\frac{1\ \text{mol S}}{32\ \text{g S}}\right) = 3.7_5 \times 10^{-4}\ \text{mol S}$$

(أ) إذن، يوجد $3.7_5 \times 10^{-4}$ mol من المتماثر

$$\frac{100\ \text{g}}{3.7_5 \times 10^{-4}\ \text{mol}} = 2.7 \times 10^5\ \text{g/mol} \qquad 100\ \text{تملك وزناً صيغياً } C_2F_4$$

$$x = \frac{2.7 \times 10^5\ \text{g/mol}}{100\ \text{g/وحدة صيغة}} = 2.7 \times 10^3\ \text{وحدة صيغة/mol}$$

(ب) 1.9×10^{-4} mol من المتماثر، إذن نحصل على 5.3×10^5 g/mol وتكون $x = 5.3 \times 10^3$ وحدة صيغية في المول.

129.4 ظهر بان انزيم بيروكسيداز المعزول من خلايا دم حمراء يحتوي على 0.29% سيلينيوم. ما هو الوزن الجزيئي الادنى للانزيم؟

$$(0.29\ \text{g Se})\left(\frac{1\ \text{mol Se}}{78.96\ \text{g Se}}\right) = 3.67 \times 10^{-3}\ \text{mol Se}$$

إفترض 1 mol من Se لكل mol من الانزيم.

$$\frac{100\ \text{g enzyme}}{3.67 \times 10^{-3}\ \text{mol enzyme}} = 2.7 \times 10^4\ \text{g/mol}$$

130.4 ظهر بان بروتين سيتوكرومي مصفّى معزول من مستحضر جرثومي يحتوي على 0.376% حديد. ما الذي يمكن استنتاجه بخص الوزن الجزيئي للبروتين؟

■ يجب ان يحتوي البروتين على الاقل ذرة واحدة من الحديد في الجزيء. إن كان يحتوي على ذرة واحدة فقط ورمزها u يمكن الحصول على الوزن الجزيئي بواسطة

$$0.00376\ \text{MW} = 55.8\ \text{u}$$

$$\text{MW} = 14\,800\ \text{u}$$

إن كان جزيء البروتين يحتوي على عدد x من ذرات Fe، فإن الوزن الجزيئي سيكون $14\,800x$ u.

تفيد الطريقة المعطاة هنا في تحديد الوزن الجزيئي الادنى لمادة ذات جزيئات ضخمة عندما يمكن إنجاز تحليل لأحد المد الثانوية.

131.4 أُخضع بيبسين مصفّى معزول من مستحضر بقري إلى تحليل للكشف عن الحموض الأمينية. ظهر بان الحمض الأميني الم بأصغر المقادير كان الليزين $C_6H_{14}N_2O_2$، وان مقدار الليزين يساوي 0.43 g في كل 100 g من البروتين. ما هو الوزن الـ الادنى للبروتين؟

■ لا تحتوي البروتينات على حموض امينية حرّة، إلا انها تحتوي على اشكال مرتبطة كيميائياً من الحموض الأمينية التي إعادة تحويلها بواسطة تحليل تدركي إلى الشكل الحر للحمض الأميني. وعلى غرار المسألة 130.4، يجب ان يكون جزيء الـ ثقيلاً كفاية على الأقل كي يحتوي على باقٍ ليزيني واحد.

$$0.0043\ \text{MW}_{\text{min}} = 146\ \text{u}$$

$$\text{MW}_{\text{min}} = 34\,000\ \text{u}$$

132.4 سُحقت عينة من نشا البطاطس في طاحونة ذات كريات لتعطي جزيئاً شبيهاً بالنشا وله وزن جزيئي منخفض. اظهر التحليل ان يحتوي على 0.086% فسفور. إن افترضنا ان كل جزيء يحتوي على ذرة واحدة من الفسفور، ما هو متوسط الوزن الجزيئي ا

■ عوضاً عن استخدام طريقة المسألتين 130.4 و 131.4، فلنعمل هنا على اساس المولات. لنفترض ان 1 mol من ذرات ال (31.0 g P) موجودة في 1 mol من المادة. بما أن 0.086 g من P موجودة في 100 g من المادة، فإن 31.0 g P توجد في

$$36.000\ \text{g} = \frac{31.0}{0.086}\ (100\ \text{g})$$ من المادة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

133.4 تم تحضير مركّب عضوي يحتوي على الأقل على ذرة كبريت واحدة أو على الأكثر ذرتي كبريت في الجزيء. لا يحتوي المركب على أزوت إلا انه يمكن للأكسجين أن يتواجد فيه. كان الوزن المحدَّد بالمطيافيّة الكتليّة لكسرة أيون يساوي u 111.028. (أ) ما هي الصيغ المسموح بها والمتجانسة مع العدد الكتلي 111 ومع الحقائق الخاصة بالتركيبة الآلية؟ (ب) ما هي صيغة الأيون؟

■ (أ) يكون الهيكل غير الهيدروجيني مكوّناً من العناصر C و O و S. يمكن خفض عدد الهياكل الممكنة بواسطة الاعتبارات التالية. (i) العدد الأقصى لذرات الكربون هو 8، إذ أن العدد الكتلي لـ 7 كربونات زائد كبريت واحد سيكون 116، فائضاً عن القيمة المعطاة. (ii) العدد الأقصى لذرات الهيدروجين هو $2n(C) + 2 = 14$. (iii) لذا يجب أن يساهم الهيكل (C,O,S) في العدد الكتلي بما بين 97 و 111 ضمناً. (ب) من بين الصيغ الأربع المتّفقة مع العدد الكتلي المعلوم، لا يوجد سوى C_5SH_7 منسجماً مع الوزن الدقيق للأيون.

الجدول 1.4

(1) هيكل (C, O, S)	(2) الرقم الكتلي للهيكل	(3) 111- (2)	(4) n (H,max)	(5) الصيغة	(6) الوزن النويدي
CO_4S	108	3	4	CO_4SH_3	110.975
CO_3S_2	108	3	4	$CO_3S_2H_3$	110.957
C_2O_3S	104	7	6		
C_2OS_2	104	7	6		
C_3O_2S	100	11	8		
C_3OS_2	100	11	8		
C_4OS	96	15	10		
C_5OS	108	3	12	C_5OSH_3	110.993
C_5S	104	7	14	C_5SH_7	111.027

134.4 وسيط في تركيب قلواني متواجد طبيعياً له وزن جزيئي محدّد بالمطيافية الكتلية يساوي 205.147. يعرف عن المركّب بأنه لا يحتوي على أكثر من ذرة أزوت واحدة وذرتي أكسجين في الجزيء. (أ) ما هي أكثر الصيغ الجزيئية ترجيحاً لهذا المركّب؟ (ب) كم يجب أن تكون دقة القياس لتفادي الصيغة التالية للصيغة الأكثر ترجيحاً؟

■ (أ) وضعت الصيغ الممكنة وأوزانها الجزيئية MW النويدية في جدول. الصيغة المرجّحة هي $C_{13}H_{19}NO$. (الوزن الجزيئي النويدي هو 205.147).

الصيغة	MW	الصيغة	MW
$C_{14}H_{21}O$	205.159	$C_{12}H_{15}NO_2$	205.110
$C_{14}H_{23}N$	205.183	$C_{13}H_9NO_2$	205.016
$C_{15}H_{11}N$	205.089	$C_{13}H_{17}O_2$	205.123
$C_{15}H_9O$	205.065	$C_{13}H_{19}NO$	205.147
$C_{16}H_{13}$	205.102	$C_{14}H_5O_2$	205.029

(ب) الوزن الجزيئي التالي الأقرب هو 205.159 لـ $C_{14}H_{21}O$. يجب ألا يتعدى مدى الريبة في القيمة التجريبية نصف الفارق بين 205.147 و 205.159، أي انه يجب أن يقل عن 0.006 أو حوالي جزء واحد في 35 000 جزء.

135.4 فُكّك إستر عضوي داخل مطياف كتلي. الناتج عن التفكك الشاردي الوزن الصيغي 117.090. ما هي صيغة هذا الناتج، إن كان معلوم مسبقاً أن العناصر المكوّنة المحتملة الوجودة هي C و O و H وأنه لا يوجد في الجزيء أكثر من 4 ذرات أكسجين؟

■ لاحظ أن هذه المعلومات خاصة بكسر من الإستر. وُضعت الصيغ الممكنة مع الأوزان الصيغية FW النويدية الدقيقة في جدول.

الصيغة	FW	الصيغة	FW
$C_6H_{13}O_2$	117.092	C_8H_9	117.070
$C_5H_9O_3$	117.055	C_7H_5O	117.034
$C_4H_5O_4$	117.019	C_7HO_2	116.997

الصيغة الموجودة هي $C_6H_{13}O_2$.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

136.4 استُخرج قلواني من بذور نبتة وصفي. ظهر بأن الجزيء يحتوي على ذرة من الآزوت وما لا يزيد عن 4 ذرات من الأكسج
يحتوي على عناصر أخرى باستثناء C و H. الوزن الجزيئي النويدي المحدّد بالمطيافية الكتلية يساوي 297.140. (أ) كم يم
الصيغ الجزيئية المتهانسة مع العدد الكتلي 297 والحقائق المعروفة الأخرى باستثناء الوزن الجزيئي الدقيق؟ (ب) ما هي ا
الجزيئية المرجّحة؟

■ سُردت الصيغ مع الأعداد الكتلية الكلية الصحيحة في الجدول أدناه إضافة إلى الأوزان الجزيئية النويدية الدقيقة. يبر
صيغة مماثلة وأكثر ترجيحاً هي $C_{19}H_{39}O_3N$.

MW	الصيغة	MW	الصيغة	MW	الصيغة
297.115	$C_{21}H_{15}ON$	297.043	$C_{19}H_5O_3N$	297.194	$C_{16}H_{27}O_4N$
297.246	$C_{21}H_{31}N$	297.173	$C_{16}H_{23}O_2N$	297.100	$C_{17}H_{13}O_4N$
297.021	$C_{22}H_3ON$	297.303	$C_{19}H_{39}ON$	297.230	$C_{17}H_{31}O_3N$
297.152	$C_{22}H_{19}N$	297.079	$C_{20}H_{11}O_2N$	297.006	$C_{18}H_3O_4N$
297.058	$C_{23}H_7N$	297.209	$C_{20}H_{27}ON$	297.137	$C_{18}H_{19}O_3N$
		297.340	$C_{20}H_{43}N$	297.267	$C_{18}H_{35}O_2N$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الفصل 5
البنية الحديثة للذرة

5.1 خلفية فيزيائية

تحويلات الوحدات:

$$1\ \text{J} = 1\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2 = 10^7\ \text{ergs} \qquad 1\ \text{J} = 1\ \text{V} \times 1\ \text{C} \qquad 1\ \text{eV} = 1.60 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

إذا كانت شحنة جُسَيْم ما، سبق تسريعه بجهد ما مساوية في المقدار لشحنة إلكترون، يكون عدد الفلطات الإلكترونية للطاقة مساوياً عددياً للجهد المقدّر بالفلط.

طاقة إلكترون واحد سُرِّع بفلط واحد (1 V) = 1 eV

طاقة إلكترون واحد سُرِّع بالمجهول x من الفلطات (x V) = 1 eV

5.1 حوِّل وحدة الكتلة الذرية (u) إلى كيلوغرام (kg).

■ تعريفاً، تساوي كتلة مول من ^{12}C القيمة 0.012 0000 kg. بما أنه يوجد 6.03×10^{23} ذرة في 1 mol تساوي كتلة كل واحدة منها 12.00 u.

$$12.00\ \text{u} = \frac{0.0120000\ \text{kg}}{6.03 \times 10^{23}} \quad \Rightarrow \quad 1\ \text{u} = \frac{0.0120000\ \text{kg}}{12.00(6.03 \times 10^{23})} = 1.66 \times 10^{-27}\ \text{kg}$$

3.5 ماذا أثبت اختبار راذرفورد لاستطارة جسيمات ألفا؟

■ تحتوي الذرات على مراكز ضخمة ذات شحنة موجبة هي النويّات.

3.5 في اختبار لقياس شحنة الإلكترون، وُجدت قيم الشحنة التالية على قطيرات زيت (بوحدات عشوائية):

$$-1.6 \times 10^{-19} \qquad -2.4 \times 10^{-19} \qquad -4.0 \times 10^{-19}$$

ما هي قيمة الشحنة الإلكترونية التي تشير إليها هذه النتائج (بنفس الوحدات)؟

■ -0.8×10^{-19}، العامل المشترك الأكبر للقيم المعطاة.

4.5 يبعد إلكترون عن جسم، تساوي شحنته +1.0 C، مسافة 2.0 m. احسب قوة الجاذبية بينهما. تساوي شحنة الإلكترون -1.6×10^{-19} C.

■ $$f = k\frac{q_1 q_2}{d^2} = (9.0 \times 10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)\left(\frac{(-1.6 \times 10^{-19}\ \text{C})(1.0\ \text{C})}{(2.0\ \text{m})^2}\right) = -3.6 \times 10^{-10}\ \text{N}$$

تدل الإشارة السالبة ضمناً على قوة جاذبة.

5.5 ما هو مقدار الطاقة الذي سيطلق عند اقتراب أيون (شاردة) صوديوم من أيون (شاردة) كلوريد كانتا أصلاً على مسافة لا متناهية أحدهما من الأخرى، بحيث أصبحتا على بعد 2.76 Å (أقصر مسافة اقتراب في بلورة من كلوريد الصوديوم)؟ 1 Å = 1×10^{-10} m. إفترض أن الأيونات (الشوارد) تحمل كشحنات نقطية لكل منها مقدار من 1.60×10^{-19} C (الشحنة الإلكترونية).

■ $$E = k\frac{q_1 q_2}{d} = \left(\frac{9.0 \times 10^9\ \text{J}\cdot\text{m}}{\text{C}^2}\right)\left(\frac{(1.60 \times 10^{-19}\ \text{C})^2}{2.76 \times 10^{-10}\ \text{m}}\right) = 8.3 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

تتماثل هذه الطاقة مع 119 kcal لكل مول من أزواج أيون (شاردة) Na^+، Cl^-. يوجد بالطبع في بلورة من NaCl تجاذبات بين أيون (شاردة) معطى وعدة أيونات (شوارد) من الشحنة المقابلة إضافة إلى تنافرات الأيونات بين الشوارد ذات الشحنات المتشابهة. إذن بالنسبة لمول من أزواج أيونية (شاردية) في بلورة ما، تساوي طاقة التجاذب 185 kcal/mol، أي أكبر بما يوازي 1.5 أضعاف.

6.5 ما هو الاختبار الذي نفى نموذج طومسون للذرة كمزيج متلاف من الجُسَيْمات السلبية والإيجابية؟

■

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7.5 يساوي مقدار شحنة الإلكترون 4.8×10^{-10} esu، ما هو مقدار شحنة البروتون؟ شحنة نواة ذرة هيليوم؟

■ بما أن شحنة البروتون تساوي مقدار شحنة الإلكترون، تساوي الشحنة كذلك 4.8×10^{-10} esu. بما أن نواة هيليوم تحتوي على بروتونين، فإن شحنتها تساوي 9.6×10^{-10} esu.

8.5 احسب القوة بين جسيمين يبعدان عن بعضهما البعض مسافة 2.00 cm وتساوي شحنة كل منهما 1.0×10^{-5} C.

■
$$f = k\frac{q_1 q_2}{d^2} = (9.0 \times 10^9\ \text{J·m/C}^2)\frac{(1.0 \times 10^{-5}\ \text{C})^2}{(0.0200\ \text{m})^2} = 2.2 \times 10^3\ \text{J/m} = 2.2 \times 10^3\ \text{N}$$

9.5 قرصان من الكربون وزنهما 1.0 g يبعد احدهما عن الآخر مسافة 1.00 cm ويحملان شحنتين متقابلتين متساويتين في المقدار، أوجد بينهما قوة تساوي 1.00×10^{-5} N. إحسب نسبة الإلكترونات الفائضة إلى العدد الكلي للذرات الموجودة على القرص الشحنة السلبية.

■
$$f = kq_1q_2/r^2 \quad \Rightarrow \quad q_1q_2 = fr^2/k$$
$$q_1 = q_2 = \sqrt{fr^2/k} = \sqrt{(1.00 \times 10^{-5}\ \text{N})(0.0100\ \text{m})^2/(9.0 \times 10^9\ \text{J·m/C}^2)}$$
$$= 3.3 \times 10^{-10}\ \text{C}$$ على كل قرص

$$(3.3 \times 10^{-10}\ \text{C})\left(\frac{1\ \text{إلكترون}}{1.60 \times 10^{-19}\ \text{C}}\right) = 2.1 \times 10^9\ \text{إلكترون}$$

$$(1.0\ \text{g})\left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{ذرة}}{12.0\ \text{g}}\right) = 5.0 \times 10^{22}\ \text{ذرة}$$

$$\frac{2.1 \times 10^9\ \text{إلكترونات زائدة}}{5.0 \times 10^{22}\ \text{ذرة}} = 4.2 \times 10^{-14}\ \text{ذرة/إلكترون}$$

لاحظ عدد الإلكترونات الضئيل نسبياً الذي يمكن ان يمثل قوة قابلة للقياس. لا يمكن بأي حال من الأحوال اعتبار ذرات الكربون شوارداً.

10.5 إحسب الطاقة اللازمة لتحريك جسم ذي شحنة سلبية تساوي 1.0×10^{-10} C من مسافة بعيدة إلى نقطة (أ) على بعد 1.0 cm من جسم حامل لشحنة سلبية تساوي 1.0 C. (ب) على بعد 0.10 cm من جسم حامل شحنة سلبية تساوي 1.0 C. (ج) الموضع (أ) إلى الموضع (ب). (د) كيف يمكن ان تتغير الإجابة على (أ) في حال كان الجسم الأول يحمل شحنة إيجابية؟

■
$$E = k\frac{q_1q_2}{d}$$

(أ)
$$E = (9.0 \times 10^{11}\ \text{J·cm/C}^2)\frac{(1.0 \times 10^{-10}\ \text{C})(1.0\ \text{C})}{1.0\ \text{cm}} = 90\ \text{J}$$

(ب)
$$E = (9.0 \times 10^{11}\ \text{J·cm/C}^2)\frac{(1.0 \times 10^{-10}\ \text{C})(1.0\ \text{C})}{0.10\ \text{cm}} = 900\ \text{J}$$

(ج) $\Delta E = (900\ \text{J}) - (90\ \text{J}) = 810\ \text{J}$

(د) تكون الطاقة 810 J قد تحررت عوضاً عن أن تكون لازمة.

11.5 (أ) هل يلزم المزيد من الطاقة لتحريك جسم سلبي الشحنة من مسافة 3.0 cm إلى 2.0 cm من جسم ثانٍ سلبي الشحنة مسافة 2.0 cm إلى 1.0 cm من جسم ثانٍ؟ إشرح. (ب) هل يلزم المزيد من الطاقة لتحريك جسم مشحون من منتصف المسافة بين لوحتين متوازيتين مشحونتين حتى مسافة 1.0 cm باتجاه الصفيحة السلبية أو من هذا الموضع الثاني إلى موضع آخر على الصفيحة الموجبة بمسافة 1.0 cm؟ إشرح.

■ (أ) يمكن التعبير عن الطاقة المطلوبة لتحريك الجسم المشحون من مسافة لا متناهية إلى مسافة معينة بدلالات المسافة بواسطة المعادلة

$$E = \text{ثابت}/d$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\frac{\text{ثابت}}{2.0\text{ cm}} - \frac{\text{ثابت}}{3.0\text{ cm}} = \text{ثابت} \left(\frac{1}{2.0} - \frac{1}{3.0}\right) = 6.0/\text{ثابت}$$

وينطبق الأمر نفسه على الفارق بين 20 cm و 1.0 cm:

$$\frac{\text{ثابت}}{1.0\text{ cm}} - \frac{\text{ثابت}}{2.0\text{ cm}} = 2.0/\text{ثابت}$$

بما أن ½ أكبر من ⅙، فإن الطاقة المطلوبة لتحريك الجسم المشحون من مسافة 2.0 cm إلى 1.0 cm تكون أكبر من تلك اللازمة لتحريكه من مسافة 3.0 cm إلى 2.0 cm. (ب) خلافاً لذلك، تخضع شحنة في حقل كهربائي منتظم لقوة لا علاقة لها مع وضعها في الحقل؛ لذا فإن التحركين المطلوبين يتطلبان طاقتين متساويتين.

12. ما هو تأثير حقل مغنطيسي، في حال وجوده، على (أ) شحنة كهربائية ساكنة في الحقل؟ (ب) شحنة كهربائية متحركة خلال الحقل؟

(أ) لا تأثير. (ب) تولّد شحنة كهربائية متحركة حقلها المغنطيسي الخاص الذي سيتفاعل معه الحقل المغنطيسي الخارجي فينشىء قوة متعامدة على الاتجاه الأصلي للحركة.

13. لماذا تتوقف نسبة الشحنة إلى الكتلة للأشعة الموجبة على الغاز المتبقي في أنبوب تفريغ؟ لماذا تكون نسبة الشحنة إلى الكتلة هي نفسها لكافة الأشعة المهبطية (الكاثودية)؟

■ تتكوّن الأشعة المهبطية (الكاثودية)، بغض النظر عن مصدرها، من إلكترونات ـ لها نفس نسبة الشحنة إلى الكتلة. قد يكون للأيونات (للشوارد) المتبقية بعد فقد الإلكترونات مقدار الشحنة نفسه، ولكن تكون كتلها مختلفة. لذا سيكون لها نسب مختلفة للشحنة إلى الكتلة.

14. اذكر أربع طرق على الأقل تختلف فيها الأشعة (القنوية) الموجبة عن الأشعة المهبطية (للكاثودية).

	الأشعة القنوية	الأشعة المهبطية
إشارة الشحنة	موجبة	سلبية
e/m	متغيرة، مرتبطة بالشوارد	قيمة محدّدة
الكتلة	متغيرة، مرتبطة بالشوارد	قيمة محدّدة
مقدار الشحنة	غالباً + 1، أحياناً + 2، + 3...	دائماً − 1

15. أحسب نسبة البروتونات في النويات الذرية إلى ذرات الصوديوم في عينة من NaCl. هل من الضروري أن يعرف حجم العينة والعدد الكلي للأيونات (للشوارد) في العينة، أو العدد الكلي للبروتونات في العينة؟ لتحديد نسبة الشحنة إلى الكتلة في الإلكترون، هل من الضروري معرفة الشحنة أو كتلة الإلكترون؟ ما هي الظروف التي تسمح فيها قوى الحقلين المغنطيسي والكهربائي المطبقين في أنبوب أشعة مهبطية، في تحديد نسبة الشحنة إلى الكتلة للإلكترون؟

■ لكل مول من NaCl يوجد

$$\frac{(11 + 17)\text{ مول من البروتونات}}{1\text{ مول من ذرات Na}} = \frac{28}{1}\text{ نسبة مولية.}$$

يكون حجم العينة عديم الأهمية في تحديد نسبة المولية؛ فمثلاً إذا ضاعف المرء حجم العينة، فإنه يضاعف كلا من عدد البروتونات وعدد ذرات الصوديوم، تبقى نسبة المولية هي نفسها.

عُرفت نسبة e/m قبل معرفة كل من e أو m؛ ويبدو أنه ليس من الضروري أن نُعرّف القيم الفردية لتحديد e/m. تحدّد نسبة e/m باستخدام قوى مغنطيسية وكهربائية متساوية على الإلكترونات المتحركة.

I. إن الإلكترون ـ فلط (eV) هو الطاقة الضرورية لتحريك شحنة إلكترونية (e) من خلال جهد 1 V بالضبط. عبّر عن هذه الطاقة (أ) بالجول J (ب) بالكيلو حريرة kcal لكل مول من الإلكترونات (ج) بالكيلو جول kJ لكل مول من الإلكترونات.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(ب) $(1.60 \times 10^{-19}\ \text{J})\left(\frac{1\ \text{kcal}}{4184\ \text{J}}\right)\left(\frac{6.023 \times 10^{23}}{\text{mol}}\right) = 23.0\ \text{kcal/mol}$

(ج) $(1.60 \times 10^{-19}\ \text{J})\left(\frac{1\ \text{kJ}}{10^{3}\ \text{J}}\right)\left(\frac{6.023 \times 10^{23}}{\text{mol}}\right) = 96.4\ \text{kJ/mol}$

17.5 في اختبار لقطرة الزيت، ظهرت الشحنات التالية (بوحدات اختيارية) على سلسلة من قطيرات الزيت: 2.3×10^{-15}، 1.38×10^{-14}، 6.90×10^{-15}، 5.75×10^{-15}، 3.45×10^{-15}، 1.96×10^{-14}. إحسب مقدار الشحنة على الإلكترون (بالوحدات نفسها).

■ 1.15×10^{-15} وهو العدد الأكبر الذي يقسم كل الشحنات المذكورة بالتساوي (أصغر الشحنات المذكورة هي 2.30×10^{-15}). إلا أن هذه الشحنة لا تنقسم إلى كل الشحنات الأخرى عدداً موزوجاً من المرات، لذا فإن 2.30×10^{-15} يجب أن يمثل شحنة إلكترونين (بوحدات اختيارية).

18.5 على افتراض أن الزيت كان غير متطاير بما فيه الكفاية، هل من الممكن إجراء إختبار ميليكان لقطرة الزيت في جهاز مفرّغ؟ إشرح.

■ كلا، يجب أن تصل كل قطيرات الزيت إلى سرعة حدية كي يصبح بالإمكان تقدير أوزانها بواسطة قانون ستوكس. في غياب الهواء، لا يوجد أي طريقة مناسبة لتحديد أوزانها، وتصبح عندها قوة الحقل الكهربائي غير معروفة بدقة.

19.5 في اختبار لقطرة زيت، ظهر بأن السرعة الحدية لقطيرة زيت تساوي 1.00 mm/s. كثافة الزيت 0.850 g/cm³ ولزوجة الهواء (η) هي 1.83×10^{-5} N·s/m². احسب كتلة قطيرة زيت ونصف قطرها.

■
$$d = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi r^3} \qquad m = \frac{4}{3}\pi d r^3 \qquad v = \frac{mg}{6\pi\eta r} = \frac{(\frac{4}{3}\pi d r^3)g}{6\pi\eta r} = \frac{2}{9}\frac{d r^2 g}{\eta}$$

$$r = \sqrt{\frac{9\eta v}{2dg}} = \sqrt{\frac{9(0.00100\ \text{m/s})(1.83 \times 10^{-5}\ \text{N·s/m}^2)}{2(0.850 \times 10^{3}\ \text{kg/m}^3)(9.80\ \text{m/s}^2)}} = 3.14 \times 10^{-6}\ \text{m}$$

$$m = \frac{4}{3}\pi d r^3 = (1.33)(3.14)(0.850 \times 10^{3}\ \text{kg/m}^3)(3.14 \times 10^{-6}\ \text{m})^3 = 1.10 \times 10^{-13}\ \text{kg}$$

20.5 على الرغم من أن جُسَيْمات ألفا لها شحنة كبيرة، إلا أن جُسَيْمات بيتا تنحرف أكثر من جُسَيْمات ألفا في حقل كهربائي معيّن. إشرح ما تمت ملاحظته.

■ تكون جُسَيْمات بيتا أقل كتلة جداً لذا فإن نسبة الشحنة إلى الكتلة تكون أكبر بالرغم من شحناتها الصغيرة.

21.5 يمكن تقرير نصف قطر R نواة بالسنتمتر cm بواسطة

$$R = 1.4 \times 10^{-13} A^{1/3}$$

حيث A هو العدد الكتلي للذرة. أحسب الكثافة التقريبية لنواة بولونيوم - 210.

■
$$R = (1.4 \times 10^{-13})(210)^{1/3} = 8.3 \times 10^{-13}\ \text{cm}$$

22.5 إن الأطوال الموجية المميزة للأشعة السينية لخطوط سلسلة K_α في المغنيزيوم والكروم هي على التوالي 9.87 Å و 2.29 Å. جد انطلاقاً من هذه القيم الثابتتين a و b في معادلة موسلي وتنبأ بالأطوال الموجية للأشعة السينية في سلسلة السترونسيوم والكلور.

■
$$\sqrt{\nu} = a(Z - b)$$

$$\nu_{Mg} = \frac{c}{\lambda} = \left(\frac{3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s}}{9.87\ \text{Å}}\right)\left(\frac{10^{10}\ \text{Å}}{\text{m}}\right) = 3.04 \times 10^{17}/\text{s} = 3.04 \times 10^{17}\ \text{Hz}$$

$$\nu_{Cr} = 1.31 \times 10^{18}\ \text{Hz}$$

$$\sqrt{\nu_{Mg}} = 5.51 \times 10^{8}$$

$$\sqrt{\nu_{Cr}} = 1.14 \times 10^{9}$$

$$5.51 \times 10^{8} = a(12 - b)$$

$$1.14 \times 10^{9} = a(24 - b)$$

قسمة المعادلة الثانية بالأولى لإزالة a تعطي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\frac{1.14 \times 10^9}{5.51 \times 10^8} = \frac{24 - b}{12 - b} = 2.07$$

$$24 - b = 2.07(12 - b) = 24.8 - 2.07b$$

$$b = 0.75$$

إحلال قيمة b داخل المعادلة الأولى أعلاه يعطي

$$5.51 \times 10^8 = a(12 - 0.75) = 11.25a$$

$$a = \frac{5.51 \times 10^8}{11.25} = 4.90 \times 10^7$$

يمكن التحقق من هذه القيم باستخدام المعادلة الثانية

$$1.14 \times 10^9 = 4.90 \times 10^7(24 - 0.75) = 1.14 \times 10^9$$

وبما ان قيمة a و b اصبحتا معلومتين:

$$\sqrt{\nu_{Sr}} = 4.90 \times 10^7(38 - 0.75) = 1.825 \times 10^9$$

$$\sqrt{\nu_{Cl}} = 4.90 \times 10^7(17 - 0.75) = 7.96 \times 10^8$$

$$\nu_{Sr} = 3.33 \times 10^{18}\ \text{Hz}$$

$$\nu_{Cl} = 6.34 \times 10^{17}\ \text{Hz}$$

$$\lambda_{Sr} = c/\nu = \left(\frac{3.00 \times 10^8\ \text{m/s}}{3.33 \times 10^{18}\ \text{s}^{-1}}\right)\left(\frac{10^{10}\ \text{Å}}{\text{m}}\right) = 0.901\ \text{Å}$$

$$\lambda_{Cl} = \left(\frac{3.00 \times 10^8\ \text{m/s}}{6.34 \times 10^{17}\ \text{s}^{-1}}\right)\left(\frac{10^{10}\ \text{Å}}{\text{m}}\right) = 4.73\ \text{Å}$$

الضوء

حدّد ترددات الضوء للأطوال الموجية التالية: (أ) 1.0 Å (ب) 5000 Å (ج) 4.4 μm (د) 89 m (هـ) 562 nm.

■ المعادلة الأساسية لكل هذه المسائل هي $\nu = c/\lambda = (2.998 \times 10^8\ \text{m/s})/\lambda$.

(أ) $\nu = \dfrac{3.0 \times 10^8\ \text{m/s}}{(1.0\ \text{Å})(10^{-10}\ \text{m/Å})} = 3.0 \times 10^{18}\ \text{s}^{-1} = 3.0 \times 10^{18}\ \text{Hz}$

(ب) $\nu = \dfrac{2.998 \times 10^8\ \text{m/s}}{(5000\ \text{Å})(10^{-10}\ \text{m/Å})} = 5.996 \times 10^{14}\ \text{Hz} = 599.6\ \text{THz}$

(ج) $\nu = \dfrac{3.00 \times 10^8\ \text{m/s}}{4.4 \times 10^{-6}\ \text{m}} = 6.8 \times 10^{13}\ \text{Hz} = 68\ \text{THz}$

(د) $\nu = \dfrac{3.00 \times 10^8\ \text{m/s}}{89\ \text{m}} = 3.4 \times 10^6\ \text{Hz} = 3.4\ \text{MHz}$

(هـ) $\nu = \dfrac{2.998 \times 10^8\ \text{m/s}}{562 \times 10^{-9}\ \text{m}} = 5.33 \times 10^{14}\ \text{Hz} = 533\ \text{THz}$

(أ) ما هو التغير في الطاقة لكل مول من الذرات الذي يمكن ربطه بالانتقال الذري المؤدي إلى إشعاع عند 1 Hz؟ (ب) ما هي العلاقة بين الإلكترون - قلط والطول الموجي بالنانومتر nm للفوتون المكافيء له طاقياً؟

■ (أ) إن كانت كل ذرة N_A تعطي فوتوناً واحداً من 1-Hz

$$\Delta E = N_A(h\nu) = (6.022) \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}\ \text{J.s})(1.00\ \text{s}^{-1}) = 3.990 \times 10^{-10}\ \text{J.mol}^{-1}$$

بما ان ΔE و ν متناسبان، يمكن معاملة النسبة

$$\frac{3.990 \times 10^{-10}\ \text{J·mol}^{-1}}{1\ \text{Hz}}$$

على انها «عامل التحويل» بين Hz و J.mol^{-1}.

(ب) لنبحث أولاً عن التردد المكافيء للقيمة 1 eV إنطلاقاً من معادلة بلانك، ثم نبحث عن الطول الموجي انطلاقاً من التردد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\nu = \frac{E}{h} = \frac{1.6022 \times 10^{-19}\ \text{J}}{6.626 \times 10^{-34}\ \text{J·s}} = 2.4180 \times 10^{14}\ \text{s}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{2.998 \times 10^{8}\ \text{m·s}^{-1}}{2.4180 \times 10^{14}\ \text{s}^{-1}} = (1.2398 \times 10^{-6}\ \text{m})(10^{9}\ \text{nm/m}) = 1239.8\ \text{nm}$$

وبسبب التناسب العكسي بين الطول الموجي والطاقة، يمكن كتابة العلاقة

$$\mu\varepsilon = hc = 1239.8\ \text{nm·eV}$$

25.5 ما هو مكافىء وحدة الطاقة $1.00\ \text{cm}^{-1}$ في (أ) J لكل فوتون (ب) kcal لكل مول من الفوتونات، (ج) kJ لكل مول من الفوتونات؟

(أ) $E = h\nu = hc/\lambda = hc\bar{\nu} = (6.62 \times 10^{-34}\ \text{J·s})(3.00 \times 10^{10}\ \text{cm/s})(1.00\ \text{cm}^{-1}) = 1.99 \times 10^{-23}\ \text{J}$ ■

(ب) $\left(\frac{1.99 \times 10^{-23}\ \text{J}}{\text{photon}}\right)\left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{photons}}{\text{mol}}\right)\left(\frac{1\ \text{cal}}{4.184\ \text{J}}\right)\left(\frac{1\ \text{kcal}}{10^{3}\ \text{cal}}\right) = 2.86 \times 10^{-3}\ \text{kcal/mol}$

(ج) $\left(\frac{1.99 \times 10^{-23}\ \text{J}}{\text{photon}}\right)\left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{photons}}{\text{mol}}\right)\left(\frac{1\ \text{kJ}}{10^{3}\ \text{J}}\right) = 1.20 \times 10^{-2}\ \text{kJ/mol}$

26.5 يساوي الطول الموجي لحزمة ضوئية 24.0 μm. ما هو (أ) طولها الموجي بالسنتمتر cm (ب) تردداها (ج) رقمها الموجي (د) طاقة أحد فوتوناتها؟

(أ) $24.0\ \mu\text{m} = 24.0 \times 10^{-6}\ \text{m} = 2.40 \times 10^{-3}\ \text{cm}$ ■

(ب) $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^{10}\ \text{cm/s}}{2.40 \times 10^{-3}\ \text{cm}} = 1.25 \times 10^{13}\ \text{Hz}$

(ج) $\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{2.40 \times 10^{-3}\ \text{cm}} = 4.17 \times 10^{2}\ \text{cm}^{-1}$

(د) $E = h\nu = (6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})(1.25 \times 10^{13}\ \text{s}^{-1}) = 8.29 \times 10^{-21}\ \text{J}$

27.5 كم يبلغ عدد فوتونات الضوء ذات طول موجي من 4000 Å الضرورية لتوفير طاقة من 1.00 J؟

$$\frac{1.00\ \text{J}}{4.97 \times 10^{-19}\ \text{J/فوتون}} = 2.0 \times 10^{18}\ \text{فوتون}$$ ■

28.5 احسب بالنسبة للأطوال الموجية الأطول والأقصر لضوء مرئي (أ) الطول الموجي (ب) العدد الموجي (ج) J/mol (د) فوتون/إرغ (هـ) التردد (و) kcal/مول من الفوتونات.

(أ) الطول الموجي الأطول الضوء المرئي هو 7000 Å ومقلوبه الموجي الأقصر هو 4000 Å ■

(ب) $\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \left(\frac{1}{7000\ \text{Å}}\right)\left(\frac{1 \times 10^{8}\ \text{Å}}{\text{cm}}\right) = 1.428 \times 10^{4}\ \text{cm}^{-1}$

$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \left(\frac{1}{4000\ \text{Å}}\right)\left(\frac{1 \times 10^{8}\ \text{Å}}{\text{cm}}\right) = 2.500 \times 10^{4}\ \text{cm}^{-1}$

(ج) $(1.428 \times 10^{4}\ \text{cm}^{-1})\left(\frac{1.20 \times 10^{-2}\ \text{kJ/mol}}{\text{cm}^{-1}}\right)\left(\frac{10^{3}\ \text{J}}{\text{kJ}}\right) = 1.71 \times 10^{5}\ \text{J/mol}$

$(2.500 \times 10^{4}\ \text{cm}^{-1})\left(\frac{1.20 \times 10^{-2}\ \text{kJ/mol}}{\text{cm}^{-1}}\right)\left(\frac{10^{3}\ \text{J}}{\text{kJ}}\right) = 3.00 \times 10^{5}\ \text{J/mol}$

(د) $(1.428 \times 10^{4}\ \text{cm}^{-1})\left(\frac{\quad\quad\ \text{erg}}{\text{cm}^{-1}}\right) = 2.84 \times 10^{-12}\ \text{erg}$

$\nu = \frac{c}{\lambda} = \left(\frac{3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s}}{7000\ \text{Å}}\right)\left(\frac{10^{10}\ \text{Å}}{\text{m}}\right) = 4.29 \times 10^{14}\ \text{Hz}$

بالنسبة لضوء طوله الموجي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(د) $(1.428 \times 10^4\ \text{cm}^{-1})\left(\dfrac{2.86 \times 10^{-3}\ \text{kcal/mol}}{\text{cm}^{-1}}\right) = \dfrac{40.8\ \text{kcal}}{\text{mol}}$

↑
انظر المسألة 25.5 (ب)

بالنسبة لضوء طوله الموجي 4000 Å، 71.5 kcal/mol.

29. أي مما يلي له علاقة بالضوء على انه حركة موجية، او بالضوء على انه تيار من الجسيمات، او بالاثنين؟

■ (أ) الانعراج (ب) التداخل (د) التأثير الكهر ضوئي $E = mc^2$ (د) $E = h\nu$ (هـ).

■ (أ) الحركة الموجية (ب) الحركة الموجية (ج) الجُسَيْمات (د) الجُسَيْمات (هـ) الإثنان. (في المعادلة $E = h\nu$، تشير E إلى طاقة كل فوتون ضوئي بينما تشير ν إلى تردد الموجات الضوئية).

30. أي مما يلي له الطاقة الأكبر ـ فوتون ضوء بنفسجي او فوتون ضوء أخضر؟

■ للضوء البنفسجي طول موجي أقصر وبالتالي طاقة أكبر.

$$E = h\nu = hc/\lambda$$

31. كم يبلغ عدد فوتونات ضوء طوله الموجي 7000 Å المكافئة لطاقة من 1.00 J؟

■

$$\left(\frac{1.00\ \text{J}}{1.71 \times 10^5\ \text{J/mol}}\right)\left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{photons}}{\text{mol}}\right) = 3.52 \times 10^{18}\ \text{photons}$$

↑
انظر المسألة 28.5 (ج).

32. إن كان عقرب الساعة الثاني يدور 60 دورة/ الساعة h، ما هي دورته T (الزمن المطلوب لإتمام دورة واحدة)؟ ما هي العلاقة بين التردد والدورة؟ وبين وحداتهما؟

■

$$\frac{60\ \text{دورة}}{\text{h}} = \frac{60}{\text{h}}\left(\frac{1\ \text{h}}{60\ \text{min}}\right) = 1\ \text{min}^{-1}$$

$$\text{دورته} = T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{1\ \text{min}^{-1}} = 1\ \text{min}$$

الدورة والتردد معكوسان أحدهما للآخر؛ فوحداتهما مثلاً s و $\text{s}^{-1} = \text{Hz}$.

33. عند مشاهدة ضوء أبيض، مرّ من خلال بخار صوديومي، عبر مطياف، يكون للطيف المشاهد خطاً قاتماً عند 5890 Å. إشرح هذه الظاهرة.

■ إن ضوءاً ذا طول موجي يساوي 5890 Å له بالتحديد الطاقة التي تمتصها ذرة الصوديوم لرفع إلكترونه الطرفي من مستواه الأرضي إلى مستوى أعلى.

34. باستعمالك موجة صوتية كمثال، صف بتعابير مألوفة ودقيقة كلاً من إضطراب الوسط، السرعة، السعة، والتردد. إشرح لماذا تبدو طبقة الصوت أعلى عند تحرك مصدر الصوت مقترباً نحوك، لكنها تبدو أكثر انخفاضاً عن تحرك مصدره مبتعداً عنك.

■ يكون الهواء هو الوسيط عادة، إلا أن الصوت ينتقل أيضاً عبر الجوامد والسوائل وكذلك عبر غازات أخرى. ولكنه لا ينتقل عبر الفراغ. السرعة في الهواء، او السرعة التي تنتشر فيها الحركة الموجية تباغ حوالي 800 ft/s. ويمكن رؤية البرق قبل سماع رعده بسبب الانخفاض النسبي لسرعة الصوت بالمقارنة مع سرعة الضوء اللحظية تقريباً. إن سعة الصوت هي جهارته. يحدّد تردد الصوت طبقته. فكلما ارتفع التردد، ارتفعت طبقته. تبدو الطبقة مرتفعة عندما يتحرك مصدر الصوت نحوك لأن الصوت أُصْدر بعد إقتراب المصدر مسافة معينة وقصرت بالتالي المسافة التي كان سيجتازها فوصل بشكل مبكر عما كان سيفعله. أي ان التردد ارتفع. راجع ثانية دوبلر للحصول على المزيد من الشروحات المفصلة.

35. لقد ظهر أن جزيئات اليود الغازي تتفكك إلى ذرات منفصلة بعد امتصاص الضوء عند أطوال موجية أقل من 4995 Å. إذا كان كلٌ كمٌ ممتصاً بواسطة جزيء من I_2، ما هو الحد الأدنى، بوحدات kcal/mol الضروري لتفكيك I_2 بواسطة هذه الطريقة الضوء كيميائية؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ $$E(\text{per mol}) = N_A(h\nu) = \frac{N_A hc}{\lambda} = \frac{(6.022 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1})(6.626 \times 10^{-34}\ \text{J·s})(2.998 \times 10^{8}\ \text{m·s}^{-1})}{4995 \times 10^{-10}\ \text{m}}$$

$$= (239.5\ \text{kJ/mol})\left(\frac{1\ \text{kcal}}{4.184\ \text{kJ}}\right) = 57.2\ \text{kcal/mol}$$

36.5 جد الطول الموجي بوحدات الضوء المذكورة للترددات التالية: (أ) 55 MHz (λ بالمتر) (ب) 1000 Hz (λ بالسنتيمتر) (ج) 7.5×10^{15} Hz (λ بـ Å).

■ (أ) $55\ \text{MHz} = 55 \times 10^{6}/\text{s}$ $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3.0 \times 10^{8}\ \text{m/s}}{55 \times 10^{6}/\text{s}} = 5.5\ \text{m}$

(ب) $\lambda = \frac{3.0 \times 10^{10}\ \text{cm/s}}{1000/\text{s}} = 3.0 \times 10^{7}\ \text{cm}$

(ج) $\lambda = \frac{3.0 \times 10^{18}\ \text{Å/s}}{7.5 \times 10^{15}/\text{s}} = 400\ \text{Å}$

37.5 في قياس المردود الكمومي للتخليق الضوئي في نباتات خضراء، ظهر بأن 8 كمّات من الضوء الأحمر عند 6850 Å ضرورية لإنشاء جزيء O_2. يبلغ المخزون الطاقي الوسطي في عملية تخليق ضوئي 112 kcal في مول من O_2 تم إنشاؤه. ما هو مردود تحول الطاقة في هذا الاختبار؟

■ $$E = h\nu = hc/\lambda = (6.63 \times 10^{-34}\ \text{J.s})(3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s})(6850 \times 10^{-10}\ \text{m}) = 2.90 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

تنتج 8 كمّات $8(2.90 \times 10^{-19}\ \text{J}) = 2.32 \times 10^{-18}\ \text{J}$

المطلوب: $\left(\frac{112\ \text{kcal}}{\text{mol}}\right)\left(\frac{4.184 \times 10^{3}\ \text{J}}{\text{kcal}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol}}{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء}}\right) = \frac{7.78 \times 10^{-19}\ \text{J}}{\text{جزيء}}$

$$\left(\frac{7.78 \times 10^{-19}}{2.32 \times 10^{-18}}\right) \times 100\% = 33.5\%\ \text{مردود}$$

38.5 يخضع O_2 لتفكك كهربائي ضوئي ليصبح ذرة أكسجين عادية وذرة أكسجين تزيد طاقتها عن العادية بـ 1.967 eV. بعرف أن تفكك O_2 إلى ذرتي أكسجين عاديتين يأتي تتطلب 498 kJ/mol O_2. ما هو الطول الموجي الأقصى الفعّال لتفكيك O_2 تفكيكاً كهربائياً ضوئياً؟

■ بالنسبة لذرات O العادية

$$\left(\frac{498 \times 10^{3}\ \text{J}}{\text{mol } O_2}\right)\left(\frac{1\ \text{mol } O_2}{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء } O_2}\right) = 8.27 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

الطاقة الإضافية لذرة O مستثارة:

$$(1.967\ \text{eV})\left(\frac{1.60 \times 10^{-19}\ \text{J}}{1\ \text{eV}}\right) = 3.15 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

الطاقة الكلية لذرة O مستثارة =

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{(6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})(3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s})}{1.142 \times 10^{-18}\ \text{J}} = 1.74 \times 10^{-7}\ \text{m} = 174\ \text{nm}$$

39.5 عندما يذوب صباغ الأكريفلافين في الماء، يكون امتصاصه الضوئي الأقصى عند 4530 Å وإصداره الفلوري الأقصى عند 5080 Å. يبلغ عدد الكمّات الفلورية وسطياً 53% من عدد الكمّات الممتصّة. انطلاقاً من الأطوال الموجية للامتصاص والإصدار الأقصيين، ما هي النسبة المئوية للطاقة الممتصة التي تُصدر على شكل فلورة؟

■ طاقة كل فوتون ممتص:

$$E = h\nu = hc/\lambda = (6.63 \times 10^{-34}\ \text{J.s})(3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s})(4530 \times 10^{-10}\ \text{m}) = 4.39 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

طاقة كل فوتون مصدّر:

$$E = h\nu = hc/\lambda = (6.63 \times 10^{-34}\ \text{J.s})(3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s})(\text{illegible})$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

كسر الطاقة المصدرة:

$$\frac{0.53(3.92 \times 10^{-19})}{4.39 \times 10^{-19}} \times 100\% = 47\%$$

40. الخط الأصفر البارز في طيف مصباح بخار الصوديوم طول موجي يساوي 590 nm. ما هو كمون التسريع الأدنى المطلوب لاستثارة هذا الخط في أنبوب إلكتروني يحتوي على بخار الصوديوم؟

■ $E = h\nu = hc/\lambda = (6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})(3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s})/(590 \times 10^{-9}\ \text{m})$

$$= (3.37 \times 10^{-19}\ \text{J})\left(\frac{1\ \text{eV}}{1.60 \times 10^{-19}\ \text{J}}\right) = 2.11\ \text{eV} = (2.11\ \text{V})(\text{الشحنة على إلكترون واحد})$$

وهكذا فإن 2.11 V تكون ضرورية لتسريع حركة الإلكترون بعيداً عن الذرة. عندما يشغل إلكترون موضعاً مفرغاً من خارج الذرة، يصدر فوتوناً طول موجته 590 nm.

41. مَيِّز بين (أ) بروتون وفوتون (ب) فوتون وكَمّ.

■ (أ) البروتون جُسَيْم نووي موجب الشحنة، والفوتون جُسَيْم الطاقة الضوئية. (ب) الكمّ حزمة من الطاقة لها سعة معيَّنة ولكن لا تكون بالضرورة طاقة ضوئية: الفوتون كمّ ضوئي (طاقة كهربائية مغنطيسية).

3 التأثير الكهربائي الضوئي

42. يلمع ضوء ذو طول موجي λ على سطح فلز بشدّة تساوي X، ويصدر الفلز إلكترونات بمقدار Y إلكترون في الثانية بطاقة وسطية تساوي Z. ماذا سيحصل لـ Y و Z (أ) إذا انخفضت القيمة Y إلى النصف (ب) إذا تضاعفت X؟

■ (أ) إذا انخفض الطول الموجي لضوء ساقط إلى النصف، تتضاعف طاقة كل فوتون وترتفع طاقة كل إلكترون صادر. (ب) إذا تضاعفت شدة الضوء، سيتضاعف عدد الإلكترونات الصادرة في الثانية (Y). تبقى الطاقة (Z) كما هي.

43. تساوي الطاقة الضرورية لإزالة إلكترون عن الفلز X القيمة $E = 3.31 \times 10^{-20}\ \text{J}$. احسب الطول الموجي الأقصى للضوء الذي يمكنه أن يقذف ضوئياً إلكتروناً واحداً بعيداً عن الفلز X.

■
$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{(6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})(3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s})}{3.31 \times 10^{-20}\ \text{J}} = 6.01 \times 10^{-6}\ \text{m}$$

44. تساوي عتبة التردد للفلز الفضة القيمة 1.13×10^{15} Hz. ما هي الطاقة الحركية القصوى للإلكترونات الضوئية الناتجة عن إشعاة الفلز بواسطة ضوء فوق بنفسجي ذي طول موجي يساوي 150 Å؟

■
$$\nu = c/\lambda = \left(\frac{3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s}}{150\ \text{Å}}\right)\left(\frac{10^{10}\ \text{Å}}{\text{m}}\right) = 2.00 \times 10^{15}\ \text{Hz}$$

$$\text{KE} = h\nu - h\nu_0 = (6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})[(2.00 - 1.13) \times 10^{15}\ \text{s}^{-1}] = 5.8 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

45. عندما يشعّ فلز معين بضوء ذي تردد 3.2×10^{15} Hz، يكون للإلكترونات الضوئية الصادرة طاقة حركية تبلغ ضعف الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية الصادرة عندما يشعّ المعدن نفسه بضوء ذي تردد 2.0×10^{15} Hz. احسب ν_0 العائدة لهذا الفلز.

■
$$\text{KE} = h\nu - h\nu_0 = h(\nu - \nu_0) \qquad \nu - \nu_0 = \text{KE}/h$$
$$\text{KE}_2 = 2\text{KE}_1 \qquad \nu_2 - \nu_0 = \text{KE}_2/h \qquad \nu_1 - \nu_0 = \text{KE}_1/h$$

تعطي قسمة هذه المعادلات:

$$\frac{\nu_2 - \nu_0}{\nu_1 - \nu_0} = \frac{\text{KE}_2/h}{\text{KE}_1/h} = 2$$
$$\nu_2 - \nu_0 = 2\nu_1 - 2\nu_0$$
$$\nu_0 = 2\nu_1 - \nu_2 = 2(2.0 \times 10^{15}\ \text{Hz}) - (3.2 \times 10^{15}\ \text{Hz}) = 8 \times 10^{14}\ \text{Hz}$$

46. يمكن لفوتون ضوء فوق بنفسجي أن يستثير إلكتروناً من سطح فلز ما. عندما يشعّ سطح هذا الفلز بفوتونين من الضوء الأحمر طاقتهما الكلية تساوي طاقة الفوتون فوق البنفسجي، لا يتم إنتاج أي إلكترونات ضوئية. إشرح هذه الوقائع على أساس نظرية أينشتاين للتأثير

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ تكون الفوتونات الحمراء دون عتبة التردد ويمكن لإلكترون واحد أن يتفاعل مع فوتون واحد.

47.5 في اختبار للتأثير الكهربائي الضوئي، نتج عن تشعيع فلز بضوء تردده 2.00×10^{15} Hz إلكترونات ذات طاقة حركية قصوى تساوي 7.5×10^{-18} J. احسب ν_0 لهذا الفلز

■

$$KE = h(\nu - \nu_0)$$

$$7.5 \times 10^{-18}\ J = (6.63 \times 10^{-34}\ J \cdot s)(2.00 \times 10^{15}\ s^{-1} - \nu_0)$$

$$2.0 \times 10^{15}\ s^{-1} - \nu_0 = \frac{7.5 \times 10^{-18}\ J}{6.63 \times 10^{-34}\ J \cdot s} = 1.13 \times 10^{16}\ s^{-1}$$

$$\nu_0 = 8.7 \times 10^{15}\ s^{-1} = 8.7 \times 10^{15}\ Hz$$

48.5 أحسب الطاقة الحركية للإلكترون الصادر عن لمعان ضوء تردده 3.0×10^{15} Hz على سطح فلز تساوي عتبة تردده 1.0×10^{15} Hz

■

$$KE = h\nu - h\nu_0 = h(\nu - \nu_0) = (6.63 \times 10^{-34}\ J \cdot s)(2.0 \times 10^{15}\ s^{-1}) = 1.3 \times 10^{-18}\ J$$

49.5 تساوي الطاقة الدنيا الضرورية للتغلب على قوى التجاذب بين الإلكترون وسطح فلز الفضة مقدار 7.52×10^{-19} J. كم ستكون الطاقة الحركية القصوى للإلكترونات المقذوفة من الفضة التي تم تشعيعها بضوء فوق بنفسجي طوله الموجي 360 Å

■

$$KE = h\nu - h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda} - h\nu_0 = \frac{(6.63 \times 10^{-34}\ J \cdot s)(3.00 \times 10^{8}\ m/s)}{3.60 \times 10^{-8}\ m} - (7.52 \times 10^{-19}\ J) = 4.77 \times 10^{-18}\ J$$

50.5 يساوي الطول الموجي الحرج اللازم لإنتاج التأثير الكهربائي الضوئي في التنغستن القيمة 2600 Å. (أ) ما هي طاقة كمّ ما عند الطول الموجي بوحدات J و eV؟ (ب) ما هو الطول الموجي اللازم لإنتاج إلكترونات ضوئية عن التنغستن تساوي طاقتها الحر ضعف تلك التي للإلكترونات الضوئية المنتجة عند 2200 Å؟

■

(أ) $2600\ Å = 2600 \times 10^{-10}\ m$

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.63 \times 10^{-34}\ J \cdot s)(3.00 \times 10^{8}\ m/s)}{2600 \times 10^{-10}\ m} = 7.7 \times 10^{-19}\ J$$

(ب) (1) $KE_{2200} = h\nu - h\nu_0 = hc\left(\frac{1}{\lambda_{2200}} - \frac{1}{\lambda_0}\right)$

(2) $KE_{new} = h\nu - h\nu_0 = hc\left(\frac{1}{\lambda_{new}} - \frac{1}{\lambda_0}\right)$

عند قسمة (2) على (1):

$$2 = \frac{\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{2600}}{\frac{1}{2200} - \frac{1}{2600}} \qquad \frac{2}{2200} - \frac{1}{2600} = \frac{1}{\lambda} \qquad \lambda = 1900\ Å$$

51.5 في التأثير الكهربائي الضوئي، ينتج عن كمّ ممتصّ من الضوء انقذاف إلكترون من الماص. تكون الطاقة الحركية للإلكترون المقذ مساوية لطاقة الفوتون الممتص ناقص طاقة الفوتون ذي الطول الموجي الأطول الذي يسبّب هذا التأثير. احسب الطاقة الحر لإلكترون ضوئي منتج من السيزيوم بواسطة ضوء طوله الموجي 400 nm. يساوي الطول الموجي الحرج (الأقصى) للتأثير الكهر الضوئي في السيزيوم 660 nm.

■ استناداً إلى نتيجة المسألة 24.5 (ب)

$$\text{الطاقة الحركية للإلكترون} = h\nu - h\nu_{cm} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_{cm}} = \frac{1240\ nm \cdot eV}{400\ nm} - \frac{1240\ nm \cdot eV}{660\ nm} = 1.22\ eV$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4.5 نظرية بور

52.5 أحسب الأطوال الموجية للخط الأول وحد المتسلسلة الخاص بمتسلسلة ليمان للهيدروجين.

■ الخط الأول:

$$\frac{1}{\lambda} = 109\,678\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) = 82\,259\ \text{cm}^{-1}$$

$$\lambda = 1.2157 \times 10^{-5}\ \text{cm}$$

حد السلسلة:

$$\frac{1}{\lambda} = 109\,678\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty}\right) = 109\,678\left(\frac{1}{1^2} - 0\right) = 109\,678\ \text{cm}^{-1}$$

$$\lambda = 9.1176 \times 10^{-6}\ \text{cm}$$

53.5 عيّن كل بارامتر في معادلة بور للطاقة

$$E_n = -k^2\frac{2\pi^2 mZ^2e^4}{n^2h^2}$$

■ m = كتلة الإلكترون، Z = العدد الذري للعنصر، e = الشحنة على الإلكترون، n = العدد الصحيح (عدد الكم)، h = ثابت بلانك، k = ثابت قانون كولوم.

54.5 احسب نصف القطر لمدار بور الأول المسموح للهيدروجين.

■ بالنسبة للمدار الأول، $n = 1$ عند إحلال قيم الثوابت الأخرى في المعادلة

$$r = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 kme^2}$$

نحصل على

$$r = \frac{1^2(6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})^2}{4(3.14)^2(9.00 \times 10^9\ \text{J·m/C}^2)(9.109 \times 10^{-31}\ \text{kg})(1.60 \times 10^{-19}\ \text{C})^2} = 0.529 \times 10^{-10}\ \text{m} = 0.529\ \text{Å}$$

تعطى الطُرق الاختبارية لتحديد نصف القطر الفعّال لذرة الهيدروجين القيمة 0.53 Å.

55.5 احسب طاقة إلكترون في مدار بور الأول للهيدروجين.

■
$$E_1 = -\frac{ke^2}{2r} = -\frac{(9.00 \times 10^9\ \text{J·m/C}^2)(1.60 \times 10^{-19}\ \text{C})^2}{2(0.529 \times 10^{-10}\ \text{m})} = -2.178 \times 10^{-18}\ \text{J}$$

تتوافق هذه القيمة بشدة مع الطاقة المحدّدة اختبارياً واللازمة لنزع إلكترون من ذرة هيدروجين غازية.

56.5 إثبت أن a_0، وهو نصف قطر مدار بور الأول للهيدروجين، يساوي 5.29×10^{-11} m. استناداً إلى قيمة سماحيّة الفضاء الحرّ عيناً عن ثابت قانون كولوم.

■
$$a_0 = \frac{h^2\varepsilon_0}{\pi me^2} = \frac{(6.626 \times 10^{-34}\ \text{J·s})^2(8.854 \times 10^{-12}\ \text{C}^2/\text{N·m}^2)}{(3.1416)(9.109 \times 10^{-31}\ \text{kg})(1.602 \times 10^{-19}\ \text{C})^2} = 5.29 \times 10^{-11}\ \text{m} = 0.529\ \text{Å}$$

57.5 إن كان فارق الطاقة بين الحالة المضيفية لذرة ما وحالة استثارتها هو 4.4×10^{-19} J، فما هو الطول الموجي للفوتون اللازم لإنتاج هذا الانتقال؟

■
$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{(6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})(3.00 \times 10^8\ \text{m/s})}{4.4 \times 10^{-19}\ \text{J}} = 4.5 \times 10^{-7}\ \text{m}$$

58.5 في أي من مدارات بور للهيدروجين يتوافق الخط الثالث في متسلسلة بالمر مع انتقال إلكتروني؟

■ $5 \rightarrow 2$

خطوط متسلسلة بالمر هي أولاً $3 \rightarrow 2$، ثانياً $4 \rightarrow 2$، ثالثاً $5 \rightarrow 2$، رابعاً $6 \rightarrow 2$.

59.5 قيّم حاصل القسمة من نظرية بور، $2\pi^2k^2me^4/ch^3$، قارن النتيجة مع ثابت ريدبرغ، R.

■
$$\frac{2\pi^2k^2me^4}{ch^3} = \frac{2(3.14)^2(9.00 \times 10^9\ \text{J·m/C}^2)^2(9.10 \times 10^{-31}\ \text{kg})(1.60 \times 10^{-19}\ \text{C})^4}{(3.00 \times 10^8\ \text{m/s})(6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})^3} = 1.09 \times 10^7\ \text{m}^{-1} = 1.09 \times 10^5\ \text{cm}^{-1}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تساوي النتيجة المكتوبة حتى 3 ارقام معنوية، ثابت ريدبرغ.

60.5 عبِّر عن ثابت ريدبرغ $R = 109\,678\ \text{cm}^{-1}$ بوحدات (أ) J/mol (ب) J/atom.

■

(أ) $(109\,678\ \text{cm}^{-1})\left(\dfrac{12.0\ \text{J/mol}}{\text{cm}^{-1}}\right) = 1.32 \times 10^{6}\ \text{J/mol}$

(ج) من المسألة 25.5

(ب) $(109\,678\ \text{cm}^{-1})\left(\dfrac{1.99 \times 10^{-23}\ \text{J}}{\text{cm}^{-1}}\right) = 2.18 \times 10^{-18}\ \text{J/atom}$

(أ) من المسألة 25.5

61.5 احسب تردد الضوء الصادر من انتقال إلكترون في المدار السادس لذرة الهيدروجين إلى المدار الثاني. في أي منطقة من الطيف يحصل هذا الضوء؟

■

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2}\right) = (109\,678\ \text{cm}^{-1})(0.2222) = 24\,373\ \text{cm}^{-1}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = c\left(\frac{1}{\lambda}\right) = (3.00 \times 10^{10}\ \text{cm/s})(24\,373\ \text{cm}^{-1}) = 7.31 \times 10^{14}\ \text{Hz}$$

يوجد الخط في الطيف المرئي من الهيدروجين. وهو جزء من متسلسلة بالمر لأن الإلكترون كان قد انتقل إلى المدار الثاني انطلاقاً من مدار أعلى.

62.5 احسب طاقة إلكترون في مدار بور الثاني لذرة هيدروجين.

■

$$E_2 = -k^2\left(\frac{2\pi^2 me^4}{n^2h^2}\right)$$

$$= -(9.00 \times 10^{9}\ \text{J·m/C}^2)^2\left(\frac{2(3.14)^2(9.109 \times 10^{-31}\ \text{kg})(1.60 \times 10^{-19}\ \text{C})^4}{(2)^2(6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})^2}\right)$$

$$= -5.44 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

k هو الثابت في قانون كولوم.

63.5 بالنسبة لذرة الهيدروجين، $E_n = -(1/n^2)R_H$. حيث $R_H = 2.179 \times 10^{-18}$ J. جد الطول الموجي للانتقال من الحضيضية إلى حالة $n = 2$.

■

$$\Delta E = (2.179 \times 10^{-18}\ \text{J})\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) = 1.63 \times 10^{-18}\ \text{J}$$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{(6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})(3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s})}{1.63 \times 10^{-18}\ \text{J}} = 1.22 \times 10^{-7}\ \text{m}$$

64.5 (أ) احسب انصاف الاقطار لمداري بور الأولين من Li^{2+}. (ب) احسب الفارق في الطاقة الكمونية بين هذين المدارين. (ج) أحسب الفارق في الطاقة الكلية بين هذين المدارين.

■

(أ) $r_3 = \dfrac{n^2h^2}{4\pi^2kmZe^2}$

$$= \frac{1^2(6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})^2}{4(3.14)^2(9.00 \times 10^{9}\ \text{J·m/C}^2)(9.109 \times 10^{-31}\ \text{kg})(3)(1.60 \times 10^{-19}\ \text{C})^2}$$

$$= 1.77 \times 10^{-11}\ \text{m} = 0.177\ \text{Å}$$

(كما يمكن الحصول على قيمة r_3 بقسمة r_1 للهيدروجين (0.529 Å) على 3 وهو العدد الذري لليثيوم. إشرح السبب).

$$r_2 = n_2^2 r_1 = 4r_1 = 7.08 \times 10^{-11}\ \text{m} = 0.708\ \text{Å}$$

(ب) تعطى الطاقة الكمونية للجسيمات المشحونة بالمعادلة

$$\text{أي} \quad \text{PE} = k\frac{q_1q_2}{r}.$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$PE_1 = \frac{9.00 \times 10^9\ J \cdot m\,(-1.60 \times 10^{-19}\ C)(3 \times 1.60 \times 10^{-19}\ C)}{1.77 \times 10^{-11}\ m} = -3.90 \times 10^{-17}\ J$$

$$PE_2 = PE_1/4 = -9.75 \times 10^{-18}\ J$$

$$\Delta PE = PE_2 - PE_1 = (-9.75 \times 10^{-18}\ J) - (-3.90 \times 10^{-17}\ J) = 2.92 \times 10^{-17}\ J$$

(ج) $E_n = -k^2\left(\frac{2\pi^2 mZ^2e^4}{n^2h^2}\right)$

$$= -(9.00 \times 10^9\ J \cdot m/C^2)^2\left(\frac{2(3.14)^2(9.109 \times 10^{-31}\ kg)(3)^2(1.60 \times 10^{-19}\ C)^4}{1^2(6.63 \times 10^{-34}\ J \cdot s)^2}\right)$$

$$= -1.95 \times 10^{-17}\ J$$

(وبدلاً من ذلك، $E_2 = 9\,E1$ للهيدروجين)

$$E_2 = E_1/4 = -4.88 \times 10^{-18}\ J$$

$$\Delta E = (-4.88 \times 10^{-18}\ J) - (-1.95 \times 10^{-17}\ J) = 1.46 \times 10^{-17}\ J$$

لاحظ أن الفارق في الطاقة الكلية، الجزء (ج)، يساوي نصف الطاقة الكمونية بالضبط.

63 إذا كان الطول الموجي للأشعة السينية الأقل طاقة $\lambda = 4.0 \times 10^{-8}\ m$، قدّر الفارق الأدنى في الطاقة بين مداري بور بحيث يتوافق الانتقال الإلكتروني مع إصدار شعاع سيني. على افتراض أن الإلكترونات في الغلافات الأخرى لا تأثير لها، عند أي Z (الأدنى) سينتج انتقال من المستوى الطاقي الثاني إلى الأول إبان إصدار لشعاع سيني؟

■

$$E = h\nu = hc/\lambda = \frac{(6.63 \times 10^{-34}\ J \cdot s)(3.00 \times 10^8\ m/s)}{4.0 \times 10^{-8}\ m} = 5.0 \times 10^{-18}\ J$$

$$\Delta E_H = \tfrac{1}{2}(2.178 \times 10^{-18}\ J) = 1.63 \times 10^{-18}\ J$$

$$\Delta E = \Delta E_H(Z^2)$$

$$Z^2 = \Delta E/\Delta E_H = (5.0 \times 10^{-18})/(1.63 \times 10^{-18}) = 3.06$$

$$Z = 2 \text{ (helium)}$$

64 تساوي طاقة إلكترون في مدار بور الأول للهيدروجين $-13.6\,eV$. أي من الحالات التالية تمثل الحالة (الحالات) المستثارة الممكنة للإلكترونات في مدارات بور للهيدروجين؟ (أ) $-3.4\ eV$ (ب) $-6.8\ eV$ (ج) $-1.7\ eV$ (د) $+13.6\ eV$

■

$$E_n = -k^2\frac{2\pi^2 mZ^2e^4}{n^2h^2}$$

يكون إذن للحالات المستثارة الطاقات

$$E_n = E_1/n^2$$

الطاقة الوحيدة المساوية لـ $-13.6\ eV$ مقسومة بتربيع عدد صحيح هي (أ) $-3.4\ eV = -13.6\ eV/4$. يجب أن يكون الإلكترون أو القيمة الموجية للطاقة (d) خارج الذرة.

65 على غرار ما حقّقه بالمر، ضع السلاسل التالية في معادلة تتضمن أعداداً صحيحة:

السلسلة 1 الطول الموجي، Å	السلسلة 2 الطول الموجي، Å	السلسلة 3 الطول الموجي، Å
68.26	22.76	11.38
91.02	34.13	18.20
102.40	40.96	22.76
109.22	45.51	26.00

■ المعادلة مع الأعداد الصحيحة n_1 و n_2 هي

$$\lambda = k\left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}\right) \quad \text{حيث} \quad k = 136.52\ Å$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

68.5 امتصّت ذرة هيدروجين في حالة حضيضية فوتوناً وزُفع الإلكترون إلى المدار الخامس. عندما عادت الذرة المستثارة إلى الحالة الحضيضية، أصدرت كمّات مرئية وكمّات أخرى. في هذه العملية، ما هو الطول الموجي للإشعاع الذي لا بد وأنه قد انصدر؟ إشرح.

■ يستلزم إصدار ضوء مرئي انتقالاً إلى المدار الثاني. فيما بعد، لا بد وأنه قد حصل انتقال 1 → 2 للذرة كي تعود إلى حالتها الحضيضية. يعطى λ بواسطة

$$\frac{1}{\lambda} = 109\,678\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)$$

69.5 يساوي العدد الموجي للخط الأول في متسلسلة بالمر للهيدروجين $15\,200\ \text{cm}^{-1}$. ما هو العدد الموجي للخط الأوّل في متسلسلة بالمر العائدة إلى Be^{3+}؟

■

$$\Delta E_{Be} = Z^2(\Delta E_H)$$
$$\tilde{\nu}_{Be} = 16\tilde{\nu}_H = 16(15\,200\ \text{cm}^{-1}) = 2.43 \times 10^5\ \text{cm}^{-1}$$

70.5 إشتق تعبيراً لسرعة إلكترون في أي من مدارات بور لذرة شبيهة بالهيدروجين. أحسب سرعة إلكترون في المدار الأوّل لذرة هيدروجين. ما هي نسبة هذه السرعة إلى سرعة الضوء في الفراغ؟

■

$$\text{KE} = kZe^2/2r = mv^2/2$$
$$\frac{kZe^2}{r} = mv^2$$
$$v = \frac{\sqrt{kZe}}{\sqrt{mr}} = \frac{\sqrt{kZe}}{\sqrt{m}\sqrt{\dfrac{n^2h^2}{4\pi^2kme^2}}} = \frac{2\pi k\sqrt{Ze^2}}{nh}$$

بالنسبة للهيدروجين:

$$v_1 = \frac{2(3.14)(9.00 \times 10^9\ \text{J·m/C}^2)(1)(1.60 \times 10^{-19}\ \text{C})^2}{1(6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})} = 2.18 \times 10^6\ \text{m/s}$$
$$\frac{c}{v_1} = \frac{3.00 \times 10^8\ \text{m/s}}{2.18 \times 10^6\ \text{m/s}} = 137$$

سرعة الضوء تفوق سرعة الإلكترون في هذا المدار بمقدار 137 ضعفاً.

71.5 بين أي من مدارات الأيونات He^+ سيؤدي الانتقال بينها لإصدار ضوء مرئي؟

■

$$E_n = -k^2\left(\frac{2\pi^2 mZ^2e^4}{n^2h^2}\right)$$

بما أن Z للهيليوم يساوي 2، فإن التحويلات المتوافقة للطاقة ستساوي فعاليتها $4 = 2^2$ أضعاف فعّاليتها في الهيدروجين. تمتد المنطقة المرئية من 2.84×10^{-19} J إلى 4.97×10^{-19} J (المسألة 28.5 (د)). بالنسبة للهيليوم $E_1 = -8.712 \times 10^{-18}$ J (أربعة أضعاف E' بالنسبة إلى H)

وبالنسبة لأي انتقال

$$\Delta E = E_1\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

وهكذا

$$\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} = \frac{\Delta E}{E_1} = \frac{2.84 \times 10^{-19}}{-8.712 \times 10^{-18}} = 0.0325 \text{ إلى وصولاً } \frac{4.97 \times 10^{-19}}{-8.712 \times 10^{-18}} = 0.0570$$

تظهر التجربة والخطأ أن قيم n_1 و n_2 يمكن أن تكون 3 → 4 وانطلاقاً من 4 → 6 وصولاً إلى 4 → 13 فقط.

72.5 أحسب طاقة بوزيترون (إلكترون موجب) في مدار بور الأول لذرة هيدروجين على افتراض أنه من الممكن وجود ذرة مماثلة ■ +13.6 eV. للبوزترون نفس خصائص الإلكترون باستثناء إشارة شحنته التي قد تجعل طاقته في الذرة معاكسة لطاقة الإلكترون

(20 437 cm^{-1})

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ (من أجل He^+، $Z = 2$ و $Z^2 = 4$) $(20\,437)(4) = 81\,748\ cm^{-1}$

74.5 يساوي ثابت ريدبرغ للدوتيريوم (^2H) القيمة $109\,707\ cm^{-1}$. (تعكس هذه القيمة تحسيناً لنظرية بور البسيطة، في حين أن ثابت ريدبرغ وأنصاف الأقطار المدارية تتوقف على ما يدعى بالكتلة المختزلة عوضاً عن توقفها على كتلة الإلكترون. وتختلف الكتلة المختزلة بدورها قليلاً عن اختلاف كتلة النواة). أحسب (أ) الطول الموجي الأقصر من طيف امتصاص الدوتيريوم (ب) كمون تأين الدوتيريوم و (ج) أنصاف أقطار مدارات بور الثلاثة الأولى.

■ (أ) سيتوافق انتقال الطول الموجي الأقصر مع التردد الأعلى والطاقة الأعلى، وهكذا يتم الانتقال من الحالة الأدنى للطاقة (الحالة الحضيضية) حيث $n = 1$، إلى الحالة الأعلى حيث $n = \infty$.

$$\bar{\nu} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2}\right) = R = 109\,707\ cm^{-1}$$

$$\lambda = \frac{1}{109\,707\ cm^{-1}} = (0.91152 \times 10^{-5}\ cm)(10^7\ nm/cm) = 91.152\ nm$$

(ب) الانتقال المحسوب في (أ) هو تأين الذرة في حالتها الحضيضية. وانطلاقاً من نتيجة المسألة 24.5 (ب)،

$$IP = \frac{1239.8\ nm \cdot eV}{91.152\ nm} = 13.601\ eV$$

هذه القيمة أكبر بقليل من قيمتها بالنسبة إلى ^1H.

(ج) وانطلاقاً من المعادلة حيث $(Z = 1)$

$$r = n^2 a_0 = n^2(5.29 \times 10^{-11}\ m)$$

وتكون أنصاف الأقطار ضعف و 4 أضعاف و 9 أضعاف a_0 و 0.529، و 2.116، و 4.76 Å. إن تصحيح الكتلة المختزلة المتضمن تعديل 3 أجزاء في 10^4، لا أهمية له، ويعتبر a_0 بالنسبة لمدار بور الأول في ^1H استبدالاً مرضياً تماماً.

75 (أ) عند إهمال تأثيرات الكتلة المختزلة، ما هو الانتقال البصري في طيف He^+ الذي سيكون له نفس الطول الموجي لانتقال ليمان الأول للهيدروجين ($n = 2$ إلى $n = 1$)؟ (ب) ما هو جهد التأين الثاني العائد إلى ^4He؟ (ج) ما هو نصف قطر مدار بور الأول بالنسبة إلى $^4He^+$؟

■ (أ) لا يحتوي He^+ إلا على إلكترون واحد. لذا فهو مصنّف كنوع شبيه بالهيدروجين يساوي عدده الذري $Z = 2$. ويمكن عندها تطبيق معادلات بور. وانطلاقاً من المعادلة

$$\bar{\nu} = RZ^2\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

يمكن الحصول على انتقال ليمان الأول للهيدروجين بواسطة

$$\bar{\nu} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)$$

إن الافتراض الخاص بتأثيرات الكتلة مكافىء لاعتبار R بالنسبة إلى He^+ كما هو نفسه بالنسبة إلى ^1H. يمكن تعويض الدالة Z^2 بزيادة n_1 و n_2 بعامل 2 لكل منهما.

$$\bar{\nu} = R(2)^2\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

وهكذا فإن الانتقال المعني هو الانتقال من $n = 4$ إلى $n = 2$.

(ب) إن جهد التأين الثاني بالنسبة إلى He هو نفسه الكمون التأيني العائد إلى He^+. ويمكن تطبيق معادلات بور على حالة He^+ الحضيضية، التي فيها $Z = 2$ و $n = 1$. انطلاقاً من تبعية Z^2 لطاقة مستوى من مستويات بور، وانطلاقاً من معالجة الدوتيريوم في المسألة 74.5 حيث يكون تصحيح الكتلة أقرب إلى تصحيح He^+ منه إلى تصحيح ^1H.

$$IP(He^+) = Z^2 \times IP(^2H) = 4 \times 13.6\ eV = 54.4\ eV$$

(ج) $r = \frac{n^2 a_0}{Z} = \frac{0.529\ Å}{2} = 0.264\ Å$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5.5 الانعراج الإلكتروني

76.5 بالاستناد إلى علاقة اينشتاين $E = mc^2$، وفرضية بلانك $E = h\nu$، إشتق العلاقة بين الطول الموجي لفوتون وكتلته وسرعته. ثم قارن هذه العلاقة مع تلك التي اشتقها دي برويل للطول الموجي لإلكترون.

■

$$E = mc^2 = h\nu = hc/\lambda$$

$$\lambda = \frac{hc}{mc^2} = \frac{h}{mc} \quad \text{متناظرة مع} \quad \lambda = \frac{h}{mv} \quad \text{بالنسبة للإلكترونات}$$

77.5 إثبت أن تطبيق فرضية دي برويل على إلكترون يتحرك في مدار دائري يؤدي إلى مسلّمة بور عن العزم الزاوي المكمّ

■ فرضية دي برويل: $\lambda = h/mv$

يتوجّب على إلكترون سابح في مدار دائري مساراً مساوياً في طوله لعدد صحيح من الأطوال الموجية للسماح بحصول ثقوبة. وهك فإن طول المسار $2\pi r$، يساوي $n\lambda$:

$$2\pi r = n\lambda \qquad \lambda = \frac{2\pi r}{n} = \frac{h}{mv} \qquad mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

78.5 يمتص إلكترون في ذرة هيدروجين في حالته الحضيضية كمية من الطاقة تساوي 1.50 ضعف الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للخروج من الذرة. ما هو الطول الموجي للإلكترون المصدَّر؟

■ بما أن الذين يتطلب 13.6 eV، فلا بد انه تم امتصاص 20.4 eV. تمّ تحوّل 6.8 eV من هذا المقدار الأخير إلى طاقة حركية. يتم حساب سرعة الإلكترون كما يلي:

$$6.8\text{ eV} = 6.8(1.60 \times 10^{-19}\text{ C})(1\text{ V}) = 1.09 \times 10^{-18}\text{ J}$$

$$\text{KE} = \tfrac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2\text{KE}}{m}} = \sqrt{\frac{2(1.09 \times 10^{-18}\text{ J})}{9.109 \times 10^{-31}\text{ kg}}} = 1.55 \times 10^6\text{ m/s}$$

وفقاً لمعادلة دي برويل

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}\text{ J·s}}{(9.109 \times 10^{-31}\text{ kg})(1.55 \times 10^6\text{ m/s})} = 4.70 \times 10^{-10}\text{ m}$$

79.5 ما هو كمون التسريع الذي يجب إيصاله إلى حزمة بروتونات لإعطائها طولاً موجياً فعلياً قيمته 0.050 Å؟

■

$$v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}\text{ J·s}}{[1.008/(6.02 \times 10^{26})\text{ kg}](0.050 \times 10^{-10}\text{ m})} = 7.92 \times 10^4\text{ m/s}$$

$$\text{KE} = \tfrac{1}{2}mv^2 = \tfrac{1}{2}\left(\frac{1.008}{6.02 \times 10^{26}}\right)(7.92 \times 10^4)^2 = 5.25 \times 10^{-18}\text{ J}$$

$$= (5.25 \times 10^{-18}\text{ J})\left(\frac{1\text{ eV}}{1.60 \times 10^{-19}\text{ J}}\right) = 33\text{ eV}$$

بما أن للبروتون شحنة مساوية في قدرها للشحنة الإلكترونية، فإن قيمة الكمون المطلوب تساوي في قدرها عدد إلكترون فلط الـ 33 eV.

80.5 ما هو كمون التسريع اللازم لإنتاج حزمة إلكترونية يساوي طولها الموجي الفعلي 0.090 Å؟

■

$$v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}\text{ J·s}}{(9.109 \times 10^{-31}\text{ kg})(0.090 \times 10^{-10}\text{ m})} = 8.09 \times 10^7\text{ m/s}$$

$$\text{KE} = \tfrac{1}{2}mv^2 = \tfrac{1}{2}(9.109 \times 10^{-31}\text{ kg})(8.09 \times 10^7\text{ m/s})^2 = 2.98 \times 10^{-15}\text{ J}$$

$$= (2.98 \times 10^{-15}\text{ J})\left(\frac{1\text{ eV}}{1.60 \times 10^{-19}\text{ J}}\right) = 1.86 \times 10^4\text{ eV} = 18.6\text{ keV}$$

الكمون = 18.6kV

81.5 أُطلقت قذيفة كتلتها 1.0 g من مسدس بسرعة 100 m/s. ما هو طول موجة دي برويل؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s}}{(1.0 \times 10^{-3}\ \text{kg})(100\ \text{m/s})} = 6.63 \times 10^{-33}\ \text{m}$$ ■

82.5 أُجري اختبار الانعراج الإلكتروني على حزمة من الإلكترونات المسرَّعة بواسطة فارق كمون يساوي 10.0 kV. كم كان الطول الموجي لحزمة الإلكترونات؟

■ يمكننا استخدام معادلة دي برويل مع اعتبار أن كتلة الالكترون تساوي 0.911×10^{-30} kg. يمكن إيجاد سرعة الإلكترون بمعادلة طاقته الحركية $\frac{1}{2}mv^2$ مع فقده لطاقة الكمون الكهربائية أي 10.0 keV.

$$\tfrac{1}{2}mv^2 = (1.00 \times 10^4\ \text{eV})(1.602 \times 10^{-19}\ \text{J/eV}) = 1.602 \times 10^{-15}\ \text{J} = 1.602 \times 10^{-15}\ \text{kg·m}^2\text{·s}^{-2}$$

$$v = \left(\frac{2 \times 1.602 \times 10^{-15}\ \text{kg·m}^2\text{·s}^{-2}}{0.911 \times 10^{-30}\ \text{kg}}\right)^{1/2} = (35.17 \times 10^{14})^{1/2}\ \text{m/s} = 5.93 \times 10^7\ \text{m/s}$$

وتعطي عندها معادلة دي برويل

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s}}{(0.911 \times 10^{-30}\ \text{kg})(5.93 \times 10^7\ \text{m/s})}$$

$$= \frac{1.23 \times 10^{-11}\ \text{kg·m}^2\text{·s}^{-1}}{\text{kg·m·s}^{-1}} = (1.23 \times 10^{-11}\ \text{m})(10^{10}\ \text{Å/m}) = 0.123\ \text{Å}$$

83.5 جرى تسريع حزمة إلكترونات بواسطة 4.64 V في انبوب يحتوي على بخار الزئبق الذي امتص جزءاً من الحزمة. ونتيجة لهذا الامتصاص، حصلت بعض التغييرات الإلكترونية داخل ذرة زئبق وانبعث ضوء. إذا تحوَّلت الطاقة الكلية لإلكترون واحد ساقط إلى ضوء، ما هو العدد الموجي للضوء المنبعث؟

■ إستناداً إلى نتيجة المسألة 24.5 (ب)،

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{c} = \frac{h\nu}{hc} = \frac{4.64\ \text{eV}}{1240\ \text{nm·eV}} = 0.00374\ \text{nm}^{-1} = 37\,400\ \text{cm}^{-1}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الفصل 6
البنية الإلكترونية للذرة

1.6 الطبقات والطبقات الفرعية والمداريات

1.6 صف بإيجاز مساهمة كل مما يلي في النظرية الحالية لبنية الذرة: (أ) بور (ب) دي برويل (ج) هايزنبرغ (د) هاند (هـ) بولي (و) شرودنغر.

■ (أ) كان بور أول من افترض نظرية تتضمّن مبدأ المستويات المتقرّدة للطاقة في الذرات. (ب) تنبأ دي برويل بالخصائص الموجيّة لتيار من الإلكترونات. (ج) افترض هايزنبرغ نظرية الريبة التي تنص على أن هناك ريبة فيما يختص بمواقع و/أو كمية حركة الجُسَيْمات الصغيرة مثل الإلكترونات. (د) اثبت هاند أن الإلكترونات الموجودة في مداريات متردية تبقى غير متزاوجة قدر الإمكان. (هـ) إقترح بولي انه لا يمكن لإلكترونين في ذرة معيّنة أن يكون لهما المجموعة نفسها من الأعداد الكمومية الأربعة. (و) افترض شرودنغر المعادلة الموجية التي تصف خصائص الإلكترونات في الذرات بشكل أفضل من نظرية بور.

2.6 ما هي قيم ℓ الممكنة لإلكترون عندما يكون $n = 3$؟

■ ℓ قد يكون 0 أو 1 أو 2.

3.6 ما هي قيم m_ℓ الممكنة لإلكترون له $\ell = 2$؟

■ يجب أن تتراوح قيمة m_ℓ بين -1 و $+1$؛ وفي هذه الحالة يمكن أن تكون قيمة m_ℓ تساوي -2 و -1 و 0 و $+1$ و $+2$.

4.6 ما هي قيم m_s الممكنة لإلكترون عندما يكون $m_\ell = 0$؟

■ يشوجب على m_s أن تساوي $-\frac{1}{2}$ أو $+\frac{1}{2}$. هذه هي القيم الوحيدة المسموح بها بغض النظر عن قيم الأعداد الكمية الأخرى.

5.6 أوجد مجموعة الأعداد الكمومية التي تصف إلكتروناً في مداري 3p.

$n = 3;\quad \ell = 1;\quad m_\ell = -1, 0, \text{ أو } 1;\quad m_s = +\frac{1}{2} \text{ أو } -\frac{1}{2}$

6.6 كم يبلغ عدد الإلكترونات التي يمكن وضعها (أ) في الطبقة ذات $n = 2$ (ب) في الطبقة ذات $n = 3$ (ج) في الطبقة ذات $n = 3$ قبل أن يدخل الإلكترون الأول إلى الطبقة ذات $n = 4$؟

■ (أ) $2n^2 = 2(2)^2 = 8$ (ب) $2(3)^2 = 18$ (ج) 8. (الإلكترونات 4s تسبق الإلكترونات 3d).

7.6 لائم بين كل من القيم التالية للعدد الكمومي والحرف المخصص له (K, L, M, N, s, p, d, f): (أ) $n = 1$ (ب) $\ell = 2$ (ج) $\ell = 0$ (د) $n = 3$

■ (أ) K (ب) d (ج) s (د) M

8.6 ما هو العدد الأقصى للإلكترونات التي يمكن أن تتواجد (أ) في الطبقة عندما يكون $n = 4$ (ب) في الطبقة الفرعية 4f (ج) في ذرة يكون فيها العدد 4 هو قيمة العدد الكمي الرئيسي الأكبر؟

■ (أ) $2n^2 = 2(4)^2 = 32$. (ب) 14 (العدد الأقصى في أي من الطبقات الفرعية f). (ج) 36,Kr. لا يمكن للذرة أن يكون لها إلكترونات 5s، فيحول دون وجود أي إلكترون له تشكيلة إلكترونية منتظمة تفوق Kr. لاحظ في Kr أن الغلاف الرابع لا يكون ممتلئاً. (العنصر 46 له تشكيلة إلكترونية استثنائية — $4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}$ — وهو دون شك الجواب الصحيح لهذا السؤال).

9.6 (أ) ما هي القيم المسموح بها للعدد الكمومي ℓ لكمية الحركة (السميتة) الزاوية المدارية لإلكترون له عدد كمومي رئيسي $n = 4$؟ (ب) كم يبلغ عدد القيم المختلفة الممكنة للعدد الكمومي المغنطيسي بالنسبة لإلكترون يساوي عنده العدد الكمومي لكمية الحركة الزاوية المدارية $\ell = 3$؟ (ج) كم يبلغ عدد الإلكترونات التي يمكن وضعها في كل من الطبقات الفرعية التالية: s، p، d، f؟ (د) ما هو العدد الأقصى للإلكترونات التي يمكن وضعها في المداري الذري عندما يكون عدده الكمومي لكمية الحركة الزاوية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ (أ) 3، 2، 1، 0 (ب) سبعة (3−، 2−، 1−، 0، 1+، 2+، 3+) (ج) s:2، p:6، d:10، f:14 (د) 2 (العدد الأقصى من الإلكترونات في أي مداري هو 2). (هـ) الرابعة.

أي طبقة هي الأولى في حصولها على طبقة فرعية g؟

■ بما انه يجب ان يكون العدد الكمومي لكمية الحركة الزاوية ℓ اقل من العدد الكمومي الرئيسي n وبما أن تسمية الطبقة الفرعية g تمثل قيمة ℓ المساوية 4، فإن قيمة n الدنيا الممكنة هي 5. في الترميز الحرفي (KLMNO)، تسمى الطبقة الخامسة بطبقة O.

ما هي أوجه الاختلاف بين التوزيعات الفضائية للمداريات في كل زوج من الأزواج التالية (أ) 1s و 2s (ب) 2s و 2p (ج) $2p_x$ و $2p_z$.

■ (أ) المداري 2s اكبر وله عقدة كروية غير موجودة في المداري 1s. (ب) المداري 2p موجّه في الفضاء ومصطف على طول احد المحاور x او y او z. كما أن لها عقدة مستوية تتضمن المحورين الآخرين (ج) كل مداري مصفوف على طول المحور مع زميرته السطلي.

صف المصطلح اختراق بما يتوافق مع النشكيلة الإلكترونية. أي من العناصر التالية تكون خصائصه اكثر تغيُّراً بالاختراق، وأي منها تكون خصائصه الأقل تغيُّراً بالاختراق: Zn، Cs، Br، H؟

■ الاختراق هو الاحتمال المحدود لوجود إلكترون ذي عدد كمومي رئيسي اعلى، لفترة وجيزة من الزمن، في موقع اقرب إلى النواة من موقع إلكترون قيمة عدده الكمومي الرئيسي أدنى. H هو الأقل تأثراً لأنه لا يملك إلا إلكترون واحد. Zn هو الأكثر تأثراً بالاختراق إذ إن إلكتروناته 4s يمكنها اختراق شحنة نووية مقدارها 30، مما يسبّب تأثيراً اكبر من اختراق إلكترونات 4s العائدة إلى Cs (اختراق نواة تحمل شحنة مقدارها 20 فقط) او من اختراق إلكترونات 4p العائدة إلى Br.

تتواجد نواة ذرة عند $x = y = z = 0$. (أ) إذا كان احتمال وجود إلكترون ذي مداري S في حجم ضئيل حول $x = a$، $y = z = 0$ يساوي 1.0×10^{-5}، ما هو احتمال وجود إلكترون في نفس الحجم حول $x = z = 0$، $y = a$؟ (ب) ماذا سيكون الاحتمال عند الموضع الثاني إذا كان الإلكترون في مداري P_z؟ إشرح.

■ (أ) 1.0×10^{-5}. بما ان المسافة عن النواة هي نفسها، وان المداري s متناظر كروياً، فإن الاحتمال في كل من هذين الحجمين هو نفسه. (ب) بما ان المداري p_z له عقدة عند $z = 0$، فإن احتمال وجود الإلكترون في هذا الحجم هو 0.

ارسم تمثيلاً لمداري 3p واجعل تمثيلك يتضمّن العقدة المستوية المميِّزة لمداريات p إضافة إلى العقدة الكروية.

■ انظر الشكل 1.6

(أ) إفترض ان جسيماً يملك اربعة اعداد كمومية بحيث تكون القيم المسموحة هي المحطاة ادناه. كم يبلغ عدد الجسيمات الذي يمكن إدخالها إلى الطبقة $n = 1$؟ إلى الطبقة $n = 2$؟ إلى الطبقة $n = 3$؟

n : 1، 2، 3

ℓ : $(n - 1)$، $(n - 3)$، $(n - 5)$، ... لكن لا يوجد عدد سلبي

j : $(\ell + \frac{1}{2})$ او $(\ell - \frac{1}{2})$ إذا لم يكن هذا الأخير سلبياً

m : $-j$ في المراحل التكاملية وصولاً إلى $+j$

$^{40}_{20}Ca$ و $^{16}_{8}O$ و $^{4}_{2}He$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(أ) $n = 1$, $l = 0$, $j = \frac{1}{2}$, $m = -\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$ — نوكليتان

$n = 2$	
$l = 1$	
$j = 1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
$m = -1\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}, +1\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$

ست نوكليات

$n = 3$		
$l = 2$		0
$j = 2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
$m = -2\frac{1}{2}, -1\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}, +1\frac{1}{2}, +2\frac{1}{2}$	$-1\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$

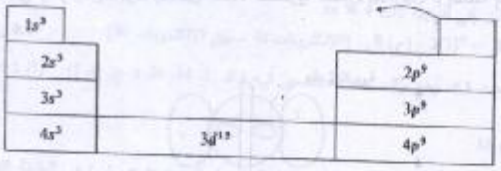
إثنتا عشرة نوكليات

(ب) يملك $^{4}_{2}He$ بروتونين ونيوترونين وهي جميعها ممتلئة الطبقات $n = 1$. يملك $^{16}_{8}O$ 8 بروتونات و 8 نيوترونات وتكون طبقتا البروتونات الأوليان وطبقتا النوترونات الأوليان ممتلئة $(2 + 6 = 8)$. يملك $^{40}_{20}Ca$ 3 طبقات بروتونية و 3 طبقات نيوترونية ممتلئة.

16.6 في حال وجود ثلاث قيم ممكنة $(+\frac{1}{2}$ و 0 و $-\frac{1}{2})$ للعدد الكمومي المغنطيسي الدوّامي، كم يبلغ عدد العناصر الموجودة في الدور الثاني من الجدول الدوري؟ (الأعداد الكمومية $\vec{n}$ و ℓ و m_l محدّدة كالمعتاد). انشيء جدولاً دورياً يبرز العناصر 54 الأولى في وضعها افتراضي معادل.

■ إثنا عشر عنصراً

$n =$	2		
$l =$	1		0
$m_l =$	−1	0	+1	0
$m_s = -\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2}$



17.6 يمكن كتابة مبدأ الريبة رياضياً

$$\Delta(mv)\,\Delta x \simeq h/4\pi$$

حيث $\Delta(mv)$ تمثّل الريبة في كمية حركة جُسَيم وتمثل Δx الريبة في موضعه. (أ) إذا كان جسم كتلته 1.00g ينتقل على طول المحور السيني (x) بسرعة 100cm/s بريبة 1cm/s، ما هي الريبة النظرية في موضعه؟ (ب) إذا انتقل إلكترون ما بسرعة 100 m/s بريبة 1 m/s، ما هي الريبة النظرية في موضعه؟ إشرح لماذا لا يكون لمبدأ الريبة أهمية بالنسبة للأجسام الحياتية.

■ (أ) للسرعة ربية قيمتها 2cm/s (من 99 إلى 101cm/s) لذا

$$\Delta x \simeq \frac{h}{4\pi\Delta(mv)} = \frac{6.63 \times 10^{-27}\ \text{erg·s}}{4(3.14)(2\ \text{g·cm/s})} = 3 \times 10^{-28}\ \text{cm} = 3 \times 10^{-30}\ \text{m}$$

$$(\text{ب})\ \Delta x \simeq \frac{6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s}}{4(3.14)(2 \times 9.109 \times 10^{-31}\ \text{kg·m/s})} = 3 \times 10^{-3}\ \text{m} = 30\ \mu\text{m}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

قد يبدو أن الكتلة الصغيرة للإلكترون تسبّب دهشة ذات دلالة كبيرة بالنسبة لموضعه، في حين يُعْرَف موضع الجسم العياني بدقة كبيرة.

18. إن الحل لمعادلة شرودنغر للإلكترون في الحالة المضيفية لذرة الهيدروجين هو

$$\psi_{1s} = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$$

حيث r هي المسافة من النواة و a_0 يساوي 0.529×10^{-8} cm. إن إحتمال إيجاد الإلكترون في أي نقطة في الفضاء متناسب مع $|\psi|^2$. إثبت باستخدام حساب التكامل والتفاضل أن الاحتمال الأقصى لإيجاد الإلكترون في المداري 1s للهيدروجين يحدث عند $r = a_0$.

■ إن إحتمال إيجاد الإلكترون داخل طبقة بين r و r + dr هو بكل بساطة احتمال إيجاده في وحدة الحجم ψ^2 مضروبة بحجم الطبقة $2\pi r^2\,dr$. انطلاقاً من حساب التكامل والتفاضل، يحدّد الحد الأقصى بأنه نصف القطر الذي يكون عنده مشتق الاحتمال في وحدة الحجم الخاصة بنصف القطر يساوي O وبالتالي

$$\text{الاحتمال} = 2\pi r^2\psi^2 = \frac{2r^2e^{-2r/a_0}}{a_0^3}$$

$$0 = \frac{2}{a_0^3}\frac{d(r^2e^{-2r/a_0})}{dr} = \frac{2}{a_0^3}\left(2r(e^{-2r/a_0}) - \frac{2r^2}{a_0}(e^{-2r/a_0})\right)$$

بما أن ψ^2 لا تساوي 0 إلا عند $r = \infty$

$$2r - \frac{2r^2}{a_0} = 0$$

$$r\left(1 - \frac{r}{a_0}\right) = 0$$

$$r = a_0$$

البنى الإلكترونية للذرات والأيونات (الشوارد)

19. ما هي التشكيلة الإلكترونية المفضّلة للفسفور؟

■ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p_x^1\ 3p_y^1\ 3p_z^1$

20. (أ) إسرد كل العناصر التي يكون لذراتها إلكتروناً واحداً فقط في طبقة فرعية p (ب) اسرد كل العناصر التي يكون لذراتها إلكتروناً واحداً فقط في طبقة فرعية s. (ج) أي من مجموعتي العناصر هذه تحتوي على عناصر في مجموعة دورية واحدة فقط. (د) كم يبلغ عدد المجموعات الدورية الممثّلة في المجموعة الثانية؟

■ (أ) B و Al و Ga و In و Tl ـ عناصر المجموعة IIIA. (ب) H و Li و Na و K و Rb و Cs و Fr و Cu و Ag و Au و Gr و Nb و Mo و Tc و Ru و Rh و Pt ـ عناصر المجموعتين IA و IB إضافة للعديد من العناصر ذات تشكيلات إلكترونية استثنائية. (ج) العناصر المذكورة في المجموعة (أ). (د) 6 (لاحظ أن Ru و Rh و Pt موجودة كلها في مجموعة واحدة).

21. اكتب التشكيلة الإلكترونية للعناصر التي تساوي أعدادها الذرية 6، 16، 26، 36، 56 وحدّد مجموعتها الدورية.

■

$1s^2\ 2s^2\ 2p^2$	المجموعة IVA
$1s^2\ 2s^2\ 2p^4\ 3s^2\ 3p^4$	المجموعة VIA
$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$	المجموعة VIIIB
$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6$	المجموعة O
$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 6s^2$	المجموعة IIA

22. اكتب التشكيلة الإلكترونية المفضّلة لكل من العناصر التالية: Fe، F، Li، Na، K، Rb.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Fe	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$
F	$1s^2\ 2s^2\ 2p^5$
Li	$1s^2\ 2s^1$
Na	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$
K	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$
Rb	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^1$

23.6 حاول عدة علماء اصطناع عناصر فائقة الثقل بقذف ذرات سلسلة أشباه الأكتينات بأيونات ثقيلة. وحتى تأكيد النتائج والموافقة عليها، فإن بعض الباحثين في أوائل السبعينات أشار إلى العنصر 104 باسم إيكا هفنيوم وإلى 105 باسم إيكا تانتالوم. لماذا تم اختيار هذه الأسماء؟

■ إنها موجودة في المجموعات الدورية نفسها التي يتواجد فيها كل من الهافنيوم والتانتالوم. استخدم مندليف البادئة إيكا (المقابل السنسكريتي للأول) لتسمية العناصر التي تنبأ بوجودها مع إضافة البادئة إلى عنصر معروف موجود في المجموعة الدورية التي يوجد فيها العنصر الجديد.

24.6 اكتب التشكيلة الإلكترونية لكل من S^{2-} و Ni^{2+}.

■ اشتقت تشكيلات الأيونات من تشكيلات ذراتها الحيادية:

S^{2-}	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$
Ni^{2+}	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^0\ 3d^8$

(من S $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$)

(من Ni $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^8$)

25.6 اكتب التشكيلات الإلكترونية المفصّلة للذرات والأيونات التالية: Br^-، Ca، Fe^{2+}، P.

■

Br^-	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6$
Ca	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$
Fe^{2+}	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^0\ 3d^6$
P	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$

26.6 حدّد الرمز لكل ذرة (في حال وجودها) ولكل أيون كذلك (في حال وجوده) التي تتناسب حالتها الحفيزية مع التشكيلات الإلكترونية التالية.

(أ) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$

(ب) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 4d^6$

(ج) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 4f^7\ 6s^2$

(د) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}$

(هـ) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

■ (أ) Cl (ب) الأيون Pd^{2+} (لاحظ عدم وجود إلكترونات 5s، وهكذا لا تشدخل أي ذرة حيادية) (ج) Eu. (الإلكترونات 4f الموجودة تحول دون إمكانية تدخل أي أيون). (د) Cd، Sn^{2+} أو Sb^{3+} (هـ) Ne، F^-، O^{2-}، N^{3-}، Na^+، Mg^{2+}، Al^{3+}.

27.6 اكتب التشكيلة الإلكترونية المفصّلة لكل من Cl^- و Ni^{2+}.

■

Cl^-	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$
Ni^{2+}	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^0\ 3d^8$

28.6 كم يبلغ عدد الإلكترونات غير المتزاوجة في الأيون Ni^{2+}؟

■ انطلاقاً من المسألة 27.6: $3d^8$. $\underset{3d}{\uparrow\downarrow\ \uparrow\downarrow\ \uparrow\downarrow\ \uparrow\ \uparrow}$ ، لذا يوجد إلكترونان غير متزاوجين.

29.6 اكتب البنى الإلكترونية لكل من (أ) Ar و S^{2-} (ب) Fe و Ni^{2+}. (ج) أي نوع منهما متساوي الإلكترونات؟ (د) هل يوجد أي أيونات في عنصر انتقال تكون متساوية الإلكترونات مع عناصر حُرّة؟

■ (أ) كلا العنصرين لهما البنية الإلكترونية التالية $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ (ب) Fe: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$؛ Ni^{2+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8$ (ج) الزوج الأول متساوي الإلكترونات. بالنسبة للزوج الأخير، فإن الإلكترونات الأخيرة المضافة ليست هي نفس التي أزيلت عند تكوين الأيون الموجب. (د) يكون Pd الاستثنائي فقط متساوي الإلكترونات مع Ag^+ و Cd^{2+}.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

إستخدم ذرات النحاس وأيونات النحاس (II) كامثلة كي تشرح لماذا يسهل التكهن بالتشكيلات الإلكترونية لبعض الأيونات على الرغم من كون التشكيلات الإلكترونية للذرات المقابلة لا تخضع لمبدأ «أوفباو».

■ ان تشكيلة «أوفباو» للنحاس كانت $4s^2\ 3d^9$ والتشكيلة الفعلية للنحاس هي $4s^1\ 3d^{10}$. ولا يهمنا أن نعرف أي من هاتين التشكيلتين هي التي افتُرِضَ قيام تشكيلة الأيون عليها، فإن إزالة الإلكترونات 4s قبل الإلكترونات 3d تعطي تشكيلة شاردة النحاس (II): $4s^0\ 3d^9$.

اكتب التشكيلة الإلكترونية لكل من الأيونات التالية: (أ) Co^{3+} (ب) Ni^{4+} (ج) Zn^{2+}

■ (أ) $[Ar]3d^6$ (ب) $[Ar]3d^8$ (ج) $[Ar]3d^{10}$

اكتب التشكيلة الإلكترونية لكل من (أ) Ti^{4+} (ب) V^{3+}

■ (أ) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ (ب) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^2$

اكتب التشكيلة الإلكترونية لكل من الذرات أو الأيونات التالية: (أ) Sc (ب) Pd^{2+} (ج) Os^{2+}

■ (أ) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^1$

(ب) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ (5s^0)\ 4d^9$

(يمكن إسقاطها)

(ج) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ (6s^0)\ 4f^{14}\ 5d^6$

اكتب التشكيلة الإلكترونية لكل من الذرات أو الأيونات التالية. اذكر عدد الإلكترونات غير المتزاوجة الموجودة في كل منها. (أ) C (ب) Cu^{2+} (ج) Zn (د) Eu (هـ) Gd^{3+} (و) Tl^+ (ز) Fe^{3+} (ح) U (ط) Au

■ (أ) $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$ — إثنان

(ب) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^9$ — واحد

(ج) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}$ — صفر

(د) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 6s^2\ 4f^7$ — سبعة

(هـ) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 4f^7$ — سبعة

(و) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2$ — صفر

(ز) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5$ — خمسة

(ح) $[Rn]\ 7s^2\ 6d^1\ 5f^3$ — اربعة

(ط) $[Xe]\ 6s^1\ 5d^{10}\ 4f^{14}$ — واحد

اكتب البنية الإلكترونية لكل من الأيونات التالية: (أ) Pb^{2+} (ب) Tl^+ (ج) Sn^{2+} (د) إشرح بالاستناد إلى هذه الأيونات ما المقصود من مصطلح زوج خامل. هل الزوج خامل فعلاً أم ان تفاعليته منخفضة؟

■ (أ) $[Xe]\ 6s^2\ 5d^{10}\ 4f^{14}$ (ب) $[Xe]\ 6s^2\ 5d^{10}\ 4f^{14}$ (ج) $[Kr]\ 5s^2\ 4d^{10}$ (د) لقد احتفظ كل من هذه الأيونات بزوج الإلكترونات في أبعد طبقاته الفرعية s ـ لذا فهو زوج خامل. إن إزالة هذا الزوج من الإلكترونات أصعب من إزالة إلكترونات p التي فقدتها هذه الأيونات، إلا أنها ليست خاملة تماماً. وهي تشكل عند فقدانها Pb^{4+} و Tl^{3+} و Sn^{4+} على التوالي.

يملك النيكل التشكيلة الإلكترونية $[Ar]\ 3d^8\ As^2$. كيف تفسّر كون تشكيلة العنصر التالي Cu هي $[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^1$؟

■ في هذه العملية الإفتراضية لصنع متمّم إلكتروني للعنصر Cu بإضافة إلكترون واحد إلى تشكيلة العنصر السابق، أي N، يمكن للمرء أن يتوقع الحصول فقط على إلكترون 3d تاسع في Cu. بالنسبة للعدد الذري 19، لا بد أن تكون طاقة الطبقة الفرعية 3d أكبر بلا ريب من طاقة 4s؛ وهكذا يكون للبوتاسيوم الإلكترون 4s المفرد وليس الإلكترون 3d. عندما تبدأ الطبقة الفرعية 3d بالامتلاء (ابتداءً من العنصر 21 (بعد أن يمتلىء 4s تماماً)، تكون إضافة كل إلكترون 3d الواحد تلو الآخر مصحوبة بخفض الطاقة الوسطية لمستوى 3d. يعود سبب ذلك إلى أن كل عنصر تالٍ يكون له شحنة نووية متزايدة تحجب جزئياً عن إلكترون 3d إختباري بواسطة الإلكترون المضاف في الطبقة الفرعية نفسها. تنخفض طاقة الطبقة الفرعية 3d تدريجياً أثناء امتلاء الطبقة الفرعية وتهبط إلى ما

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وكعامل آخر فإن التشكيلة $3d^{10}\,4s^1$ تمثل طبقة فرعية ممتلئة وأخرى نصف ممتلئة، وهو ترتيب مستقر، في حين أن $3d^5\,4s^2$ تملك طبقة فرعية ممتلئة واحدة هي 4s ولا تحتوي على متمم في 3d يؤدي إلى استقرار إضافي.

37.6 اكتب التشكيلة الإلكترونية الكاملة لكل من (ب) V (أ) Mg^{2+}

■ (أ) $1s^2 2s^2 2p^6$ (ب) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$ V

38.6 ماذا تتوقع أن يكون العدد الذري للغاز الخامل ما بعد Rn إذا كان لعنصر مماثل استقراراً كافياً لتحضيره او مراقبته؟ إفترض أن المداريات g لا تزال خالية في الحالة الحضيضية للعناصر المذكورة آنفاً.

■ ستكون التشكيلة الإلكترونية للعنصر $[Rn]\ 7s^2\ 5f^{14}\ 6d^{10}\ 7p^6$. وهكذا يكون للعنصر 32 إلكتروناً عندما يتعدى العدد الذري 86 أو 118.

39.6 إشرح لماذا لا يحتوي الكروميوم إلا على إلكترون واحد فقط في طبقته الفرعية 4s؟

■ للتشكيلة $3d^5\,4s^1$ طبقتان فرعيتان نصف ممتلئتين توفران ثباتاً أكثر بقليل مما توفره التشكيلة (المتوقعة) $3d^4\,4s^2$ المحتوية فقط على طبقة فرعية ممتلئة واحدة.

40.6 (أ) اكتب التشكيلة الإلكترونية للأيون Pr^{3+} في حالته الحضيضية. (ب) كم يبلغ عدد الإلكترونات غير المتزاوجة الموجودة فيه؟

■ (أ) يحتوي Pr^{3+} على 56 إلكتروناً أي 3 إلكترونات اقل من الذرة الحيادية Pr. في ما بعد Xe وهو الغاز الخامل السابق. يكون ترتيب الامتلاء للدورة التالية من العناصر هو $6s^2$، فإلكترون 5d واحد ثم الطبقة الفرعية 4f بكاملها، فما تبقى من الطبقة الفرعية 5d ثم الطبقة الفرعية 6p. وكثيراً ما يحصل تبادلات للإلكترون 5d المعيّن أولاً مع إلكترون 4f إضافي، أو لأحد الإلكترونات 6s مع إلكترون 5d إضافي إلا أن هذه الشذوذات ليس لها نتائج على تعيين إلكترونات في Pr^{3+}. إن الإلكترونات الثلاثة المنزوعة عن الذرة الحيادية للتشكيل الأيون تتّبع القاعدة العامة القائمة على نزع الإلكترونات أولاً من الطبقة الخارجية الاكثر بعداً ثم من الطبقة التي تجاورها مباشرة. في هذه الحالة تُنزع الإلكترونات 6s أولاً ولا تبقى أي إلكترونات 5d حتى في حال وجود إلكترون واحد في الذرة الحيادية.

$$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^{10}\,4s^2\,4p^6\,4d^{10}\,4f^2\,5s^2\,5p^6 \quad \text{او} \quad [Xe]4f^2$$

(ب) يحتوي Pr^{3+} على إلكترونين غير متزاوجين هما الإلكترونين 4f اللذين يشغلان فردياً مدارين من مداريات 4f السبعة المتوفرة.

41.6 ما هي التشكيلة الإلكترونية لكل من Re^{3+} و Ho^{3+} كم يبلغ عدد دوّمات الإلكترون غير المتزاوج في كل من هذه الأيونات؟

■ يمكن الحصول على التشكيلات الإلكترونية لأيونات الغاز الانتقالية وأيونات الفلز الداخلية الانتقالية من تشكيلات الذرات الحيادية بإزالة الإلكترونات ذات العدد (الأعداد) الكمومي الأساسي الاكبر أولاً.

Re^{3+}	$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,4s^2\,3d^{10}\,4p^6\,5s^2\,4d^{10}\,5p^6\,6s^0\,4f^{14}\,5d^4$	4 غير متزاوجة
Ho^{3+}	$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,4s^2\,3d^{10}\,4p^6\,5s^2\,4d^{10}\,5p^6\,6s^0\,4f^{10}\,5d^0$	4 غير متزاوجة

3.6 نتائج البنية الإلكترونية

42.6 ما هي خصائص العناصر التي ترتبط بالتشكيلة الإلكترونية للذرات وما هي الخواص التي لا ترتبط بها؟

■ ترتبط الخصائص الكيميائية والفيزيائية بالتشكيلة الإلكترونية ولا ترتبط الخصائص النووية بها.

43.6 إشرح بالاستناد إلى التشكيلة الإلكترونية لماذا يكون للهالوجينات خصائص كيميائية متشابهة. ولماذا ليس لها خصائص متطابقة؟

■ تتشابه خصائصها بسبب تشابه التشكيلات الإلكترونية للطبقة الخارجية الاكثر بعداً ($ns^2\,np^5$). وتنجم الوجه الاختلاف عن الفروقات في حجم ومقدار الحجب الإلكتروني المتوفر للإلكترونات الاكثر بعداً.

44.6 إشرح وجه الشبه الكبير بين عناصر اشباه اللنثانوم (الأعداد الذرية من 57 إلى 71).

■ إن الطبقتين الخارجيتين للإلكترونات متشابهتان — $6s^2\,5d^1$ — او ان هذه التشكيلة تكون شديدة القرب من الحالة الحضيضية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(أ) إنتق النوع الأكبر في كل مجموعة: Ti^{2+}، Ti^{3+}، Ti؛ F^-، Ne، Na^+

(ب) إنتق النوع ذا كمون التأين الأكبر في كل مجموعة: Rb، K، Na؛ Na، Ne، F

(ج) إشرح لماذا يملك pd و pt أحجاماً متشابهة.

■ (أ) Ti و F^- (ب) Na و Ne (ج) بسبب انقباض شبه اللنثانوم. (إن زيادة الحجم الحاصلة عند الانتقال من دورة إلى أخرى تبطلها انخفاضات الحجم الإضافية البالغ عددها 14 والمناظرة لعناصر أشباه اللنثانوم الإضافية البالغ عددها 14).

أي من الأيونات التالية لها أصغر نصف قطر: Li^+ Na^+ K^+ Be^{2+} Mg^{2+}؟

■ Be^{2+}. Be عنصر من الدورة الثانية وهكذا فهو أصغر من عناصر دورة أعلى. يكون الأيون Be^{2+} متساوٍ إلكترونياً مع Li^+، إلا أن شحنته النووية تكون أكبر.

ما هو الأيون أو الذرة التي تملك (يملك) أكبر نصف قطر: Mg، Na، Na^+، Mg^{2+}، Al؟

■ Na، لأن الحجم يتناقص كلما اتجهنا نحو يمين الجدول الدوري، وأيضاً كلما نزعنا الإلكترونات

إختر العنصر الذي يملك كمون التأين الأدنى، والعنصر الذي يملك كمون التأين الأعلى، من اللائحة التالية: K، Ca، Se، Br، Kr.

■ يملك العنصر K كمون التأين الأصغر؛ ويملك Kr كمون التأين الأكبر. (يتزايد كمون التأين عبر دورة ما، إذ يكون صغيراً جداً في الفلزات القلوية وكبيراً جداً في الغازات الخاملة).

إختر من كل من المجموعات التالية الأيون أو العنصر الذي يكون له نصف القطر الأكبر: (أ) Co، Co^{2+}، Co^{3+} (ب) S^{2-}، Ar، K^+ (ج) Li، Na، Rb (د) C، N، O (هـ) Ne، Na، Mg (و) La، Lu (ز) Cu، Ag، Au (ح) Ba، Hf

■ (أ) Co (يملك كل مما تبقى في المجموعة الشحنة النووية نفسها إلا أن عدد إلكتروناته أقل). (ب) S^{2-} (كافة أفراد هذه المجموعة له التشكيلة الإلكترونية نفسها، إلا أن نواة الكبريت تحمل أصغر شحنة موجبة). (ج) Rb (موجود في الدورة الأكبر). (د) C (موجود في أقصى يسار الجدول الدوري) (هـ) Na (العنصر الأول في دورة جديدة). (و) La (Lu أصغر بسبب انقباض أشباه اللانثانوم). (ز) Au (Ag له نفس الحجم تقريباً بسبب تأثير انقباض شبه اللنثانوم على Au) (ح) Ba (Hf أصغر بكثير بسبب تأثير انقباض شبه اللنثانوم).

يساوي نصف القطر الأيوني لكل من S^{2-} و Te^{2-} القيمتين 1.84Å و 2.21Å على التوالي. ماذا تتوقع إن يكون نصف القطر الأيوني لكل من Se^{2-} و P^{3-}؟

■ من الممكن تقدير نصف القطر الأيوني العائد إلى Se^{2-} على أنه متوسط نصفي قطر S^{2-} و Te^{2-} أي أنه يساوي 2.02Å. أما قيمته الفعلية فهي 1.98Å.

يجب أن نتوقع بأن يكون نصف قطر P^{3-} أكبر من نصف قطر S^{2-} طالما أن الأيونين متساويا الإلكترونات إلا أن عدد بروتونات الفسفور أقل بواحد ويساوي نصف قطره الفعلي 2.12Å.

في المركّب الأيوني KF، ظهر بأن للأيونين K^+ و F^- نصفا قطر متساويان عملياً ويساوي كل منهما 1.34 Å تقريباً. ماذا تتوقع أن يكون نصف القطر الذري النسبي لكل من K و F؟

■ يجب أن يكون نصف القطر الذري العائد إلى K أكبر من 1.34 Å ونصف قطر F أصغر جداً، طالما أن الكاتيونات (الهوابط) الذرية أصغر من ذراتها المتوجة في حين أن الأنيونات (الصواعد) الذرية تكون أكبر من ذراتها المفرجة. يساوي نصف القطر المرصود لكل من K و F القيمة 2.31 Å و 0.64 Å على التوالي.

يساوي نصف القطر التشاركي المفرد العائد إلى P القيمة 0.11 n.m. كم تتوقع أن يكون نصف القطر التشاركي المفرد العائد إلى Cl؟

■ P و Cl عضوان في الدورة نفسها. يجب أن يكون نصف قطر Cl أصغر تماشياً مع النزعة التدريجية المعتادة خلال دورة. تساوي القيمة الاختبارية 0.10nm.

إنطلاقاً من المعطيات الخاصة بالذرة F والنزعة الظاهرة في نصف قطر كل من F^- و Ne و Na^+، قدّر نصف قطر Mg^{2+}. قدّر نصف القطر المعقول للأيون Na^{2+}.

■ يمكننا تعيين أحجام الأنواع المتساوية الإلكترونات F^- و Ne و Na^+ ثم اعتماد الاستكمال كطريقة لتحديد حجم Mg^{2+}. ولتحديد حجم معقول للأيون Na^{2+} الإفتراضي، يمكننا اعتبار نفس كسر حجم Na^+ على أنه كسر حَجْمِيّ F/F^-. وعلى هذا

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

54.6 كمون التأين مصطلح كان يستعمل سابقاً للتعبير عن طاقة التأين. إشرح سبب كون هذان المصطلحان مترادفين؟

■ تكون طاقة تأيّن إلكترون بالإلكترون قلط مساوية عددياً لجهد التأين بالفلط (أنظر المقدمة حتى المقطع 1.5).

55.6 طاقة التأين الاولى العائدة إلى C تساوي 11.2 eV. هل تتوقع ان تكون طاقة التأين الأولى العائدة إلى Si اكبر ام اصغر من هذه الكمية؟

■ أصغر. تتدنى طاقة التأين كلما هبطنا نزولاً داخل مجموعة (ويعود سبب ذلك إلى حد بعيد إلى تزايد الحجم الذري، إلا أن بعض العوامل الأخرى تلعب دوراً هاماً). تساوي القيمة الملاحظة 8.1 eV.

56.6 تساوي طاقات تأين Al و Si و S الأولى القيَم 6.0 eV و 8.1 eV و 10.3 eV على التوالي. ماذا تتوقع ان تكون طاقة تأين P الأولى؟

■ يجب أن يكون تأين إلكترون الفسفور أصعب من تأين إلكترون الكبريت بسبب الثبات المضاف للطبقة الفرعية نصف المملوءة بشكل عام، تكون طاقة تأين العناصر الموجودة إلى اليمين اكبر منها للعناصر الموجودة إلى اليسار. يجب ان تتوقع قيمة مشروحة بين 10.3 eV و 11.0 eV. القيمة الملاحظة تساوي 10.9 eV.

57.6 إن طاقتي تأين Li و K هما على التوالي 5.4 eV و 4.3 eV. ماذا تتوقع ان تكون طاقة تأين Na؟

■ يجب ان تكون طاقة التأين IE للعنصر Na وسطية بين طاقتي تأين Li و K. أي يجب أن تكون قريبة من المعدّل الحسابي للطاقتين أي قريبة من 4.9 eV. (تساوي القيمة الملاحظة 5.1 eV).

58.6 تساوي طاقات تأين Li و Be و C القيَم 5.4 eV و 9.3 eV و 11.3 eV. ماذا تتوقع ان تكون طاقتا تأين B و N؟

■ تميل طاقة التأين IE عموماً إلى التزايد مع تزايد العدد الذري في دورة معيّنة. مع ذلك لاحظ ان التزايد من Li (Z = 3) إلى Be (Z = 4) يكون اكبر من التزايد من Be إلى C (Z = 6). إن امتلاء الطبقة الفرعية 2s بزوج Be مثبات أكبر مما يقترحه تدرّج أملس عبر الجدول الدوري. سيكون للعنصر التالي B (Z = 5) طاقة تأين تمثل توازناً بين العاملين المروّجين عكسياً. أي تزايد Z بالنسبة إلى Be يسبب تزايد Z وانخفاضاً بالنسبة إلى B لأن طبقتها الفرعية الجديدة بدأت تمتلىء. قد نتوقع ان تكون طاقة تأين B اقل فعلياً من طاقة تأين Be، وبالفعل نكتشف ان توقعنا كان مصيباً إذ إن طاقة تأين B الملاحظة تساوي 8.3 eV.

يحتوي الأزوت على طبقة فرعية 2p نصف ممتلئة ولهذا السبب يجب أن يكون إلى ثبات إضافي. إن تزايد التدرّج من Z = 5 إلى Z = 6 يساوي ev 3.0. ويجب ان يكون التزايد الإضافي اكبر من ذلك لذا يجب ان تفوق طاقة التأين IE للعنصر N القيمة 14.3 eV. تساوي القيمة الاختبارية 14.5 eV.

59.6 أي من العناصر التالية يتوقع ان يكون له كمون التأين الأول الأدنى: Sr As Xe S F؟

■ Sr. لانه فلز.

60.6 إشرح لماذا يكون كمون التأين الثاني للصوديوم اكبر بكثير من كمون التأين الاول في حين ان مقدار الفارق بين الإثنين بالنسبة للمغنزيوم يكون اقل بكثير.

■ إن الفوارق الكبيرة في كمونات التأين المتتالية تحدث عند النقاط التي تتم عندها إزالة الإلكترونات أولاً من الطبقات الفرعية المكمّلة s زائد p.

61.6 عيّن، دون الرجوع إلى أي جدول، العنصر ذا كمون التأين الاكبر في كل من المجموعات التالية: (أ) Na، P، Cl (ب) He، Ne Ar، O، F، Ne (ج)

■ (أ) Cl (Cl هو الأبعد إلى اليمين من بين العناصر الثلاثة الموجودة في الدورة الثالثة) (ب) He (ج) Ne

62.6 رتّب الانواع، داخل كل مجموعة، حسب تزايد كمون التأين واشرح السبب في كل حالة: (أ) K^+، Ar، Cl^- (ب) Fe، Fe^{2+} (ج) Na، Mg، Al (د) K، Ca، Sc (هـ) N، O، F (و) C، N، O (ز) Cu، Ag، Au (ح) Be، B، C (ط) Rb، Cs

■ (أ) $Cl^- < Ar < K^+$ (لهذه الأنواع نفس التشكيلة الالكترونية وتتزايد الشحنة النووية حسب الترتيب المذكور) (ب) $Fe < Fe^{2+} < Fe^{3+}$ (لهذه الأنواع نفس الشحنة النووية ويتدنى عدد الإلكترونات حسب الترتيب المذكور)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(ج) Na < Al < Mg (من الأسهل نزع إلكترون من Na بسبب حجمه الكبير. ويصعب نزع إلكترون من Mg لأن الإلكترون المنزوع هو إلكترون 3s من طبقة فرعية ممتلئة. إن نزع الإلكترون 3p من Al هو أكثر سهولة). (د) K < Ca < Sc (في كل من هذه الحالات تمت إزالة إلكترون 4s وذلك حسب الترتيب المذكور). (هـ) O < N < F (إن الطبقة الفرعية p نصف الممتلئة العائدة إلى N توفر مقداراً كافياً من الثبات الإضافي كي تجعل جهد تأينه أكبر من جهد تأين العنصر التالي O). (و) C < O < N (مرّة أخرى، يظهر ثبات الطبقة الفرعية نصف الممتلئة بوضوح). (ز) Ag < CU < Au (إن انقباض أشياء اللانثانوم يجعل حجم Ag و Au متساويين إلا أن شحنة Au النووية أكبر بكثير). (ح) B < Be < C (إن نزع الإلكترون 2s أصعب من إزالة الإلكترون 2p). (ط) Cs < Rb < K (تصغر كمونات تأين عناصر المجموعة الدورية نفسها كلما تقدمنا نحو العناصر الأثقل).

إشرح لماذا يكون كمون التأين الأول للنحاس أكبر منه للبوتاسيوم، في حين تكون كمونات التأين الثانية في ترتيب عكسي.

■ يحتوي النحاس على 10 بروتونات و 10 إلكترونات أكثر مما يحتويه K لكن الإلكترونات لا تحجب النواة بشكل كامل. وهكذا يكون كمون التأين الأول للنحاس أكبر ويشتمل كمون تأين K الثاني على خسارة إلكترون من ثمانية ـ ترتيب طبقة فرعية داخلية كاملة s زائد p في حين أن كمون تأين Cu الثاني يشتمل على التشكيلة d^{10} الأسهل تأيناً.

قارن كمونات التأين الأول للصوديوم والمغنيزيوم والألومينيوم مع كمونات التأين الأول للبوتاسيوم والكلسيوم والسكانديوم. اشرح الاختلاف في اتجاه التأين بين هاتين المجموعتين المتجاورتين.

■ أنظر المسألة 26.6 (ج) و (د).

إشرح الاختلاف في كمون التأين بين (أ) Cu و K (ب) K^+ و Ca^+ (ج) Cu^+ و Zn^+

■ يحتوي Cu على 10 بروتونات إضافية وكذلك على 10 إلكترونات إضافية التي تحجب النواة بطريقة غير تامة. (ب) يفقد K^+ إلكتروناً من طبقته الفرعية $3p^6$؛ كما يفقد Ca^+ إلكتروناً من طبقته الفرعية $4s^1$. يستهلك العنصر الأخير كمية أقل بقدر كبير من الطاقة. (ج) يفقد Zn^+ إلكتروناً من $4s^1$ بسهولة أكبر من فقدان Cu^+ لإلكترون من $3d^{10}$.

أي مما يلي يتيح تحديده تردد خط في طيف عنصر ما؟ (أ) أحد مستويات الطاقة لإلكترونات موجودة في الذرات. (ب) كمون تأين ذرة. (ج) العدد الكمومي الرئيسي للذرة. (د) الفارق بين مستويي طاقة إلكترونات الذرة. (هـ) الفارق بين كمون التأين والألفة الإلكترونية للذرة.

■ (د) يتوافق الإختلاف في مستوى طاقة الذرة مع الضوء المنبعث).

حدِّد طاقة التأين الكلية لإلكترونات الألومينيوم الثلاثة الأولى ولإلكتروني الصوديوم الأولين. اثبت إستناداً إلى هذه المعطيات أن طاقة التأين ليست العامل الوحيد المسيطر على الاستقرار الكيميائي للألومينيوم (III).

■ طاقة تأين Al الكلية: 53.03 eV وطاقة تأين Na الكلية 52.20 eV. بما أن هناك حالة أكسدة مستقرة للعنصر Al(III) ولا يوجد حالة أكسدة مستقرة للعنصر Na(II) وعلى الرغم من أن انتزاع ثلاثة إلكترونات من Al يتطلب طاقة أكبر مما يتطلبه انتزاع إلكترونين من Na، من الواضح وجوب تدخل عوامل أخرى.

(أ) ما هي أوجه الاختلاف الموجودة بين كمون تأين وكمون أكسدة عنصر ما؟ (ب) حدِّد قيمة ألفة الإلكترون (بما فيها الإشارة) للأيون Na^+.

■ (أ) يعود كمون التأين إلى فقدان إلكترون من ذرة غازية لتشكيل أيون غازي، ولا يعتبر ذلك عملية كيميائية شائعة. أما كمون الأكسدة فهو فقدان إلكترون واحد أو أكثر من عنصر في حالته العادية عند 25°C لتحويله إلى أيون في حالته العادية. لذا فإن كمون التأين، وعلى الرغم من تسميته، مصطلح له علاقة بالطاقة في حين أن كمون الأكسدة عبارة عن كمون. ويمكن لكمون التأين أن يحصل دون الحاجة إلى تفاعل اختزال متزامن إلا أن كمون الأكسدة لا يمكنه ذلك. (ب) إن ألفة إلكترون أيون موجب ما هي إلا طاقة إضافة إلكترون إلى هذا الأيون؛ لذا فهي عكس كمون تأين النوع الحامل لشحنة موجبة أقل. وفي هذه الحالة يكون التفاعل

$$Na^+(g) + e^- \rightarrow Na(g)$$

هذا التفاعل هو معاكس التفاعل الممثل لكمون تأين الصوديوم، لذا فإن قيمته تساوي 5.1 eV-.

إن PtF_6 عامل أكسدة قوي قادر على إنجاز التفاعل التالي:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

قارن طاقة التأين الأولى للعنصر O_2 (12.5 eV) مع تلك التي للغازات الخاملة (الجدول 1.6). أي من الغازات الخاملة، في حال وجوده، يمكنه أن يخضع لتفاعل مماثل مع PtF_6؟

■ طاقة تأين Xe مشابهة لطاقة العنصر O_2. قبل أن يجري باولنغ الاختبار فعلياً، كان من المُعتقد أن تشكيلة «الغاز الخامل» تحول دون حدوث تفاعل الغازات الخاملة.

الجدول 1.6 طاقات تأين الغازات الخاملة

غاز	هيليوم	نيون	أرغون	كريبتون	زينون	رادون
IE,eV	24.46	21.47	15.68	13.93	12.08	10.70

70.6 إشرح ماذا يعني أن يكون لألفة الإلكترون قيمة سلبية. هل يمكن لأي عنصر أن يكون له كمون تأين سلبي؟ (ب) اكتب معادلات لإظهار الاختلاف بين ألفة الإلكترون ومعكوس كمون التأين.

■ (أ) تعني ألفة الإلكترون السالبة أن إضافة إلكترون إلى ذرة غازية لتشكيل أيون غازي تتطلب طاقة عوضاً عن إطلاقها. لا يمكن أن يكون لعنصر ما كمون تأين سالب – أي أن كل العناصر تتطلب طاقة لانتزاع إلكترون من ذرة غازية لتشكيل أيون غازي.

(ب) ألفة الإلكترون: $A + e^- \rightarrow A^-$

معكوس كمون التأين: $A^+ + e^- \rightarrow A$

71.6 إشرح كلاً من الملاحظات التالية: (أ) يكون نصف قطر Cd^{2+} أصغر من نصف قطر Sr^{2+}. (ب) من السهل فصل V عن Nb في مزيج ما ولكن يصعب فصل Nb عن Ta في مزيج ما. (ج) يمكن فصل Eu عن أشباه اللانثانوم الأخرى بسهولة أكبر من إمكانية فصل Gd. (د) إن كمون تأين Sc و Y أكبر من كمون تأين Ga و Tl. (هـ) تزداد كمونات التأين في المجموعة Ru و Rh و Pd لكنها تتدنّى في المجموعة Fe و Co و Ni. (و) إن أعضاء الدورة الثانية من الجدول الدوري لا تمثّل مجموعاتها تمثيلاً نموذجياً. (ز) يكون اختلاف الحجم أكبر بين Hf و Ba منه بين Zr و Sr. (ح) تكون التشكيلات الإلكترونية في العناصر الانتقالية أكثر انتظاماً من تلك التي في العناصر الانتقالية للذرات الحيادية.

■ (أ) يحمل Cd^{2+} شحنة نووية أكبر بمقدار 10 وحدات من شحنة Sr^{2+} النووية ولا تحجب إلكتروناته العشرة الإضافية النواة بشكل كامل. (ب) يكون للعنصرين Nb و Ta نفس الحجم تقريباً (مما يشكل أحد العوامل الرئيسية المؤدية إلى بعض الخصائص الكالذوبانية) ويعود سبب ذلك إلى تقلّص أشباه اللانثانوم. (ج) للعنصر Eu حالة تأكسد 2+ (تثبّتها طبقته الفرعية f^7 نصف الممتلئة)؛ وليست هذه حالة معظم العناصر الأخرى من أشباه اللانثانوم. (إن الاختلاف في حالة التأكسد يجعل عملية الفصل سهلة إلى حد ما). (د) يفقد Ga و Tl إلكترونات p أما Sc و Y فتفقد إلكترونات s من طبقة فرعية ممتلئة. (هـ) إن ذرة Pd لها التشكيلة $4d^{10}5s^0$ تشتمل على تأين إلكترون من طبقة فرعية ممتلئة تماماً. إن كمون تأين Ru مساوٍ فعلياً لكمون تأين Rh. (و) إن عناصر المجموعة الثانية لا تحتوي على مداريات d منخفضة الطاقة كي تتفاعل مع مداريات عناصر أخرى. كما أنها صغيرة إلى حد ما. (ز) يختلف العدد الذري لـ Hf و Ba بـ 16 وحدة؛ أما Zr و Sr فيختلف عددهما الذري بوحدتين فقط. وهكذا فإن تقلص شبه اللانثانوم يؤدي إلى انخفاض كبير في الحجم بين Ba و Hf. (ح) انظر المسألة 30.6.

72.6 إشرح لماذا تكون حالات الأكسدة 2+ للقصدير والرصاص أكثر استقراراً من تلك التي للكربون والسيليكون. إشرح لماذا تكون حالة أكسدة الرصاص أكثر ثباتاً من حالة أكسدة القصدير.

■ إن الإلكترونات $5s^2$ للعنصر Sn والإلكترونات $6s^2$ للعنصر Pd تكون ثابتة نسبياً – ويُسمّى «الزوج الخامل». إن الإلكترونات الخارجية للعناصر الأخف من المجموعة IV لا تشاركها هذا الاستقرار.

73.6 إشرح لماذا لا يكون إلا لعدد قليل من العناصر الانتقالية حالات أكسدة 1+، واذكر هذه العناصر.

■ لا يكون سوى لعدد قليل من العناصر الانتقالية تشكيلات تحتوي على طبقات فرعية أكثر خارجية ns^1، وعناصر IB هي الوحيدة التي تشكل مركبات ذات حالات أكسدة 1+.

74.6 تشكّل كل عناصر أشباه اللانثانوم مركبات مستقرة تحتوي على الهابطة 3+. ومن بين الأشكال الأيونية القليلة المعروفة الأخرى يشكّل Ce السلسلة 4+ الأكثر استقراراً من المركبات الأيونية ويشكل Eu السلسلة 2+ الأكثر استقراراً. إشرح هذه الاتجاهات

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ Ce^{4+} له التشكيلة الإلكترونية المستقرة التي للغاز الخامل Xe. يمكن أن يكون للأيون Eu^{2+} المحتوي على 61 إلكتروناً التشكيلة $[Xe]\ 4f^7$ إضافة إلى الاستقرار الزائد لطبقة فرعية 4f نصف ممتلئة.

75.6 تنبّأ بالعزم المغنطيسي للأيون Co^{3+}.

■ Co^{3+} وهو أيون $3d^6$ له أربعة إلكترونات غير متزاوجة: $\underline{\uparrow\downarrow}\ \underline{\uparrow}\ \underline{\uparrow}\ \underline{\uparrow}\ \underline{\uparrow}$

$\mu = \sqrt{n(n+2)} = \sqrt{4(4+2)} = 4.9$ B.M. (تساوي قيمة مغنيطون بور 9.27×10^{-24} J/T).

76.6 عيّن العزم المغنطيسي للأيون Cu^{2+}.

■ إن التشكيلة الإلكترونية للأيون Cu^{2+} هي $[Ar]\ 3d^9$. وتكون المداريات 3d مشغولة وفقاً للمخطط التالي حيث يمثّل كل إلكترون سهم موجّه نحو الأسفل أو الأعلى للإشارة إلى دورته.

$$Cu^{2+} \quad \underset{3d}{\underline{\uparrow\downarrow}\ \underline{\uparrow\downarrow}\ \underline{\uparrow\downarrow}\ \underline{\uparrow\downarrow}\ \underline{\uparrow}} \quad \underset{4s}{\underline{\quad}}$$

وهكذا يملك الأيون Cu^{2+} إلكتروناً غير متزاوج واحداً ويمكن حساب عزمه بالمعادلة

$$\mu = \sqrt{1(1+2)} = 1.73 \text{ B.M.}$$

77.6 اعط التشكيلة الإلكترونية وعدد الإلكترونات غير المتزاوجة ونوع السلوك المغنطيسي لكل من (أ) Co^{3+} (ب) Se^{2-} (ج) Gd (د) Ni (هـ) Gd^{3+}

■ (أ) $[Ar]\ 3d^6$ 4 مسايير المغنطيسية

(ب) $[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6$ 0 مغاير المغنطيسية

(ج) $[Xe]\ 6s^2\ 5d^1\ 4f^7$ 8 مسايير المغنطيسية

(د) $[Ar]\ 4s^2\ 3d^8$ 2 مسايير المغنطيسية

(هـ) $[Xe]\ 4f^7$ 7 مسايير المغنطيسي

78.6 أي من المواد التالية يمكن جذبها بشدّة داخل حقل مغنطيسي: $TiCl_4$ VCl_3 $FeCl_2$؟ إشرح السبب بإيجاز.

■ $FeCl_2$ لأنها تحتوي على أكثر الإلكترونات لا تزاوجياً.

79.6 إشرح كيف يمكن استخدام خصائص $CsAuCl_3$ المغنطيسية كي نعرف إن كان يحتوي على الذهب (II) أو على عدد مساوٍ من المولات من الذهب (I) والذهب (III).

■ $CsAuCl_3$ مغاير المغنطيسية ولا يمكنه أن يتكوّن من أيونات الذهب (II) لأن هذا النوع من الذهب لديه عدد فردي من الإلكترونات. (من الممكن أن نتصوّر وجود روابط Au—Au). إن البنية الفعلية تتكوّن من عدد مساوٍ من أيونات $[AuCl_2]^-$ وأيونات $[AuCl_4]^-$ ويوازن كل منها أيون Cs^+. وهكذا يوجد أعداد متساوية من ذرات الذهب (I) والذهب (III) في المركّب.

80 أكمل العقولات التالية

(أ) يجب أن يكون لإلكترونين في نفس ـــــ دورات متعاكسة.

(ب) إن وجود إلكترونات غير متزاوجة في ذرة يؤدي إلى ـــــ

(ج) عندما يكون $l = 3$، يمكن أن تتراوح قيمة ml بين ـــــ و ـــــ

(د) إن الذرة الحيادية المنتمية إلى الدورة الرابعة والمحتوية على مجموع من ستة إلكترونات d هي ـــــ

(هـ) إن كموميات تلين عناصر في المجموعة الدورية نفسها ـــــ مع ازدياد العدد الذري.

(و) يقال إن المداريات التي لها نفس الطاقة ـــــ

(ز) إن نصف قطر Ca^{2+} أصغر من نصف قطر K^+ لأن Ca^{2+} له ـــــ

(ح) أن التشكيلة الإلكترونية للعنصر Sn هي ـــــ [Kr].

(ط) إن مداريات 2p لذرة ما لها أشكال متشابهة ولكن ـــــ مختلفة.

(ي) إن السطح العقدي هو الذي تكون عنده احتمالية إيجاد إلكترون تساوي ـــــ

■ (أ) المداري (ب) المسايرة المغنطيسية (ج) 3− و 3+ (د) Fe (هـ) تنخفض (و) تنحلّ (ز) شحنة نووية أكبر (مع

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

81.6 إن طاقة التأين الأولى للعنصر Li هي 5.4eV وألفة الإلكترون للعنصر Cl تساوي 3.61eV. احسب ΔH للتفاعل

$$Li(g) + Cl(g) \rightarrow Li^+ + Cl^-$$

المنجز عند ضغوطات منخفضة للغاية بحيث لا ترتبط الأيونات الناتجة بعضها مع بعض.

■ يمكن تقسيم التفاعل الكلي إلى تفاعلين جزئيين

$$Li(g) \longrightarrow Li^+ + e^- \qquad \Delta E = N_A(IE)$$
$$Cl(g) + e^- \longrightarrow Cl^- \qquad \Delta E = N_A(-EA)$$

حيث e^- يمثل إلكتروناً. لاحظ أنه عند إضافة إلكترون إلى ذرة ذات ألفة إلكترون موجبة، يكون التفاعل مصدراً للحرارة. وعلى الرغم من أن ΔH كل من التفاعلات الجزئية السابقة تختلف قليلاً عن ΔE (عن طريق $P\,\Delta\,V$) يكون ΔH للتفاعل الكلي هو مجموع ΔE للاثنين (تغير الحجم الكلي هو صفر).

$$\Delta H \text{ (تفاعل كلي)} = \Delta E(1) + \Delta E(2) = N_A(IE - EA)$$
$$= (6.02 \times 10^{23})(1.8\text{ eV})(1.60 \times 10^{-19}\text{ J/eV}) = 170\text{ kJ}$$

82.6 بالنسبة للتفاعل الغازي $K + F \rightarrow K^+ + F^-$، حُسب ΔH على أنه يساوي 19 kcal في ظروف منع فيها الفصل الكهرمكوني التلقائي الهابطات مع الصاعدات. تساوي طاقة تأين K القيمة 4.3 eV. ما هي ألفة الإلكترون للفلز F؟

■

$$K + F \xrightarrow{19\text{ kcal}} F^-(g) + K^+(g)$$

$-EA$

$IE = 4.3\text{ eV}$

$$\Delta H = \left(\frac{19\text{ kcal}}{\text{mol}}\right)\left(\frac{4.18 \times 10^3\text{ J}}{\text{kcal}}\right)\left(\frac{1\text{ eV}}{1.60 \times 10^{-19}\text{ J}}\right)\left(\frac{1\text{ mol}}{6.02 \times 10^{23}\text{ ذرة}}\right) = 0.82\text{ eV}$$

$$4.3\text{ eV} - EA = 0.82\text{ eV}$$
$$EA = 3.5\text{ eV}$$

طريقة أخرى:

$$K(g) + F(g) \longrightarrow F^-(g) + K^+(g) \qquad \Delta H = 19\text{ kcal} = 0.82\text{ eV}$$
$$K(g) \longrightarrow K^+(g) + e^- \qquad IE = 4.3\text{ eV}$$
$$F(g) + e^- \longrightarrow F^-(g) \qquad EA = \Delta H - IE = 4.3 - 0.82 - 3.5\text{ eV}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الفصل 7
الربط

1.7 اطوال الروابط وطاقاتها

ملاحظة: قبل المباشرة بحل مسائل هذا الفصل، عليك ان تدرس جيداً الجدول 1.7 ادناه والجدول 2.7 على الصفحة 109.

(تتطلب المسائل الموجودة في نهاية هذا الفصل دراسة مسبقة لتغير المحتوى الحراري)

الجدول 1.7. انصاف اقطار الروابط التشاركية، Å

انصاف اقطار الروابط المتعددة		انصاف اقطار الروابط المفردة					
C=	0.67	H	0.28	P	1.10	Te	1.37
C≡	0.61	C	0.77	As	1.21	F	0.64
N=	0.63	Si	1.17	Sb	1.41	Cl	0.99
N≡	0.55	Ge	1.22	O	0.66	Br	1.14
		Sn	1.40	S	1.04	I	1.33
		N	0.70	Se	1.17		

1.7 بالاستناد إلى الجدول 1.7، احسب أطوال الرابطة في الجزيئين H_2O و H_2. قارن هذه النتائج مع القيم الملاحظة 0.94 Å و 0.75 Å، على التوالي، واشرح سبب أي تناقض.

■ إن مجموع نصفي قطري H— و —O يساوي 0.94 Å. كما ان المسافة الفعلية للرابطة في H_2O تساوي 0.94 Å. ويساوي مجموع نصفي قطري ذرتي هيدروجين 0.56Å إلا ان مسافة الرابطة الملاحظة تساوي 0.75 Å. ويعود سبب التناقض في الحالة الثانية إلى ان تحديد نصف القطر التشاركي الاختباري الهيدروجين قد تم باستخدام جزيئات مغايرة للهيدروجين H_2. H_2 وحيدة: ولا يوجد اي سحابة إلكترونية داخلية. في الجزيئات التشاركية الأخرى، يبدو، البروتون نفسه في السحابة الإلكترونية المحيطة به مؤدياً بالتالي إلى نصف قطر فعلي أصغر بطريقة ما.

2.7 احسب أطوال الرابطة في (أ) NH_3 (ب) SCl_2 (ج) CH_2Cl_2 (د) HOCl (هـ) H_3PO_4 (و) HCN (ز) CH_3NH_2

■ إن انصاف اقطار الرابطة التشاركية في الجدول 1.7 قد جُمعت فحسب. تأكد من استعمال معطيات التراتيب الصحيحة للرابطة.

(أ) 0.70 Å + 0.28 Å = 0.98 Å

(ب) 1.04 Å + 0.99 Å = 2.03 Å

(ج) C—H 0.77 Å + 0.28 Å = 1.05 Å C—Cl 0.77 Å + 0.99 Å = 1.76 Å

(د) H—O 0.94 Å, O—Cl 1.65 Å

(هـ) H—O 0.94 Å, O—P 1.76 Å

(و) H—C 1.05 Å, C≡N 0.61 Å + 0.55 Å = 1.16 Å

(ز) C—H 1.05 Å, C—N 1.47 Å, N—H 0.98 Å

3.7 رتّب C—C و C−C و C=C بالترتيب (أ) المتصاعد لطاقة الرابطة (ب) المتصاعد لطول الرابطة

■

(أ) C—C < C=C < C≡C (ب) C≡C < C=C < C—C

4.7 إن مسافة الرابطة As—Cl في $AsCl_3$ تساوي 2.20 Å. قدّر نصف القطر التشاركي للرابطة المفردة للزرنيخ As.

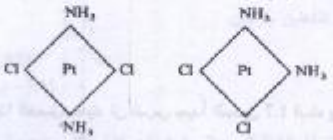
■

المسافة بين النوويْة − نصف قطر ذرة الكلور = نصف قطر ذرة As

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5.7 في عدة مركّبات بلّورية، ظهر بأن المسافة بين البلاتين والكلور تساوي 2.32Å. إن كانت هذه القيمة تنطبق على المركّبين الظاهرين في الشكل 1.7، فما هي المسافة بين الكلور والكلور في (أ) البنية (أ)، (ب) البنية (ب)؟

■ (أ) $2(2.32\ \text{Å}) = 4.64\ \text{Å}$ (ب) استناداً إلى مبرهنة فيثاغوروس، $\sqrt{2}(2.32\ \text{Å}) = 3.28\ \text{Å}$



الشكل 1.7

(أ) (ب)

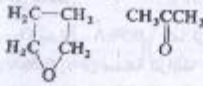
6.7 في حالتهما الغازية، تم فحص مادتين لهما الصيغة الجزيئية نفسها C_3H_6O، بواسطة الإنعراج الإلكتروني. وظهر أن المسافة بين الكربون والأكسجين تساوي 1.43 Å في المركب A و 1.24Å في المركب B. ماذا يمكنك أن تستنتج عن بنيتي هذين المركبين؟

■ في المركب A، تساوي المسافة بين الكربون والأكسجين مجموع نصفي القطرين التشاركيين الرابطة المفردة للكربون والأكسجين.

$$0.77\ \text{Å} + 0.66\ \text{Å} = 1.43\ \text{Å}$$

لذا يجب أن يكون الأكسجين غير طرفي. ومن بين هذه البنى تذكر بنية المركّب الحلقي المتبانين رباعي الهيدروفوران، المنتقاة لهذا الإختبار. [الشكل 2.7 (أ)].

في المركّب B، تكون المسافة بين الكربون والأكسجين قريبة من تلك المقدرة لرابطة مزدوجة أي 1.22 Å. يجب أن يكون الأكسجين طرفياً إذن. ومن بين هذه البنى تذكر بنية البوتانون، المنتقاة فعلياً لهذا الإختبار[الشكل 2.7 (ب)].



الشكل 2.7

(أ) (ب)

7.7 (أ) بالاستناد إلى معطيات الجدول 1.7، احسب الطول الجزيئي لكل من C_2H_2 و HCN. (ب) انطلاقاً من مسافة الأكسجين الملاحظة في جزيء CO_2 وقيمتها 2.323 Å ومن معطيات الجدول 1.7، قيّم نصف القطر التشاركي لذرات الأكسجين مزدوجة الرابطة.

■ (أ) H—H=C—H يساوي طول الجزيء مجموع نصفي قطري ذرتي الهيدروجين ونصفي قطري ذرتي الكربون لهذه الرابطة، ونصفي قطري ذرتي الكربون ثلاثية الرابطة:

$$2(0.28\ \text{Å}) + 2(0.77\ \text{Å}) + 2(0.61\ \text{Å}) = 3.32\ \text{Å}$$

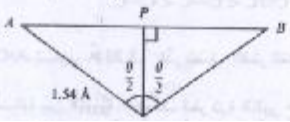
(ب) تساوي المسافة الكلية لنصفي قطري ذرتي الأكسجين ثنائية الرابطة زائد نصفي قطري ذرتي الكربون ثنائية الرابطة.

$$2x + 2(0.67\ \text{Å}) = 2.32\ \text{Å}$$
$$x = 0.49\ \text{Å}$$

8.7 المسافة وحيدة الرابطة C—C تساوي 1.54 Å. ما هي المسافة بين ذرات الكربون الطرفية في البروبان C_3H_8؟ إفترض أن الروابط الأربعة لأي ذرة كربون تكون موجهة نحو زوايا شكل منتظم رباعي السطوح.

■ بالعودة إلى الشكل 3.7، يمكن أن يعتقد بأن ذرتي الكربون الطرفيتين موجودتان عند A و B فيما تكون ذرة الكربون المركزية موجودة عند O. إذن

$$\overline{AB} = 2\overline{AP} = 2\left(\overline{AO}\sin\frac{\theta}{2}\right) = 2(1.54\ \text{Å})(\sin 54°44') = 2.51\ \text{Å}$$



الشكل 3.7

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

9.7 ما هو طول جزيء متماثر يحتوي على 4001 ذرة كربون مترابطة المادياً في خط ما، إذا كان بالإمكان مط الجزيء إلى طوله الاقصى مع الإبقاء على الزاوية الرباعية العادية داخل اي مجموعة C—C—C؟

■ بالعودة إلى الشكل 3.7

$$d = \overline{AP} = 1.54 \sin (54.75°) = 1.26 \text{ Å}$$

4001 ذرة مفصولة عن بعضها البعض بمقدار 4000 مسافة، $\overline{AP}$.

$$\text{المسافة الكلية} = 4000\, d = 5040 \text{ Å}$$

10.7 بعد فحص فيروس نباتي بالمجهر الإلكتروني، ظهر بانه يتكوّن من جُسَيْمات اسطوانية موحّدة الشكل قطر كل منها 150Å وطولها 5000 Å. وللفيروس حجم نوعي مقداره 0.75 cm^3/g. إذا اعتُبِرَ جُسَيْم الفيروس جزيئاً واحداً، كم هو وزنه الجزيئي؟

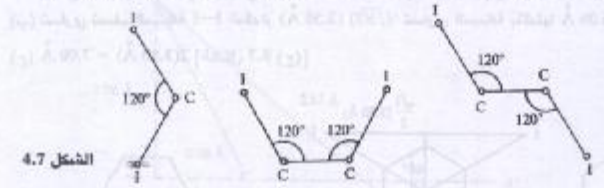
■
$$V = \pi r^2 h = (3.14)\left(\frac{150 \text{ Å}}{2}\right)^2 (5000 \text{ Å}) = 8.83 \times 10^7 \text{ Å}^3 = (8.83 \times 10^7 \text{ Å}^3)\left(\frac{10^{-8} \text{ cm}}{\text{Å}}\right)^3 = 8.83 \times 10^{-17} \text{ cm}^3$$

$$(8.83 \times 10^{-17} \text{ cm}^3)\left(\frac{1 \text{ g}}{0.75 \text{ cm}^3}\right) = 1.18 \times 10^{-16} \text{ g/جزيء}$$

$$(1.18 \times 10^{-16} \text{g/جزيء})\left(\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء/mol}}{\text{mol}}\right) = 7.10 \times 10^7 \text{ g/mol}$$

11.7 احسب المسافة من اليود إلى اليود في كل من المركبات المتماكبة $C_2H_2I_2$. إستخدم الجدول 1.7 الخاص بالمسافات بين الروابط.

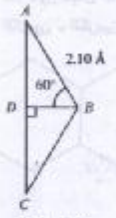
■ يبدأ حل هذه المسألة بسلسلة من المخطّطات، الشكل 4.7، قائمة على زاوية 120° في المركّبات مزدوجة الرابطة.



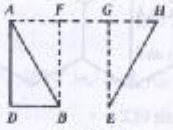
الشكل 4.7

(أ) انطلاقاً من الجدول 1.7، نجد ان طول الرابطة C—I يساوي 2.10 Å. هو طول الوتر AB لمثلث قائم بزاوية 60°، ABD ظاهر في الشكل 7.5. الذي يساوي ضلعه AD نصف المسافة AC بين ذرتي اليود ـ اليود غير المترابطتين. إذن

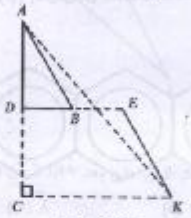
$$\overline{AC} = 2\overline{AD} = 2(2.10 \sin 60°) = 3.64 \text{Å}$$



الشكل 5.7



الشكل 6.7



الشكل 7.7

(ب) هذا القسم مرتبط بالحالة السابقة. تساوي المسافة بين اليود ـ اليود (الشكل 6.7)

$$\overline{AH} = \overline{AF} + \overline{FG} + \overline{GH}$$

إذن، $\overline{AF} = \overline{GH} = \overline{BD} = 2.10 \cos 60° = 1.05$ Å. حيث $\overline{FG}$ هي مسافة الرابطة الثنائية C=C، 1.33 Å. لذلك

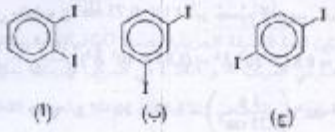
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(ج) يمكن حل هذا القسم اعتماداً على اجزاء من (أ) و (ب). تساوي المسافة بين اليود ـ اليود هي AK أي وتر المثلث القائم ACK. وضلعا هذا المثلث ACK (الشكل 7.7) هما AC و CK. قُدّرت AC في (أ) بقيمة 3.64 Å. و $\overline{CK}$ تساوي $\overline{AH}$ والتي قُدّرت في (ب) بقيمة 3.43 Å.

إذن

$$\overline{AK} = \sqrt{(3.64)^2 + (3.43)^2} = 5.00 \text{ Å}$$

12.7 مفترضاً أن انصاف الاقطار التشاركية تكون جمعية في الرابطة C—I، كم ستكون المسافة بين اليود ـ اليود في كل من البنزينات ثنائية اليود الثلاثة (الشكل 8.7)؟ إفترض أن الحلقة على شكل مسدّس منتظم وأن كل رابطة C—I تمتد على خط يعبر مركز المسدّس. تساوي المسافة بين الكربونات المتجاورة 1.40 Å.



الشكل 8.7

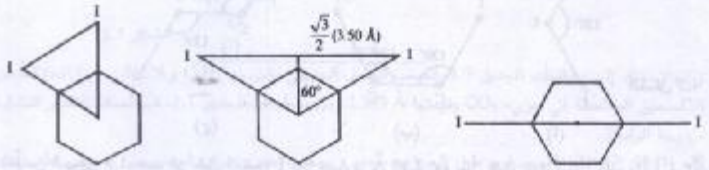
(أ) (ب) (ج)

■ تساوي المسافة من مركز المسدّس إلى اية زاوية (رأس) 1.40 Å. بما ان المسدّس منتظم، فإن الخطين الممتدين من المركز إلى رأسين متجاورين يشكلان مثلثاً متساوي الاضلاع.

(أ) تساوي المسافة من مركز المسدّس إلى ذرة يود 3.50 Å = (1.33 Å) + (0.77 Å) + (1.40 Å). بما ان هذه المسافة هي كذلك ضلع من مثلث متساوي الاضلاع، فإن المسافة من ذرة يود مجاورة إلى ذرة اخرى تساوي كذلك 3.50 Å [الشكل 9.7 (أ)].

(ب) تساوي نصف المسافة I—I المقدار (3.50 Å) $(\sqrt{3}/2)$: تساوي المسافة بأكملها 6.06 Å = $(\sqrt{3})$(3.50 Å) [الشكل 9.7 (ب)].

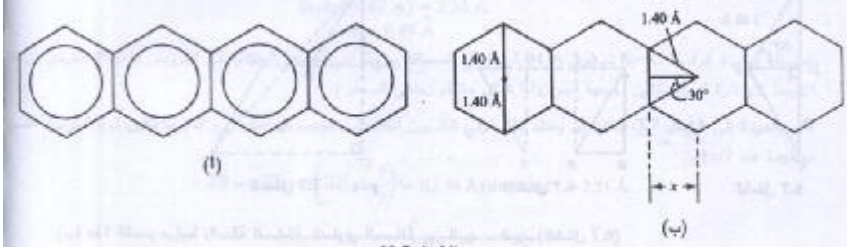
(ج) 7.00 Å = 2(3.50 Å) [الشكل 9.7 (ج)]



الشكل 9.7

(أ) (ب) (ج)

13.7 قدّر طول هيكل الكربون وعرضه في جزيء النفثاسين [الشكل 10.7 (أ)] إفترض أن الحلقات سداسية الشكل وأن المسافات بين الكربون ـ الكربون متساوية مقدار كل منها 1.40 Å.



(أ) (ب)

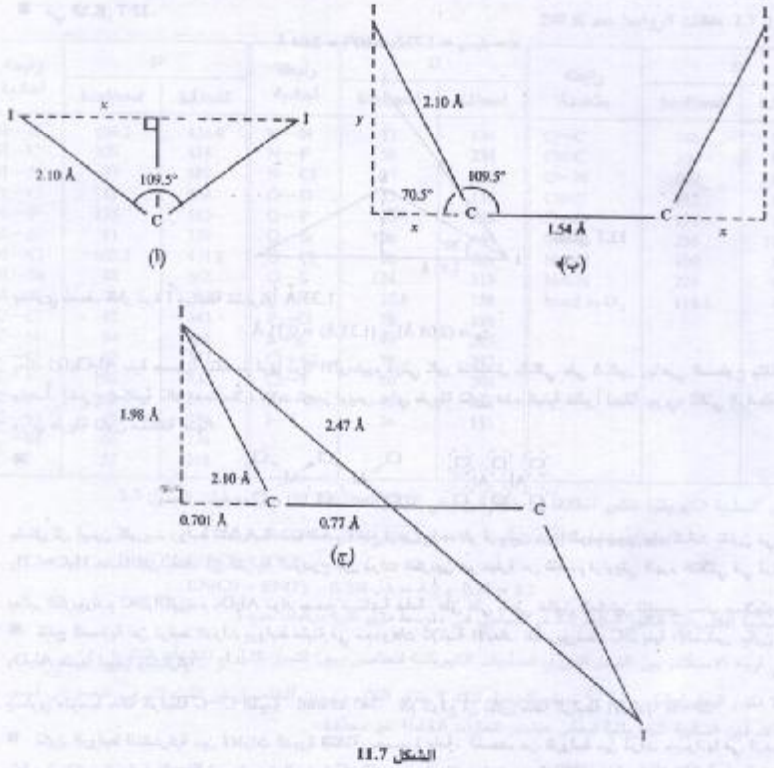
الشكل 10.7

■ يساوي عرض الهيكل مجموع المسافتين من المركز إلى الرأس فحسب. اما الطول فيساوي 8 اضعاف الطول المتمثل بالرسم (أ) من الشكل 10.7 (أ). ويساوي هذا الطول

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$x = 1.40(\sqrt{3}/2) = 1.40(0.866) = 1.21 \text{ Å}$$
$$8x = 9.68 \text{ Å}$$

147 يوجد متماكبان بنيويان من $C_3H_6I_2$. (أ) جد مسافة اليود ـ اليود في المتماكب الذي تكون فيه ذرتا اليود متصلتين بذرة الكربون نفسها. (ب) جد في المتماكب الآخر المسافتين القصوى والدنيا بين ذرتي I فيما تدور مجموعة CH_2I واحدة حول الرابطة C—C التي تلعب دور محور. إفترض أن الزوايا رباعية الأوجه وأن أنصاف أقطار الروابط التشاركية جمعية (راجع المسألتين 8.7 و 11.7).



الشكل 11.7

■ (أ) تتواجد ذرات اليود على بعد 2.10Å من ذرة الكربون بزاوية مقدارها 109.5° [الشكل 11.7 (أ)].

$$x = 2.10 \sin(54.75°) = 1.71 \text{ Å}$$
$$2x = \text{I—I مسافة} = 3.42 \text{ Å}$$

(ب) إنطلاقاً من الشكل 11.7 (ب):

$$x = 2.10 \cos(70.5°) = 0.701 \text{ Å}$$
$$\text{I—I مسافة} = 2x + 1.54 \text{ Å} = 2.94 \text{ Å}$$

(ج) إنطلاقاً من الشكل 11.7 (ج):

$$y = 2.10 \sin(70.5°) = 1.98 \text{ Å}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يمكن حساب المسافة من ذرة اليود إلى مركز الجزيء بواسطة مبرهنة فيثاغورس:

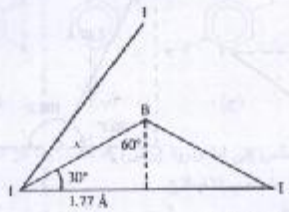
$$d = \sqrt{(1.98)^2 + (0.77 + 0.701)^2} = 2.47 \text{ Å}$$

تساوي مسافة اليود ـ اليود ضعفي هذه المسافة أي 4.94 Å.

15.7 BI_3 هو جزيء مستو متناظر تتواجد كل روابطه B—I بزوايا مقدارها 120° إحداها عن الأخرى. وظهر بأن المسافة بين ذرتا تساوي 3.54 Å. انطلاقاً من هذا الواقع ومن المعلومات المتوفرة في الجدول 1.7، قدِّر نصف القطر التشاركي للبورون على افتر أن كل الروابط التشاركية أحادية.

■ في الشكل 12.7.

$$x = r_{I-B} = 1.77/(\sin 60°) = 2.04 \text{ Å}$$



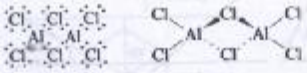
الشكل 12.7

يساوي نصف قطر ذرة I مرتبطة تشاركياً 1.33 Å.

$$r_B = (2.04 \text{ Å}) - (1.33 \text{ Å}) = 0.71 \text{ Å}$$

16.7 يملك $Al_2Cl_6(g)$ بنية جسرية تتقاسم فيها ذرتا الألومنيوم ذرتي كلور فتحصل بالتالي على شكلين رباعيي السطوح يتقاسمان ض واحداً. إشرح إمكانية ذلك مستعملاً دلالات ترميز لويس. بأي طريقة تكون هذه البنية نظيراً لحالة جزيء ثنائي الرابطة مثل C_2 وبأي طريقة تكون مختلفة عنها؟

■



يشكل كل أيون كلوريد روابط تشاركية شبه قطبية مع أيون واحد أو أيونين من الألومينيوم. وقد كانت تقارن في السابق $H_2C{=}CH_2$ عندما كان يُعتقد أن الترابط المزدوج بين ذرات الكربون هو عبارة عن تقاسم لزاويتي الهرم الثلاثي في ذرتي الكربو

17.7 يعتبر الكربورندم SiC والكورندم Al_2O_3 مواد سمج صناعية هامة. علِّق على بنيتي هاتين المادتين لتفسير سبب صلابتهما.

■ تنتج الصلابة عن ترابط الذرات بروابط متينة في مجموعات ثلاثية الأبعاد. الكربورندم SiC بنية الألماس. يكون الروابط Al_2O_3 طابعاً أيونياً وتشاركياً

18.7 يساوي متوسط طاقة الرابطة C—C القيمة 343 kJ/mol. كم تتوقع أن تكون طاقة الرابطة الأحادية Si—Si؟

■ تكون الروابط التشاركية بين لافلزات الدورة الثالثة، بصورة عامة، أضعف من الروابط بين ذرات جيرانها في الدورة الثاني يتوقع أن تكون الروابط Si—Si أضعف من الروابط C—C. يجب أن تكون قوة روابطها أقل من 300 Kj/mol.

19.7 انطلاقاً من معطيات طاقة الروابط (الجدول 2.7)، قدِّر إن كان بإمكان أي من CH_4 أو C_8H_{18} أن ينتج عند احتراقه الكامل مقد أكبر من الحرارة في الغرام الواحد. إفترض أن كل المتفاعلات والمنتجات موجودة في الحالة الغازية.

■ في مول واحد من CH_4

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$
$$4C{-}H \quad 2O_2 \quad 2C{=}O \quad 4H{-}O$$
$$4(100) + 2(119.2) - 2(177) - 4(111) = -160 \text{ kcal/mol}$$
$$\Delta H = (-160 \text{ kcal/mol})\left(\frac{1 \text{ mol}}{16.0 \text{ g}}\right) = -10.0 \text{ kcal/g}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

في مول واحد من C_8H_{18}

$$C_8H_{18} + \tfrac{25}{2}\,O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 9H_2O$$

$$18(C{-}H) \quad 7(C{-}C) \quad \tfrac{25}{2}(O_2) \quad 16(C{=}O) \quad 18(H{-}O)$$

$$18(100) + 7(82) + \tfrac{25}{2}(119.2) - 16(177) - 18(111) = -966\ \text{kcal/mol}$$

$$\Delta H = (-966\ \text{kcal/mol})\left(\frac{1\ \text{mol}}{114\ \text{g}}\right) = -8.47\ \text{kcal/g}$$

ينتج الميتان مقداراً أكبر من الحرارة في كل غرام واحد.

الجدول 2.7 طاقات الروابط عند 298 K

رابطة احادية	D		رابطة احادية	D		رابطة متعددة	D	
	kcal/mol	kJ/mol		kcal/mol	kJ/mol		kcal/mol	kJ/mol
H—H	104.2	436.0	N—N	32	134	C=C	146	611
H—C	100	418	N—F	56	234	C≡C	200	837
H—N	93	389	N—Cl	37	155	C=N	147	615
H—O	111	464	O—O	33	138	C≡N	213	891
H—F	135	565	O—F	45	188	C=O	177	741
H—S	81	339	O—Si	106	444	C≡O	256	1070
H—Cl	103.2	431.8	O—Cl	50	209	N=N	100	418
H—Br	88	368	O—S	124	519	N≡N	226	946
H—I	71	297	F—F	37.8	158	bond in O_2	119.2	498.7
C—C	82	343	P—Cl	78	326			
C—N	64	268	S—S	49	205			
C—O	83	347	Cl—Cl	58	243			
C—F	102	427	Cl—I	50	209			
C—S	61	255	Br—Br	46	192			
C—Cl	79	330	I—I	36	151			
C—Br	66	276						
C—I	52	218						

2 احسب السلبية الكهربائية للكلور انطلاقاً من طاقة الربط في ClF (61 kcal/mol) ومن معطيات الجدول 2.7.

■

$$\Delta = D(\text{ClF}) - \sqrt{D(F_2)D(Cl_2)} = 61 - \sqrt{(38)(58)} = 14\ \text{kcal/mol}$$

$$EN(F) - EN(Cl) = 0.208\sqrt{\Delta}$$

$$EN(Cl) = EN(F) - 0.208\sqrt{\Delta} = 4.0 - 0.78 = 3.2$$

إن السلبية الكهربائية للكلور البالغة 3.0 في الجدول هي متوسط مدوّر لقيم مركّبات عديدة.

11 ما هي أوجه الاختلاف بين التبدل الدوري للسلبيات الكهربائية للعناصر وبين التبدل الدوري لكمونات التأين؟

■ لا تكون السلبية الكهربائية إلاّ نصف كمومية، لذلك لا يتوفر الكثير من بين التفاصيل عن التبدلات من عنصر إلى آخر. وزيادة على ذلك فإن السلبية الكهربائية لبعض عناصر الغازات الخاملة غير محدّدة.

12 ميّز بين السلبية الكهربائية والقة الإلكترون.

■ تشير السلبية الكهربائية إلى الانجذاب النسبي للذرات المرتبطة تشاركياً لزوج (أزواج) الإلكترونات المترابطة. أما القة الإلكترون فهي الطاقة المحرّرة عند إضافة إلكترون إلى ذرة غازية أو إلى أيون لتشكيل أيون غازي.

21 إنطلاقاً من معطيات طاقة الروابط في الجدول 2.7 وعلى افتراض أن السلبية الكهربائية للهيدروجين تساوي 2.1، قدّر السلبية الكهربائية للكبريت والكلور.

■

$$\Delta = D(H{-}S) - \sqrt{D(H{-}H)D(S{-}S)} = 81 - \sqrt{(104.2)(49)} = 9.5\ \text{kcal/mol}$$

$$EN(S) = EN(H) + 0.208\sqrt{9.5} = 2.1 + 0.64 = 2.74$$

$$\Delta = D(H{-}Cl) - \sqrt{D(H{-}H)D(Cl{-}Cl)} = 103.2 - \sqrt{(104.2)(58)} = 25\ \text{kcal/mol}$$

$$EN(Cl) = EN(H) + 0.208\sqrt{25} = 2.1 + 1.04 = 3.1$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

24.7 احسب السلبية الكهربائية للآزوت اعتماداً على طاقات الروابط المذكورة في الجدول 2.7 واحسب السلبية الكهربائية للفلور. قارن الإجابة مع السلبية الكهربائية للآزوت، المذكورة في الجدول، واذكر سبب أي اختلاف.

■ لاحظ اننا نستخدم طاقات روابط احادية.

$$\Delta = D(\text{N—F}) - \sqrt{D(\text{N—N})D(\text{F—F})} = 56 - \sqrt{(32)(37.8)} = 21 \text{ kcal/mol}$$
$$EN(\text{N}) = EN(\text{F}) - 0.208\sqrt{\Delta} = 3.05$$

قيمة الآزوت في الجدول تساوي 3.0 وهي قيمة وسطية لمركبات عديدة.

25.7 إقترح ر. س. موليكان، سنة 1934، أن تحدد قيمة السلبية الكهربائية لعنصر ما على أنها متوسط كمون تأيّنه وألفة إلكترونه. حدد السلبية الكهربائية لكل هالوجين مستخدماً نظام وحدات الإلكترون ـ فلط للتعبير عن كمون التأين IP وعن ألفة الإلكترون EA. قارن السلبيات الكهربائية EN النسبية لهذه العناصر على هذا السلّم مع تلك المذكورة في سلّم بولنغ.

	IP	EA
F	17.41	3.34
Cl	13.01	3.61
Br	11.84	3.36
I	10.45	3.06

■

	المعدل	EN على سلم بولنغ	النسبة
F	10.38	4.0	2.6
Cl	8.31	3.0	2.8
Br	7.60	2.8	2.7
I	6.76	2.5	2.7

إن قسمة معدّل كمون التأيّن وألفة الإلكترون بالسلبية الكهربائية لبولنغ تعطي كل مرّة القيمة نفسها تقريباً، مبينة أن القياسين متناسبان مباشرة.

26.7 إنطلاقاً من طاقات الروابط المعطاة في الجدول 2.7، احسب طاقة الرنين الأيوني الإضافية في الجزيء HF.

■

$$A(\text{HF}) = 135 - \sqrt{(104)(38)} = 72 \text{ kcal/mol}$$

27.7 إعتماداً على المعطى $\Delta H_f(\text{H}) = 218$ kJ/mol، عبّر عن طاقة الرابطة H—H بوحدات kJ/mol و kcal/mol.

■ إن طاقة الرابطة هي الطاقة الضرورية لتفكيك H_2 الغازي إلى ذرات منفصلة.

$$\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{H}$$

يساوي هذا التفاعل ΔH ضعفي ΔH_f لكل مول من H.

$$\Delta H = 2(218 \text{ kJ/mol}) = 436 \text{ kJ/mol} = \frac{436 \text{ kJ/mol}}{4.184 \text{ kJ/kcal}} = 104 \text{ kcal/mol}$$

28.7 قدّر المحتوى الحراري لتكوين الأمونيا إنطلاقاً من معطيات طاقة الروابط (الجدول 2.7).

■

$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$$

بملاحظة وجود ثلاث روابط N—H في كل جزيء NH_3، نحصل على

$$3\text{H}(g) + \text{N}(g) \longrightarrow \text{NH}_3(g) \qquad -3D(\text{N—H}) = -279 \text{ kcal}$$
$$\tfrac{1}{2}\text{N}_2(g) \longrightarrow \text{N}(g) \qquad \tfrac{1}{2}D(\text{N}_2) = 113 \text{ kcal}$$
$$\tfrac{3}{2}\text{H}_2(g) \longrightarrow 3\text{H}(g) \qquad \tfrac{3}{2}D(\text{H}_2) = 156 \text{ kcal}$$
$$\tfrac{1}{2}\text{N}_2(g) + \tfrac{3}{2}\text{H}_2(g) \longrightarrow \text{NH}_3(g) \qquad \Delta H_f = -10 \text{ kcal}$$

المحتوى الحراري للتشكيل الذي يتم تقديره من رتبة قدر القيمة الاختبارية، -11kcal/mol.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

29.7 قدّر طاقة الرابطة C—H في الميثان CH_4. المعطيات الخاصة بالمحتوى الحراري المطلوب هي المحتوى الحراري لتشكيل الميثان أي -17.9kcal/mol؛ وطاقة رابطة الهيدروجين، 104.2 kcal/mol والمحتوى الحراري لتسامي الكربون، 171.7 kcal/mol. أوضح الحسابات بمخطط يمثّل المحتوى الحراري.

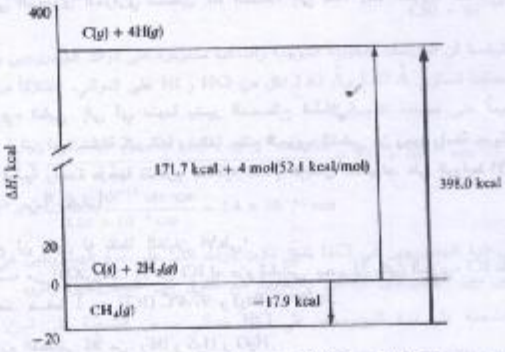
■ تحدّد طاقة الرابطة C—H في الميثان على أنها ربع الطاقة اللازمة لتكسير الروابط C—H الاربع.

$$CH_4(g) \longrightarrow C(g) + 4H(g)$$

لتحديد تغيّر المحتوى الحراري في هذا التفاعل، تدمج المعطيات بالطريقة التالية.

$C(s) \longrightarrow C(g)$	$\Delta H_{sub} = 171.7$ kcal
$2H_2(g) \longrightarrow 4H(g)$	$2D(H_2) = 2(104.2)$ kcal
$CH_4(g) \longrightarrow C(s) + 2H_2(g)$	$-\Delta H_f = 17.9$ kcal
$CH_4(g) \longrightarrow C(g) + 4H(g)$	$\Delta H = 398.0$ kcal

تساوي طاقة الرابطة C—H ربع الطاقة اللازمة لتكسير الروابط الأربع أي 99.5 kcal/mol. يظهر مخطّط المحتوى الحراري في الشكل 13.7.



الشكل 13.7

30 يساوي المحتوى الحراري لاحتراق الهكسان الحلقي الغازي -944.4 kcal/mol، فيما يساوي المحتوى الحراري لاحتراق البروبان الحلقي الغازي -496.8 kcal/mol. احسب تغير المحتوى الحراري لكل مول من O_2 المتفاعل واشرح سبب الاختلاف، في كل حالة على حدة.

■ بالنسبة للهكسان الحلقي، يساوي تغيّر المحتوى الحراري -104.9 kcal/mol من الاكسجين O_2؛ بالنسبة للبروبان الحلقي فإن تغير المحتوى الحراري يساوي -110.4 kcal/mol من الاكسجين O_2. إن ارتفاع حالة الطاقة للحلقة الثلاثية الأعضاء المنفعلة للبروبان الحلقي هي المسؤولة عن التزايد النسبي لإطلاق الطاقة عندما تتفاعل هذه المادة مع الاكسجين.

31 إستناداً إلى طاقات روابط H_2 و Cl_2 إلى المحتوى الحراري لتشكيل $HCl(g)$ أي -22.1kcal/mol، احسب طاقة رابطة HCl، D(HCl).

■

$HCl(g) \longrightarrow \frac{1}{2}H_2(g) + \frac{1}{2}Cl_2(g)$	$-\Delta H_f^\circ(HCl) = 22.1$ kcal
$\frac{1}{2}H_2(g) \longrightarrow H(g)$	$\frac{1}{2}D(H_2) = 52.1$ kcal
$\frac{1}{2}Cl_2(g) \longrightarrow Cl(g)$	$\frac{1}{2}D(Cl_2) = 29.0$ kcal

يمكن الحصول على طاقة رابطة HCl أي D(HCl) بدمج هذه المعادلات ودمج تغييرات المحتوى الحراري المتعلقة بها.

$$HCl(g) \longrightarrow H(g) + Cl(g) \qquad D(HCl) = -\Delta H_f^\circ(HCl) + \tfrac{1}{2}D(H_2) + \tfrac{1}{2}D(Cl_2)$$
$$= 22.1 \text{ kcal} + 52.1 \text{ kcal} + 29.0 \text{ kcal} = 103.2 \text{ kcal}$$

32 إستناداً إلى المحتويات الحرارية لتشكيل PH_3 و $P(g)$ (5.5 kcal/mol و 79.8 kcal/mol)، احسب معدل طاقة الرابطة P—H. ومن

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■

$$\tfrac{1}{2}P_4 + \tfrac{3}{2}H_2 \longrightarrow PH_3 \qquad \Delta H_f = 5.5 \text{ kcal}$$
$$\tfrac{1}{4}P_4 \longrightarrow P(g) \qquad \Delta H = 79.8 \text{ kcal}$$
$$\tfrac{1}{2}H_2 \longrightarrow H(g) \qquad \Delta H = 52.1 \text{ kcal}$$

(الجدول 2.7)

إن طرح المعادلة الثانية وثلاثة اضعاف المعادلة الثالثة من المعادلة الأولى وطرح تغييرات المحتوى الحراري المتعلقة بها يؤدي إلى المعادلة والتغيير في المحتوى الحراري التاليين:

$$P(g) + 3H(g) \longrightarrow PH_3 \qquad \Delta H = 5.5 - 79.8 - 3(52.1) = -230.6 \text{ kcal}$$

يبلغ مقدار معدل طاقة الرابطة P—H ثلث هذه القيمة أي 76.9 kcal.

$$EN(P) - EN(H) = 2.1 - 2.1 = 0.0 = 0.208\sqrt{\Delta}$$
$$\Delta = 0.0 = D(P—H) - \sqrt{D(P_2)D(H_2)}$$
$$D(P—H) = \sqrt{D(P_2)D(H_2)}$$
$$D(P_2) = [D(P—H)]^2/D(H_2) = (76.9)^2/(104.2) = 57 \text{ kcal/mol}$$

33.7 *هل يكفي ان نعرف ΔH_f (الذرات Br) لتقدير قيمة طاقة الرابطة Br—Br؟*

■ لا، يمكن الحصول على المحتوى الحراري لتشكيل Br استناداً إلى حالة Br_2 العيارية عندما يكون سائلاً وليس غازاً.

2.7 العزم القطبياني

34.7 *ميّز بين رابطة قطبية* وجزيء قطبي، إلى أي منهما يشير المصطلح قطبياني؟

■ تتشكّل رابطة قطبية بين ذرتين لهما سلبية كهربائية مختلفة. ينتج الجزيء القطبي عن وجود رابطة جزيئية واحدة فقط أو عندما لا يشتمل على اكثر من رابطة قطبية واحدة موجّهة تناظرياً بما فيه الكفاية لإبطال التأثيرات على الروابط الأخرى. غالباً ما يشار إلى الجزيء القطبي على ان له عزماً قطبانياً.

35.7 *أي من Br_2 أو ICl يتوقع ان يكون له نقطة الغليان الأعلى؟*

■ لكلا الجزيئين العدد نفسه من الإلكترونات، إلا ان ICl له عزم قطبياني. يجب ان يكون للجزيء ICl نقطة الغليان الأعلى. تكون نقطتا الغليان المقيستان عند ضغط 1 جو 97.4°C (ICl) و 58.78°C (Br_2).

36.7 *ضع بالترتيب التصاعدي للعزم القطبياني كلاً من: BF_3 و H_2S و H_2O.*

■ $BF_3 < H_2S < H_2O$. BF_3 له عزم قطبياني صفري بسبب تناظره. H_2S له عزم قطبياني اقل من عزم قطبياني H_2O بسبب قطبيّة رابطة H—S المنخفضة* كثيراً بالمقارنة مع رابطة H—O.

37.7 *(أ) هل يمكن لجزيء امتلاك عزم قطبياني إذا لم يكن له روابط تشاركية قطبية؟ (ب) كيف يمكن ان يكون لجزيء روابط قطبية دون امتلاكه عزماً قطبانياً؟*

■ (أ) لا. (ب) إذا كانت الروابط القطبية المتنوّعة مرتّبة تناظرياً، كما في CCl_4 و CO_2، فإن تأثيرات رابطة واحدة تبطلها تأثيرات الرابطة (أو الروابط) الأخرى.

38.7 *ضع بالترتيب التنازلي لقطبية الروابط: SbH_3، AsH_3، PH_3، NH_3.*

■ يؤدي الفرق التنازلي للسلبية الكهربائية بين H (2.1) و Sb (1.9) و As (2.0) و P (2.1) و N (3.0) إلى الترتيب التالي:

$$PH_3 < AsH_3 < SbH_3 < NH_3$$

39.7 *يساوي العزم القطبياني لكل من SO_2 و CO_2 القيمة 5.37×10^{-30} C.m والصفر على التوالي. ماذا يمكن ان يقال عن شكلي هذين الجزيئين؟*

■ للأكسجين سلبية كهربائية أكبر بكثير مما للكربون أو الكبريت. لذا يجب ان تكون كل رابطة كبريت ـ أكسجين وكربون ـ أكسجين قطبية، وأن يحمل الأكسجين شحنة سلبية صافية.

بما ان CO_2 ليس له أي عزم قطبياني صافٍ، يجب ان يبطل عزما الرابطتين C—O بالضبط أحدهما الآخر. ولا يحصل ذلك إلا إذا كانت الرابطتان على خط مستقيم. (العزم الصافي لجزيء هو المجموع المتّجهي لعزوم الرابطة) يجب ان يعني وجود عزم قطبياني في SO_2 ان الجزيء ليس خطيّاً بل منحنياً.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

40 يساوي عزم القطبانية للجزيئات NH_3، AsH_3 و BF_3 القيم 4.97×10^{-30} و 0.60×10^{-30} و 0.00×10^{-30} على التوالي. ماذا يمكن أن تستنتج عن أشكال هذه الجزيئات؟

■ لكلا الجزيئين NH_3 و AsH_3 شكل هرمي ويكون BF_3 مستوياً. ولكن انطلاقاً من عزوم القطبانيات فحسب، لا يمكن أن تستنتج أي شيء بخصوص الانبساط النسبي لهرمَيْ NH_3 و AsH_3 نظراً لاختلاف السلبية الكهربائية لكل من N و As.

41 يعبَّر أحياناً عن عزم القطبانية بوحدة الدبي (D) حيث

$$1\ D = 10^{-18}\ (\text{esu من الشحنة}) \cdot \text{cm}$$

نحدِّد الوحدة الكهربسكونية (esu) للشحنة بواسطة $1\ C = 2.998 \times 10^9\ esu$. ما هي قيمة 1 D في النظام الدولي للوحدات؟

■

$$1\ D = (10^{-18}\ esu \cdot cm)\left(\frac{1\ C}{2.998 \times 10^9\ esu}\right)\left(\frac{1\ m}{10^2\ cm}\right) = 3.336 \times 10^{-30}\ C \cdot m$$

42 إعتماداً على معطيات الجدول 1.7 وعزم القطبانية لكل من HCl(1.03 D) و HI(0.38 D)، قارن مقدار الشحنة الجزئية على ذرة الهيدروجين في HCl (أ) مع تلك التي تحملها ذرة الهيدروجين في HI و (ب) ومع تلك التي يحملها أيون موجب مشحون أحادياً والتي تساوي 4.80×10^{-10} esu.

■ (أ) إذا افترضنا أن الشحنات الجزئية الموجبة والسالبة متمركزة على ذرات الهيدروجين والهالوجين على التوالي، فإن المسافات بين مراكز الشحنات تساوي 1.27 Å و1.61 Å لكل من HCl و HI على التوالي، انطلاقاً من الجدول 1.7. تساوي الشحنة δ عزم القطبانية مقسوماً على مسافة الفصل d.

$$\text{بالنسبة إلى HCl}: \quad \delta = \frac{\text{عزم القطبانية}}{d} = \frac{1.03 \times 10^{-18}\ esu \cdot cm}{1.27 \times 10^{-8}\ cm} = 8.11 \times 10^{-11}\ esu$$

$$\text{بالنسبة إلى HI}: \quad \delta = \frac{0.38 \times 10^{-18}\ esu \cdot cm}{1.61 \times 10^{-8}\ cm} = 2.4 \times 10^{-11}\ esu$$

إن الشحنة على ذرة الهيدروجين في HCl تفوق ثلاث مرات التي على ذرة الهيدروجين في HI وذلك بالتوافق مع فارق السلبية الكهربائية الكبير بين الهيدروجين والكلور بالمقارنة مع الفرق بين الهيدروجين واليود.

(ب) تساوي الشحنة على ذرة الهيدروجين في HCl حوالي سدس الشحنة على أيون أحادي الإيجابية.

43 يساوي عزم قطبانية HBr القيمة 2.60×10^{30} C.m وتساوي المسافة بين الذرات 1.41 Å. ما هي النسبة المئوية للخاصية الأيونية للجزيء HBr؟

■ إن عزم القطبانية لجزيء أيوني بنسبة 100% عند المسافة بين النووية المعطاة ستكون

$$(1.60 \times 10^{-19}\ C)(1.41 \times 10^{-10}\ m) = 2.26 \times 10^{-29}\ C \cdot m$$

يكون القطبانية الفعلي أقل، تعطى النسبة المئوية للخاصية الأيونية

$$\frac{2.60 \times 10^{-30}\ C \cdot m}{2.26 \times 10^{-29}\ C \cdot m} \times 100\% = 11.5\%$$

44 لجزيء ثنائي الذرة عزم قطبانية مقداره 1.2 D. إذا كانت مسافة رابطته تساوي 1.0 Å، كم هي النسبة المئوية للشحنة الإلكترونية e المتواجدة على كل ذرة؟

■

$$\delta = \frac{\text{عزم القطبانية}}{d} = \frac{1.2\ D}{1.0 \times 10^{-8}\ cm} = \frac{1.2 \times 10^{-18}\ esu \cdot cm}{1.0 \times 10^{-8}\ cm} = 1.2 \times 10^{-10}\ esu$$

تساوي النسبة المئوية للشحنة الإلكترونية

$$\frac{1.2 \times 10^{-10}\ esu}{4.8 \times 10^{-10}\ esu/e} = 0.25e = 25\%\ of\ e$$

45 يساوي عزم قطبانية LiH القيمة 1.964×10^{-29}C.m وتساوي المسافة بين الذرات Li و H في هذا الجزيء القيمة 1.596 Å. ما هي النسبة المئوية للخاصية الأيونية (المسألة 43.7) في LiH؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ لنحسب عزم القطبائي لزوج أيوني Li^+H^- افتراضي ومؤين بالكامل مع مسافة فصل مقدارها 1.596 Å.

μ (الافتراضي) = (1 شحنة إلكترونية) (فصل)

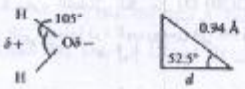
تساوي الخاصيّة الأيونيّة الكسريّة عزم القطبائي الفعلي مقسوماً على الافتراضي.

$$\text{الخاصية الأيونية الكسرية} = \frac{1.964 \times 10^{-29}\ \text{C·m}}{2.557 \times 10^{-29}\ \text{C·m}} = 0.768$$

تُحسب الرابطة على انها أيونية بنسبة 76.8%.

46.7 تساوي زاوية الرابطة H—O—H في الماء 105°. إستناداً إلى عزم قطبائي الماء وأنصاف الأقطار التشاركية للذرات، حل الشحنة على ذرة الأكسجين في جزيء الماء.

$$\mu = 1.85\ \text{D} = 1.85 \times 10^{-18}\ \text{esu·cm} = \delta d$$



$$\cos 52.5^\circ = d/0.94\ \text{Å}$$

$$d = (0.609)(0.94\ \text{Å}) = 0.572\ \text{Å}$$

$$\delta = \frac{\mu}{d} = \frac{1.85\ \text{D}}{0.572\ \text{Å}} = \frac{1.85 \times 10^{-18}\ \text{esu·cm}}{0.572 \times 10^{-8}\ \text{cm}} = 3.2 \times 10^{-10}\ \text{esu}$$

او 0.67 ضعف الشحنة الإلكترونية (4.8×10^{-10} esu)

47.7 يمكن لزوج من الصفائح المتوازية أن يحمل شحنات في فراغ، عند جهد معين وعندما يكون HCl بينهما، وفقاً للجدول التالي. إذا HCl هو نفسه عند درجتي الحرارة. إشرح هذه المعطيات

الشحنة عند 0 °C	الشحنة عند 100 °C	
5×10^{-8} C	3×10^{-8} C	مع HCl
1×10^{-8} C	1×10^{-8} C	في الفراغ

■ كلما ارتفعت درجة الحرارة، زاد الاضطراب الحراري وأصبحت جزيئات HCl اقل تراصفاً. كلّما زاد تراصف الجزيئات زاد تأثيرها.

48.7 يمكن أن تقدّر الخاصية الأيونية المئوية لرابطة أحادية من نسبة عزم القطبائي الملاحظ إلى العزم المحسوب، مع افتراض الأيونات المشحونة تماكسياً على مسافة مساوية لطول الرابطة. إن عزم القطبائي الملاحظ للجزيء HCl هو 1.03 D وللجزيء HBr 0.79 D وللجزيء HI 0.38 D. احسب الخاصية الأيونية المئوية للرابطة في كل من هذه المركبات. هل تتوازى النتائج مع مقادير طاقات الرنين الأيوني الإضافي Δ لهذه الجزيئات؟

■ تُحسب مسافات الروابط اعتماداً على الجدول 1.7.

H—Cl 0.28 Å + 0.99 Å = 1.27 Å
H—Br 0.28 Å + 1.14 Å = 1.42 Å
H—I 0.28 Å + 1.33 Å = 1.61 Å

بالنسبة إلى HCl:

$$d = \frac{\mu}{d} = \frac{1.03 \times 10^{-18}\ \text{esu·cm}}{1.27 \times 10^{-8}\ \text{cm}} = 8.11 \times 10^{-11}\ \text{esu}$$

$$[(8.11 \times 10^{-11}\ \text{esu})/(4.80 \times 10^{-10}\ \text{esu})] \times 100\% = 16.9\%\ \text{ionic}$$

بالنسبة إلى HBr:

$$\delta = \frac{0.79 \times 10^{-18}\ \text{esu·cm}}{1.42 \times 10^{-8}\ \text{cm}} = 5.6 \times 10^{-11}\ \text{esu or } 12.0\%\ \text{ionic}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\delta = \frac{0.38 \times 10^{-18}\ \text{esu}\cdot\text{cm}}{1.61 \times 10^{-8}\ \text{cm}} = 2.4 \times 10^{-11}\ \text{esu or 5.0\% ionic}$$

بالنسبة إلى HI:

$$\Delta = \left[\frac{\text{EN(X)} - \text{EN(H)}}{0.208}\right]^2 = \left(\frac{0.9}{0.208}\right)^2 = 18 \text{ for HCl}$$

$$= \left(\frac{0.7}{0.208}\right)^2 = 11 \text{ for HBr}$$

$$= \left(\frac{0.4}{0.208}\right)^2 = 4 \text{ for HI}$$

توازي النتائج قيم Δ بشكل مناسب إلى حد ما في هذه الحالات.

القوى بين الجزيئية الأخرى

ضع الأنماط التالية للتفاعلات بالترتيب التصاعدي للثبات: الرابطة التشاركية، قوة فان در فال، الترابط الهيدروجيني وجاذبية القطبانية.

- قوة فان درفال < القطبانية < الترابط الهيدروجيني < الرابطة التشاركية

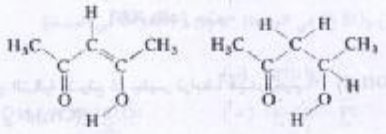
إسرد خواص الماء الناشئة من الترابط الهيدروجيني.

- نقطة انصهار مرتفعة، نقطة غليان مرتفعة، حرارة تبخر مرتفعة، كثافة منخفضة للجليد بالمقارنة مع الماء، حرارة نوعية مرتفعة، مناقلة ايونية مرتفعة لايونات الهيدرونيوم والهيدروكسيد وأيونات عديدة أخرى.

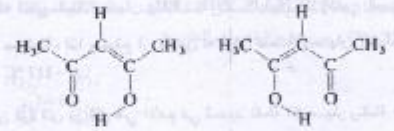
تكهن بالترتيب التصاعدي لنقاط غليان الغازات الخاملة.

- كلما ارتفع العدد الذري. ارتفع معه عدد الإلكترونات في كل ذرة، وزادت قوة فان در فال. وكلما عظمت القوى بين الجزيئات توجُب ارتفاع نقطة الغليان. تتزايد قيمة نقاط الغليان الفعلية للغازات الخاملة مع زيادة العدد الذري كما هو متوقع: He, 4K; Ne, 27K; Ar, 87K; Kr, 120K; Xe, 166k; Rn, 211K.

يمكن للذرتين المشار إليهما ادناه القيام بترابط هيدروجين بين جزيئي. اي منهما يشكّل على الأرجح روابط هيدروجينية اكثر استقراراً؟ إقترح سبباً لخيارك.



- للجزيء الاول شكلان رنينيّان يجعلان الترابط الهيدروجيني أكثر استقراراً اما الجزيء الثاني فليس له اي استقرار رنيني مماثل.



اي من الجزيئات التالية له اعلى نقطة غليان: H_2 He Ne Xe CH_4؟

- Xe. كل هذه الجزيئات غير قطبية، إلا ان Xe له اكبر قوى فان در فال لكونه يحتوي على اكبر عدد من الإلكترونات.

عند درجة حرارة 300 K وتحت ضغط يساوي 1.00 جو، تساوي كثافة HF الغازي 3.17 g/L. إشرح هذه الملاحظة وادعم شرحك

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ يُعطى عدد الجزيئات الموجودة في كل ليتر من الحجم بواسطة

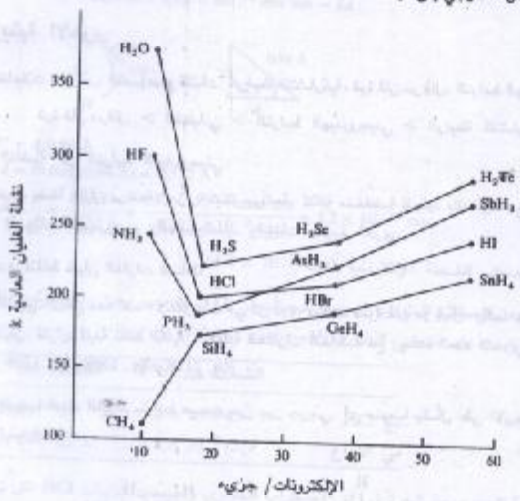
$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(1.00\ \text{atm})(1.00\ \text{L})}{(0.0821\ \text{L·atm/mol·K})(300\ \text{K})} = 0.0406\ \text{mol}$$

$$\frac{3.17\ \text{g}}{0.0406\ \text{mol}} = 78.1\ \text{g/mol}$$

يساوي وزن HF الصيغي 19g/mol. إن الوزن الصيغي الكبير والظاهر الماخوذ من معطيات كثافة الغاز يعني أن الغاز متراب
بشكل قابل للتقدير، حتى في الطور الغازي، بواسطة الترابط الهيدروجيني على الأرجح. يكوّن معدّل التجمّع لجزيئات HF حوالي

55.7 إنطلاقاً من الشكل 14.7، قدّر نقطة غليان الماء في حال عدم وجود ترابط هيدروجيني.

■ يؤدي الاستكمال الخارجي إلى قيمة 90 °C− تقريباً.



الشكل 14.7

56.7 أي جزء في كل من الأزواج التالية يُتوقع أن يظهر ترابطاً هيدروجينياً: (أ) CH_3CH_2OH و CH_3OCH_3 (ب) CH_3NH_2 و H_2NH_2 (ج) CH_3OH و CH_3SH و $(CH_3)_3N$.

■ (أ) CH_3CH_2OH (H مرتبطة مع O) (ب) CH_3NH_2 (يشكّل S روابط هيدروجينية) (ج) CH_3OH (لا يوجد H على ذ
الأزوت في $(CH_3)_3N$).

57.7 أي مما يلي يُتوقع أن يكون له أعلى نقطة انصهار: PH_3 NH_3 $(CH_3)_3N$؟ إشرح السبب.

■ NH_3 له أكبر قوى بين جزيئية، لذا يتوقع أن يكون له أعلى نقطة انصهار. (نقاط الانصهار الفعلية هي NH_3 77.7 °C
PH_3 133 °C− ؛ $(CH_3)_3N$ 117 °C−).

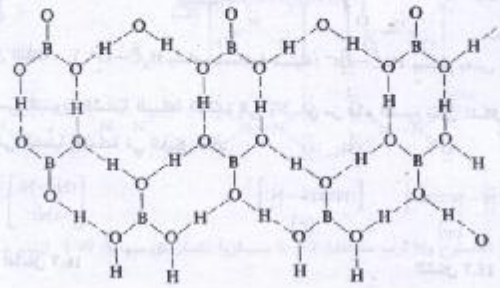
58.7 في أي جزيء يرجّح أن تكون قوة فان در فال هي الأهم في تحديد نقطة الانصهار ونقطة الغليان: ICl Br_2 HCl H_2S CO

■ Br_2. يحتوي كل من الجزيئات الأخرى على قطبياتي إضافة إلى قوى فان در فال. ولا تكون قوى لندن في فال هي القوى
الجزيئية الوحيدة سوى في Br_2.

59.7 يشكّل حمض البوريك، $B(OH)_3$، بلّورات سداسية تنفلق بسهولة إلى طبقات رقيقة، مشيرة بذلك إلى وجود قوى بين سط
البلوري. $B(OH)_3$ طبقة من

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■



يحافظ الترابط الهيدروجيني على تراصف وحدات H_3BO_3 المستوية في طبقات.

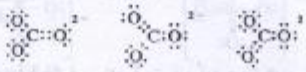
60 يتواجد أيون HF_2^- بالحالة الجامدة وكذلك بمحاليل HF السائلة ولكن لا يتواجد بمحاليل مائية مخففة. إشرح.

■ في الحالة الجامدة وفي HF السائل، يتماسك الأيون HF_2^- بواسطة ترابط هيدروجيني. يوجد في المحاليل المائية ترابط هيدروجيني ولكن يلبها كل جزيء HF للترابط مع جزيء H_2O الاكثر إنتشاراً في المحلول، ولذلك بدل ترابطه مع جزيئات HF الاخرى. وهكذا يصبح تشكل H_3O^+ وF^- اكثر احتمالاً وملاءمة. من الممكن تشكل H_2F^+ كذلك لكن ليس بنفس القدر من الانتشار نظراً لكون HF اقوى حمضية من H_2O.

الطنين

61 إرسم مخططين نقطيين إلكترونيين أو اكثر لإظهار الطنين في الأيون CO_3^{2-}.

■



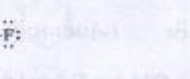
62 إرسم مخطط لويس النقطي الإلكتروني الكامل لكل مما يلي مظهراً البنى الطنينية في المواضع المناسبة.

(أ) MgO (ب) CN^- (ج) SO_3 (S في الوسط) (د) BrF_3 (Br في الوسط)

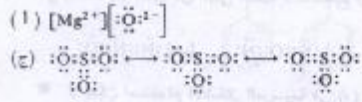
■

(أ) $[Mg^{2+}]\left[:\ddot{O}:^{2-}\right]$ (ب) $:C\equiv\!\equiv N:^-$

(د)



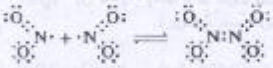
(ج)



63 يكون غاز NO_2 مسايراً المغنطيسية عند درجة حرارة الغرفة. عندما تبرّد عيّنة من الغاز حتى ما دون 0 °C، يزداد وزنها الجزيئي وتفقد مغنطيسيتها المسايرة. عندما يعاد تسخينها، تنعكس التفاعلات. (أ) اكتب معادلة تفسّر هذه الملاحظة باستخدام بنى نقطية إلكترونية. (ب) ما هي أوجه الاختلاف بين هذه الظاهرة والطنين؟

■

(أ)



(ب) هذه الظاهرة تمثّل تفاعلاً كيميائياً فعلياً ـ اي توازناً. إن اشكال الطنين ما هي إلى تمثيلات متعددة للبنية نفسها.

64 في كل من الأزواج التالية إختر النوع الذي يكون له أكبر استقرار طنيني: (أ) NHO_3 و NO_3^- (ب) $H_2C=O$ و $HC(=O)O^-$

■ (أ) يملك NO_3^- ثلاثة اشكال طنينية متساوية الطاقة؛ يملك NHO_3 شكلين فقط نظراً لكون ذرة الاكسجين المرتبطة بذرة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(ب) $HC(=O)-O^-$ له شكلان طنينيان متساويان والشكل الآخر هو $H_2C=O$. $HC(=O)$ ليس له اشكال طنينية أخرى بنفس العدد

المنخفض من الطاقة. ($H_2\dot{C}-\ddot{O}:^-$ يساهم مساهمة ضئيلة؛ $H_2\dot{C}-\ddot{O}:^-$ يساهم بعض الشيء)

65.7 ارسم كل الصيغ البنيوية الثنائية الممكنة العائدة إلى N_3^-. أي من هذه الصيغ تكوّن اشكال طنينية ممكنة؟

■ تظهر البنى الخطّية الممكنة في الشكل 15.7.

$[:\ddot{N}-N=\ddot{N}:]^-$ (أ) $[:\ddot{N}-N\equiv N:]^-$ (ب) $[:N\equiv N-\ddot{N}:]^-$ (ج)

الشكل 15.7

$\left[:N-N:\right]^-$ (:N:)

الشكل 16.7

كُتبت بنيتان طنينيتان بالرابطة الثلاثية لعدم وجود أي سبب يجعل أحد الأزواج الطرفية في أيون أزيد معزول مختلفاً عن الآخر. ان نوعاً آخر من البنى، يشتمل على حلقة، يستوفي قاعدة الثمانيّة. ويبطل اعتبار هذه البنية (الشكل 16.7) شكلاً طنينياً نظراً لو الذرات من مواضع مختلفة. علاوة على ذلك، فإن زوايا الروابط وقدرها 60° او اقل، والتي تتطلبها البنية، تستلزم انفعالاً شديداً الزوايا العادية للترابط.

66.7 هل يكون الاستقرار الطنيني اكبر في CO_3^{2-} (أ) ام في H_2CO_3 (ب)؟

■ إن هُجُن الطنين الممكنة هي

(أ) $\left[\ddot{O}-C(=\ddot{O})-\ddot{O}\right]^{2-}$ $\left[\ddot{O}-C(-\ddot{O}:)=\ddot{O}\right]^{-}$ $\left[:\ddot{O}-C(-\ddot{O}:)=\ddot{O}\right]^{-}$

(ب) $H-\ddot{O}-C(=\ddot{O})-\ddot{O}-H$ $\left[H-\ddot{O}-C(-\ddot{O}:)=\ddot{O}\right]^{-}$ $\left[:\ddot{O}-C(-\ddot{O}:)=\ddot{O}\right]^{-}$

اشكال طنينية ذات طاقة عالية.

في CO_3^{2-}، تساهم ثلاثة هُجُن متساوية الطاقة مساهمةً متساوية في بنية الطنين. في H_2CO_3، تكون الطاقة اكبر في الشكلين الأخيرين منها في الشكل الأوّل لذا تكون اقل اهمية. بما ان CO_3^{2-} يملك ثلاثة اشكال متساوية الطاقة يكون استقراره الطنيني اكبر بكثير من استقرار H_2CO_3.

67.7 اي واحدة (او اكثر) من البنى التالية لا تستطيع ان تمثّل اشكالاً طنينية عائدة إلى NNO (مفاير المغنطيسية)؟

(أ) $:\ddot{N}::N::\ddot{O}:$ (ب) $:N:::N:\ddot{O}:$ (ج) $:\ddot{N}:N:::O:$ (د) $:\ddot{N}::O::\ddot{N}:$ (هـ) $:\dot{N}::N::\dot{O}:$

■ لا يمكن استخدام الأشكال المرسومة في (د) و (هـ). إن الذرات مرتبة في (د) بحيث تكون ذرة الاكسجين بين ذرات الآزوت لا يكون هذا الترتيب هو نفسه كما في ترتيب الأشكال الأخرى او المواضع المكتشفة إختبارياً. أما الشكل المرسوم في (هـ) فيملك اربع إلكترونات غير متزاوجة وهذا أمر غير ممكن لان الجزيء مفاير المغنطيسية.

68.7 ارسم صيغاً بنيوية شمائيّة لكل من (أ) C_2HCl (ب) C_2H_6O (ج) C_2H_4O (د) NH_3O (هـ) NO_2^- (كلاهما ذو طرف اكسجيني) (و) N_2O_4 (كلها ذات طرف اكسجيني) (ز) OF_2

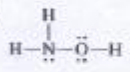
■

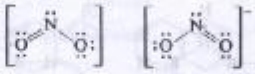
(أ) $H-C\equiv C-Cl$

(ب) $H_3C-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\ddot{O}-H$ or $H_3C-\ddot{O}-CH_3$

(ج) $H_3C-\overset{H}{C}=\ddot{O}$ or $H_2C-\overset{H}{C}-\ddot{O}-H$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(ب) 

(هـ)  طنين

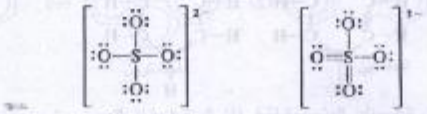
(و) طنين

(ز)

4 يكون أيون الكبريتات رباعي السطوح وله أربع مسافات S—O متساوية مقدار كل منها 1.49 Å. ارسم صيغة بنيوية معقولة متطابقة مع هذه الحقائق.

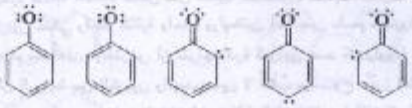
■ من الممكن وضع إلكترونات التكافؤ البالغ عددها 32 (6 لكل من الذرات الخمس من المجموعة VI زائد 2 للشحنة السلبية الصافية) في بنية ثمانيّة ليس لها سوى روابط أحادية. وهناك اعتراضان على هذه الصيغة (الشكل 17.7). (1) كون مسافة الرابطة المتوقعة $r_A + r_O = 1.04 + 0.66 = 1.70$ Å، مرتفعة جداً. (2) كون الشحنة الشكلية المحسوبة التي يحملها الكبريت، أي +2، مرتفعة إلى حد ما. والبديل هو كتابة بنى طنينية تحتوي على روابط مزدوجة. وتضع بنية مماثلة للتي في الشكل 18.7 شحنة شكلية تساوي قيمتها صفراً على الكبريت و −1 على كل أكسجين مرتبط أحادياً. وبإمكان تقلّص طول الرابطة العائد إلى تشكل رابطة مزدوجة أن يساعد في تعليل انخفاض مسافة الرابطة الملاحظة. ويتضمن هذا الأمر بالطبع بنى أخرى للطنين ذات مواضع متناوبة للروابط المزدوجة. وتشتمل بنى معقدة لها مستوى تكافؤي يمتد إلى ما بعد الثمانية على مداريات *d* للذرة المركزية. ولهذا السبب لا تشكل عناصر الدورة الثانية (C، N، O، F) مركّبات تتطلب أكثر من 8 إلكترونات تكافؤية لكل ذرة: بتعدم وجود الطبقة الفرعية *2d*.

الشكل 17.7



الشكل 18.7

10 اكتب بنى الطنين لأيون الفينولات، $C_6H_5O^-$.

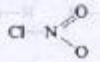
■ 

يمكن استبدال الشكل التالي بالشكلين الأوّلين:

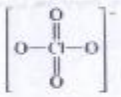
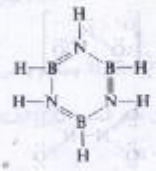
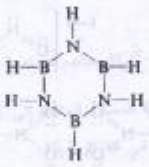
11 قيّم الشحنات الشكلية بإكمال البنى التالية وبإضافة أزواج إلكترونية غير مشتركة عند الضرورة.

(أ) N≡C—C≡N (ب) N=C=C=N (ج) Cl—C≡N

(د) Cl=C=N (هـ) N—N=O (و) N≡N—O

(ز) (ح) (ط) 

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

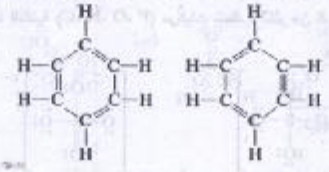
(ي)  (ك)  (ل) 

■ (ا) شحنات صفرية للجميع (ب) +1 على N واحد (ليس له ثمانية)، −1 على الآخر (ج) شحنات صفرية للجميع (د) +1 على Cl، −1 على N (هـ) −1 على N طرفي، +1 على N مركزي (و) +1 على N مركزي، −1 على O (ز) شحنات صفرية للجميع (ح) +1 على Cl مرتبط ثنائياً، −1 على O (ط) +1 على N، −1 على O مرتبط أحادياً (ي) +1 على Cl، −1 على O مرتبط أحادياً (ق) +1 على كل N، −1 على كل B (ل) شحنات صفرية للجميع.

72.7 غالباً ما تُكتب بنية 1، 3 – البوتاديين بالشكل التالي $H_2C{=}CH{-}CH{=}CH_2$. تساوي المسافة بين ذرات الكربون المركزي 1.46 Å. علّق على ملاءمة البنية المقترحة.

■ يجب ان تتواجد بنى طنينيّة لا ثمانيّة تشتمل على ترابط مزدوج بين ذرات الكربون المركزية، مثل $\dot{C}H_2{-}CH{=}CH{-}\dot{C}H_2$

73.7 ارسم كل البنى الطنينيّة الثمانيّة لكل من (ا) البنزين C_6H_6 و(ب) النفثالين $C_{10}H_8$. من المعروف عن البنزين أن له تناظر سداسياً وأن الإطار الكربوني للنفثالين يتكوّن من مسدّسين ملتحمين مستويين. اذكر الترابط بين الذرات المتجاورة فقط.

■ 

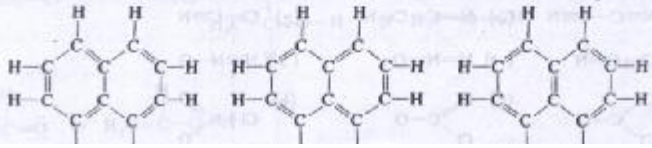
الشكل 19.7

(ا) تتوزع ذرات الهيدروجين بشكل منتظم، ذرة هيدروجين على كل ذرة كربون بحيث تتطابق مع التناظر السداسي. (الشكل 19.7) وهكذا تبقى ثلاثة أزواج إلكترونية لترابط عند كل ذرة كربون كي ترفع عدد التكافؤ الكلي إلى أربعة. وتشكل الروابط الأحادية والثنائية المتناوبة النهج الوحيد لكتابة الصيغ ضمن كل القيود المذكورة سابقاً. تعرف الهيدروكربونات المحتوية على حلقة مستوية يشكّل داخلها كل كربون حلقي رابطة ثنائية واحدة ورابطتين أحاديتين باسم هيدروكربونات عطرية. وقد طوّر ترميز مختصر لكتابة البنى العطرية باستخدام مضلّعات. ونفترض أن تتواجد ذرة كربون عند كل زاوية من المضلّعات. وتكتب روابط الكربون-الكربون في المضلّعات إلا ان الروابط بين الكربون والهيدروجين لا تُكتَبْ بوضوح. يُبرز الشكل 20.7 (ا) البنيتين المذكورتين الشكل 19.7. وغالباً ما يستخدم مسدّس بداخله دائرة لتمثيل شكلَيْ الطنين كليهما [الشكل 20.7 (ب)].

الشكل 20.7

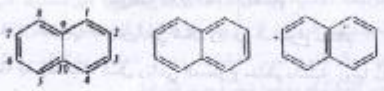
(ا) (ب)

(ب) يشير إستواء النفثالين إلى خاصيته العطرية. لاحظ في الشكل 21.7 ان ذرتي الكربون الواقعتين عند التحام حلقتين تبلغ تشاركهما ذي الروابط الأربعة دون الارتباط بذرات الهيدروجين. تمت الإشارة إلى الترميز المختصر لهذه البنى في الشكل 22.7.



الشكل 21.7

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل 22.7

يُفْتَرض وجود رابطة C—H عند كل من ذرات الكربون التي تتشارك بثلاثة أزواج من الإلكترونات فحسب ضمن هيكل الكربون.

74.7 تم قياس إنثالبيات (المحتويات الحرارية) لهدرجة الإيثيلين (C_2H_4) والبنزين (C_6H_6) حيث كانت كل المتفاعلات والمنتجات عبارة عن غازات.

$$C_2H_4 + H_2 \longrightarrow C_2H_6 \qquad \Delta H = -32.7 \text{ kcal}$$
$$C_6H_6 + 3H_2 \longrightarrow C_6H_{12} \qquad \Delta H = -49.2 \text{ kcal}$$

قدِّر طاقة الطنين للبنزين.

■ إذا كان للبنزين C_6H_6 ثلاث روابط ثنائية معزولة كربون - كربون، يكون ΔH الهدرجة قريباً من ثلاثة اضعاف ΔH هدرجة C_2H_4، مع رابطة ثنائية واحدة، اي -98.1 kcal. إن كون هدرجة البنزين اقل إصداراً للحرارة بمقدار

$$98.1 \text{ kcal} - 49.2 \text{ kcal} = 48.9 \text{ kcal}$$

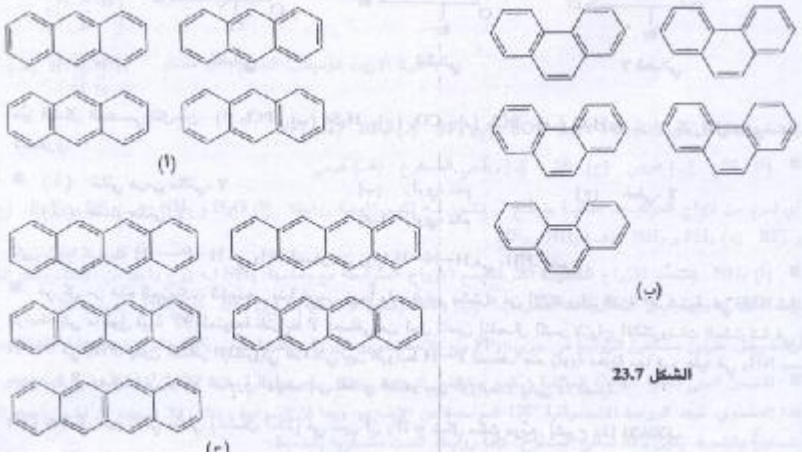
يعني ان البنزين قد تم استقراره بالطنين إلى حدود 48.9 kcal/mol او 205 kJ/mol.

75.7 بيِّن البنى الطنينية للهيدروكربونات العطرية التالية

انتراسين فينانترين نفتاسين

خذ بالاعتبار الروابط الثنائية بين الكربونات المتجاورة فقط. (إن الدائرة داخل المسدّس ترميز مختصر مستخدم للإشارة إلى حلقة عطرية دون الاضطرار إلى تدوين كل بنى الروابط التكافئية).

■ انظر الشكل 23.7



الشكل 23.7

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5.7 هندسة الجزيئات

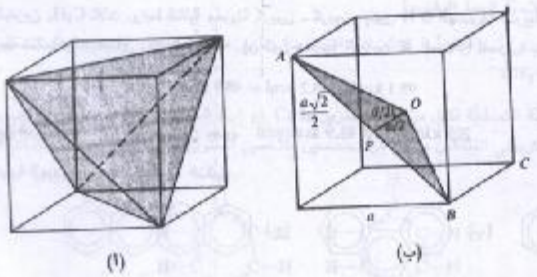
76.7 تحقّق من قيمة $\theta = 109°28'$ الزوايا المركزية في شكل رباعي السطوح منتظم.

■ يمكنك استخدام طريقة بسيطة لبناء شكل رباعي السطوح منتظم باختيار زوايا متناوبة لمكعّب وربط كل زاوية مختارة مع الزوايا الثلاث الأخرى، كما في الشكل 24.7 (أ). يظهر الشكل 24.7 (ب) مثلثاً OAB محدّداً بواسطة مركز المكعب الذي يقع في نفس الوقت، مركز الشكل الرباعي السطوح، وزاويتين للشكل رباعي السطوح. إن كانت P هي نقطة المنتصف على AB، فإن المثلث القائم OPA يبيّن لنا أن

$$\tan\frac{\theta}{2} = \frac{a\sqrt{2}/2}{a/2} = \sqrt{2}$$

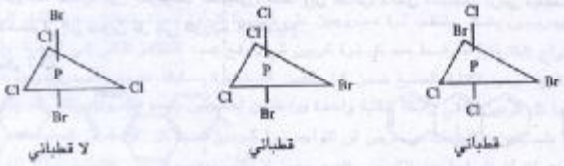
$$\frac{\theta}{2} = 54°44'$$

$$\theta = 109°28'$$



الشكل 24.7

77.7 أرسم كل المتماكبات الهندسية للجزيء PBr_2Cl_3. اذكر إن كان لكل متماكب عزم قطبي.



78.7 مثّل الشكل الهندسي لكل من (أ) PCl_3 (ب) H_2Se (ج) CO_2 (د) BCl_3 (هـ) H_2O واذكر إن كان لكل جزيء عزم قطبي لاصفري.

■ (أ) ثنائي هرمي مثلثي، لا (ب) زاوي، نعم (ج) خطي، لا
(د) مستوٍ مثلثي، لا (هـ) زاوي، نعم

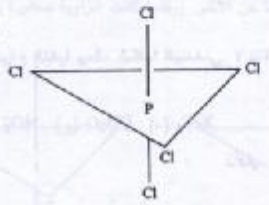
79.7 تكون زوايا الرابطة H—P—H في PH_3 أصغر من زوايا H—N—H في NH_3. إشرح

■ في كل من هذه الجزيئات، تخصّص بنية لويس زوجاً واحداً غير مشترك من الإلكترونات للذرة المركزية. في NH_3 تزداد زوايا الرابطة إلى ما فوق قيمة 90° المتوقعة للترابط P الصافي من أجل تأمين إنفصال أكبر لأزواج الإلكترونات المشتركة في الرابطة N—H. في PH_3، يكون التنافر الإلكتروني الداخلي بين الروابط P—H أضعف عند زاوية معينة مما هو عليه في NH_3 بسبب كبر حجم ذرة P. وهكذا فإنّ توسّع الزاوية الهادف إلى تقادي التنافر بين الروابط لا يكون ذا أهمية.

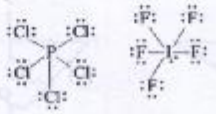
80. 7 PCl_3 له شكل هرم ثنائي مثلثي (الشكل 25.7) في حين أن IF_3 له شكل مثلث مربّع. إشرح هذا الاختلاف.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ تظهر بنى لويس للمركّبات المرتبطة أحادياً، الشكل 26.7، زوجاً إلكترونياً غير مشترك على اليود. يجب أن يخصّص لهذا الزوج غير المشترك منطقة من الفضاء بعيدة عن الروابط I—F بما فيه الكفاية لتخفيض التنافر الإلكتروني إلى أدنى حد. لا تفسح البنية العترامّة للهرم الثنائي المثلث أي مجال للزوج غير المشترك. ويمكن اعتبار بنية الهرم المربع العائد إلى IF_5 على أنها مجسّم ثماني السطوح يكون فيه الزوج غير المشترك موجّهاً نحو إحدى الزوايا.



الشكل 25.7


الشكل 26.7

يمكن تحضير اليود لتهجين ($sp^3\,d2$) ثماني الأوجه بتعزيز تشكيلته في حالته الحضيضية، من $5s^2\,5p^5$ إلى $5s^2\,5p^3\,5d^2$.

تكون هندسة الهرم الثنائي المثلثي قد تمت بواسطة تهجين $sp^3\,d$. يمكن تحضير الكبريت لهذا التهجين بتعزيز تشكيلته في حالته الحضيضية من $3s^2\,3p^3\,3d^1$ إلى $3s^2 3p^3$.

11 اكتب البنى الإلكترونية النقطية واذكر الشكل الهندسي المتوقع لكل من (أ) H_3O^+ (ب) $CH_2{=}NH$ (ج) ClO_3^- (د) NH_4^+ (هـ) N_2H_4

■

(أ) $\left[\begin{array}{c} H \\ H{:}\ddot{O}{:}H \end{array}\right]^+$ هرمي

(ب) $\begin{array}{l} H \\ H{:}C{::}N{:}H \end{array}$ مستوٍ ذرة الكربون مثلثية (مستوية)؛ ذرة الآزوت زاوية. يتمدّد الجزيء بكامله على سطح واحد.

(ج) $:\ddot{O}{:}\ddot{Cl}{:}\ddot{O}:$ زاوي

(د) $\left[\begin{array}{c} H \\ H{:}\ddot{N}{:}H \\ H \end{array}\right]^+$ رباعي السطوح

(هـ) $H{:}\ddot{N}{:}\ddot{N}{:}H$ $\quad H\ \ H$ ذرتا الآزوت هرميتان؛ الجزيء غير مستوٍ.

12 استنتج شكل كل من (أ) SO_3 (ب) SO_3^{2-} (ج) BF_3 (د) BF_4^- (هـ) NF_3.

■ (أ) مثلثي (ب) هرمي (ج) مثلثي (د) رباعي السطوح (هـ) هرمي

13 أي فردٍ من أزواج المركبات التالية يتوقّع أن تكون له أكبر زاوية روابط؟ (أ) H_2O و NH_3 (ب) SF_2 و BeF_2 (ج) BF_3 و BF_4^- (د) NH_3 و PH_3 (هـ) NH_3 و NF_3

■ (أ) NH_3 (تتمدّد الأزواج المنفردة أكثر فتجمّع الأزواج المترابطة مع بعضها. NH_3 له زوج واحد من الإلكترونات المنفردة فقط. H_2O له زوجان من الإلكترونات المنفردة). (ب) BeF_2 (هجين sp خطية) (ج) BF_3 (د) NH_3 (هـ) NH_3

14 لوحظ وجود طولين مختلفين للروابط في جزيء PF_5 ولم يلاحظ سوى طول واحد للروابط في SF_6. إشرح سبب هذا الاختلاف.

■ تتضمن البنى ثنائية الهرميّة المثلثية شكلين مختلفين للروابط ـ شكل محوري على بعد 90° من مستوٍ ما وشكل استوائي في هذا المستوي. تبعد الروابط الاستوائية 120° الواحدة عن الأخرى. وبما أن الترابط مختلف فلا يتوقع أن تكون أطوال الروابط متساوية بالضبط. يكون SF_6 ثماني السطوح؛ كافة روابطه الست متساوية بالضبط.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

85.7 ارسم بنية إلكترونية منقّطة للأيون Br_3^-. إستنتج قيمة تقريبية لزاوية الروابط واشرح استنتاجك.

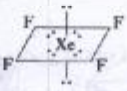
■ $:\ddot{Br}:\ddot{Br}:\ddot{Br}:^-$: يجب ان يكون الجزيء خطّياً مستخدماً مدارين dsp^3 محوريين وتكون المداريّات الثلاثة الأخرى مشغولة بأزواج منفردة من الإلكترونات.

86.7 ارسم كلاً من الأنواع التالية وحدّد شكلها الهندسي. لا تذكر الأزواج الإلكترونية غير المشتركة إلا عندما تكون موجودة على الذرة المركزية.

BeF_2 (أ) NO_2 (ب) CH_2O (ج) XeF_4 (د)

■ (أ) $F:Be:F$ خطّي (ب) $\ddot{O}-\ddot{N}-\ddot{O}$ زاوي

(ج) $H-\ddot{C}::O$ (H تحت C) مثلثي (د) مستوٍ مربّع



87.7 تكهّن بهندسة كلّ من الجزيئات التالية: BeH_2، BF_3، CH_4، PF_5، SF_6، NH_3، H_2O، XeF_4، و CO_2.

■ بالنسبة إلى BeH_2، سيكون زوجا الإلكترونات متواجدين على جانبين متقابلين من ذرة البريليوم، فيؤديان إلى إنتاج جزيء خطي. بالنسبة إلى BF_3، ستكون أزواج الإلكترونات الثلاثة متواجدة عند زوايا مقدارها 120° احدها من الآخر فتعطي الجزيء شكلاً مستوياً مثلثياً.

بالنسبة إلى CH_4، لكي تكون روابط الأزواج الإلكترونية الأربعة بعيدة قدر الإمكان عن بعضها البعض، يجب ان تأخذ توجهاً رباعي السطوح منتظماً، تتباعد زواياه بمقدار 109.5° إحداها عن الأخرى. تكون بنية PF_5 ثنائية الهرمية مثلثية وتكون بنية SF_6 ثمانية السطوح.

تشير صيغة الإلكترونات النقطية إلى ترتيب رباعي السطوح للأزواج الإلكترونية الأربعة. إلا أن زوج الإلكترونات غير المشترك يسلّط تنافراً كبيراً نسبياً، لذا فإن الزوايا بين الأزواج المترابطة تكون أقل من 109.5° إلى حد ما(107° فعلياً). يكون للجزيء شكل هرمي مثلثي ويحتل الأزوت قمته. إن زوج الإلكترونات الذي لا دور له في عملية الترابط غير وارد في وصف الشكل الهندسي للجزيء.

يوجد في جزيء H_2O مجموعتان من أزواج الإلكترونات غير المشتركة. يكون ترتيب أزواج الإلكترونات المترابطة أكثر تشوهاً من الزاوية رباعية السطوح منه في NH_3، مما يؤدي إلى جزيء زاوي (له زاوية روابط مقدارها 105°). تحتوي الصيغة الإلكترونية النقطية للجزيء XeF_4 على زوجين من الإلكترونات غير المشتركة وأربعة أزواج من الإلكترونات المشتركة على ذرة الزينون. تتبنّد الأزواج الأولى الأزواج الإلكترونية الأخرى أكثر من غيرها لذا فإنها تتواجد على الجوانب المتقابلة من ذرة الزينون. تكون الأزواج الأربعة الأخرى موزّعة بزوايا مقدار كل منها 90° حول ذرة الزينون وكلها في مستوٍ واحد. وينتج عن ذلك جزيء مستوٍ مربّع.

تكتب صيغة الإلكترونات النقطية لثنائي أكسيد الكربون برابطتين ثنائيتين ـ مجموعتين من الإلكترونات. بما انه لا يوجد أي أزواج إلكترونية أخرى في الغلاف الخارجي للكربون، فإن هذه الروابط الثنائية ستتواجد على الجوانب المتقابلة لذرة الكربون. ويكون الجزيء خطياً.

88.7 تساوي الزاوية H—C—H الملاحظة في الجزيء $H_2C=O$ مقدار 111°، عوضاً عن 120°. إشرح هذه الملاحظة.

■ تشير الصيغة الإلكترونية المكوّنة من ثلاث مجموعات من الإلكترونات إلى جزيء مستوٍ مثلثي.

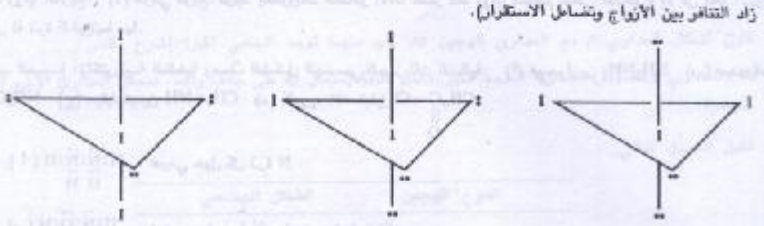
$$H-\ddot{C}::\ddot{O}$$
(H تحت C)

إن نبذ أزواج الإلكترونات في الرابطة الثنائية للأزواج الأخرى يفوق نبذ أزواج الإلكترونات في الروابط الأحادية بعضها بعضاً يتوقع ان تكون الزاوية بين الروابط الأحادية اقل من 120° تقريباً.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

88.7 زاوية الروابط في $SnCl_2$ تقارب 120°C إلا انها تساوي 180° في I_3^-. إشرح ذلك بالاعتماد على تنافرات الإلكترونات.

■ Sn له زوج غير مشترك واحد في $SnCl_2$ مما يعطي بنية مثلّثية يكون فيها الزوج غير المشترك موجّهاً إلى إحدى زوايا المثلّث. يملك اليود المركزي في I_3^- ثلاثة أزواج غير مشتركة ويستلزم الامر شكلاً ثنائي الهرمية مثلثياً لمواءمة كل زوج غير مشترك في زاوية. ومن بين الترتيبات ثنائية الهرميّة المثلّثية المعكنة المذكورة في الشكل 27.7، يكون (أ) اكثرها استقراراً لأنه لا يتباعد فيه مداريان يشغلهما زوج غير مشترك بزاوية مقدارها 90° احدهما عن الآخر. (وكلما كانت الزاوية صغيرة بالنسبة للذرة المركزية، كلما زاد التنافر بين الأزواج وتضاءل الاستقرار).

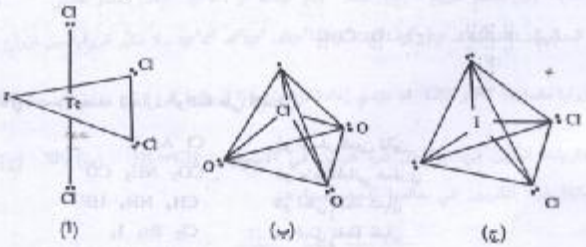


الشكل 27.7

(أ) مستقر (ب) غير مستقر (ج) غير مستقر

90.7 تكهّن بأشكال كل من (أ) $TeCl_4$ (ب) ClO_3^- (ج) ICl_2^+

■ انظر الشكل 28.7: (أ) شكل أرجوحة (ب) هرم مثلثي تكون زواياه اقل من 109.5° (ج) زاوي تكون زاوية روابطه اقل من 109.5°.



الشكل 28.7

(أ) (ب) (ج)

91.7 تبيّن تجريبياً ان ايون الازيد N_3^- خطيّ وان كل مسافة ازوت ـ ازوت متجاورة فيه تساوي 1.16 Å (أ) قيّم الشحنة الصيغية عند كل ذرة ازوت في كل بنية من البنى الثمانيّة الخطّية الثلاث المرسومة في الشكل 15.7. (ب) تكهّن بالاهمية النسبية لهذه البنى الطنينية الثلاث في N_3^-.

■ (أ) في البنية (أ) في الشكل 15.7، خصّص لذرة N المركزية نصف الأزواج الاربعة المشتركة او اربعة إلكترونات. يكون هذا العدد أقل بواحد من عدد إلكترونات التكافؤ في ذرة N طليقة، وهكذا تحمل هذه الذرة شحنة صيغية مقدارها +1. خصّص لكل ذرة N طرفية أربعة إلكترونات غير مشتركة زائد نصف الزوجين المشتركين أو مجموع 6 إلكترونات. وهكذا تكون الشحنة الصيغية −1. إن الشحنة الصافية للأيون أي −1 هي مجموع $1+(-1)2$.

في البنيتين (ب) و (ج) في الشكل 15.7، خصّص للذرة N المركزية ثانية 4 إلكترونات وينتج عن ذلك شحنة صيغية مقدارها +1. يكون لذرة N الطرفية ثلاثية الارتباط إلكترونين زائد نصف ثلاثة أزواج، أي مجموع 5 فتكون شحنتها الصيغية صفرية. أما ذرة N الطرفية المرتبطة احادياً فلها 6 إلكترونات زائد نصف زوج واحد أي مجموع 7 إلكترونات وتكون شحنتها الصيغية −2. الشحنة الصافية للأيون −1، هي مجموع 1+ و 2−.

(ب) بالنسبة للبنية (أ)، يتوقع ان تساوي مسافة الرابطة ازوت ـ ازوت 1.26 Å. إن طول الرابطة الملاحظ اي 1.16 Å ، اقصر، ربما بسبب حدوث مساهمة من البنيتين (ب) و (ج) تؤدي إلى التقصير بسبب الرابطة الثلاثية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

92.7 إستنتج الشكل الهندسي لكل من الجزيئات التالية: (أ) XeF_2 (ب) XeO_3 (ج) XeF_4 (د) BrF_5.

■ (أ) تشكّل إلكترونات التكافؤ الأربعة عشر ست روابط أحادية وزوجاً منفرداً. ويكون لشكلها الهندسي علاقة بثماني السطوح م زوج إضافي من الإلكترونات في مركز أحد السطوح، مما يشوه انتظام التناظر. ويوصف الشكل الهندسي بمصطلح «ثماني السطوح مشوّه». (ب) يمكن لذرات الاكسجين الثلاث أن ترتبط بتوفيرها مدارياً *(sp)* فارغاً كي يتراكب على مداري sp^3 مليء عائد إلى Xe يتوقع أن يكون الشكل الهندسي هرمياً. (ج) الجزيء مستوٍ مربع. تكون الإلكترونات الاثنا عشر ثمانية السطوح مع أزواج مترابطة عند زوايا المربّع. (د) هرمي مربّع. توجد إلكترونات التكافؤ الاثنا عشر عند زوايا مجسّم ثماني السطوح إلا أن أحد الأزواج الست ليس له ذرة F ليرتبط بها.

93.7 اكتب الصيغ الإلكترونية النقطية وصف الشكل الهندسي للجزيئات التالية: (أ) هيدرازين NH_2NH_2 (ب) هيدروكسيلامين NH_2OH (ج) ميتيلينيمين $CH_2=NH$ (د) كلوريد الاستيتيل $CH_3C(=O)Cl$

■ (أ) $H:\ddot{N}:\ddot{N}:H$ (H H) هرمي حول كل ذرة N

(ب) $H:\ddot{N}:\ddot{O}:H$ (H) هرمي حول ذرة N، منحنٍ حول ذرة O

(ج) $H-C\equiv N-H$ مستوٍ

(د) $H-C(H)(H)-C(=O)-Cl$ مثلثي حول ذرة الكربون

94.7 ارسم الصيغ الإلكترونية النقطية لكل من (أ) NO_2 (مساير المغنطيسية) (ب) PF_3 (مغاير المغنطيسية) (ج) CO_2 (مغاير المغنطيسية)

■ (أ) $:\ddot{O}:N::\ddot{O}:$ (ب) $:\ddot{F}:\underset{:F:}{\overset{:F:}{\ddot{P}}}$ (ج) $:O::C::O:$

95.7 إختر النوع الذي تحسن وصفه العبارة الواقعة على اليسار.

ذو أصغر كمون تأيّن	Cl Ar K	(أ)
ذو عزم قطبي صفري	CO_2 NH_3 CO	(ب)
ذو أعلى نقطة غليان	CH_4 NH_3 HF	(ج)
ذو أدنى نقطة غليان	Cl_2 Br_2 I_2	(د)
أضعف الأحماض	HOI HOBr HOCl	(هـ)

■ (أ) K. يكون K فلزاً. (ب) CO_2. لكل الأنواع روابط قطبية إلا أن CO_2 خطي وتبطل بالتالي عزوم الروابط. (ج) HF لـ روابط هيدروجينية. الأكبر قوة بين جزيئية. (د) Cl_2. الأقل بعدد إلكتروناته لذا يكون الأضعف بقوى لندن در فال. (هـ) HOI الأدنى بسلبيته الكهربائية، لذلك يسحب الإلكترونات بأضعف قوة تاركاً جزءاً كبيراً من إلكترونات O كي تترابط مع ذرة H.

96.7 إن مسافة رابطة اليود بالاكسجين في IO_3^- تساوي 1.44 Å. ماذا تستنتج من بنية هذا الأيون؟

■ يجب أن تتواجد في الروابط خاصيّة هامة للروابط الثنائية.

97.7 للجزيء $POCl_3$ شكل رباعي السطوح غير منتظم تقع ذرة P في مركزه. وظهر بأن الزاوية Cl—P—Cl تساوي 103.5°. اعط تفسيراً نوعياً لاختلاف هذه البنية عن شكل رباعي السطوح منتظم.

■ ستُظهر بنية لويس للمركّب $POCl_3$ بعض خاصيّة ما للرابطة الثنائية بين P و O. (يسمح للذرة P بأن تتعدّى الثمانية بسبب توفّر المداريات 3d). وسوف يؤدي تزايد كثافة الإلكترونات في الرابطة P=O إلى زيادة التنافر الداخلي بين الرابطة P=O والرابطة P—Cl أكثر منها بين رابطتين P—Cl. وهكذا تنخفض قيمة الزاوية Cl—P—Cl وترتفع قيمة الزاوية Cl—P=O بالمقارنة مع مجسّم رباعي السطوح منتظم.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الفصل 8
نظرية الترابط

1 نظرية رابطة التكافؤ

قارن اشكال المداري p مع المداري الهجين sp. لأي منهما توجه اتجاهي اكبر؟ إشرح ذلك.

■ للمداري p فصوص متساوية الحجم؛ تكون معظم كثافة إحتمال sp على جانب واحد، فتجعل المداري الأخير ذا خاصية اكثر اتجاهية.

اكمل الجدول التالي:

	النوع الهجين	الشكل الهندسي
(أ)		خطي
(ب)	dsp^2	
(ج)		ثنائي الهرميّة مثلثي
(د)		ثماني الأوجه
(هـ)	sp^3	

■ (أ) sp (أو ds) (ب) مستوٍ مربّع (ج) dsp^3 (د) d^2sp^3 أو sp^3d^2 (هـ) مستوٍ مثلثي.

أي من مجموعات المداريات المهجّنة ـ sp، sp^2، sp^3، dsp^2، dsp^3، d^2sp^3، sp^3d^2 ـ لا تكبّر الزوايا بين ازواج الإلكترونات إلى اقصى حد لها؟

■ لمهجن sp^3d زوايا مقدارها 90° و 120°. قد تؤدي إعادة ترتيب زوايا الروابط إلى إنتاج زوايا اكبر من 90° ولكن على حساب بنية شديدة التنافر.

صف التهزيز ومداريات الهُجُن في (أ) كل ذرة كربون في الاسيتيلين HC≡CH (ب) SF_6 (ج) ICl_3.

■ (أ) إن تشكيلة ذرة الكربون في حالتها الحضيضية هي

$$\underset{2s}{\uparrow\downarrow} \quad \underset{2p}{\uparrow} \quad \underset{2p}{\uparrow} \quad \underset{2p}{__}$$

يعزّز إلكترون واحد لزيادة عدد الإلكترونات غير المتزاوجة إلى حدّها الأقصى في الطبقات الفرعية s و p في هذه الحالة 4.

$$\underset{2s}{\uparrow} \quad \underset{2p}{\uparrow} \quad \underset{2p}{\uparrow} \quad \underset{2p}{\uparrow}$$

بما انه توجد ذرتان مرتبطتان بكل ذرة كربون ولا توجد أزواج منفردة، فمن الضروري وجود مداريين هجينين. المداريات الهجينة المتشكّلة هي sp التي تُستخدم لتشكيل روابط σ بالذرات المرتبطة. اما الإلكترونان غير المتزاوجين الآخران على كل ذرة فيتزاوجان في الروابط π مع الإلكترونات المماثلة على ذرة الكربون الأخرى. فينتج عن ذلك جزيء خطيّ.

(ب) لذرة الكبريت الحالة الحضيضية

$$\underset{3s}{\uparrow\downarrow} \quad \underset{3p}{\uparrow\downarrow} \quad \underset{3p}{\uparrow} \quad \underset{3p}{\uparrow} \quad \underset{3d}{__} \quad \underset{3d}{__} \quad \underset{3d}{__} \quad \underset{3d}{__} \quad \underset{3d}{__}$$

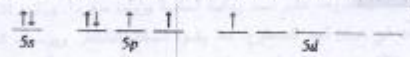
بما انه يجب إضافة 6 ذرات فلور غير مشحونة. يصبح من اللازم وجود 6 إلكترونات غير متزاوجة في 6 مداريات هجينة. وتؤدي مداريات sp^3d_2 الهجينة الناتجة إلى تشكّل جزيء ثماني الأوجه.

(ج) لذرة اليود الحالة الحضيضية

$$\underset{5s}{\uparrow\downarrow} \quad \underset{5p}{\uparrow\downarrow} \quad \underset{5p}{\uparrow\downarrow} \quad \underset{5p}{\uparrow} \quad \underset{5d}{__} \quad \underset{5d}{__} \quad \underset{5d}{__} \quad \underset{5d}{__} \quad \underset{5d}{__}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بما انه يوجد 3 ذرات مرتبطة، إضافة إلى زوجين منفردين، يجب أن يتواجد 3 إلكترونات غير متزاوجة. وتكون التشكيلة بعد التعزيز



توجّه المداريات الهجينة sp^3d ازواج الإلكترونات باتجاه زوايا ثنائي الهرمية مثلثي؛ سترتبط الذرات بثلاث منها مؤدية إلى جزيء على شكل T.

5.8 اذكر نوع المداريات الهجينة للذرة الموضوع تحتها خط والشكل الهندسي الجزيئي. (أ) $\underline{BeCl_2}$ (ب) $\underline{CCl_4}$ (ج) $\underline{C_2F_4}$ (د) $\underline{SF_6}$ (هـ) $\underline{BCl_3}$ (و) $\underline{HCN}$

■ (أ) sp، خطي (ب) sp^3، رباعي السطوح (ج) sp^2، مستو
(د) sp^3d^2، ثماني السطوح (هـ) sp^2، مستو مثلثي (و) sp، خطي

6.8 إستنتج تهجين الذرة المركزية والشكل الهندسي لكل من الجزيئات التالية: (أ) NH_3 (ب) C_2H_4 (ج) ClO_3^-

■ (أ) sp^3، هرمي (ب) sp^2، مستو (مثلثي حول كل ذرة C) (ج) sp^3، هرمي:

7.8 في C_2H_4، تساوي طاقة الرابطة الثنائية كربون ـ كربون 615 kJ/mol وفي C_2H_6 تساوي طاقة الرابطة الاحادية 347kJ/mol. لماذا تكون طاقة الرابطة الثنائية اقل بشكل ملموس من ضعفي الطاقة الأحادية؟

■ للمداري σ تراكب إلكتروني أكبر بين الذرات لأن المداريات p الذرية التي تكونه تكون موجّهة الواحد نحو الآخر، في حين أن المداريات p المكونة للمداري π تكون موجّهة عمودياً على المحور بين النووي.

8.8 في H_2O تساوي زاوية الروابط 105° وفي H_2S تساوي 92°. إشرح هذا الاختلاف.

■ يؤدي الحجم الكبير لذرة S بالمقارنة مع O إلى تخفيض التنافرات الإلكترونية إلى أدنى حد لها. ويتيح للروابط في H_2S أن تكون من النوع p إلى حد بعيد.

9.8 لا تدور مجموعتا CH_2— في C_2H_4 بحرية حول الرابطة التي تصلهما على الرغم من أن مجموعتي CH_3— في C_2H_6 تدوران تقريباً دون إعاقة حول الرابطة C—C. لماذا؟

■ للمركّب C_2H_4 رابطة π. سيهدم تراكب مداريات p الذرية (المكونة) لهذه الرابطة إذا قامت مجموعات CH_2— بالدوران.

10.8 اي من الانواع الأربعة للروابط كربون ـ كربون في التفتالين تتوقع أن يكون الأقصر؟ راجع الشكل 22.7.

■ إن الأنواع الأربعة المختلفة لروابط الكربون ممثّلة بواسطة 1-2، 1-9، 2-3، 9-10. (كل رابطة كربون ـ كربون أخرى تكافيء احد هذه الأنواع الأربعة. فعلى سبيل المثال، تكافيء 7-6 الرابطة 2-3، وتكافيء 8-7 الرابطة 1-2 وهكذا دواليك). يجب أن تكون الرابطة ذات الرابطة الثنائية الأكبر هي أقصر هذه الأنواع. من بين البنى الطنينية الثلاث المذكورة في الشكل 22.7، فإن ترديد الروابط الثنائية لأنواع الروابط المختلفة يكون كما يلي: 2 في 1-2 [في (أ) و (ج)]، 1 في 9-1 [في (ب)]، 1 في 2-3 [في (ب)] و 1 في 9-10 [في (ج)]. يتوقع أن يكون للرابطة 1-2 خاصية أكبر الروابط الثنائية وبالتالي ذات الطول الأقصر. وقد أظهرت التجارب صحة هذا التوقع وتبيّن أن للروابط الأربع المذكورة أعلاه الأطوال التالية: 1.365 Å و 1.425 Å و 1.404 Å و 1.393 Å على التوالي.

لاحظ أن طريقة حساب عدد البنى الطنينية المحتوية على رابطة ثنائية بين زوج معين من ذرات الكربون بسيطة جداً ولا يمكنها أن تميّز بين الأنواع الثلاثة الأخيرة من الروابط المذكورة، التي تظهر كل منها رابطة ثنائية في بنية طنينية واحدة فقط. حتى ضمن إطار نظرية الطنين المحدودة، من الضروري معرفة التثقيل النسبي لكل من البنيتين المتكافئتين (أ) و (ب) مع البنية (ج) غير المتكافئة.

11.8 ما هو تهجين روابط التكافؤ على كل ذرة كربون في البنزين؟

■ sp^2

12.8 ما هي حالات التهجين لكل ذرة كربون في الجزيئات التالية؟

(أ) $CH_3CH_2CH_2CH_3$ (ب) $CH_2=CH-CH=CH_2$ (ج) $CH_3CH=CHCH_3$ (د) $H-C\equiv C-H$

■ (أ) كلها sp^3 (ب) كلها sp^2 (ج) $sp^3\ sp^2\ sp^2\ sp^3$ (د) sp للذرتين

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

13. ما هو التهجين المتوقّع على الذرّة المركزية لكل من الجزيئات التالية؟ (أ) BeH_2 (ب) CH_2Br_2 (ج) PF_6^- (د) BF_3

■ (أ) sp (ب) sp^3 (ج) sp^3d^2 (د) sp^2

14. (أ) أي جزيء من بين AX_2، AX_4، AX_3، AX_6، يكون امتلاكه بنية هرمية ثنائية مثلثية أكثر ترجيحاً؟ (ب) إذا لم يكن للذرة المركزية A أزواج منفردة، ما هو نمط التهجين الذي سيكون لها؟

■ (أ) AX_3 هو الجزيء الوحيد الذي له خمس ذرات مرتبطة بذرة مركزية ـ وهو الجزيء الوحيد من بين الجزيئات المذكورة الذي يمكن أن يكون ثنائي الهرمية مثلثياً. (ب) في غياب أزواج منفردة، يجب أن يكون نمط التهجين dsp^3 أو sp^3d (يمكن أن يشتمل على مداري d داخلي أو تكافُئي).

15. حدّد الشكل الهندسي لكل من الجزيئات التالية والتهجين حول الذرة المركزية في كل من: (أ) $BeF_2(g)$ (ب) AlH_3 (ج) NH_3 (د) $HC{\equiv}CH$

■ (أ) خطي، sp. (ب) مثلثي (مستوٍ)، sp^2. (ج) هرمي، sp^3. (د) خطي، sp على كل ذرة كربون.

16. تكهّن بأشكال الأنواع التالية وصف نوع المداريات الهجينة على الذرة المركزية: (أ) $PbCl_4$ (ب) SbF_5^- (ج) BH_4^- (د) PCl_3 (هـ) N_2Cl_4

■ (أ) رباعيّ السطوح، sp^3. (ب) ثمانيّ السطوح، sp^3d^2. (ج) رباعي السطوح، sp^3. (د) هرمي، sp^3 (يشغل زوج منفرد الموقع الرابع لرباعي السطوح). (هـ) ذرتا N لديهما هرميان، على كل منهما تهجين sp^3، تؤديان إلى جزيء غير مستوٍ.

17. أي مداريات هجينة تُنسب إلى الكربون في الأيون CH_3^+ (قصير العمر)؟ ما هو الشكل الهندسي لهذا الأيون؟

■ حالة الكربون الخضيضية — $\frac{\uparrow\downarrow}{2s}$ $\frac{\uparrow}{2p}$ $\frac{\uparrow}{2p}$

حالة C^{2+} الخضيضية — $\frac{\uparrow\downarrow}{}$

سيؤدي التعزيز إلى — $\frac{\uparrow}{}$ $\frac{\uparrow}{}$

تحتاج كل ذرة كربون إلى رابطتين فقط (وليس إلى أزواج منفردة) لاحداث التهجين sp، وهكذا يتوقع وجود جزيء خطي. لن يكون هناك ترابط متعدّد نظراً لعدم توفر أي مداريات لذرات الهيدروجين ولأن ذرة الكربون قد فقدت الإلكترونات الإضافية.

18. بيّن بواسطة المخططات ووفقاً لنظرية رابطة التكافؤ إنشغال المداريات بالإلكترونات في ذرة الكلور في كل من: (أ) ClO_3^- (ب) ClO_4^- (ج) صِف الشكلين الهندسيين لهذين النوعين.

■ يمكن لذرات الأكسجين أن ترتبط بأيون الكلوريد باستخدام مداريات Cl المشغولة بكاملها ودون أن توفر ذرات الأكسجين أي إلكترونات.

Cl — $\frac{\uparrow\downarrow}{3s}$ $\frac{\uparrow\downarrow}{3p}$ $\frac{\uparrow\downarrow}{3p}$ $\frac{\uparrow}{3p}$

Cl^- — $\frac{\uparrow\downarrow}{3s}$ $\frac{\uparrow\downarrow}{3p}$ $\frac{\uparrow\downarrow}{3p}$ $\frac{\uparrow\downarrow}{3p}$

$\frac{\uparrow\downarrow}{sp^3}$ $\frac{\uparrow\downarrow}{sp^3}$ $\frac{\uparrow\downarrow}{sp^3}$ $\frac{\uparrow\downarrow}{sp^3}$

(أ) ClO_3^-: :Ö: :Ö: :Ö: — $\frac{\uparrow\downarrow}{sp^3}$ $\frac{\uparrow\downarrow}{sp^3}$ $\frac{\uparrow\downarrow}{sp^3}$ $\frac{\uparrow\downarrow}{sp^3}$

(ب) ClO_4^-: :Ö: :Ö: :Ö: :Ö: — $\frac{\uparrow\downarrow}{sp^3}$ $\frac{\uparrow\downarrow}{sp^3}$ $\frac{\uparrow\downarrow}{sp^3}$ $\frac{\uparrow\downarrow}{sp^3}$

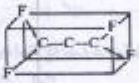
(ج) ClO_3^- هرمي؛ ClO_4^- رباعي السطوح.

19. صِف وقارن الأشكال الهندسية للجزيئات وتهجين ذرات الكربون والبورون في $F_2C{=}C{=}CF_2$ و $F_2B{-}C{\equiv}C{-}BF_2$. قارن التوجّهات النسبية لمجموعات ذرات الفلور في الحالتين. في أي حالة يستحيل أن تتواجد كل ذرات الفلور الأربع في المستوى نفسه؟

■ في $F_2C{=}C{=}CF_2$ تكون ذرات الكربون خطية بسبب تهجين المداري sp لذرة الكربون المركزية. لذرتي الكربون الأخريين حالة التهجين sp^2، تستخدم إحداهما المستوى «الأفقي» والأخرى المستوى «العمودي» لذرة الكربون المركزية. وسيكون للجزيء ذرتا فلور على كل جانب في مستويات مختلفة (الشكل 1.8). في $F_2B{-}C{\equiv}C{-}BF_2$، تكون ذرات B و C خطية كذلك نتيجة للتهجين sp لكل ذرة

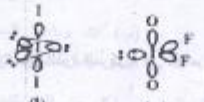
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

كربون. إن ذرات B مهجّنة بالنمط sp^2 ومثلثية. لا يتوقّع حدوث توجّه محدّد لذرات الفلور فيما ينطق بعضها البعض نظراً لوجود دو
حرّ حول الروابط الأحادية B—C.



20.8 إستنتج الشكل الهندسي وشكل مخطّط البنية الإلكترونية لكل من (أ) I_3^- (ب) ClO_3^- (ج) ClO_3^+ (د) Fe_2SeO (هـ) $I_2F_7^-$

■ (أ) خطي sp^3d الإلكترونات موجّهة نحو زوايا ثنائي الهرمية مثلثي [الشكل 2.8 (أ)]



الشكل 2.8

(ب) هرمي sp^3 الإلكترونات مرتّبة على شكل رباعي السطوح. انظر المسألة 18.8

(ج) مثلثي sp^2 يتوقع في هذا الأيون غير المستقر، أن يكون الترابط الثنائي

(د) هرمي sp^3 البنية مشابهة لبنية SO_3^{2-}

(هـ) متأرجح sp^3d توجد الإلكترونات عند زوايا ثنائي الهرميّة مثلثي. إلا أن أحد الأزواج الاستوائية يكون غير متشارك [الشكل 2.8 (ب)].

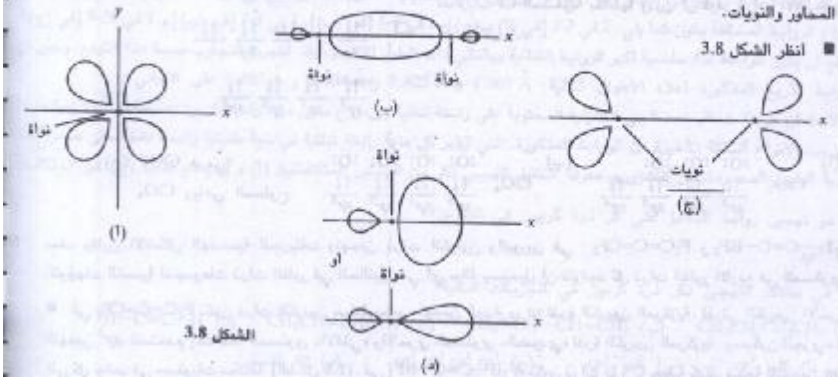
21.8 أي من التهجينين (أ) dsp^2 (ب) sp^3d^2 لذرة مركزية يمكنه أن يؤدي إلى جزيء مستوٍ مربع. أعطِ مثالاً لكل منهما

■ (أ) $[Ni(CN)_4]^{2-}$ (انظر الفصل 27) (ب) XeF_4 الذي له 6 أزواج من الإلكترونات عند زوايا ثماني سطوح لا تشترك سن 4 منها عند زوايا مربّع.

2.8 نظرية المداري الجزيئي

22.8 ارسم التشكيلة المدارية (مخطّط السطح الحدي) لأنواع المداريات (أ) $3d_{xy}$ (ب) σ_{2px} (ج) π_{2px}^* (د) sp. عيّن بوضوح ال المحاور والنويات.

■ انظر الشكل 3.8



الشكل 3.8

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

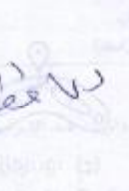
21 ارسم مخططاً بيانياً يُظهر تكوُّن مداري الربط σ_{2p} إنطلاقاً من المداريات الذرية.

■ انظر الشكل 4.8

الشكل 4.8

22 ارسم واعط وسماً لمخطّط مستوى طاقة للمداريات الجزيئية وصولاً إلى σ_{2p}^* بالنسبة لجزيء له 14 إلكتروناً (ب) إستخدم هذا المخطط لوصف مداري جزيئي للجزيء CO (ج) قارن بإيجاز الجزيء CO مع الأيون CN^-

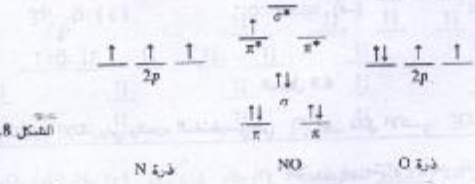
■ (أ)



(ب) تملأ الإلكترونات العشرة الموجودة في الغلاف الثاني للذرتين المداريات الخمسة الأدنى في الجزيء مشكّلة نوعاً ثلاثي الرابط $\sigma_{2s}^2\sigma_{2s}^{*2}\sigma_{2p}^2\pi_{2p}^4$ (ج) يكوّن الأيون CN^- متساوي الإلكترونات مع CO.

23 ما هي رتبة الرابطة في NO؟

■ تظهر تشكيلة NO الإلكترونية في الشكل 5.8. ينتج عن إلكترونات الترابط الستة وإلكترون ضد الترابط معاً شبكة من 5 إلكترونات ترابط فتحصل على رتبة 2½ للرابطة.



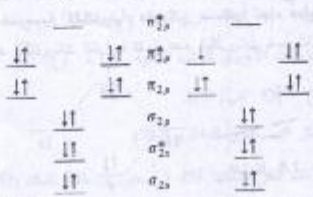
الشكل 5.8

ذرة N NO ذرة O

24 (أ) استخدم مخطّطات كتلك المرسومة أدناه لكتابة تشكيلات المداري الجزيئي لكل من F_2 و OF.

(ب) أي من هذه الجزيئات، في حال وجودها، يكون مساير المغنطيسية؟ ولماذا؟ (ج) اي من OF أو F_2 يجب ان يكون اكثر استقراراً عندما يتفكّك إلى ذرات؟

■ (أ)



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

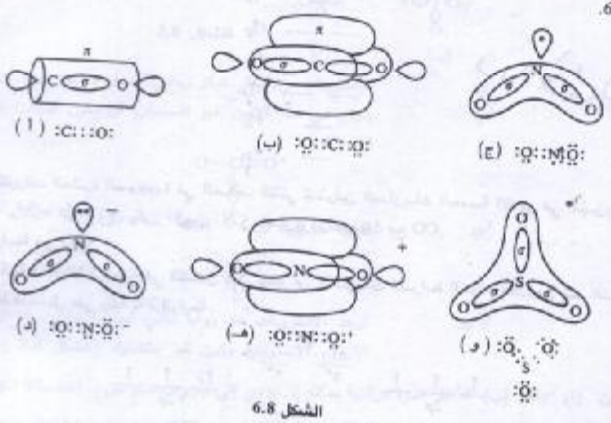
(ب) يكون OF مساير المغنطيسية، لامتلاكه إلكتروناً غير متزاوج واحد. (يجب ان يكون مساير المغنطيسية إذ إن عدد إلكتروناته فردي). (ج) يجب ان يكون OF اكثر استقراراً لان عدد إلكترونات ضد الترابط الموجودة فيه اقل بواحد.

27.8 إشرح لماذا يكون NO^+ اكثر استقراراً من NO عند تفككهما إلى ذراتهما، في حين يكون CO^+ اقل استقراراً من CO.

■ كان NO^+ قد فقد إلكتروناً ضد ترابطي واحد، CO^+ فقد إلكترون ترابط واحد.

28.8 مثّل بواسطة البنى الإلكترونية النقطية وبواسطة مخططات السطوح الحدارية الجزيئية البنية الإلكترونية لكل من (أ) CO (ب) CO_2 (ج) NO_2 (د) NO_2^- (هـ) NO_2^+ (و) SO_3.

■ انظر الشكل 6.8.



الشكل 6.8

29.8 ماذا تتوقع أن يكون الترتيب الإلكتروني والعزم المغنطيسي في (أ) أيون فائق الاكسيد O_2^- (ب) أيون فوق الاكسيد O_2^{2-}

■

(أ) O_2^- — إلكترون غير متزاوج واحد، لذا $\mu = \sqrt{n(n+2)} = \sqrt{1(1+2)} = 1.73$ B.M.

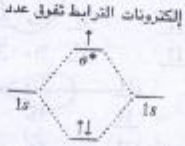
(ب) O_2^{2-} — لا يوجد إلكترونات غير متزاوجة، لذا $\mu = 0$

30.8 هل يكون للأيون فوق الاكسيد O_2^{2-} طول رابطة أطول أو أقصر من طول رابطة O_2؟ إشرح ذلك.

■ رتبة رابطة O_2^{2-} تساوي 1؛ ورتبة رابطة O_2 تساوي 2. لذا فإن O_2^{2-} سيكون له رابطة أطول وأضعف.

31.8 إذا كان الأيون He_2^+ في حالته المضيضية الإلكترونية، هل يكون مستقراً تجاه عملية تفككه إلى He و He^+؟

■ يجب ان يكون مستقراً لان عدد إلكترونات الترابط تفوق عدد إلكترونات ضد الترابط بإلكترون واحد. (الشكل 7.8).



الشكل 7.8

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

33.8 قارن لإظهار التشابه والتباين بين مفاهيم المداريات الهجينة والمداريات الجزيئية فيما يتعلق (أ) بعدد الذرّات التي تنطوي عليها، (ب) بعدد المداريات المنتجة من عدد معيَّن من المداريات في الحالة الخضيضية، (ج) طاقات المداريات المنتجة بالنسبة لبعضها بعضاً.

■

	الهجينة	الجزيئية
(أ)	ذرة مركزية واحدة	أكثر من ذرة واحدة
(ب)	العدد نفسه	العدد نفسه
(ج)	طاقات متماثلة للجميع	طاقة المداريات الترابطية أقل من طاقة المداريات ضد الترابطية

33.9 ميِّز بين المداريات اللاترابطية والمداريات ضد الترابطية.

■ للمداريات اللاترابطية نفس الطاقة التي للمداريات الذرية المتشكلة منها؛ للمداريات ضد الترابطية طاقات أعلى من المداري الذري ذي الطاقة الأعلى الذي تتشكل منه.

34.1 ارسم مخطَّط مستوى طاقة المداري الجزيئي لكل من الأنواع التالية Li_2، Be_2، C_2، N_2، O_2، F_2، Ne_2. تحقق من ذكر عدد إلكترونات الترابط وضد الترابط لكل نوع.

■

Li_2	Be_2	B_2	C_2	N_2	O_2	F_2	Ne_2
					↑↓	↑↓	↑↓
					↑ ↑	↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓
				↑↓	↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓
		↑ ↑	↓↑ ↑↓	↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓	↑↓
	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓

35.1 حدِّد رتبة الرابطة واذكر إن كان النوع مساير المغنطيسية: (أ) B_2، (ب) C_2، (ج) N_2، (د) O_2، (هـ) CN^-، (و) Br_2، (ز) Cl_2^+، (ح) NO، (ط) NO^+، (ي) CO.

■

رتبة الرابطة		السلوك المغنطيسي	رتبة الرابطة		السلوك المغنطيسي
1	(أ)	مساير المغنطيسية	1	(و)	مغاير المغنطيسية
2	(ب)	مغاير المغنطيسية	1.5	(ح)	مساير المغنطيسية
3	(ج)	مغاير المغنطيسية	2.5	(ط)	مساير المغنطيسية
2	(د)	مساير المغنطيسية	3	(ي)	مغاير المغنطيسية
3	(هـ)	مغاير المغنطيسية	3	(ك)	مغاير المغنطيسية

35.2 أي من الجزيئات التالية له أعلى رتبة رابطة؟ (أ) BN (ب) CO (ج) NO (د) Ne_2 (هـ) F_2.

■ (ب) رتبة رابطة CO تساوي 3. [للجزيئات الأخرى الرتب التالية (أ) 2 (ج) 2.5 (د) 0 (هـ) 1.]

35.3 أي مما يلي يكون مغاير المغنطيسية؟ (أ) O_2^{2-} (ب) BN.

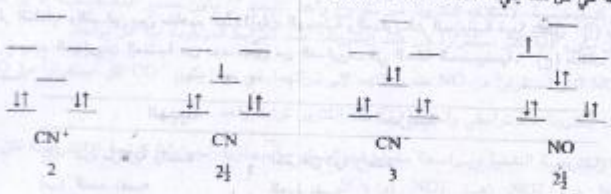
■ الإثنان ليسا مغايري المغنطيسية (انظر المسألتين 34.8 و 35.8)

35.4 إشرح لماذا يملك N_2 طاقة تفكك أكبر من تلك التي يملكها N_2^+، في حين أن طاقة تفكك O_2 أقل من طاقة تفكك O_2^+.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

39.8 إستنتج رتبة الرابطة في كل مما يلي: CN^+، CN، CN^-، NO.

■



2½ 3 2½ 2

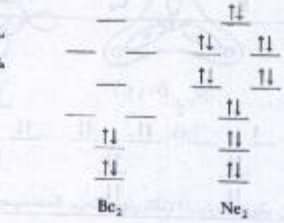
40.8 ضع جدولاً يظهر (i) عدد المداريات عند طاقة معيّنة (ii) العدد الأقصى للإلكترونات في كل مداري و (iii) العدد الأقصى للإلكترونات عند طاقة معيّنة الأنماط التالية من المداريات: (أ) s (ب) p (ج) sp^2 (د) sp^3 (هـ) σ (و) σ^* (ز) π^*

■

	(i)	(ii)	(iii)		(i)	(ii)	(iii)
(أ)	1	2	2	(هـ)	1	2	2
(ب)	3	2	6	(و)	1	2	2
(ج)	3	2	6	(ز)	2	2	4
(د)	4	2	8				

41.8 أي من الجزيئات المفترضة ثنائية الذرات متماثلة النوى وعائدة إلى عناصر الدورة الثانية يجب أن يكون لها رتبة رابطة صفرية؟

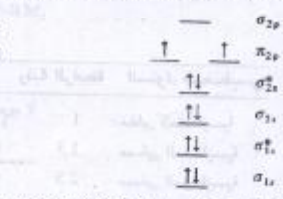
■



سيكون للجزيئين Be_2 و Ne_2 عدد مساوٍ من الإلكترونات ضد الترابطية والترابطية لذا لن يكونا مستقرين.

42.8 أي من الجزيئات ثنائية الذرات متماثلة النوى والعائدة لعناصر الدورة الثانية، باستثناء O_2، يجب أن يكون مساير المغنطيسية؟

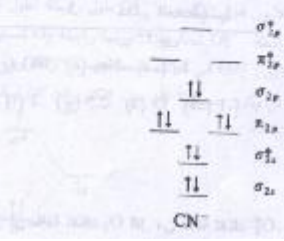
■



B_2. تنتج المغنطيسية المسايرة من إلكترونات غير مزاوجة. ويكون لكل جزيء ثنائي الذرات عدداً فردياً من الإلكترونات. والوسيلة الوحيدة التي تجعل الإلكترونات غير متزاوجة هي احتلالها المداريات π أحادياً.

43.8 (أ) ما هي رتبة الرابطة لكل من CN^-، CN و CN^+؟ (ب) أي من هذه الأنواع يجب أن يكون له أقصر طول رابطة؟

■



(أ) CN له 4 أزواج ترابطية وزوج ضد ترابطي واحد فتكون رتبة الرابطة الصافية 3. يقل عدد إلكترونات CN الترابطية إلكتروناً واحداً فتكون رتبة الرابطة 2½. ويبقى عدد إلكترونات CN^- اقل بواحد فتكون رتبة الرابطة 2.

(ب) CN له الرابطة الأقصر لأن له أعلى رتبة رابطة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

اعتماداً على اعتبارات المداري الجزيئي، إشرح لماذا يكون غاز الاكسجين مساير المغنطيسية؟ ما هي رتبة الرابطة في O_2؟

■ يكون لكل ذرة اكسجين في حالتها الحضيضية التشكيلة $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$. وعلاوة على كون الإلكترونات K، لذرتي O_2، المطمورة بشدة في ذراتها بحيث لا تتراكب مع الإلكترونات الأخرى، فإن الإلكترونات 12 الباقية (6 من كل ذرة) ستملأ أكثر المداريات الجزيئية المتوفرة انخفاضاً.

$$\sigma_s^2\sigma_s^{*2}\pi_{p_y}^4\sigma_{p_z}^2\pi_{p_x}^{*1}\pi_{p_y}^{*1}$$

يدخل الإلكترونان الأخيران المداريات π^* ضد الترابطية متساوية الطاقة؛ فيدخل أحدهما إلى π_x^* والآخر إلى π_y^*، بحيث يزيد دوما الإلكترون إلى حدّها الأقصى وفقاً لقاعدة هوند. هذان الإلكترونان غير المتزاوجين يجعلان الجزيء مساير المغنطيسية.

$$\text{رتبة الرابطة} = \frac{(\text{عدد الإلكترونات في المداريات الترابطية}) - (\text{عدد الإلكترونات في المداريات ضد الترابطية})}{2}$$

$$2 = \frac{8-4}{2} =$$

إشرح الملاحظات القائلة بأن طول الرابطة في N_2^+ أكبر بمقدار 0.02Å مما هي عليه في N_2، فيما يكون طول الرابطة في NO^+ أقل بمقدار 0.09Å مما هي عليه في NO.

■ يجب أن تكتب التشكيلات الإلكترونية للجزيئات الأربعة وفقاً لمبدأ التزايد:

N_2 (K إلكترونات)$\sigma_s^2\sigma_s^{*2}\pi_{p_y}^4\sigma_{p_z}^2$

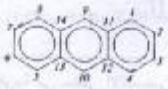
N_2^+ (K إلكترونات)$\sigma_s^2\sigma_s^{*2}\pi_{p_y}^4\sigma_{p_z}^1$

NO (K إلكترونات)$\sigma_s^2\sigma_s^{*2}\pi_{p_y}^4\sigma_{p_z}^2\pi_{p_x}^{*1}$

NO^+ (K إلكترونات)$\sigma_s^2\sigma_s^{*2}\pi_{p_y}^4\sigma_{p_z}^2$

إن رتبة الرابطة المحسوبة للمركّب N_2 تساوي 3 وللايون N_2^+ تساوي 2½، لذلك فإن N_2 له الرابطة الأقوى ويجب أن يكون له طول الرابطة الأقصر. أما رتبة الرابطة المحسوبة للمركّب NO فتساوي 2½ وللايون NO^+ فتساوي 3. NO^+ له الرابطة الأقوى ويجب أن يكون له طول الرابطة الأقصر. وخلافاً لتأين N_2 الذي يتضمّن فقدان إلكترون واحد من مداري ترابطي، فإن تأين NO يتضمّن فقدان إلكترون من مداري ضد ترابطي.

خذ بالاعتبار الجزيء العطري للانتراسين $C_{14}H_{10}$ الظاهر في الشكل 8.8.



الشكل 8.8

تعطي الحسابات التقريبية لرتبة الرابطة π لروابط كربون ـ كربون تعطي النتائج التالية

الرابطة	رتبة الرابطة π
1–2	0.738
1–11	0.535
2–3	0.586
9–11	0.606
11–12	0.485

أي رابطة كربون ـ كربون ستكون الأقصر وأيها ستكون الأطول؟

■ تتشابه هذه المسألة مع المسألة 10.8، باستثناء استخدام نتائج المداري الجزيئي عوضاً عن نظرية الطنين البسيطة. يجب أن يكون للرابطة، ذات رتبة الربط π الأعظم، أعظم خاصية ربط ثنائي أي أن لها بالتالي القصر مسافة والعكس بالعكس. تكون الرابطة *1-2* فعلاً هي الأقصر وتساوي 1.370 Å، وتكون الرابطة *11-12* هي الأطول وتساوي 1.436 Å.

إن الطريقة المستخدمة في هذه المسألة هي في جوهرها أكثر دقة من تلك المستخدمة في المسألة 10.8 إذ إن رتبة الرابطة π

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

47.8 إذا سُمّي المحور بين النووي في الجزيء ثنائي الذرات AB بالمحور z، ما هي الأزواج المتنوعة للمداريات الذرية s أو p أو d التي يمكن توفيقها كي تشكل المداريان (أ) π_x و (ب) π_y؟

■ (أ) (p_x, p_x)، (p_x, d_{xz})، (d_{xz}, d_{xz}) (ب) (p_y, p_y)، (p_y, d_{yz})، (d_{yz}, d_{yz}) [الشكل 9.8 يشير إلى التوافقيات في إطار xz]

الشكل 9.8

48.8 باستخدام مخططات مستوى الطاقة حيث (أ) تكون المداريات σ_{2p} تحت المداري σ_{2s} و (ب) يُتّبع الترتيب العكسي، اكتب التشكيلة الإلكترونية للمركبين O_2 و F_2. كرّر العملية للمركبين B_2 و C_2. في أي حالة (حالات) يؤدي اختيار مخطط مستوى الطاقة إلى إختلاف في عدد الإلكترونات غير المتزاوجة؟ إشرح.

■

	O_2	F_2	B_2	C_2
(أ)	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑ ↑	↑↓ ↑↓ ↑↓
(ب)	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓

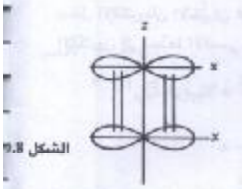
لا يوجد أي اختلاف في الإلكترونات غير المتزاوجة في حالتي الأكسجين والفلور طالما ان كل المداريات ذات الترتيب المعـ ستمتلىء في أي حال. في حالتي الكربون والبورون تكون هذه المداريات ممتلئة جزئياً ويختلف عدد الإلكترونات غير المتزاوجة للترتيب الذي يحدث فعلياً.

49.8 للمداري الترابطي σ_{2s} طاقة أعلى من تلك التي للمداري ضد الترابطي σ^*_{2s}. لماذا يكون المداري الأول ترابطياً والثاني ترابطي؟

■ ينشأ المداري σ_{2s} من مداريات ذرية ذات طاقة أعلى منه، وهذه هي حال الترابط. وينشأ المداري σ^*_{2s} من مداريات ذرية طاقة أقل منه، وهذه هي حال ضد الترابط. تكون الطاقة النسبية المداريين π غير مهمّة.

50.8 هل يكون الجزيء HHe قادراً على الاستقرار عندما يتفكّك إلى ذرات؟ اعتماداً على ذرتي هيدروجين وذرتي هيليوم. أي من التالية (في حال وجودها) لها ادنى طاقة؟ (أ) 2HHe (ب) $H_2 + He_2$ (ج) $He_2 + 2H$ (د) $H_2 + 2He$ (هـ) $2He$

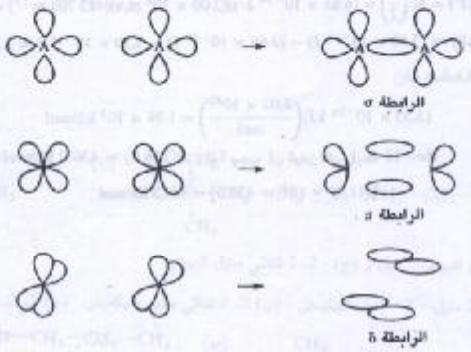
■ ستكون البنية الإلكترونية لجزيء مماثل بالشكل المرسوم إلى اليمين وينبغي أن تكون مستقرة (مماثلة انسجاماً مع نصف رابطة أحادية). ومع ذلك، لن يكون النوع مستقراً اثناء التفكك إلى $H_2 + 2He$



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

51 بيّن انه إذا كانت رابطة ذرتين على طول محاورها z، يمكن للمداريات d المتنوعة ان تتجمّع لتشكيل مداريات جزيئية من نمط σ أو π أو δ (دلتا).

■ انظر الشكل 10.8



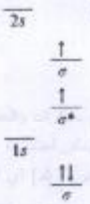
الشكل 10.8

52 إستناداً إلى طريقة مشابهة لتشكّل المداريات π_{2p} انطلاقاً من مداريات p منفصلة، ارسم مخطط طريقة اقتراب المداريات d_{xy} من ذرتين على طول محوريهما z لتشكيل مداريات ترابطية δ وضد ترابطية δ^*.

■ بالنسبة إلى مداري δ انظر اسفل الشكل 10.8. سيكون للمداري δ^* ثمانية فصوص ـ فصان على كل جانب من جوانب قس δ ظاهر.

53 تمت ملاحظة حالة إلكترونية متارة، ولم يلاحظ فيها وجود حالة حضيضية. إشرح لماذا يمكن لجزيئات He_2، موجودة في حالتها المستثارة، ان تكون مستقرة تجاه تفككها إلى ذرات.

■ ينبغي ان يفوق عدد الإلكترونات الترابطية للحالة المستثارة عدد الإلكترونات ضد الترابطية. إن غلبة الإلكترونات بين النويات تجعل الجزيء المستثار مستقراً عندما يتفكك إلى ذرات (في حين يبقى في حالته الإلكترونية المستثارة).



54 اعتماداً على نظرية المداري الجزيئي وباستخدام الجزيء F_2 كمثال، إنتقد المسلّمة القائلة بان رابطة احادية تتكوّن من رابطة σ واحدة فقط.

■ يملك F_2 رابطة احاديّة مكوّنة من زوج ترابطي واحد من الإلكترونات في مداري σ_{2p}، زوجين ترابطيين في مداريات π_{2p}، وزوجين ضد ترابطيين في مداريات π^*_{2p}.

55 يمكن استثارة الهيليوم حتى التشكيلة $1s^1\ 2p^1$ بواسطة ضوء طول موجته 58.44 nm. تقع حالة الاستثارة الدنيا لمستوى الطاقة صفري الدومة، في التشكيلة $1s^1\ 2s^1$، على بعد $4857\ cm^{-1}$ تحت الحالة $1s^1\ 2p^1$. كم ينبغي ان تكون الطاقة الوسطية للرابطة He—H كي يتمكن HeH_2 من التشكل دون أي امتصاص للحرارة من He و H_2؟ إفترض أن المركّب سيتكون من حالة الاستثارة الدنيا لمستوى الطاقة صفري الدومة للهيليوم، وتجاهل اي اختلافات بين ΔE و ΔH واعتبر $\Delta H_f(H) = 218.0\ kJ/mol$.

■ يجب ان يوفّر تكوّن 2 mol من الروابط He—H (1) طاقة إثارة من المداري $1s^2$ إلى $1s^1\ 2s^1$ (2) وطاقة تنتج 2 mol من ذرات H.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$E(1s^2 \rightarrow 1s^1\ 2p^1) = \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})(3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s})}{58.44 \times 10^{-9}\ \text{m}} = 3.40 \times 10^{-18}\ \text{J}$$

$$E(1s^1\ 2p^1 \rightarrow 1s^1\ 2s^1) = hc\left(\frac{1}{\lambda}\right) = (6.63 \times 10^{-34}\ \text{J·s})(3.00 \times 10^{8}\ \text{m/s})(485\,700\ \text{m}^{-1}) = 9.66 \times 10^{-20}\ \text{J}$$

E (المستوى صفري الدومة) $= (3.40 \times 10^{-18}\ \text{J}) - (9.66 \times 10^{-20}\ \text{J}) = 3.30 \times 10^{-18}\ \text{J} = 3.30 \times 10^{-21}\ \text{kJ}$

لكل مول:

$$(3.30 \times 10^{-21}\ \text{kJ})\left(\frac{6.02 \times 10^{23}}{\text{mol}}\right) = 1.99 \times 10^{3}\ \text{kJ/mol}$$

الطاقة (2) تساوي $2(218.0) = 436.0$ kJ/mol. لذا يجب ان توفر كل رابطة He—H

$$\tfrac{1}{2}[(1.99 \times 10^{3}) + 436.0] = 1215\ \text{kJ/mol}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الفصل 9
الجزيئات العضوية

1.5 التسمية والتصنيف العضويان

1.9 سمِّ المركبات التالية:

(أ) $CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3$ (ب) $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CH_3$ (ج) $CH_3-CH_2-C(CH_3)_2-CH_3$

■ (أ) 2، 3- ثنائي مثيل البوتان (ب) و (ج) 2، 2 ثنائي مثيل البوتان.

2.9 اكتب صيغة كل من (أ) 2 مثيل -3- إثيل الهكسان (ب) 2، 2 ثنائي مثيل الهكسان (ج) 2، 3، 6 ثلاثي مثيل الهبتان

■ (أ) $CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_2-CH_3)-CH_2-CH_3$ (ب) $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CH_2-CH_3$

(ج) $CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$

3.9 إشرح لماذا 2 – إثيل الهبتان ليس إسماً معيارياً معتمداً من قبل الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC).

■ ستشتمل اطول سلسلة مستمرة على مجموعة إثيل ويسيكون للمركّب الاسم المعياري 3، مثيل اكتان

$CH_3\overset{1}{C}H\overset{2}{C}H_2\overset{3}{C}H_2\overset{4}{C}H_2\overset{5}{C}H_2\overset{6}{C}H_2\overset{7}{C}H_3\overset{8}{C}H_3$

CH_2

CH_3

4.9 تصوَّر نماذج «الكرات والعصي» للمتان، والإتان، كحول المثيل، ثنائي مثيل الإيثر (CH_3OCH_3)، كحول الإثيل، والماء (أ) أي من هذه المواد يمكن اعتبارها «مشتقة» من المتان؟ (ب) أي منها يمكن اعتبارها قد «اشتقت» من الماء؟ (ج) أي منها متماكبات بعضها البعض؟ (د) أي ازواج توجد في نفس صف المركبات العضوية؟

■ (أ) كحول المثيل، وثنائي مثيل الإيثر والإتان (ب) كحول المثيل، كحول الإثيل، ثنائي مثيل الإيثر (ج) كحول الإثيل، ثنائي مثيل الإيثر (د) المتان، الإتان (الكانات) وكحول المثيل وكحول الإثيل (كحول).

5.9 ما هو العدد الاقصى من الذرات الأخرى التي يمكن لكل ذرة من الذرّات التالية أن ترتبط بها في المركّبات العضوية؟ (أ) هيدروجين (ب) كربون (ج) أزوت (د) أكسجين (هـ) كلور

■ (أ) 1 (ب) 4 (ج) 3 (د) 2 (هـ) 1

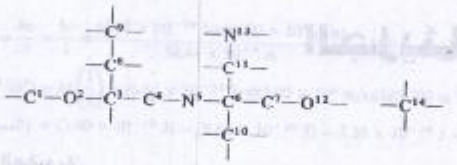
6.9 برِّر القاعدة

$$n(H,max) = 2n(C) + n(N) + 2$$

التي تربط العدد الاقصى من ذرات الهيدروجين في جزيء عضوي بأعداد ذرات الكربون والأزوت.

■ إفترض أن الجزيء لا يحتوي إلا على C، N، O، و H، أي هذه العناصر الاكثر شيوعاً في المركبات العضوية. يمكن شرح القاعدة بدلالة التشاركات الفضوي لكل من C، N، O، H وهي على التوالي 4، 3، 2، و 1. (إن تشاركاً رابعاً للعنصر N، ناشيء عن تشارك شبه قطبي. يحصل بشكل رئيسي عند تشكل الايونات مثل NH_4^+ عوضاً عن حصوله في الجزيئات الميادية).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

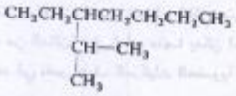


لا تظهر في الشكل، ويفترض انها مرتبطة بأي تشارك طرفي، إلا انها لا يمكنها أن تشكّل جسراً بين ذرتين مختلفتين. لا تستخدم روابط ثنائية إذ إنها تخفض عدد الهيدروجينات المرتبطة وعلينا أن نحسب العدد الاقصى من الهيدروجينات. تتوفر هذه البنى لهذه العناصر كل الاحتمالات تقريباً بما يتوافق مع الافتراضات. الكربون المنهي للسلسلة (1، 9، و 10): الكربون التجسيري عديم الفرع (صفري) الصفر (4، 7، 8، و 11)؛ وحيد الفرع (3) او زوجي الفرع (6): الكربون غير المرتبط مع C او N او O(14)؛ أزوت التجسير (5) والأزوت الطرفي (13)؛ اكسجين التجسير (2) والاكسجين الطرفي (12).

يتوفر لكل كربون من نمط 4 و 7 و 8 و 11 رابطتين بالهيدروجين، مبرّرة بذلك الجزء الأول إلى يمين المعادلة المذكورة، اي 2n(c). ولكل كربون من نمط 1 و 9 و 10 يتوفر 3 روابط بالهيدروجين. يمكن اعتبار 2 من هذه الكربونات الثلاثة (مثل 9 و 10) كبداية ونهاية لطول سلسلة كربون في الجزيء. ويفسّر الطرفان الكربونيان وجود ذرة هيدروجين اكثر في كل منهما بطريقة تفوق ما توضحه المعادلة 2n(C)، وهما المسؤولين عن الدلالة الإضافية 2 المعادلة. تتلاءم هذه الدلالة الإضافية كذلك مع CH_4(14). اما الكربون الطرفي الآخر فله رابطة ثالثة مع الهيدروجين إلا أن واحدة من هذه الروابط الثلاث تحل محل إحدى الروابط التي اضطر كربون السلسلة الرئيسية 3 أن يتخلى عنها من أجل إنشاء فرع من السلسلة الرئيسية باتجاه الكربون 1. ليس للاكسجين المتفرع 2 اي روابط مع الهيدروجين وذلك فإن n(O) لا تظهر في الصيغة. يتوفر للاكسجين الطرفي 12 رابطة واحدة بالهيدروجين إلا انها تحل محل إحدى الروابط بالهيدروجين التي اضطر الكربون 7 إلى التخلي عنها لانشاء الفرع باتجاه الاكسجين 12. يتوفر للأزوت التجسيري 5 رابطة واحدة للهيدروجين مما يبرّر الجزء الثاني إلى اليمين أي n(N). يتوفر للأزوت الطرفي 13 رابطتان إلا ان إحداهما تحل محل رابطة بالهيدروجين التي اضطر الكربون 11 إلى التخلي عنها لإنشاء الفرع باتجاه الأزوت 13. وهكذا يتم تبرير القسم n(N).

تكون الروابط الثنائية بين C و C او N او O بالكاد قد انقصت عدد الهيدروجينات دون الحد الأقصى المحسوب. ويمكن لذرات الهالوجين الاحادية التكافؤ ان تنقص ذرات الهيدروجين. وينبغي لذرات عناصر مجموعة اخرى، المجموعة IV او V، ان تعالج بشكل منفصل وغالباً بشكل مشابه لمعالجة C و N.

7.9 اذكر الاسم المنهجي للمركّب التالي:

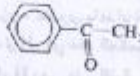


■ 2- متيل - 3 - إثيل الهبتان

8.9 أي مما يلي يسمّى متيل الكلور؟ (أ) CH_3Cl (ب) CH_2Cl_2 (ج) $CHCl_3$ (د) CCl_4 (هـ) إشرح سبب اختيارك لهذا المركّب.

■ (أ) إن مجموعة المتيل هي $-CH_3$. وهي تنتج عن نزع ذرة هيدروجين واحدة من المتان.

9.9 عيّن الاسم المنهجي وصيغة كل من المركّبات التالية: (أ) فنيل اثيل الكيتون (ب) إثيلين (ج) استون (د) استالدهيد (الدهيد الخل) (هـ) حمض الأستيك (و) فورمالدهيد.

■ (أ) 1 - فنيل - 1 - بروبانون  (ب) إثين $CH_2{=}CH_2$

(ج) بروبانون CH_3COCH_3 (د) إيثانال CH_3CHO

(هـ) حمض الايثانويك CH_3CO_2H (و) ميثانال $HCHO$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

10.9 اي صف من المركبات تمثلها صيغة النوع 'ROR؟ باستخدام CH_3 و C_6H_5 كمجذور. اكتب صيغ المركّبات الثلاثة المتوافقة مع صيغة النوع هذه.

■ صف الايترات. CH_3OCH_3، $CH_3OC_6H_5$، $C_6H_5OC_6H_5$. (إن الإشارة إلى هذين الجذرين بالحرفين R و R يعني إمكان كونهما مختلفين، وليس وجوب كونهما مختلفين).

11.9 سمِّ المركّبات التالية:

(أ) $CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_2-OH}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3$ (ب) $HO-CH_2-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_3$

(ج) $HO-\underset{\displaystyle CH_2-CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_2-CH_3$ (د) $CH_2=CH-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_3$

(هـ) $CH_2-CH=CH-CH_2-CH_3$ (و) $CH_3CH_2\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}CH_2CH_3$

■ (أ) 2 ـ إثيل ـ 1 ـ بوتانول (ب) 3 ـ ميثل ـ 1 ـ بوتانول (ج) 3 ـ هكسانول
(د) 4 ـ ميثل ـ 1 ـ بنتين (هـ) 2 ـ بنتين (و) 3 ـ (كلوروميثيل) بنتان

12.9 سمِّ المركّبات التالية:

(أ) $CH_3\underset{\displaystyle CH_2}{\underset{\|}{C}}CH_2CH_2Cl$ (ب) $CH_3(CH_2)_6CO_2H$ (ج) $CH_3CH_2\underset{\displaystyle CHO}{\underset{|}{CH}}CH_2CH_2CH_3$

■ (أ) 4 ـ كلورو ـ 2 ـ ميثل ـ 1 ـ بوتين (ب) حمض الاكتانويك (ج) 2 ـ إثيل ـ 1 ـ بنتانال

13.9 (أ) إشرح لماذا لا يكون اسم بوتانول اسماً دقيقاً في حين ان اسم بوتانون يمثّل مركّباً معيناً وأحداً. (ب) هل يعتبر اسم بنتانون دقيقاً؟

■ (أ) قد تكون المجموعة OH على ذرة الكربون الأولى او الثانية من البوتانول. لكن لا يمكن للبوتانون ان تكون مجموعة الكربونيل على نهايته (حيث ستكون مجموعة وظيفية للألدهيد). (ب) يمكن ان يشير اسم البنتانون إلى 2 ـ بنتانون او 3 بنتانون. لذلك لا يكون الإسم دقيقاً.

14.9 سمِّ المركّبات التالية: (أ) $CH_2=CH-CH=CH-CH=CH_2$ (ب) $(C_6H_5)_2O$ (ج) $(C_2H_5)_2NH$
(د) $CH_3CH_2CONHCH_3$ (هـ) $(C_2H_5)_2NH_2^+Cl^-$

■ (أ) 1، 3، 5 ـ هكساترين (ب) إيثر ثنائي الفينيل (ج) امين ثنائي الاتيل
(د) مثيل بروبان أميد (هـ) كلوريد ثنائي إثيل الامونيوم

15.9 اكتب صيغة كل من (أ) إثيل امين (ب) الدهيد البروبيون (ج) بوتانون (د) بروبيونات الإثيل (هـ) فورمات البوتيل (و) بروموبنزين (ز) أستيلين (ح) قنيل الاسيتيلين.

(a) $CH_3CH_2NH_2$ (b) CH_3CH_2CHO (c) $CH_3COCH_2CH_3$
(d) $CH_3CH_2CO_2CH_2CH_3$ (e) $HCO_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ (f) C_6H_5Br
(g) $HC\equiv CH$ (h) $C_6H_5C\equiv CH$

16.9 اكتب صيغة كل من (أ) 2 ـ بوتين (ب) إيثر ميثيل الإثيل (ج) بروبانال (د) 2 ـ بروبانول (هـ) 2، 4 ـ بنتانديون (استيل الأسيتون)

■ (أ) $CH_3CH=CHCH_3$ (ب) $CH_3OCH_2CH_3$ (ج) CH_3CH_2CHO
(د) $CH_3CHOHCH_3$ (هـ) $CH_3COCH_2COCH_3$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

17.9 اكتب صيغة بنيوية لكل مما يلي

(أ) 4 ـ إتيل الهبتان (ب) 4 ـ بروبيل الهبتان (ج) 4 ـ (1 ـ ميثل إتيل) هبتان

■

(أ) $CH_3CH_2CH_2CHCH_2CH_2CH_3$ (ب) $CH_3CH_2CH_2CHCH_2CH_2CH_3$

CH_2 CH_2

CH_3 CH_2

CH_3

(ج) $CH_3CH_2CH_2CHCH_2CH_2CH_3$

$CH{-}CH_3$

CH_3

18.9 ما هي المجموعات الوظيفية الموجودة داخل جزيئات تتفاعل في محلول مائي (أ) كقواعد برونستد (ب) كحموض برونستد؟

■ (أ) أمينات (ب) حموض كربوكسيلية

19.9 اكتب معادلة تفاعل كل مما يلي مع HCL(aq): (أ) $CH_3CH_2CH_2NH_2$ (ب) $(CH_3)_3N$

■

(أ) $HCl(aq) + CH_3CH_2CH_2NH_2 \longrightarrow CH_3CH_2CH_2NH_3^+Cl^-$

(ب) $HCl(aq) + (CH_3)_3N \longrightarrow (CH_3)_3NH^+Cl^-$

20.9 سمِّ كل من المركّبات التالية: (أ) CH_3CH_2OH (ب) $CH_3C_6H_5$ (ج) CH_3COCH_3 (د) CH_3OCH_3 (هـ) CH_3CHO

(و) $CH_3CHOHCH_3$ (ز) CH_3CO_2H (ح) $HOCH_2CH_3$ (ط) C_6H_5OH (ي) $CH_3CO_2CH_3$

(ك) $CH_3CHClCH_2Cl$

■

(أ) كحول الإتيل (ب) تواوين (ج) الاسّتون

(د) إيثر ثنائي المثيل (هـ) إستالديهيد (و) 2 ـ بروبانول

(ز) حمض الاستيك (ح) كحول الاتيل (ط) فنول

(ي) إسّتات المثيل (ك) 2 ـ كلوروبوتان

21.9 اكتب صيغ المركّبات التالية: (أ) كحول البوتيل (ب) إيثر بروبيل الفنيل (ج) إسّتات الإتيل (د) ثنائي فنيل الأمين

■

(أ) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ (ب) $CH_3CH_2CH_2OC_6H_5$

(ج) $CH_3COC_2H_5$ ($CH_3CO_2C_2H_5$ غالباً ما يكتب) (د) $(C_6H_5)_2NH$

22.9 رتِّب الجزيئات التالية وفقاً للمجموعة الوظيفية:

(أ) $CH_3CH_2CH_2OCH_3$ (ب) $H_2C{-}CH_2$ (ج) $CH_3{-}C(=O){-}CH_2CH_3$

H_2C $CHOH$

H_3C CH_2

(د) $CH_2{=}CHCH_2C_6H_5$ (هـ) $H_2C{-}CH_2$ (و) $H_2C{-}CH_2$

H_2C O H_2C $C{=}O$

$H_2C{-}CH_2$ $H_2C{-}CH_2$

(ز) $CH_2{=}CHCH$

CH_2

■ جزيئات (أ) و (هـ) لهما صيغة النوع ROR' وهي إيثرات. أما (ب) فله الشكل ROH وهو كحول. (ج) و (و) كيتونات لأنهما يحتويان على المجموعة $C{-}C(=O){-}C$ ؛ (د) الكين يحتوي كذلك على مجموعة عطريّة؛ (ز) دبين له رابطتان ثنائيتان تصلان ذرات الكربون.

23.9 اكتب الصيغة الخطّية لكل من

(أ) $CH_3C(=O){-}O{-}CH_3$ (ب) $CH_3C(=O){-}NH_2$ (ج) $CH_3{-}CHCH_3$ (د) $CH_3C(=O){-}CH_3$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ (أ) $CH_3CO_2CH_3$ (ب) CH_3CONH_2 (ج) $(CH_3)_3CH$ أو $(CH_3)_2CHCH_3$ (د) CH_3COCH_3

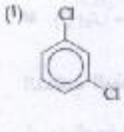
24. إشرح لماذا يكون لسلسلة الالكينات وسلسلة الالكانات الحلقية للهيدروكربونات الصيغة العامة نفسها أي C_nH_{2n}. إشرح لماذا يكون للديينات والالكينات الصيغة العامة نفسها أي C_nH_{2n-2}. ما هو عدد ذرات الكربون في العضو الأصغر من كل مجموعة؟

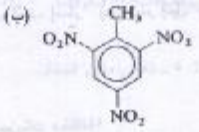
■ من شأن إدخال رابطة ثنائية أو تشكّل حلقة أن ينقص عدد ذرات الهيدروجين في الألكان المتعاق بها بمقدار ذرتين اثنتين. ومن شأن رابطة ثلاثية أو رابطتين ثنائيتين خفض عدد ذرات الهيدروجين بمقدار 4 ذرات. ينبغي أن يكون للألكينات والألكينات ذرتي كربون على الأقل لتشكيل رابطة متعددة. يتوجب على الديينات امتلاك 3 ذرات كربون على الأقل لتشكيل رابطتين ثنائيتين ($H_2C=C=CH_2$). يجب أن يكون للألكانات الحلقية ثلاث روابط كربون على الأقل لتشكيل حلقة.

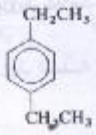
25. يمكن عدّ ذرات الكربون لحلقة البنزين من أجل تمييز المجموعات البديلة، مثلما تحصى السلاسل المستمرة لذرات الكربون. ومرّة أخرى، تكون أصغر مجموعة من الأعداد والعشيرة إلى البدائل هي المجموعة المفضّلة. أرسم بنية كل مما يلي:

(أ) 1، 3 ـ ثنائي كلوروالبنزن (ب) 2، 4، 6 ـ ثلاثي نيتروالتولوين (ج) 1، 4 ـ ثنائي إثيل البنزن.

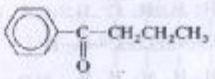
■

(أ) 

(ب) 

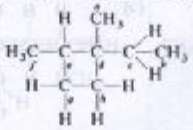
(ج) 

26. اكتب صيغة 1 ـ فنيل ـ 1 ـ بوتانون. إشرح لماذا تعتبر التسمية 1ـ بوتانون غير اعتيادية إلى حد ما.

■ 

إن مجموعة الكربونيل الموجودة على ذرة كربون طرفية (رقم 1) هي عادة جزء من مجموعة الدهيد.

27. عيّن في التمثيل التالي لجزيء هيدروكربوني ذرات الكربون الأولية والثانوية والثلاثية والرباعية.



■ الذرات a و b و f أوّليّة؛ c و g و h ثانوية؛ e ثلاثية، و d رباعية.

28. لكل صفّ من المركّبات العضوية البسيطة، (أ) اكتب صيغة أحد مركبات الصف الذي يحتوي على أقل عدد ممكن من ذرات الكربون، (ب) سمّ كل مركّب في (أ)، (ج) حدّد عدد تأكسد ذرات الكربون في المركّب.

■

(أ)	(ب)	(ج)
هاليد	CH_3F فلورو ميثان (فلوريد الميثيل)	−2
كحول	CH_3OH ميثانول (كحول الميثيل)	−2
إيتر	$(CH_3)_2O$ إيتر ثنائي الميثيل	−2
الدهيد	CH_2O ميثانال (فورمالدهيد)	0
كيتون	CH_3COCH_3 بروبانون (أسيتون)	$-\frac{4}{3}$
حمض	HCO_2H حمض النمل	+2
إستر	HCO_2CH_3 فورمات الميثيل	0
امين	CH_3NH_2 أمينو ميثان (أمين الميثيل)	−2
اميد	$HCONH_2$ اميد النمل	+2
الكن	$H_2C=CH_2$ إثين (إثيلين)	−2
الكين	$HC\equiv CH$ إثين (أسيتلين)	−1
عطري	C_6H_6 بنزن	−1

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

29.9 إنطلاقاً من الصيغ المذكورة أدناه، إنتقِ كل أمثلة (أ) الأمينات الأوّلية (ب) الأمينات الثانوية (ج) الكحول الثانوية

(i) $CH_3CHNH_2CH_3$، (ii) $CH_3CHOHCH_2NHCH_3$، (iii) $(CH_3)_2COHCH_2NH_2$،
(iv) $(CH_3)_2NCH(CH_3)_2$.

■ (أ) i و iii. (إن مجموعة NH_2 التي تحل فيها مجموعة R محل هيدروجين واحد من NH_3 هي الأمين الأوّلي حتى عندما ترتبط بذرة كربون ثانوية أو ثلاثية). (ب) ii (ج) ii. (تكون مجموعة OH مرتبطة بذرة كربون ثانوية)

30.9 (أ) صنّف كلاً من المركّبات التالية على انه الكان، الكن، كحول، إيثر، إستر، حمض، امين، اميد، الدهيد، كيتون.

$CH_3CH_2OCH_3$ $CH_3CH_2CO_2H$ CH_3CONH_2 $CH_3CO_2CH_3$

(ب) سمِّ المركّبات في (أ).

■ (أ) إيثر، حمض، كيتون، اميد، إستر (ب) إيثر إثيل المثيل، حمض البروبانويك، مكسلدون حلقي، استاميد، إستات المثيل.

2.9 التملكب البنيوي

31.9 اي من الصيغ التالية تمثّل جزيئات مختلفة؟

(أ) (ب) (ج) (د)

■ (أ) و (ب) و (ج) صيغ لنفس المركّب. كل صيغة منها لها سلسلة من خمسة كربونات مع فرع عند ذرة الكربون الثانية من طرف واحد. (د) تمثّل جزيئاً مختلفاً إذ إن الفرع يوجد على ذرة الكربون الثالثة.

32.9 في المركّبات العضوية، تكون المجموعة الوظيفية OH— مميّزة للكحول. اكتب البنى والأسماء الشائعة لأربعة كحول مشتقة من الهيدروكربونات البارافينية الثلاثة الأولى. اي منها تكون متماكبات؟

كحول المثيل كحول الاثيل كحول البروبيل كحول الايزوبروبيل

يتماكب الكحولان الأخيران أحدهما مع الآخر.

33.9 ميّز بين المصطلحين نظير ومتماكب.

■ النظير هو ذرة لها نفس العدد الذري الذي يكون لذرة أخرى ولكن يكون عددها الكتلي مختلفاً. المتماكب هو جزيء له [illegible] تكون لجزيء مختلف.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

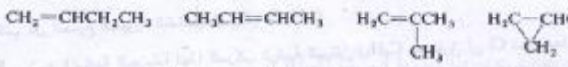
34 أي هيدروكربون ذي سلسلة مستمرة يكون متماكباً مع 2 ـ مثيل ـ 3 ـ إثيل الهكسان؟

■ النونان

35 يملك مركّبان متماكبان، A و B، الصيغة C_4H_8. يتفاعل المركب A لإزالة لون محلول البروم في CCl_4؛ لا يتفاعل المركب B مع البروم. (يتفاعل البروم مع ذرات الكربون ثنائية الروابط). ارسم بنى ممكنة للمتماكبين A و B.

■ يجب أن يكون للمركّب A رابطة ثنائية. ويمكن أن يكون مقروناً أو مفروقاً $CH_3CH=CHCH_3$، $CH_2=CHCH_2CH_3$، أو $(CH_3)_2C=CH_2$. يجب ألا يكون للمركّب B رابطة ثنائية. ويمكن أن يكون

36 اكتب صيغاً بنيوية لكل المتماكبات البنيوية للبوتان الحلقي.



37 اذكر اسم هيدروكربون مستقيم السلسلة يكون متماكباً مع 2، 2، 4 ـ ثلاثي مثيل البنتان.

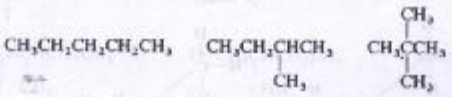
■ الأوكتان

38 كم يبلغ عدد المتماكبات المتوافقة مع الصيغة $C_4H_{10}O$؟

■ يوجد 7 متماكبات ـ 1 ـ بوتانول، 2 ـ بوتانول، 2 ـ مثيل ـ 1 ـ بروبانول، 2 ـ مثيل ـ 2 ـ بروبانول، إيثر ثنائي الإثيل، إيثر بروبيل المثيل، وإيثر ايزوبروبيل المثيل.

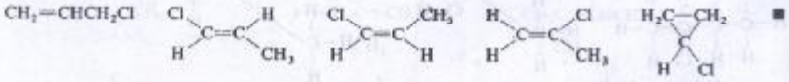
39 ارسم بنى كل متماكبات البنتان، C_5H_{12}.

■



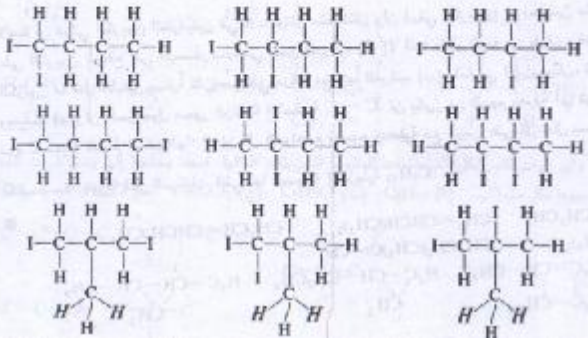
40 ارسم بنى كل متماكبات C_3H_5Cl

■



41 اكتب صيغ كل المتماكبات البنيوية للمركب $C_4H_8I_2$.

■



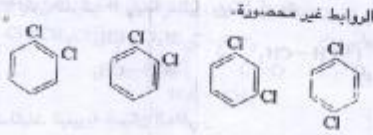
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

42.9 كم يبلغ عدد المتماكبات البنيوية الممكنة للمركب $C_2H_4Cl_2$؟

■ متماكبان ـ 1، 1 ـ ثنائي كلورو الإيثان و 1، 2 ثنائي كلورو الإيثان.

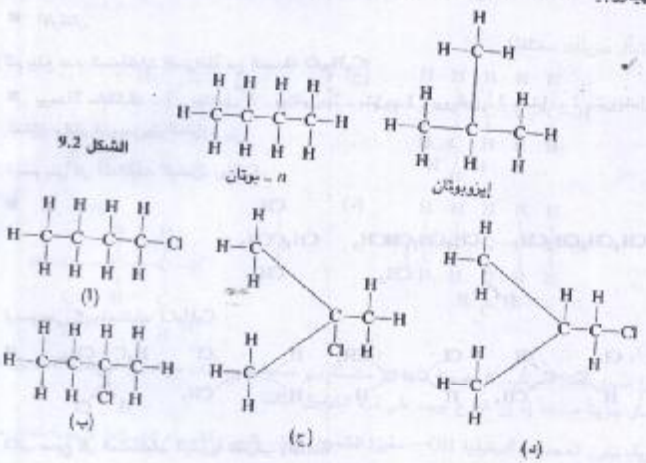
43.9 إذا كانت الروابط الثنائية في ثنائي كلورو البنزن، $C_6H_4Cl_2$، محصورة بين ذرات كربون معيّنة، كم يبلغ عدد المتماكبات التي وجودها لهذا المركّب؟ كم يبلغ عدد المتماكبات الموجودة فعلياً؟

■ إذا كانت الروابط محصورة، سيكون عدد المتماكبات أربعة؛ ولكن لا يوجد فعلياً سوى 3. من بين ما يلي، يكون المتماكبان الأخيران متماثلين نظراً لكون الروابط غير محصورة.



44.9 اكتب كل الصيغ البنيوية التماكبية للمركّب C_4H_9Cl.

■ تشبه التركيبة الجزيئية لهذا المركب تركيبة البوتان C_4H_{10} مع فارق ان Cl تحل محل H واحد. يمكن إيجاد الصيغ المطلوبة بانتقاء كافة الهيدروجينات مختلفة المواقع في الصيغتين التماكبيتين للبوتان C_4H_{10} (الشكل 2.9) النتائج مبيّنة في الشكل



الشكل 9.2

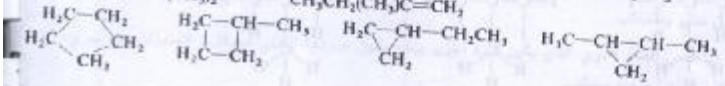
الشكل

لاحظ أن ذرتي الكربون الطرفيتين في n ـ بوتان متماثلتان وأن ذرتي الكربون الداخليتين متماثلتان. وهكذا فإن الكلور على الكربون الواقع إلى اليسار سيعطي نفس المركّب (أ) إلا أنه ينظر إليه من طرف مختلف. وبطريقة مشابهة، فإن الكربون ما قبل الأخير يساراً كان سيعطي مركباً مشابهاً للمركب (ب). أما في الإيزوبوتان، تكون الكربونات الطرفية الثلاث ويسبب الدوران الحرّ حول محور الرابطة الأحادية $C-C$، لن يكون من المهم معرفة أي من الهيدروجينات المتعددة الهذرة C معينة قد تمّ استبدالها؛ إذ إن كل المواضع تصبح وسطية مع الزمن على كل حال بسبب الدوران الحر.

45.9 اكتب صيغاً بنيوية لكل المركبات التي لها الصيغة الجزيئية C_4H_{10}.

■ $CH_2=CHCH_2CH_3$ $CH_2=CHCH(CH_3)_2$ $CH_3CH=CHCH_3$

$CH_3CH=C(CH_3)_2$ $CH_3CH_2(CH_3)C=CH_2$



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

46 اكتب صيغاً لكل المركّبات التي لها الصيغة الجزيئية $C_5H_{11}Cl$.

■ $ClCH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ $CH_3CHClCH_2CH_2CH_3$ $CH_3CH_2CHClCH_2CH_3$
$ClCH_2CH_2CH(CH_3)_2$ $CH_3CHClCH(CH_3)_2$ $CH_3CCl(CH_3)CH_2CH_3$
$ClCH_2C(CH_3)_3$ $ClCH_2CH(CH_3)CH_2CH_3$

47 اكتب صيغاً لكل المتماكبات البنيوية المتوافقة مع الصيغة $C_5H_{11}I$.

■ $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2I$ $CH_3CH_2CH_2CHICH_3$ $CH_3CH_2CHICH_2CH_3$ $ICH_2CH_2CHCH_3$ (CH_3)

CH_3CH (I, $CHCH_3$ / CH_3) $CH_3CCH_2CH_3$ (I, CH_3) $ICH_2CHCH_2CH_3$ (CH_3) $CH_3-C(CH_2I)(CH_3)-CH_3$

48 اكتب كل الصيغ البنيوية الممكنة لمركبات لها الصيغة الجزيئية $C_5H_{10}I_2$.

■ $I-CHCH_2CH_2CH_2CH_3$ (I) $I-CH_2CHCH_2CH_2CH_3$ (I) $I-CH_2CH_2CHCH_2CH_3$ (I)

$I-CH_2CH_2CH_2CHCH_3$ (I) $I-CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2$ (I) $CH_3CHCHCH_2CH_3$ (I, I)

$CH_3CCH_2CH_2CH_3$ (I) $CH_3CHCH_2CHCH_3$ (I, I) $CH_3CH_2CCH_2CH_2$ (I)

$I-CHCHCH_2CH_3$ (I, CH_2) $I-CH_2CHCH_2CH_3$ (I, CH_2I) $I-CH_2CHCHCH_3$ (I, H_3C, I)

$I-CH_2CHCH_2CH_2I$ (CH_3) $I-CH_2C(I)(CH_2CH_3)-CH_3$ (CH_3) $CH_3C(I)(I)-CHCH_3$ (CH_3)

$CH_3C(I)(CH_3)-CH_2CH_2I$ $CH_3CH(I)-C(H_3C)(I)-CH_3$ $CH_3CH(I)-CH(I)CH_3$ (CH_3)

CH_3CHCH_2CH (I, CH_3, I) $I-CH_2-C(CH_3)(CH_3)-CH_2I$ $I-CH-C(CH_3)(CH_3)-CH_3$ (I)

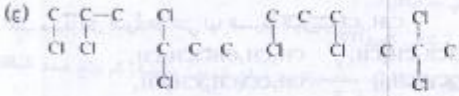
49 ارسم هيكل الكربون وأي ذرات كلور لكل المتماكبات البنيوية للجزيئات التالية. لست بحاجة إلى رسم ذرات الهيدروجين ولكن تأكد من وجود العدد المضبوط لكل متماكب. (أ) C_5H_{12} (ب) C_5H_7Cl (ج) $C_5H_6Cl_2$ (د) $C_5H_{11}Cl$ (هـ) C_6H_{14} (و) C_7H_{16}

■ (أ) $C-C-C-C-C$ $C-C-C-C$ (C) $C-C(C)-C$ (C)

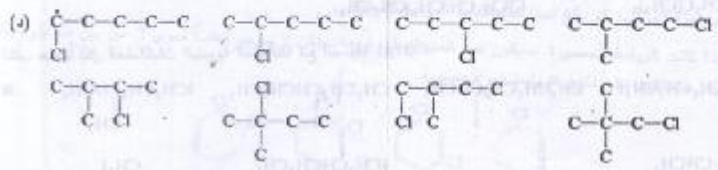
(ب) $C-C-C-Cl$ $C-C(Cl)-C$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

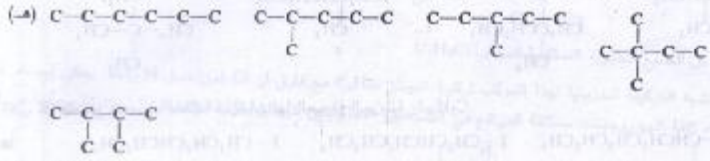
(ج)



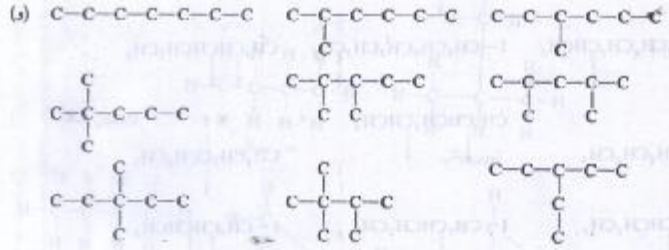
(د)



(هـ)



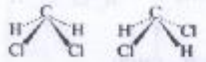
(و)



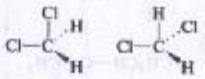
50.9 اثبت ان CH_2Cl_2 يمكن ان يتواجد في اكثر من شكل تماكبي واحد إذا كانت الروابط المحيطة بذرة الكربون في المركبات المشبعة (أ) هرمية مربّعة او (ب) هرمية مثلّثية، وكلاهما غير صحيح.

■ ستكون البنى (غير الصحيحة)

(أ)



(ب)



51.9 بالاعتماد على الجدول 2.7، احسب ΔH° العائدة للتفاعل التالي عند 25°C

$$C_2H_4(g) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

$$\Delta H^\circ = 4D(C{-}H) + D(C{=}C) + 3D(O_2) - 4D(C{=}O) - 4D(H{-}O)$$
$$= 4(100) + 146 + 3(119.2) - 4(177) - 4(111) = -248 \text{ kcal/mol}$$

52.9 بالاعتماد على الجدول 2.7، قدّر إن كان CH_4 او C_8H_{18} سيعطي المزيد من الطاقة في الغرام عند الاحتراق الكامل.

■

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

في كل مول من CH_4

$$\Delta H = 4D(C{-}H) + 2D(O_2) - 2D(C{=}O) - 4D(H{-}O)$$
$$= 4(100) + 2(119.2) - 2(177) - 4(111) = -160 \text{ kcal/mol}$$

في كل g من CH_4:

$$\left(\frac{-160 \text{ kcal}}{\text{mol}}\right)\left(\frac{1 \text{ mol}}{16.0 \text{ g}}\right) = -10.0 \text{ kcal/g}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

في كل مول من C_8H_{18}:

$$C_8H_{18} + \tfrac{25}{2}O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 9H_2O$$

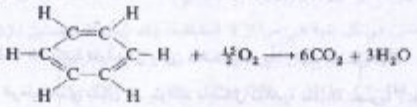
$$\Delta H = 7D(C{-}C) + 18D(C{-}H) + \tfrac{25}{2}D(O_2) - 16D(C{=}O) - 18D(H{-}O)$$
$$= 7(82) + 18(100) + 12.5(119.2) - 16(177) - 18(111) = -966 \text{ kcal/mol}$$

في كل g من C_8H_{18}:

$$\left(\frac{-966 \text{ kcal}}{\text{mol}}\right)\left(\frac{1 \text{ mol}}{114 \text{ g}}\right) = -8.47 \text{ kcal/g}$$

يعطي CH_4 المزيد من الطاقة في الغرام الواحد.

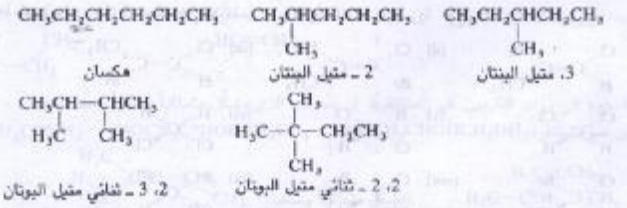
■ بالاعتماد على الجدول 2.7، ومع افتراض بنية كيكول (رابطة ثنائية محصورة)، احسب إنتالبيا احتراق البنزين وتحوله إلى CO_2 وماء. قارن هذه القيمة مع تلك المحددة اختبارياً للبنزين أي 782.3 Kcal/mol −، واشرح سبب الاختلاف.



تساوي قيمة ΔH_{comb} المعطاة المقدار 782.3 Kcal/mol − يشمل الاختلاف طاقة إزالة حصر البنزين. (من الإختلافات الأخرى، التمدد في الجو، المتضمن في ΔH_{comb} وليس في حسابات طاقة الرابطة، وإنتاج السائل إزاء الماء الغازي في الحالتين).

التماكب الهندسي والبصري

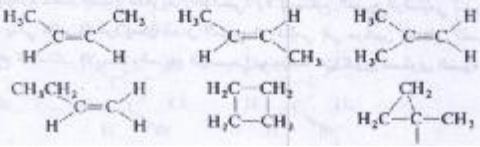
■ سمِّ الأشكال التماكبية للمركّب C_5H_{10} [المسألة 49.9 (هـ)] وفقاً لنظام IUPAC. أي من هذه الأشكال، في حال وجوده، يكون نائط بصرياً؟



كل هذه المتماكبات غير نائطة بصرياً.

اكتب صيغاً لكل المتماكبات البنيوية والهندسية للمركّب C_4H_8.

■ إذا لم تكن الكربونات الأربعة في حلقة، يجب أن تتواجد رابطة ثنائية واحدة لتؤمن التكافؤ الرباعي للكربون. تظهر الرابطة الثنائية إما في مركز الجزيء أو باتجاه أحد الأطراف. إن كانت في المركز، يظهر متماكبان هندسيان ويكون لذرات الكربون الطرفية مواضع مختلفة نسبة إلى الرابطة الثنائية، أما إذا كانت في اتجاه طرف، فيظهر متماكبان بنيويان مختلفان من حيث مدى التفرّع داخل الهيكل. ومن الاحتمالات الإضافية الأخرى نذكر البنى الحلقية معدومة الروابط الثنائية.



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

لاحظ الترميز المختصر لتجميع ذرتين او ثلاث ذرات هيدروجين مع ذرة الكربون التي ترتبط بها. ومن المعلوم طبعـ
هيدروجين مرتبط بكربون من مجموعته وأن كربون المجموعة مرتبط بالكربون التالي او بكربون المجموعة او المجموعات الـ

56.9 أيّ من المركّبات التالية يمكن أن تتواجد على شكل متماكبات هندسية؟ CH_2Cl_2، $CH_2Cl — CH_2Cl$، $CHCl = CHCl$، $CH_2Cl — CH_2Br$.

■ باستطاعة المركّب $CHCl = CHBr$ فقط أن يتواجد على شكل متماكبات هندسية.

في المركّبين $CH_2Cl — CH_2Cl$ و $CH_2Cl — CH_2Br$، تكون ذرات الكربون مرتبطة برابطة احادية تستطيع المجموعات حولها بحرية نسبياً. لذلك فإن اي تمثيلة (ترتيب فراغي) لذرات الهالوجين يمكن تحويلها إلى اي شكل آخر عن طريق دوران الرابطة الاحادية بكل بساطة. في CH_2Cl_2، تكون تشكيلة الجزيء رباعية السطوح وتُمنَع كافة التبادلات بين الذرات تقريباً متكافئة بشكل دقيق.

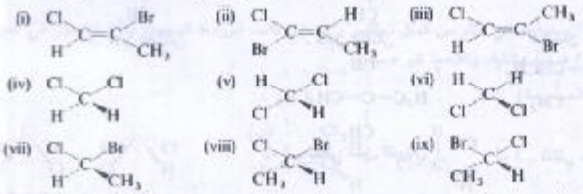
57.9 اي من مركّبات C_4H_7Cl التماكبية تتوقع ان يكون ناشط بصرياً؟ راجع الشكل 3.9.

■ المركّب (ب) هو الوحيد الذي يمكن ان يتواجد باشكال تماكبية ناشطة بصرياً لانه الوحيد في احتوائه على ذرة كربون (المرتبط مع Cl) مرتبطة باربع مجموعات مختلفة. كل ذرة كربون اخرى في هذه البنية او البنى الأخرى تكون مرتبطة على بذرتي هيدروجين او بمجموعتي CH_3.

58.9 من بين الهيدروكربونات البارافينية (C_nH_{2n+2} حيث تساوي n عدداً صحيحاً)، ما هي صيغة المركب ذي الوزن الجزيئي التي يمكنها إثبات النشاط البصري في أحد متماكباته البنيوية على الاقل؟

■ لكي يُظهِر الكان ما نشاطاً بصرياً، يجب ان تكون ذرة كربون واحدة على الاقل مرتبطة بأربع مجموعات مختلفة. المجموعات الممكنة هي H، CH_3، C_2H_5، C_3H_7. وستكون الصيغة الجزيئية C_7H_{16}.

59.9 إختر مما يلي أزواج (أ) المتماكبات الهندسية (ب) المتماكبات البصرية (ج) المتماكبات البنيوية



■ (أ) i و iii (ب) viii مع vii او ix وهذين الأخيرين هما ذات المتماكب (ج) ii مع i و iii

60.9 هل تكون كل المتماكبات البصرية ناشطة بصرياً بالضرورة؟ إشرح

■ تكون المتماكبات الوسطى خاملة بصرياً على الرغم من تواجدها في صف المتماكبات البصرية.

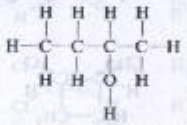
61.9 إشرح الفرق بين متماكب أوسط ومزيج راسيمي. ما هي الخاصية (الخصائص) المشتركة بينهما؟

■ المتماكب الأوسط مركّب أحادي اما المزيج الراسيمي فيحتوي على مزيج متكافيء الجزيئات من مركّبين. يكون الـ
الأوسط بحكم جوهره خاملاً بسبب التعويض الداخلي، ولا يستطيع المزيج الراسيمي تدوير مستوى الضوء المستقطب لان
احد المتماكبات ينفي تأثير الآخر. يمكن فصل المزيج الراسيمي إلى مركبين ناشطين بصريا بواسطه وسائل فيزيائية (كما
باستور). يتشارك المتماكب الأوسط والمزيج الراسيمي بعجزهما عن تدوير مستوى الضوء المستقطب. وللإثنين مركزان لا ا
(المتقابلة).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

62 اكتب صيغة بنيوية لكحول صيغته $C_4H_{10}O$ ويمكن أن يتواجد على شكل خيالات ناشطة بصرياً.

■ الكربون 2 غير متناظر

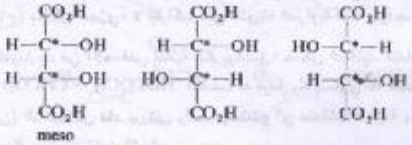


63 كم يبلغ عدد المتماكبات البصرية التي يمكن أن تتواجد للمركب 2، 3 ـ بوتانديول؟ هل يمكن أن تكون جميعها ناشطة بصرياً؟

■ هناك ثلاثة متماكبات بصرية يكون أحدها غير ناشط (الشكل الأوسط) بسبب انتظام ذرتي الكربون اللتين لهما المجموعات نفسها في تشكيلات متقابلة.

64 إن حمض الطرطير هو حمض ثنائي الهيدروكسيل ـ ثنائي الكربوكسيل، $HOCOCHOHCHOHCO_2H$. حدّد أي المراكز اللاتناظرية، وارسم كل المتماكبات البصرية، واشرح العدد الكلي لمتماكبات مماثلة لحمض الطرطير دلالة القاعدة "2^n".

■ إن ذرتي الكربون الوسيطتين في كل بنية هي مراكز لا انطباقية. وقد رُصّعتا بنجمتين للإشارة إلى لا انطباقيتهما.

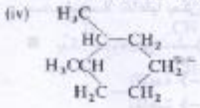
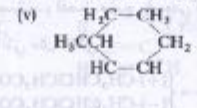


meso

يوجد ثلاثة متماكبات عوضاً عن $2^2 = 4$، أحدها متماكب أوسط.

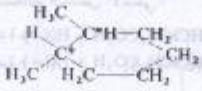
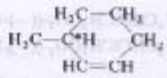
65 عيّن ذرة (ذرات) الكربون غير المتناظرة في المواد التالية، واذكر كل جزيء ذي متماكب أوسط.

(i) $CH_3CHNH_2CONH_2$ (ii) $HOCH_2CHOHCH_2CH_3$ (iii) $HOCH_2CHOHCH_2OH$

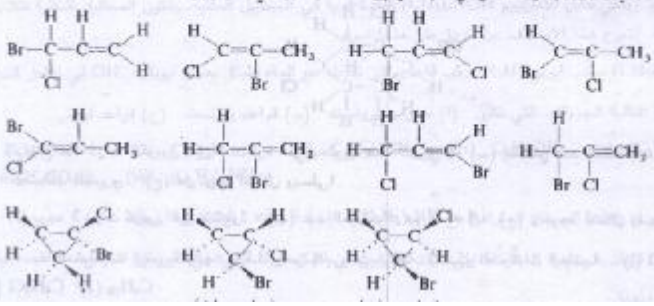
(iv)  (v) 

■ تشير النجوم إلى ذرات الكربون غير المتناظرة. إن المركّب الذي يشكّل متماكباً وسطياً محدد أدناه.

$CH_3C^*HNH_2CONH_2$ $HOCH_2C^*HOHCH_2CH_3$ $HOCH_2CHOHCH_2OH$ (لا ذرة كربون غير متناظرة)

 (يشكّل متماكباً وسطياً) 

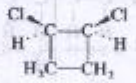
66 ارسم بنى لكل متماكبات C_2H_4ClBr. اذكر أي منها سيكون ناشطاً بصرياً في حال وجوده.

■ 

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

67.9 انشىء نماذج جزيئية للمركب 1، 2 ـ ثنائي كلور البوتان الحلقي. (أ) كم يبلغ عدد ذرات الكربون غير المتناظرة التي يحتويها هذا الجزيء؟ (ب) هل يمكن لهذه المادة أن توجد على شكل متماكب أوسط؟ (ج) ما هو العدد الكلي للمتماكبات المحتوية على حلقة رباعية الأعضاء متوافقة مع الصيغة $C_4H_6Cl_2$؟

■



(أ) ذرتان (ب) نعم، كما يظهر في الرسم أعلاه (ج) ستة متماكبات وهي 1، 1 ـ ثنائي كلور البوتان الحلقي، متماكبات 1، 2 ـ ثنائي الكلور بأشكال (−) و (+) ووسطي، 1، 3 ـ ثنائي الكلور بأشكال مفروقة ومقرونة.

68.9 انشىء نموذجاً جزيئياً للمركب 2، 3 ـ بنتادين. (أ) هل يحتوي هذا الجزيء على ذرات كربون غير متناظرة؟ (ب) هل يحتوي على مركز لا انطباقي؟ (ج) هل يمكن أن يتواجد بأشكال تماكبية ناشطة بصرياً؟

■ (أ) لا يوجد أي ذرة كربون غير متناظرة. (ب) إن اتحاد ذرات الكربون الوسطى الثلاث تعطي للجزيء كلل تشكيلة متطاولة رباعية السطوح. يحتوي الجزيء على مركز لا انطباقي يتكوّن من ذرات الكربون الثلاث المرتبطة برابطة ثنائية. (انظر بنية جُزَيء الألين في المسألة 19.8). (ج) بما أن الجزيء لا يتراكب على صورته المراوية فإنه يتواجد بأشكال ناشطة بصرياً.

69.9 إن حمض المالئيك وحمض الفوماريك من الأحماض ثنائية الكربوكسيل؛ حمض المالئيك متماكب مقرون وحمض الفوماريك متماكب مفروق للمركّب ذي الصيغة $HOCOCH=CHCO_2H$. احدهما له قيمة K_2 تساوي 10 اضعاف قيمتها للآخر. صف لكل متماكب بنية مناسبة للصاعدة (الأنيون) الناتجة عن فقد بروتون واحد. إستنتج أي متماكب له قيمة K_1 الاكبر واقترح سبباً لهذا الاختلاف. وعلى هذا الأساس، اي قيمة K_2 يجب أن تكون اكبر؟

■ يمكن للمتماكب المقرون ان يشكّل روابط هيدروجينية ضمن الخلايا. فيصبح الأيون احادي السلبية اكثر استقراراً من ايون المفروق. وهكذا فإن K_1 للمتماكب المقرون اكبر ولكن قيمة K_2 فيه تكون اصغر.

70.9 صف تسلسلاً تفاعلياً يمكن أن يستخدم لفصل مزيج راسيمي لحمض 3 ـ كلوروبوتانويك.

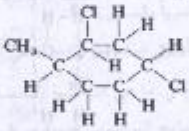
■ يمكن استخدام تسلسل تفاعلي مثل التالي

$$\left.\begin{matrix}(+)\text{-}CH_3CHClCH_2CO_2H\\(-)\text{-}CH_3CHClCH_2CO_2H\end{matrix}\right\} + 2[(-)\text{-قاعدة}] \longrightarrow \left\{\begin{matrix}(+)\text{-}CH_3CHClCH_2CO_2\text{-}[(-)\text{-قاعدة}]\\(-)\text{-}CH_3CHClCH_2CO_2\text{-}[(-)\text{-قاعدة}]\end{matrix}\right.$$

بما ان زوج المركّبات المتشكّلة في التفاعلات ليسا خيالين، يمكن إذن فصلهما بالوسائل الفيزيائية. يعالج كل مركب بعد فصله بفائض من HCl لاستعادة الحمض الأصلي.

$$(+)\text{-}CH_3CHClCH_2CO_2\text{-}[(-)\text{-قاعدة}] + HCl \longrightarrow (+)\text{-}CH_3CHClCH_2CO_2H + H[(-)\text{-قاعدة}]Cl$$
$$(-)\text{-}CH_3CHClCH_2CO_2\text{-}[(-)\text{-قاعدة}] + HCl \longrightarrow (-)\text{-}CH_3CHClCH_2CO_2H + H[(-)\text{-قاعدة}]Cl$$

71.9 خذ بالاعتبار المشتق التالي من الهكسان الحلقي:



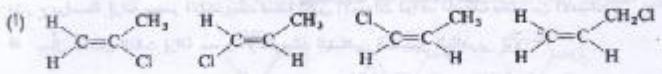
(أ) كم يبلغ عدد ذرات الكربون غير المتناظرة التي يحتويها هذا الجزيء؟ (ب) إستنتج عدد المتماكبات الناشطة بصرياً الممكن لهذا المتماكب البنيوي. (ج) هل توجد أشكال وسطى؟

■ (أ) يوجد 3 ذرات كربون غير متناظرة. (ب) عدد المتماكبات هو $2^3 = 8$. (ج) لا توجد أشكال وسطى.

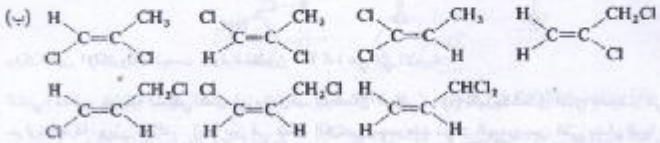
72.9 اكتب صيغاً للمتماكبات البنيوية والهندسية لكل من الجزيئات التالية. لا تذكر المركّبات الحلقية. (أ) C_3H_5Cl (ب) $C_3H_4Cl_2$ (ج) C_4H_7Cl (د) C_4H_6

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

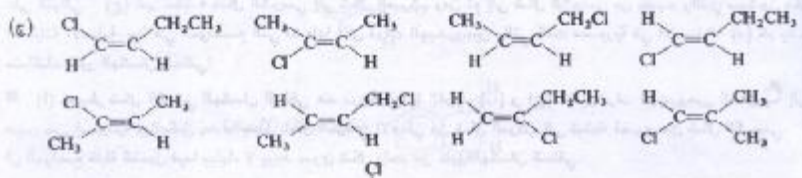
(أ)



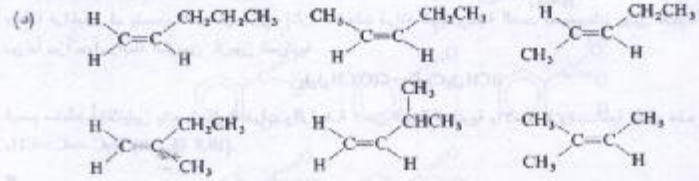
(ب)



(ج)



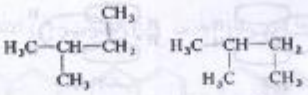
(د)



مواضيع اكثر تقدماً

٢ ارسم صيغة ثنائية الابعاد لتمثيلتين مختلفتين من 2– متيل البوتان.

■



٣ يكون هيدروكسيد رباعي متيل الامونيوم $(CH_3)_4NOH$ قاعدة قوية في المحاليل المائية، وتكون المحاليل المائية لثلاثي متيل الامين ضعيفة القاعدية. إشرح هذا الاختلاف عن طريق بنى هذه المواد.

■ $(CH_3)_3N^+OH^-$ مركّب أيوني. R_3H مركب قاعدي لان تفاعله مع الماء يشكّل بعض أيونات OH^- في تفاعل التوازن.

٤ إختر من القائمة التالية الجزيئات التي تكون (أ) حموض برونستد (ب) قواعد برونستد (ج) قواعد لويس

(i) C_2H_5OH (ii) C_5H_5N (iii) $C_2H_5OCH_3$ (iv) C_6H_5OH (v) $(C_2H_5)_3NH^+$
(vi) $C_6H_5CO_2H$ (vii) $(C_2H_5)_2NH$

■ (أ) iv و v و vi (v هو الحمض المترافق مع $(C_2H_5)_2NH$) (ب) vii و ii (ج) ii و iii و vii.

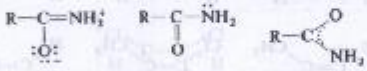
٥ ما هي أنواع المداريات الهجينية المتشكّلة على ذرات الكربون في الهكسان الحلقي؟ في البروبان الحلقي؟

■ sp^3 في كل منهما.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

77.9 إشرح بواسطة إزالة حصر الإلكترونات لماذا تكون الأميدات قواعد أضعف بكثير من الأمينات.

■ يمثّل الشكل الثالث إزالة حصر الإلكترونات للشكلين الطنينين الظاهرين أولاً:



وهكذا فإن الإلكترونات ليست متوفرة للأيون H^+ كما هي في الأمينات.

78.9 أنشيء نماذج جزيئية لشكلي الكرسي والمركب الهكسان الحلقي. (أ) تنبأ بالشكل الذي يسيطر في الهكسان الحلقي عند درجة حرارة الغرفة. وبرّر تنبؤك. (ب) بيّن في شكل الكرسي مجموعات ذرات الهيدروجين التي يشار إليها على أنها محورية واستوائية على التوالي. (ج) غيّر تمثيلة شكل الكرسي إلى شكل المركب ومن ثم إلى شكل الكرسي من جديد والذي سيكون مختلفاً عن التمثيلة الأصلية. ما هي المواضع التي تشغلها الآن ذرات الهيدروجين والتي كانت محورية في الأصل؟ (د) كم يبلغ عدد متماكبات كلور الهكسان الحلقي؟

■ (أ) يسيطر شكل الكرسي للهكسان الحلقي عند درجة حرارة الغرفة. (ب) و (ج) تتغير ذرات الهيدروجين المحوريّة إلى ذرات هيدروجين إستوائية وبالعكس عندما يتبدّل شكل الكرسي الأصلي من شكل المركب إلى تمثيلة أخرى من شكل الكرسي. (د) بما أن المواضع قابلة للتحوّل فيما بينها، لا يوجد سوى شكل واحد من كلور الهكسان الحلقي.

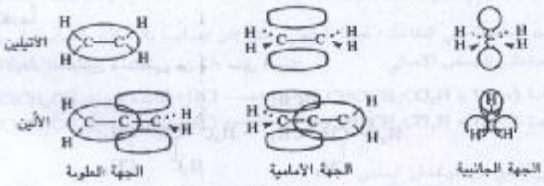
79.9 أنشيء نموذجاً جزيئياً لمركّب عضوي غير حلقي يحتوي فقط على روابط أحادية كربون ـ كربون يستحيل أن يحصل فيها دوران كامل حول رابطة كربون كربون.

■ يمكن التحوّل دون الدوران الحرّ بربط المجموعات الضخمة إلى كل ذرة كربون في رابطة أحادية. يطلق على وضع كهذا تسمية «إعاقة فراغية». قد يتصوّر المرء أن جزيء إثان استبدلت ذراته الهيدروجينة الست بمجموعات بيوتيل ثلاثية — $(CH_3)_3C$ لن يظهر دوراناً حرّاً حول رابطة الكربون كربون المركزية.

$$((CH_3)_3C)_3C-C(C(CH_3)_3)_3$$

80.9 أرسم مخططاً للأتيلين يشمل كل الذرات والرابطة π من الجهة العلوية والأمامية والجانبية. كرّر هذه العملية لجزيء الألين $H_2C=C=CH_2$ (المسألة 19.8).

■



الشكل 4.9

81.9 (أ) لقد اقتُرح أن السلوك العطري ينشأ عن تواجد أعداد معيّنة من الإلكترونات في أنظمة المداري π غير المحصورة. تُعطى الأعداد الفعلية بواسطة الصيغة $4n+2$، حيث تكون n عدداً صحيحاً. وإنطلاقاً من هذا الواقع، إشرح السلوك العطري للبنزين والأنتراسين والأزولين. (ب) أرسم بنى طنينية للأزولين:

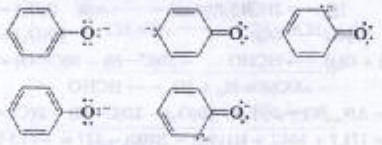
■ (أ) للبنزين 6 إلكترونات في مداريات جزيئية غير محصورة: للنفتالين 10 وللأزولين 10. كل من هذه القيم تناسب التعبير $4n+2$.

(ب)

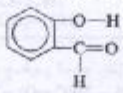
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

82.9 بيّن لماذا يكون لأيون الفينولات $C_6H_5O^-$ استقراراً طنينياً أكبر منه للفنول C_6H_5OH.

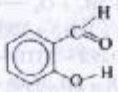
■



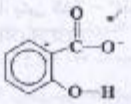
ليس للفنول أشكال طاقة منخفضة كالثلاثة إلى اليمين، لأن ذرة الأكسجين سيكون لها شحنة موجبة جزئية.

83.9 ارسم بنية تظهر الترابط الهيدروجيني بين الجزيئات في  . كم يبلغ عدد الذرات المتشكلة في الحلقة الإضافية؟

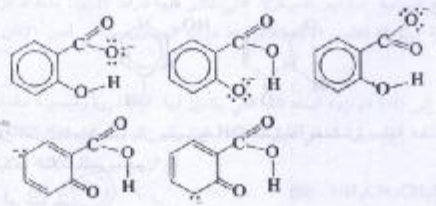
■



تتكوّن الحلقة الإضافية من 6 ذرات.

84.9 ارسم بنى طنينية عائدة إلى 

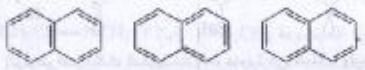
■



يمكن رسم أشكال طنينية عادية للبنى الثلاث الأولى. انظر أيضاً المسألة 83.9.

85.9 ارسم بنى تمثّل الطنين في كل مما يلي: (أ) البنزين (ب) النفثالين (ج) الأنتراسين.

(أ)

(ب) 

(ج)

86.9 (أ) احسب عدد التأكسد لذرة الكربون في الدهيد النمل والميثانول، $HOCH_2OH$. (ب) باستخدام الجدول 2.7 و $\Delta H^\circ_{sub}(C) = 171.7$ Kcal/mol، احسب الاتتالبيات اللازمة لتكوين هاتين المادتين. (ج) حدد قيمة ΔH° للتفاعل التالي، وتنبأ إذا كان أحد المركبات مستقراً فيما يخص التفاعل لإنتاج الآخر.

$$HCHO + H_2O \longrightarrow HOCH_2OH$$

■ (أ) صفر في كل منها. (ب) بالنسبة إلى HCHO:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$C(s) \longrightarrow C(g) \qquad \Delta H_{sub} = 171.7 \text{ kcal}$$
$$H_2 \longrightarrow 2H(g) \qquad D(H_2) = 104.2$$
$$\tfrac{1}{2}O_2 \longrightarrow O(g) \qquad \tfrac{1}{2}D(O_2) = \tfrac{1}{2}(119.2)$$
$$C(g) + 2H(g) + O(g) \longrightarrow HCHO \qquad -2D(C{-}H) - D(C{=}O) = -2(100) - 177$$
$$C(s) + H_2 + \tfrac{1}{2}O_2 \longrightarrow HCHO$$
$$\Delta H = \Delta H_{sub}(C) + D(H_2) + \tfrac{1}{2}D(O_2) - 2D(C{-}H) - D(C{=}O)$$
$$= 171.7 + 104.2 + \tfrac{1}{2}(119.2) - 2(100) - 177 = -41.5 \text{ kcal/mol}$$

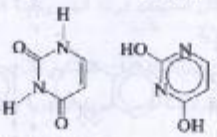
بالنسبة إلى $HOCH_2OH$

$$C(s) \longrightarrow C(g) \qquad \Delta H_{sub} = 171.7 \text{ kcal}$$
$$2H_2 \longrightarrow 4H(g) \qquad 2D(H_2) = 2(104.2)$$
$$O_2 \longrightarrow 2O(g) \qquad D(O_2) = 119.2$$
$$C(g) + 4H(g) + 2O(g) \longrightarrow HOCH_2OH \qquad -2D(H{-}O) - 2D(C{-}O) - 2D(C{-}H) = -2(111) - 2(83) - 2(100)$$
$$C(s) + 2H_2 + O_2 \longrightarrow HOCH_2OH$$
$$\Delta H = \Delta H_{sub}(C) + 2D(H_2) + D(O_2) - 2D(H{-}O) - 2D(C{-}O) - 2D(C{-}H)$$
$$= 171.7 + 2(104.2) + 119.2 - 2(111) - 2(83) - 2(100) = -88.7 \text{ kcal/mol}$$

(ج) $\Delta H^\circ = \Delta H_f(HOCH_2OH) - \Delta H_f(HCHO) - \Delta H_f(H_2O) = -88.7 - (-41.5) - (-68.32) = +21.1$ kcal/mol

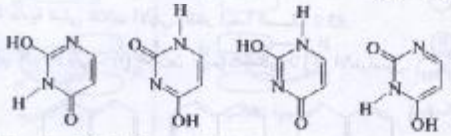
بما ان ΔH° موجب وانه يتوقع ان يكون ΔS التوفيق (الدمج) سالباً، يكون $\Delta G = \Delta H^\circ - T\Delta S$ موجباً للتفاعل كما هو مكتوب. وهكذا فإن HCHO مستقراً فيما يخص التحوّل بواسطة الماء إلى $HOCH_2OH$.

87.9 تبيّن الكتب الدراسية صيغة قاعدة من نمط البيريميدين كواحدة مما يلي:



اكتب الصيغة لتمثيل ممكن اخر للقاعدة علماً بأن مجموعة OH المرتبطة مباشرة بحلقة عضوية تكون حمضية. ما هي العلاقات المتواجدة بين هذه التمثيلات الثلاثة للبيريميدين؟

■ يمكن ان يتم اختيار اي مما يلي:



هذه الجزيئات متماكبات تزوحية (توتوميرات) لتلك الجزيئات الموجودة في المثال. وليست اشكالاً طنينية لان ذرات الهيدروجين ليست في المواضع نفسها. (يجب ان تكون كل ذرات الاشكال الطنينية في مواضع متطابقة وان يكون له العدد نفسه من الإلكترونات غير المتزاوجة).

88.9 إن الأوعية التي تُرمى بعد الاستعمال والمصنوعة من المتماثر (البلمر) الكلوريد متعدد الفينيل (PVC) تستعمل على نطاق واسع في تعبئة المبلغ الإستهلاكية. صيغة الكلوريد متعدد الفينيل هي $(C_2H_3Cl)_n$. اكتب معادلة لاحتراق PVC في الأكسجين. إقترح لما لا يعتبر الترميد حرقاً وسيلة مرضية للتخلص من مواد التعبئة المصنوعة من PVC.

■ $$(C_2H_3Cl)_n + \tfrac{5}{2}nO_2 \longrightarrow 2nCO_2 + nH_2O + nHCl$$

يكون HCl الناتج عن الاحتراق حمضاً قوياً. يسبّب اختناقاً عند استنشاقه مع الهواء الجوي. وهو حمض أكّال يتفاعل مع الجوامد.

89.9 إشرح لماذا تمثّل كل من المعادلات التالية تأكسداً للمتفاعل العضوي:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ $CH_3CHO + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CH_3CO_2H$

$CH_3CH_3 \xrightarrow{\text{بوجود حفاز}} CH_2{=}CH_2 + H_2$

	حالة التأكسد الوسطي للكربون
CH_3CHO	−1
CH_3CO_2H	0
CH_3CH_3	−3
$CH_2{=}CH_2$	−2

90.9 يكون محلول بروم في البنزين مستقراً إلى ما لا نهاية، ولكن عندما يوضع مسمار حديدي في المحلول، تتم عملية بَرْوَمة البنزين بشكل سريع إلى حد ما. إشرح وظيفة الحديد. اكتب معادلات لكل التفاعلات.

■ يتفاعل الحديد مع بعض البروم لتشكيل $FeBr_3$، وهو وسيط (حفّاز) لتفاعل البروم مع البنزين:

$$2Fe + 3Br_2 \longrightarrow 2FeBr_3$$

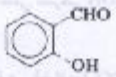
$$Br_2 + C_6H_6 \xrightarrow{FeBr_3} C_6H_5Br + HBr$$

91.9 إن وجود نسبة الكتلة/ الشحنة للذروة الرئيسية عند قيمة فردية (وترية) في طيف الكتلة لمركب عضوي يشير إلى امين او أميد. إشرح لماذا تبيّن الأمينات والأميدات هذا النوع من السلوك خلافاً للكحول والهيدروكربونات والإيترات إلخ.

■ تكون للعناصر الشائعة، باستثناء الهيدروجين الذي يشكل معظم المركّبات العضوية، أوزان ذرية شفعية ولكن الأزوت فقط يملك رتبة فردية (وترية) لمجموع الروابط. لذا فإن المركبات التي تكون فيها ذرات الآزوت بأعداد فردية أكثرها قدرة على الحصول على نسب الكتلة/ الشحنة فردية (وترية) للأيون الأم. (حاول عدّ ذرات الهيدروجين في أمين الإثان وثنائي امين الإثان كي تعرف تأثير رُتَب الروابط).

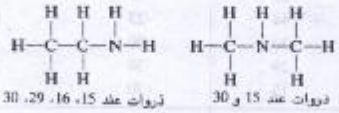
92.9 إختر من بين المركبات (i) إلى (vi) الوارِدة أدناه تلك التي يكون لها (أ) ذروة رئيسية مقدارها 30 في طيفه الكتلي. (ب) ذروة رئيسية لطيف الكتلة عند 71. (ج) ذروة أم في طيف الكتلة حيث يكون لنسبة الشحنة/الكتلة قيمة فردية (وترية).

(i) CH_3CH_2–C$_6$H$_5$ (ii) C$_6$H$_5$–CHO (iii) $NH_2CH_2CH_2NH_2$

(iv) $CH_3CH_2NH_2$ (v) $NH_2CH_2CH{-}NCH_2CH_3$ (vi) 

(أ) iii و iv و v ويكون لجميعها المجموعة NH_2CH_2. (ب) v: $NH_2CH_2CH{=}NCH_2$ (ج) iv (انظر الإجابة في المسألة 9.91). المركّبات iii و v ليس لها ذروات أم وترية إذ إن لكل منها ذرتا آزوت.

اكتب صيغاً بنيوية لكل المتماكبات المتناسبة مع الصيغة الجزيئية C_2H_7N. اذكر كيف تميّز بينها باستخدام المطيافية الكتلية.

■ 

94.9 ما هي الاختلافات الرئيسية المتوقعة بين الأطياف الكتلية للمركّبات المتماكبة CH_3CH_2OH و CH_3OCH_3؟

■ سيحتوي الطيف الكتلي للمركب CH_3CH_2OH على ذروة عندما يكون مقدار نسبة الشحنة/الكتلة 29، $CH_3CH_2^+$؛ في حين انه لا ينبغي أن يحتوي طيف الايتر على هذه الذروة. يجب أن يحتوي الطيفان على ذروة عند m/e = 31.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

95.9 اكتب صيغاً لكل المتماكبات البنيوية الممكنة للمركب $C_2H_9N_2$. أي متماكب لن يكون له ذروة عندما تكون قيمة نسبة الشحنة/الكتلة 45؟

■

(أ) $H_2NCH_2CH_2NH_2$ (ب) $CH_3NHCH_2NH_2$ (ج) $CH_3NHNHCH_3$

(د) $CH_3-N(NH_2)-CH_3$ (هـ) $CH_3CH_2NHNH_2$

المتماكب (أ) ليس له مجموعة CH_3 ولا يمكن أن يُنتج ذروة هامة عندما تكون نسبة الشحنة/الكتلة تساوي 45 (أقل بمقدار 15 من الوزن الجزيئي) مظهراً بذلك فقد CH_3.

96.9 إشرح كيف تميّز بواسطة المطيافية الكتلية بين متماكبات $C_2H_4Cl_2$.

■ يوجد متماكبان ممكنان:

(أ) $ClCH_2CH_2Cl$ (ب) CH_3CHCl_2

سيحتوي طيف كتلة (أ) على ذروة عند 15 (إضافة إلى ذروات أخرى متناسبة مع نظيري Cl الرئيسين). أما طيف كتلة (ب) فلا يتضمن ذروة عند 15.

97.9 ما هي الذروات المتوقعة في طيف كتلة CH_3Cl؟

■ يجب أن تتواجد ذروات رئيسية عند 15، 35، 37، 50، 52. تتناسب الذروة الثانية والثالثة مع النظائر الرئيسية للكلور ^{35}Cl و ^{37}Cl المتواجدين في الكلور الطبيعي بنسبة 75.5% و 24.5% على التوالي. (لا يوجد أي ذروة عند 35.45).

98.9 بيّن كيف تُستخدم المطيافية الكتلية للتمييز بين المتماكبين في كل من المجموعات التالية. إشرح كيف يمكن تعيين كل متماكب.

(أ) $(CH_3)_2CHCONH_2$ و $CH_3CH_2CONHCH_3$ (ب) CH_3CH_2OH و CH_3OCH_3

(ج) $CH_3CH_2CH_2CH_3$ و $(CH_3)_3CHCH_3$ (د) $CH_2=CHCH_2CH_3$ و $CH_3CH=CHCH_3$

■ (أ) لن يحتوي الطيف الكتلي للمركّب الأول على ذروة رئيسية عند 29. إلا أن الطيف الكتلي للمركّب الثاني سيحتوي عليها. (ب) و (ج) و (د) سيحتوي الطيف الكتلي للمركب الأول على ذروة عند 29 خلافاً للمركب الثاني.

99.9 عيّن الذروة الحاصلة عندما تبلغ نسبة الشحنة/الكتلة قيمة 46 في الطيف الكتلي للمركب $HSCH_2CH_2OH$.

■ يجب أن تنتج الذروة عن SCH_2.

100.9 للمركبين المتماكبين A و B الصيغة الجزيئية C_3H_9N. رتّبت الذروات المهمة في أطيافهما الكتلية في جدول. عيّن المركّبات.

المركّب A		المركّب B	
ذروة الكتلة	الوفرة النسبية	ذروة الكتلة	الوفرة النسبية
59	100	59	100
58	10	58	5
44	23	44	40
43	30	30	30
16	38	29	30
15	20	15	30

■ ينبغي أن يحتوي المركب A على المجموعة NH_2، ممّا يسبّب الذروة عند 16. بما أنهما لا تملك ذروة عند 29، فقد لا تتواجد مجموعة CH_3CH_2. المركّب A هو $(CH_3)_2CHNH_2$. يحتوي المركّب B على مجموعة CH_3CH_2 عند (29) ومجموعة CH_3NH عند (30). لا يمكن للمجموعة الثانية أن تكون CH_2NH_2 وإلاّ ستوجد ذروة عند $(NH_2)16$. المركب B هو $CH_3CH_2NHCH_3$.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

10.1 إشرح لماذا تكون الروابط المتعددة كربون - كربون مراكز متفاعلة في التفاعلات الكيميائية إلا أنها تكون مستقرة نسبياً في المظيافية الكتلية.

■ إن إلكترونات الترابط π معرّضة «للهجوم» المتفاعلات الباحثة الإلكترونات (الباحثة عن الإلكترونات)، ولكن هذه الإلكترونات الترابطية π نفسها تزيد من قوة الرابطة بين الذرات. ويجب أن يطرح السؤال «استقرار تجاه ماذا؟» كلما استعملت كلمة مستقر. (فعلى سبيل المثال، الكربون مستقر لوحده عند 500°C، ولكنه لا يكون مستقراً في وجود O_2 عند 500°C).

10.2 يحتوي مركّب على 54.55% كربون و 9.09% هيدروجين و 36.36% أكسجين وله أيون أم تساوي قيمة نسبة الشحنة / الكتلة فيه 88m/e. ما هي الصيغة التجريبية والصيغة الجزيئية لهذا المركّب؟

■

$$(54.55 \text{ g C})\left(\frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}}\right) = 4.542 \text{ mol C}$$

$$(9.09 \text{ g H})\left(\frac{1 \text{ mol H}}{1.008 \text{ g H}}\right) = 9.02 \text{ mol H}$$

$$(36.36 \text{ g O})\left(\frac{1 \text{ mol O}}{16.00 \text{ g O}}\right) = 2.272 \text{ mol O}$$

الصيغة التجريبية هي C_2H_4O ولها وزن صيغة قيمته 44 g/mol. وانطلاقاً من معطيات المظيافية الكتلية، ينبغي أن تكون الصيغة الجزيئية $C_4H_8O_2$.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الفصل 0
المعادلات الكيميائية

1.10 موازنة المعادلات الكيميائية

1.10 في معادلة كيميائية مُوازَنة، على ماذا يشير غياب أي معامل؟

■ يشير هذا الغياب إلى معامل قيمته 1. قبل أن تتم موازنة النوع، قد يشير غياب معامل إلى أن الموازنة لم تنجز بعد. انتبه وان تميّز بين هذه المعاني.

2.10 وازن المعادلات الهيكلية التالية مع أصغر معاملات صحيحة القيم:

$$FES_2 + O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 + SO_2 \text{ (أ)} \qquad C_7H_6O_2 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O \text{ (ب)}$$

■ (أ) لا يوجد قواعد ثابتة لموازنة المعادلات البسيطة وغالباً ما تستخدم طريقة التجربة والخطأ. وقد يفيد أن يبدأ العمل بالمركب الصيغ تعقيداً. للمركب Fe_2O_3 عنصران مختلفان وعدد كلي من الذرات اكبر من أي من المواد الاخرى لذا نستطيع أن نبدأ منه لاحظنا أن ذرات الأكسجين تتواجد على شكل أزواج في الجزيئات O_2 و SO_2 ولكن ليس في وحدة الصيغة Fe_2O_3. إذا كتبنا المعادلة بواسطة رموز تمثّل معاملات صحيحة القيم،

$$wFeS_2 + xO_2 \longrightarrow yFe_2O_3 + zSO_2$$

فإن العدد الكلي لذرات الأكسجين إلى اليسار، أي $2x$، يكون فردياً لأي قيمة صحيحة عائدة إلى x. أما العدد الكلي على اليمين $3y + 2z$، فيمكن أن يكون فردياً أو زوجياً ارتباطاً بكون y زوجياً أو فردياً. وقد استنتجنا من التساوي المطلوب بين $2x$ و $3y + 2z$ أنّ Y يجب أن يكون فردياً. يمكننا الآن أن نستخدم أصغر عدد زوجي، 2، ونواصل العمل انطلاقاً منه.

$$wFeS_2 + xO_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + zSO_2$$

لموازنة ذرات الحديد، ينبغي أن يكون W مساوياً 4.

$$4FeS_2 + xO_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + zSO_2$$

لموازنة الكبريت، ينبغي أن يكون Z مساوياً 8.

$$4FeS_2 + xO_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

وأخيراً، لموازنة الأكسجين، $2x = 6 + 16$ أو $x = 11$.

$$4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

لاحظ أن معامل أبسط مادة، وهي في هذه الحالة الأكسجين الإبتدائي، كان آخر ما تمّ تقييمه. وهذه هي النتيجة المعتادة لمعظم عملية الموازنة مع المادة الأكثر تعقيداً.

(ب) $C_7H_6O_2$ هي المادة الأكثر تعقيداً في هذه المعادلة. يمكننا أن نفترض جزيئاً واحداً من هذه المادة وأن نكتب مباشرة معاملات CO_2 و H_2O التي تؤدي إلى موازنة C و H على التوالي.

$$C_7H_6O_2 + xO_2 \longrightarrow 7CO_2 + 3H_2O$$

تُحفظ موازنة ذرات الأكسجين إلى النهاية لأن تعديل x لن يؤثر على توازن أي عنصر آخر. ويتطلب توازن حسابي أن تكون x مساوية للقيمة $7\frac{1}{2}$، ومؤدية إلى معادلة

$$C_7H_6O_2 + 7\tfrac{1}{2}O_2 \longrightarrow 7CO_2 + 3H_2O$$

التي تنقض، أثناء موازنتها، التطلّب المذكور أعلاه للمعاملات صحيحة القيم. يُحافظ على النسبة الصحيحة ويزال الكسر بضرب كل معامل بالعدد 2.

$$2C_7H_6O_2 + 15O_2 \longrightarrow 14CO_2 + 6H_2O$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3.10 اكتب معادلات كيميائية متوازنة للتفاعلات التالية:

كبريتيد الزنك + غاز الأكسجين ⟵ أكسيد الزنك + ثنائي أكسيد الكبريت

حمض النيتريك + كربونات النحاس (II) ⟵ ماء + ثاني أكسيد الكربون + نترات النحاس (II)

$$2ZnS + 3O_2 \longrightarrow 2ZnO + 2SO_2$$
$$2HNO_3 + CuCO_3 \longrightarrow H_2O + CO_2 + Cu(NO_3)_2$$

وازن المعادلات التالية:

4.10 $$BCl_3 + P_4 + H_2 \longrightarrow BP + HCl$$

$$4BCl_3 + P_4 + 6H_2 \longrightarrow 4BP + 12HCl$$

5.10 $$C_2H_2Cl_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow C_2HCl_3 + CaCl_2 + H_2O$$

$$2C_2H_2Cl_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2C_2HCl_3 + CaCl_2 + 2H_2O$$

6.10 $$(NH_4)_2Cr_2O_7 \longrightarrow N_2 + Cr_2O_3 + H_2O$$

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \longrightarrow N_2 + Cr_2O_3 + 4H_2O$$

7.10 $$Zn_3Sb_2 + H_2O \longrightarrow Zn(OH)_2 + SbH_3$$

$$Zn_3Sb_2 + 6H_2O \longrightarrow 3Zn(OH)_2 + 2SbH_3$$

8.10 $$HClO_4 + P_4O_{10} \longrightarrow H_3PO_4 + Cl_2O_7$$

$$12HClO_4 + P_4O_{10} \longrightarrow 4H_3PO_4 + 6Cl_2O_7$$

9.10 $$C_6H_5Cl + SiCl_4 + Na \longrightarrow (C_6H_5)_4Si + NaCl$$

$$4C_6H_5Cl + SiCl_4 + 8Na \longrightarrow (C_6H_5)_4Si + 8NaCl$$

10.10 $$Sb_2S_3 + HCl \longrightarrow H_3SbCl_6 + H_2S$$

$$Sb_2S_3 + 12HCl \longrightarrow 2H_3SbCl_6 + 3H_2S$$

11.10 $$IBr + NH_3 \longrightarrow NI_3 + NH_4Br$$

$$3IBr + 4NH_3 \longrightarrow NI_3 + 3NH_4Br$$

12.10 $$KrF_2 + H_2O \longrightarrow Kr + O_2 + HF$$

$$2KrF_2 + 2H_2O \longrightarrow 2Kr + O_2 + 4HF$$

13.10 $$Na_2CO_3 + C + N_2 \longrightarrow NaCN + CO$$

$$Na_2CO_3 + 4C + N_2 \longrightarrow 2NaCN + 3CO$$

14.10 $$K_4Fe(CN)_6 + H_2SO_4 + H_2O \longrightarrow K_2SO_4 + FeSO_4 + (NH_4)_2SO_4 + CO$$

$$K_4Fe(CN)_6 + 6H_2SO_4 + 6H_2O \longrightarrow 2K_2SO_4 + FeSO_4 + 3(NH_4)_2SO_4 + 6CO$$

15.10 $$Fe(CO)_5 + NaOH \longrightarrow Na_2Fe(CO)_4 + Na_2CO_3 + H_2O$$

$$Fe(CO)_5 + 4NaOH \longrightarrow Na_2Fe(CO)_4 + Na_2CO_3 + 2H_2O$$

16.10 $$H_3PO_4 + (NH_4)_2MoO_4 + HNO_3 \longrightarrow (NH_4)_3PO_4 \cdot 12MoO_3 + NH_4NO_3 + H_2O$$

$$H_3PO_4 + 12(NH_4)_2MoO_4 + 21HNO_3 \longrightarrow (NH_4)_3PO_4 \cdot 12MoO_3 + 21NH_4NO_3 + 12H_2O$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

17.10 حوِّل ما يلي إلى معادلات كيميائية متوازنة:

(أ) $NCl_3 + H_2O \longrightarrow NH_3 + HOCl$ (ب) $PCl_3 + H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + HCl$

(ج) $SbCl_3 + H_2O \longrightarrow Sb(O)Cl + HCl$

■ (أ) $NCl_3 + 3H_2O \longrightarrow NH_3 + 3HOCl$ (ب) $PCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + 3HCl$

(ج) $SbCl_3 + H_2O \longrightarrow Sb(O)Cl + 2HCl$

18.10 أكمل المعادلات التالية وزنها باستخدام المسألة 17.10 والجدول الدوري إذا استدعت الحاجة:

(أ) $AsCl_3 + H_2O \longrightarrow H_3AsO_3 +$ (ب) $BiCl_3 + H_2O \longrightarrow$

■ (أ) $AsCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3AsO_3 + 3HCl$ (ب) $BiCl_3 + H_2O \longrightarrow Bi(O)Cl + 2HCl$

إن تفاعلات $AsCl_3$ و $BiCl_3$ مشابهة لتفاعلات كلوريدات العناصر التي تعلوها مباشرة في الجدول الدوري.

19.10 وازن

(أ) $H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow NaHSO_4 + H_2O$

(ب) $H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$

■ (أ) $H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow NaHSO_4 + H_2O$

(ب) $H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

20.10 وازن

(أ) $C_2H_6O + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$ (ب) $CoBr_3 + Na_2CO_3 \longrightarrow Co_3(CO_3)_3 + NaBr$

■ (أ) $C_2H_6O + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ (ب) $2CoBr_3 + 3Na_2CO_3 \longrightarrow Co_2(CO_3)_3 + 6NaBr$

2.10 التنبؤ بالنواتج

21.10 صنِّف كل من المواد التالية على انها حمض او قاعدة او انهدريد حمضي او انهدريد قاعدي (أ) H_2SO_3 (ب) HI_3 (ج) $LiOH$ (د) Li_2O (هـ) Cl_2O_3 (و) BaO (ز) CO_2 (ح) CrO

■ (أ) حمض (ب) انهدريد قاعدي (ج) قاعدة (د) انهدريد قاعدي

(هـ) انهدريد حمضي (و) انهدريد قاعدي (ز) انهدريد حمضي (ح) انهدريد قاعدي

22.10 صنِّف التفاعلات الكيميائية غير العضوية البسيطة إلى اربعة انواع (تاركاً نوعاً خامساً لتفاعلات اكثر تعقيداً نناقش فيما بعد)

■ 1. تفاعلات اتحادية مثل، $2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$

2. تفاعلات تفككية مثل، $2HgO \longrightarrow 2Hg + O_2$

3. تفاعلات استبدالية مثل، $2NaI + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl + I_2$

4. تفاعلات مزدوجة الاستبدال مثل، $AgNO_3 + NaCl \longrightarrow AgCl + NaNO_3$

5. تفاعلات اكثر تعقيداً.

23.10 أي نوع من التفاعل الكيميائي البسيط (المسألة 22.10) يتوقّف على النشاطات النسبية لمعدنين او للامعدنين؟

■ التفاعلات الاستبدالية.

24.10 أي نوع من التفاعل الكيميائي البسيط (المسألة 22.10) يتوقّف على ذوبانيّات المتفاعلات و/او المنتوجات؟

■ التفاعلات مزدوجة الاستبدال.

25.10 سمِّ خمس أيونات او صفوف أيونات تكون كافة مركباتها ذوّابة في الماء فعلياً.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

26.10 ما هي الكلوريدات المعدنية غير الذوّابة في الماء؟

■ $AgCl$، $PbCl_2$، Hg_2Cl_2

27.10 إنتقِ من القائمة أدناه المركّبات غير الذوّابة في الماء.

HCl NH_3 $NaClO_3$ $BaSO_4$ $AgNO_3$ $PbCl_2$ Cu_2O $CuSO_4$ $Pb(C_2H_3O_2)_2$ $AgBr$

■ $BaSO_4$ $PbCl_2$ Cu_2O $AgBr$

28.10 اكتب صيغ ثلاثة أملاح مخففة للبروميد، تكون غير ذوّابة في الماء البارد أساساً.

■ $AgBr$، $PbBr_2$، Hg_2Br_2 (المشابهة للكلوريدات المناسبة).

29.10 اذكر إن كانت الجمل التالية صحيحة بالنسبة للعنصر في حالته غير المتّحدة (الابتدائية) فقط، أم في مركّباته فقط، أو في كليهما.
(أ) تتواجد الهالوجينات في جُزَيْئات ثنائية الذرة ـ ذرتان متشابهتان سوياً. (ب) تومِّل العناصر المعدنية الكهرباء جيداً.
(ج) يتواجد الكبريت طبيعياً على شكل مزيج من النظائر. (د) يكون أيون الصوديوم أحادي السلبية دائماً. (هـ) ذرات الآزوت قادرة دائماً على تشكيل روابط تشاركية.

■ (أ) العنصر فقط (ب) العنصر فقط (ج) كلاهما (د) المركّبات فقط (هـ) كلاهما.

أكتب معادلات كاملة ومتوازنة لكل من التفاعلات التالية. في حال عدم حصول تفاعل، اكتب «لاتفاعل». اذكر نوع التفاعل كما هو موصوف في المسألة 22.10.

30.10 $H_2O_2 \xrightarrow{\text{حرارة}}$

■ $2H_2O_2 \xrightarrow{\text{حرارة}} 2H_2O + O_2$ تفكك

31.10 $H_2 + O_2 \xrightarrow{\text{حرارة}}$

■ $2H_2 + O_2 \xrightarrow{\text{حرارة}} 2H_2O$ اتحاد

32.10 صوديوم زائد كلور

■ $2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$ اتحاد

33.10 $FeCl_2 + AgNO_3 \longrightarrow$

■ $FeCl_2 + 2AgNO_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_2 + 2AgCl$ استبدال مزدوج

34.10 $C_2H_6O + O_2 \longrightarrow$

■ $C_2H_6O + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ (احتراق)

35.10 $Cu + Fe(NO_3)_2 \longrightarrow$

■ $Cu + Fe(NO_3)_2 \longrightarrow$ لاتفاعل

36.10 $Fe_2(SO_4)_3 + BaCl_2 \longrightarrow$

■ $Fe_2(SO_4)_3 + 3BaCl_2 \longrightarrow 2FeCl_3 + 3BaSO_4$ استبدال مزدوج

37.10 $CaCO_3 + HCl \longrightarrow$

■ $CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$ استبدال مزدوج يتبعه تفكك

38.10 $H_2SO_4 + NaOH$ (فائض) $\longrightarrow$

■ $H_2SO_4 + 2NaOH$ (فائض) $\longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ استبدال مزدوج

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

39.10 $H_2SO_4 + NaOH$ (محدود) ■

$H_2SO_4 + NaOH$ (محدود) $\longrightarrow NaHSO_4 + H_2O$ (استبدال مزدوج)

40.10 $Ba(OH)_2 + HCl$ ■

$Ba(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + 2H_2O$ إستبدال مزدوج

41.10 $Na + H_2O \longrightarrow$ ■

$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$ إستبدال

42.10 $CaO + CO_2 \longrightarrow$ ■

$CaO + CO_2 \longrightarrow CnCO_3$ إتحاد

43.10 $BaSO_4 + CuCl_2 \longrightarrow$ ■

$BaSO_4 + CuCl_2 \longrightarrow$ لاتفاعل

44.10 $H_2O \xrightarrow[NaCl]{\text{تفريغ}}$ ■

$2H_2O \xrightarrow[NaCl]{\text{تفريغ}} 2H_2 + O_2$ تفكك

45.10 $Zn + H_2SO_4 \longrightarrow$ ■

$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2$ إستبدال

46.10 $C + O_2$ (فائض) $\longrightarrow$ ■

$C + O_2$ (فائض) $\longrightarrow CO_2$ إتحاد

47.10 $C + O_2$ (محدود) $\longrightarrow$ ■

$2C + O_2$ (محدود) $\longrightarrow 2CO$ إتحاد

48.10 $Fe + Cl_2 \longrightarrow$ ■

$2Fe + 3Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$ إتحاد

49.10 $Fe + HCl \longrightarrow$ ■

$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$ إستبدال

اكتب معادلات كاملة ومتوازنة لكل من التفاعلات التالية. في حال عدم حصول تفاعل، اكتب «لاتفاعل».

50.10 $Zn + FeCl_2 \longrightarrow$ ■

$Zn + FeCl_2 \longrightarrow ZnCl_2 + Fe$

51.10 $F_2 + NaCl \longrightarrow$ ■

$F_2 + 2NaCl \longrightarrow 2NaF + Cl_2$

52.10 $NaCl + AgNO_3 \longrightarrow$ ■

$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl + NaNO_3$

53.10 $AgCl + NaNO_3 \longrightarrow$ ■

$AgCl + NaNO_3 \longrightarrow$ لاتفاعل

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$H_3PO_4 + NaOH$ (محدود) ⟶ 54.1

$H_3PO_4 + NaOH$ (محدود) ⟶ $NaH_2PO_4 + H_2O$

$KHSO_4 + KOH$ ⟶ 55.1

$KHSO_4 + KOH \longrightarrow K_2SO_4 + H_2O$

$SO_2 + H_2O$ ⟶ 56.1

$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$

$P_2O_5 + H_2O$ ⟶ 57.1

$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$

$BaO + H_2O$ ⟶ 58.1

$BaO + H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2$

$ZnO + H_2O$ ⟶ 59.1

$ZnO + H_2O \longrightarrow Zn(OH)_2$

$CrO + SO_2$ ⟶ 60.1

$CrO + SO_2 \longrightarrow CrSO_3$

$K + Cl_2$ ⟶ 61.1

$2K + Cl_2 \longrightarrow 2KCl$

$AgNO_3 + Cu$ ⟶ 62.1

$2AgNO_3 + Cu \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$

$NaI + Cl_2$ ⟶ 63.1

$2NaI + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl + I_2$

$HgO \xrightarrow{\text{حرارة}}$ 64.1

$2HgO \xrightarrow{\text{حرارة}} 2Hg + O_2$

$AgNO_3 + CuCl_2$ ⟶ 65.1

$2AgNO_3 + CuCl_2 \longrightarrow 2AgCl + Cu(NO_3)_2$

$HCl + NaOH$ ⟶ 66.1

$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$

$HCl + Ba(OH)_2$ ⟶ 67.1

$2HCl + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaCl_2 + 2H_2O$

$Zn + HCl$ ⟶ 68.1

$Zn + 2HCl \longrightarrow H_2 + ZnCl_2$

$CaCO_3 \xrightarrow{\text{حرارة}}$ 69.1

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

70.10 $KClO_3 \xrightarrow{\text{حرارة}}$ ■

$2KClO_3 \xrightarrow{\text{حرارة}} 2KCl + 3O_2$

71.10 $H_2O + Cl_2O_7 \longrightarrow$ ■

$H_2O + Cl_2O_7 \longrightarrow 2HClO_4$

72.10 $Ba(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow$ ■

$Ba(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + 2H_2O$

73.10 $BaCl_2 + K_2SO_4 \longrightarrow$ ■

$BaCl_2 + K_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + 2KCl$

74.10 H_2SO_4 (فائض) $+ Zn(OH)_2 \longrightarrow$ ■

$H_2SO_4 + Zn(OH)_2 \longrightarrow ZnSO_4 + 2H_2O$

75.10 $Cl_2 + NaI \longrightarrow$ ■

$Cl_2 + 2NaI \longrightarrow 2NaCl + I_2$

76.10 $Cl_2 + Al \longrightarrow$ ■

$3Cl_2 + 2Al \longrightarrow 2AlCl_3$

77.10 $CO + O_2 \longrightarrow$ ■

$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$

78.10 $H_2 + P \longrightarrow$ ■

$3H_2 + 2P \longrightarrow 2PH_3$

79.10 $C + Cl_2 \longrightarrow$ ■

$C + 2Cl_2 \longrightarrow CCl_4$

80.10 $C_6H_{12}O_6 + O_2$ (فائض) $\longrightarrow$ ■

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

81.10 $CH_4 + O_2$ (محدود) $\longrightarrow$ ■

$2CH_4 + 3O_2$ (محدود) $\longrightarrow 2CO + 4H_2O$

82.10 $Fe + Cu(NO_3)_2 \longrightarrow$ ■

$Fe + Cu(NO_3)_2 \longrightarrow Fe(NO_3)_2 + Cu$

83.10 $HCl + Cu \longrightarrow$ ■

$HCl + Cu \longrightarrow$ لاتفاعل

84.10 $HCl + K_2CO_3 \longrightarrow$ ■

$2HCl + K_2CO_3 \longrightarrow H_2O + CO_2 + 2KCl$

85.10 $H_2SO_4 + MgO \longrightarrow$ ■

$H_2SO_4 + MgO \longrightarrow MgSO_4 + H_2O$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

86.10 $NH_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow$

■ $2NH_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow (NH_4)_2CO_3$

87.10 $C_6H_6 + O_2$ (فائض) $\longrightarrow$

■ $2C_6H_6 + 15O_2$ (فائض) $\longrightarrow 12CO_2 + 6H_2O$

88.10 $NH_3 + HCl \longrightarrow$

■ $NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

89.10 $NaHCO_3 + HCl \longrightarrow$

■ $NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O + CO_2$

90.10 $Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow$

■ $Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$

91.10 $H_2CO_3 \longrightarrow$

■ $H_2CO_3 \longrightarrow H_2O + CO_2$

92.10 أكمل ووزان معادلات التفاعلات التالية.

(أ) $CaO + H_2O \longrightarrow$ (ب) $SO_2 + H_2O \longrightarrow$ (ج) $Mg(s) + N_2(g) \longrightarrow$

(د) $Cu + HCl(aq) \longrightarrow$ (هـ) $Zn + H_2SO_4(aq) \longrightarrow$ (و) $Pb + CuSO_4(aq) \longrightarrow$

■ (أ) $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$ (ب) $SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$

(ج) $3Mg + N_2 \longrightarrow Mg_3N_2$ (د) لا تفاعل

(هـ) $Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2$ (و) $Pb + CuSO_4 \longrightarrow PbSO_4 + Cu$

93.10 أكمل المعادلات الموازنة للتفاعلات التالية:

(أ) $H_2O_2 \longrightarrow$ (ب) $C + H_2O \xrightarrow{\text{عند °C}}$

(ج) $O_2 \xrightarrow{\text{ضوء فوق بنفسجي}}$ (د) $Al + NaOH \longrightarrow$

■ (أ) $2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$ (ج) $C + H_2O \longrightarrow CO + H_2$

(ب) $3O_2 \longrightarrow 2O_3$ (أوزون) (د) $6H_2O + 2Al + 2NaOH \longrightarrow 2NaAl(OH)_4 + 3H_2$

(يكون Al مُذيْباً وشديد الفعّالية لذا يمكنه تنحية الهيدروجين من المحاليل القاعدية).

94.10 تنبّأ بنواتج: $NH_4Cl + NaOH \longrightarrow$

■ $NH_4Cl + NaOH \longrightarrow NaCl + NH_3 + H_2O$

(تتشكّل النواتج غير المؤيّنة من تفاعلات أيونية: يكون أحد النواتج غير مستقر ويتفكّك إلى NH_3 و H_2O)

95.10 تنبّأ بنواتج: $NaC_2H_3O_2 + HCl \longrightarrow$

■ $NaC_2H_3O_2 + HCl \longrightarrow NaCl + HC_2H_3O_2$

(يتشكّل الناتج غير المؤيّن من تفاعلات أيونية).

96.10 أكمل المعادلات التالية ووازنها.

(أ) $Li + O_2 \longrightarrow$ (ب) $Mg + HCl(aq) \longrightarrow$ (ج) $C_6H_6 + O_2$ (فائض) $\longrightarrow$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(أ) $4Li + O_2 \longrightarrow 2Li_2O$ (ب) $Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$ ■

(ج) $2C_6H_6 + 15O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 6H_2O$ أو $C_6H_6 + 7\frac{1}{2}O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 3H_2O$

(د) لاتفاعل (هـ) $2K + 2H_2O \longrightarrow 2KOH + H_2$

97.10 ما هي نواتج تفاعل الكلسيوم والماء؟

$Ca + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2$ ■

98.10 أكمل وزن:

(أ) $HClO_3 + Ba(OH)_2 \longrightarrow$ (ب) $Mg + HBr \longrightarrow$ (ج) $F_2 + KI \longrightarrow$

(أ) $2HClO_3 + Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba(ClO_3)_2 + 2H_2O$ ■

(ب) $Mg + 2HBr \longrightarrow MgBr_2 + H_2$

(ج) $F_2 + 2KI \longrightarrow 2KF + I_2$

99.10 أكمل وزن:

(أ) $Zn(ClO_3)_2(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow$ (ب) $La(OH)_3 + HClO_3 \longrightarrow$ (ج) $C_3H_6O + O_2$ (فائض) $\longrightarrow$

(أ) $Zn(ClO_3)_2 + 2NaOH \longrightarrow Zn(OH)_2 + 2NaClO_3$ ■

(ب) $La(OH)_3 + 3HClO_3 \longrightarrow La(ClO_3)_3 + 3H_2O$

(ج) $C_3H_6O + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

100.10 تنبأ بنواتج الاتحادات التالية. وازن كل معادلة.

(أ) $Na + Cl_2 \longrightarrow$ (ب) $BaCl_2 + AgNO_3 \longrightarrow$

(ج) $Zn + CuCl_2 \longrightarrow$ (د) $C_2H_5OH + O_2$ (فائض) $\longrightarrow$

(أ) $2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$ (ب) $BaCl_2 + 2AgNO_3 \longrightarrow Ba(NO_3)_2 + 2AgCl$ ■

(ج) $Zn + CuCl_2 \longrightarrow Cu + ZnCl_2$ (د) $C_2H_5OH + 3O_2$ (فائض) $\longrightarrow 3H_2O + 2CO_2$

101.10 أكمل المعادلات التالية ووازنها:

(أ) $Mg + Cu(NO_3)_2 \longrightarrow$ (ب) $HBrO_3 + Ba(OH)_2 \longrightarrow$

(أ) $Mg + Cu(NO_3)_2 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + Cu$ (ب) $2HBrO_3 + Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba(BrO_3)_2 + 2H_2O$ ■

102.10 أكمل المعادلات التالية ووازنها:

(أ) $Mg + FeCl_3 \longrightarrow$ (ب) $HClO_3 + Ba(OH)_2 \longrightarrow$

(ج) $C_6H_{12}O_2 + O_2$ (فائض) $\longrightarrow$ (د) $Al + Br_2 \longrightarrow$

(أ) $3Mg + 2FeCl_3 \longrightarrow 3MgCl_2 + 2Fe$ (ب) $2HClO_3 + Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba(ClO_3)_2 + 2H_2O$ ■

(ج) $C_6H_{12}O_2 + 8O_2$ (فائض) $\longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ (د) $2Al + 3Br_2 \longrightarrow 2AlBr_3$

3.10 المعادلات الأيونية الصافية

103.10 ما هي الأنواع الظاهرة في المعادلات الكاملة والتي تكون مُسْقَطة (مُختزلة) من المعادلات الأيونية الصافية؟

■ إن الأيونات المتواجدة في محلول والظاهرة دون تغيير على جانبي المعادلة، هي التي تكون مسقطة فقط من المعادلة الأيونية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الصافية. وإذا تغيَّر أيون ما بأي حال من الأحوال، تغيُّر مثلاً إلى جزء من صلب أو جزء من مركَّب تشاركي، فإنه يظهر كأيون في جانب واحد من المعادلة.

أكتب (أ) المعادلات الأيونية و (ب) المعادلات الأيونية الصافية لكل من المعادلات الكاملة التالية.

$$K_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \longrightarrow BaSO_4(s) + 2KCl(aq)$$ 104.10

■ (أ) $2K^+ + SO_4^{2-} + Ba^{2+} + 2Cl^- \longrightarrow BaSO_4 + 2K^+ + 2Cl^-$ (ب) $SO_4^{2-} + Ba^{2+} \longrightarrow BaSO_4$

$$2HNO_3(aq) + Ca(HCO_3)_2(aq) \longrightarrow Ca(NO_3)_2(aq) + 2H_2O + 2CO_2(g)$$ 105.10

■ (أ) $2H^+ + 2NO_3^- + Ca^{2+} + 2HCO_3^- \longrightarrow Ca^{2+} + 2NO_3^- + 2H_2O + 2CO_2$
(ب) $H^+ + HCO_3^- \longrightarrow CO_2 + H_2O$

106.10 غالباً ما يذكر في الكتب المدرسية الابتدائية أن كافة أنواع النترات والأسئات والكلورات تكون ذوَّابة مثل كافة أملاح الصوديوم والبوتاسيوم. باستخدام جدول الذوبانيَّات، كالموجود في كتب الفيزياء والكيمياء (مطبوعات CRC، بوكارانون، فلوريدا) استثناءاً واحداً على الأقل لذلك. هل يعتبر المثال مادة كيميائية شائعة؟

■ إن مركَّبات نادرة الوجود، مثل أورثوسيليكات الصوديوم الألومنيوم وبيروانتيمونات الصوديوم، تكون غير ذوَّابة.

107.10 تتفاعل نيترات النحاس (II) المائية مع يوديد البوتاسيوم للحصول على يوديد النحاس (I) الصلب، ونترات البوتاسيوم واليود. أكتب معادلة أيونية صافية متوازنة للتفاعل.

$$2Cu^{2+} + 4I^- \longrightarrow 2CuI + I_2$$ ■

108.10 اكتب معادلات أيونية صافية للعمليات التي تجري عندما تُمزَج محاليل الكهارل التالية:

(a) $AgClO_3(aq)$ and $Na_2S(aq)$ (b) $(NH_4)_3PO_4(aq)$ and $HgSO_4(aq)$.

■ (أ) يكون Ag_2S غير ذواب في حين يكون $NaClO_3$ ذواباً.

$$2Ag^+ + 2ClO_3^- + 2Na^+ + S^{2-} \longrightarrow Ag_2S(s) + 2Na^+ + 2ClO_3^-$$

المعادلة الصافية: $2Ag^+ + S^{2-} \longrightarrow Ag_2S(s)$

(ب) $Hg_3(PO_4)_2$ غير ذوَّاب في حين أن $(NH_4)_2SO_4$ ذوَّاب.

$$6NH_4^+ + 2PO_4^{3-} + 3Hg^{2+} + 3SO_4^{2-} \longrightarrow 6NH_4^+ + 3SO_4^{2-} + Hg_3(PO_4)_2(s)$$

المعادلة الصافية: $3Hg^{2+} + 2PO_4^{3-} \longrightarrow Hg_3(PO_4)_2(s)$

للتحقق من حدوث تفاعل أيوني صافٍ معيَّن فعلياً، من الضروري إجراء التجربة أو التنبؤ نظرياً بسلوك الأيونات.

109.10 على افتراض عدم حصول أي تفاعل كيميائي، اذكر أي من المُزَج التالية يتوقع أن تذوب كلياً إذا حُلِّلت عينة تحتوي على 1g من كل منها في 100 ml ماء. (أ) NaCl، AgCl، $PbCl_2$ (ب) $Ba(ClO_3)_2$، NaCl، KNO_3 (ج) $Ba(ClO_3)_2$، $BaCO_3$، $BaCl_2$

■ (ب) [في (أ)، يكون AgCl و $PbCl_2$ غير ذوَّابين؛ في (ج)، $BaCO_3$ غير ذوَّاب]

110.10 من الممكن أن يؤدي الغليان إلى تيسير الماء العسر مؤقتاً ولكن لا يمكنه تيسير الماء العسر بشكل دائم. إشرح ذلك.

$$Ca(HCO_3)_2(aq) \longrightarrow CaCO_3(s) + CO_2 + H_2O$$ ■

111.10 اكتب معادلات أيونية صافية مناسبة مع التفاعلات التالية:

(أ) $Na_2CO_3(aq) + Ca(NO_3)_2(aq) \longrightarrow 2NaNO_3(aq) + CaCO_3(s)$
(ب) $NaOH(aq) + HNO_3(aq) \longrightarrow NaNO_3(aq) + H_2O(l)$

(ج) جِدْ عدد mmol من NaOH المطلوبة لتفاعل مع 35.0 mmol من H^+ في محلول حمض النيتريك.

■ (أ) $CO_3^{2-} + Ca^{2+} \longrightarrow CaCO_3$ (ب) $OH^- + H^+ \longrightarrow H_2O$

(ج) بما أن H^+ يتفاعل مع OH^- في نسبة مولية 1:1 [الجزء (ب)]، وبما أنه يوجد 1mol من OH^- في كل مول من NaOH، فإن

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

112.10 اكتب معادلات أيونية صافية متوازنة لما يلي:

(أ) $La_2(CO_3)_3(s) + HCl \longrightarrow LaCl_3 + CO_2 + H_2O$

(ب) $5FeCl_2 + KMnO_4 + 8HCl \longrightarrow 5FeCl_3 + MnCl_2 + KCl + 4H_2O$ (كلها مائية)

■

(أ) $La_2(CO_3)_3 + 6H^+ \longrightarrow 2La^{3+} + 3CO_2 + 3H_2O$

(ب) $5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$

113.10 اكتب معادلات أيونية صافية متوازنة متوافقة مع المعادلات (غير المتوازنة) التالية:

(أ) $Ba(NO_3)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow BaSO_4(s) + HNO_3(aq)$

(ب) $HClO_3 + Fe(OH)_2(s) \longrightarrow Fe(ClO_3)_2 + H_2O$

■

(أ) $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \longrightarrow BaSO_4$ (ب) $2H^+ + Fe(OH)_2(s) \longrightarrow Fe^{2+} + 2H_2O$

اكتب معادلات أيونية صافية للتفاعلات التالية:

114.10 $Fe_2(SO_4)_3(aq) + Fe(s) \longrightarrow 3FeSO_4(aq)$

■ $2Fe^{3+} + Fe \longrightarrow 3Fe^{2+}$

115.10 $NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl + NaNO_3$

■ $Cl^- + Ag^+ \longrightarrow AgCl$

116.10 $HCl + NaHCO_3 \longrightarrow NaCl + CO_2 + H_2O$

■ $H^+ + HCO_3^- \longrightarrow CO_2 + H_2O$

117.10 $H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4 + 2HCl$

■ $SO_4^{2-} + Ba^{2+} \longrightarrow BaSO_4$

118.10 $NaOH + NH_4Cl \longrightarrow NH_3 + H_2O + NaCl$

■ $OH^- + NH_4^+ \longrightarrow NH_3 + H_2O$

119.10 $HC_2H_3O_2 + NaOH \longrightarrow NaC_2H_3O_2 + H_2O$

■ $HC_2H_3O_2 + OH^- \longrightarrow C_2H_3O_2^- + H_2O$

120.10 $Ba(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + 2H_2O$

■ $OH^- + H^+ \longrightarrow H_2O$

121.10 $Fe + 2FeCl_3 \longrightarrow 3FeCl_2$

■ $Fe + 2Fe^{3+} \longrightarrow 3Fe^{2+}$

122.10 $Cu(OH)_2 + 2HClO_3 \longrightarrow Cu(ClO_3)_2 + 2H_2O$

■ $Cu(OH)_2(s) + 2H^+ \longrightarrow Cu^{2+} + 2H_2O$

123.10 $H_3PO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2HPO_4 + 2H_2O$

■ $H_3PO_4 + 2OH^- \longrightarrow HPO_4^{2-} + 2H_2O$

124.10 $CuCl_2 + H_2S \longrightarrow CuS + 2HCl$

■ $Cu^{2+} + H_2S \longrightarrow CuS + 2H^+$

125.10 $ZnS + 2HCl \longrightarrow H_2S + ZnCl_2$

■ $ZnS + 2H^+ \longrightarrow H_2S + Zn^{2+}$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$AlCl_3 + 4NaOH \longrightarrow NaAl(OH)_4 + 3NaCl \quad 126.10$$

$$Al^{3+} + 4OH^- \longrightarrow Al(OH)_4^- \quad \blacksquare$$

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2 \quad 127.10$$

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3^- \quad \blacksquare$$

$$NaHCO_3 + NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O \quad 128.10$$

$$HCO_3^- + OH^- \longrightarrow CO_3^{2-} + H_2O \quad \blacksquare$$

$$2AgNO_3 + H_2S \longrightarrow Ag_2S + 2HNO_3 \quad 129.10$$

$$2Ag^+ + H_2S \longrightarrow Ag_2S + 2H^+ \quad \blacksquare$$

(سيؤكسد حمض النيتريك المركّز الايون S^{2-}، بينما ان يؤكسده HNO_3 شديد التخفيف).

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2 \quad 130.10$$

$$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{2+} + H_2 \quad \blacksquare$$

$$Zn + CuCl_2 \longrightarrow ZnCl_2 + Cu \quad 131.10$$

$$Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu \quad \blacksquare$$

$$Zn + HgCl_2 \longrightarrow ZnCl_2 + Hg \quad 132.10$$

$$Zn + Hg^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Hg \quad \blacksquare$$

$$HClO_3 + NaOH \longrightarrow NaClO_3 + H_2O \quad 133.10$$

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O \quad \blacksquare$$

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O \quad 134.10$$

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O \quad \blacksquare$$

$$HClO_4 + NaOH \longrightarrow NaClO_4 + H_2O \quad 135.10$$

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O \quad \blacksquare$$

$$HBrO_3 + NaOH \longrightarrow NaBrO_3 + H_2O \quad 136.10$$

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O \quad \blacksquare$$

$$HClO_3 + KOH \longrightarrow KClO_3 + H_2O \quad 137.10$$

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O \quad \blacksquare$$

$$HClO_3 + LiOH \longrightarrow LiClO_3 + H_2O \quad 138.10$$

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O \quad \blacksquare$$

$$HClO_3 + RbOH \longrightarrow RbClO_3 + H_2O \quad 139.10$$

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O \quad \blacksquare$$

$$16HCl + 2KMnO_4 \longrightarrow 2MnCl_2 + 8H_2O + 5Cl_2 + 2KCl \quad 140.10$$

$$10Cl^- + 16H^+ + 2MnO_4^- \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5Cl_2 \quad \blacksquare$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$2FeCl_2 + 2HCl + H_2O_2 \longrightarrow 2FeCl_3 + 2H_2O \quad 141.10$$

$$2Fe^{2+} + 2H^+ + H_2O_2 \longrightarrow 2Fe^{3+} + 2H_2O \quad ■$$

$$Cu + 4HNO_3 \longrightarrow 2NO_2 + 2H_2O + Cu(NO_3)_2 \quad 142.10$$

$$Cu + 4H^+ + 2NO_3^- \longrightarrow 2NO_2 + 2H_2O + Cu^{2+} \quad ■$$

$$3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow 2NO + 4H_2O + 3Cu(NO_3)_2 \quad 143.10$$

$$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \longrightarrow 2NO + 4H_2O + 3Cu^{2+} \quad ■$$

$$5Na_2C_2O_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 10CO_2 + 2MnSO_4 + 8H_2O + K_2SO_4 + 5Na_2SO_4 \quad 144.10$$

$$5C_2O_4^{2-} + 16H^+ + 2MnO_4^- \longrightarrow 10CO_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O \quad ■$$

$$CdS + I_2 \longrightarrow CdI_2 + S \quad 145.10$$

$$CdS + I_2 \longrightarrow Cd^{2+} + 2I^- + S \quad ■$$

$$2MnO + 5PbO_2 + 10HNO_3 \longrightarrow 2HMnO_4 + 5Pb(NO_3)_2 + 4H_2O \quad 146.10$$

$$2MnO + 5PbO_2 + 8H^+ \longrightarrow 2MnO_4^- + 5Pb^{2+} + 4H_2O \quad ■$$

$$3Na_2HAsO_3 + NaBrO_3 + 6HCl \longrightarrow NaBr + 3H_3AsO_4 + 6NaCl \quad 147.10$$

$$3HAsO_3^{2-} + BrO_3^- + 6H^+ \longrightarrow Br^- + 3H_3AsO_4 \quad ■$$

$$5U(SO_4)_2 + 2H_2O + 2KMnO_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + 5UO_2SO_4 + 2H_2SO_4 + K_2SO_4 \quad 148.10$$

$$5U^{4+} + 2H_2O + 2MnO_4^- \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5UO_2^{2+} + 4H^+ \quad ■$$

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI \quad 149.10$$

$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^- \quad ■$$

$$4KI + 4HCl + Ca(OCl)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O + 2I_2 + 4KCl \quad 150.10$$

$$2I^- + 2H^+ + OCl^- \longrightarrow Cl^- + H_2O + I_2 \quad ■$$

$$2NaOCl + 2NaOH + Bi_2O_3 \longrightarrow 2NaBiO_3 + H_2O + 2NaCl \quad 151.10$$

$$2OCl^- + 2OH^- + Bi_2O_3 \longrightarrow 2BiO_3^- + H_2O + 2Cl^- \quad ■$$

$$10KOH + 6K_3Fe(CN)_6 + Cr_2O_3 \longrightarrow 6K_4Fe(CN)_6 + 2K_2CrO_4 + 5H_2O \quad 152.10$$

$$10OH^- + 6Fe(CN)_6^{3-} + Cr_2O_3 \longrightarrow 6Fe(CN)_6^{4-} + 2CrO_4^{2-} + 5H_2O \quad ■$$

$$(NH_4)_2S_2O_8 + 2H_2O + MnSO_4 \longrightarrow MnO_2 + 2H_2SO_4 + (NH_4)_2SO_4 \quad 153.10$$

$$S_2O_8^{2-} + 2H_2O + Mn^{2+} \longrightarrow MnO_2 + 4H^+ + 2SO_4^{2-} \quad ■$$

$$14HCl + K_2Cr_2O_7 + 3SnCl_2 \longrightarrow 2CrCl_3 + 3SnCl_4 + 7H_2O + 2KCl \quad 154.10$$

$$14H^+ + Cr_2O_7^{2-} + 3Sn^{2+} + 12Cl^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3SnCl_4 + 7H_2O \quad ■$$

$$2NaOH + 2CoCl_2 + 2H_2O + Na_2O_2(s) \longrightarrow 2Co(OH)_3 + 4NaCl \quad 155.10$$

$$2OH^- + 2Co^{2+} + 2H_2O + Na_2O_2(s) \longrightarrow 2Co(OH)_3 + 2Na^+ \quad ■$$

$$H_2O + 7KCN + 2Cu(NH_3)_4Cl_2 \longrightarrow 2K_2Cu(CN)_3 + 6NH_3 + KCNO + 2NH_4Cl + 2KCl \quad 156.10$$

$$H_2O + 7CN^- + 2Cu(NH_3)_4^{2+} \longrightarrow 2Cu(CN)_3^{2-} + 6NH_3 + CNO^- + 2NH_4^+ \quad ■$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$4Ag + 8KCN + 2H_2O + O_2 \longrightarrow 4KAg(CN)_2 + 4KOH$$ 157.10

■ $$4Ag + 8CN^- + 2H_2O + O_2 \longrightarrow 4Ag(CN)_2^- + 4OH^-$$

$$4HCl + 3WO_3 + SnCl_2 \longrightarrow H_2SnCl_6 + W_3O_8 + H_2O$$ 158.10

■ $$2H^+ + 3WO_3 + 6Cl^- + Sn^{2+} \longrightarrow SnCl_6^{2-} + W_3O_8 + H_2O$$

$$2HCl + 7KNO_2 + CoCl_2 \longrightarrow K_3Co(NO_2)_6 + NO + H_2O + 4KCl$$ 159.10

■ $$2H^+ + 7NO_2^- + Co^{2+} \longrightarrow Co(NO_2)_6^{3-} + NO + H_2O$$

$$2HCl + FeCl_2 + V(OH)_4Cl \longrightarrow VOCl_2 + 3H_2O + FeCl_3$$ 160.10

■ $$2H^+ + Fe^{2+} + V(OH)_4^+ \longrightarrow VO^{2+} + 3H_2O + Fe^{3+}$$

$$2HI + 2HNO_2 \longrightarrow 2NO + 2H_2O + I_2$$ 161.10

■ $$2I^- + 4H^+ + 2NO_2^- \longrightarrow 2NO + 2H_2O + I_2$$

$$4Au + 16KCN + 6H_2O + 3O_2 \longrightarrow 4KAu(CN)_4 + 12KOH$$ 162.10

■ $$4Au + 16CN^- + 6H_2O + 3O_2 \longrightarrow 4Au(CN)_4^- + 12OH^-$$

$$4KOH + 4KMnO_4 \longrightarrow 4K_2MnO_4 + O_2 + 2H_2O$$ 163.10

■ $$4OH^- + 4MnO_4^- \longrightarrow 4MnO_4^{2-} + O_2 + 2H_2O$$

164.10 في المسألة 117.10، كُتِب $BaSO_4$ على انه وحدة. هل يكون $BaSO_4$ ايونياً؟

■ نعم، يكون $BaSO_4$ ايونياً؛ وقد كُتِب على انه مركّب كامل لانه لا يتواجد على شكل أيونات في محلول، ولكن على شكل أيونات في صلب.

اكتب معادلة كاملة او اكثر لكل من التفاعلات الايونية الصافية التالية.

$$NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+$$ 165.10

■ $$2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$ أو $$NH_3 + HNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3$$ او $$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$$

او الامونيا زائد اي حمض قوي اخر للحصول على ملح الامونيوم.

$$Co^{2+} + S^{2-} \longrightarrow CoS$$ 166.10

■ $$CoCl_2 + K_2S \longrightarrow CoS + 2KCl$$

او

$$Co(ClO_3)_2 + BaS \longrightarrow CoS + Ba(ClO_3)_2$$

او

$$CoSO_4 + (NH_4)_2S \longrightarrow CoS + (NH_4)_2SO_4$$

او اي ملح كوبلت (II) ذوّاب اخر مع اي كبريتيد (سلفيد) ذوّاب.

$$CO_2 + 2OH^- \longrightarrow CO_3^{2-} + H_2O$$ 167.10

■ $$CO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

او CO_2 زائد اي هيدروكسيد ذوّاب لإعطاء الكربونات الذوّابة المناسبة ، لكن ليس

$$CO_2 + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaCO_3(s) + H_2O$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$CO_2 + OH^- \longrightarrow HCO_3^-$ **168.10**

$CO_2 + NaOH \longrightarrow NaHCO_3$ أو $2CO_2 + Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba(HCO_3)_2$ ■

ولكن ليس

$2CO_2 + Mg(OH)_2 \longrightarrow Mg(HCO_3)_2$

لأن $Mg(OH)_2$ صلب.

اكتب معادلات ايونية صافية لما يأتي:

$NaC_2H_3O_2 + HCl \longrightarrow HC_2H_3O_2 + NaCl$ **169.10**

$C_2H_3O_2^- + H^+ \longrightarrow HC_2H_3O_2$ ■

$NH_4Cl + NaOH \longrightarrow NaCl + NH_3 + H_2O$ **170.10**

$NH_4^+ + OH^- \longrightarrow NH_3 + H_2O$ ■

(أ) $Mg + HCl(aq) \longrightarrow$ (ب) $Fe(OH)_3(s) + HNO_3(aq) \longrightarrow$ **171.10**

(أ) $Mg + 2H^+ \longrightarrow Mg^{2+} + H_2$ (ب) $Fe(OH)_3 + 3H^+ \longrightarrow Fe^{3+} + 3H_2O$ ■

(أ) $CaCO_3(s) + HCl(aq) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O + CaCl_2(aq)$ **172.10**

(ب) $Pb(NO_3)_2(aq) + NaI(aq) \longrightarrow$ [يكون يوديد الرصاص (II) غير ذوّاب في الماء]

(أ) $CaCO_3 + 2H^+ \longrightarrow CO_2 + H_2O + Ca^{2+}$ (ب) $Pb^{2+} + 2I^- \longrightarrow PbI_2(s)$ ■

173.10 اكتب واحدة أو اثنتين من المعادلات الإجمالية المتناسبة مع كل من المعادلات الايونية الصافية التالية:

(أ) $5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$ (ب) $2I^- + Cl_2 \longrightarrow 2Cl^- + I_2$

(أ) $10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + 8H_2O + K_2SO_4$ ■

(ب) $2KI + Cl_2 \longrightarrow 2KCl + I_2$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الفصل 11
الكيمياء الرياضية

11.1 الكمّيات في التفاعلات الكيميائية

1.11 احسب عدد مولات الامونيا، NH_3، اللّازمة لإنتاج 2.50 mol من $Cu(NH_3)_4SO_4$ وفقاً للمعادلة:

$$CuSO_4 + 4NH_3 \rightarrow Cu(NH_3)_4SO_4$$

■

$$(2.50 \text{ mol } Cu(NH_3)_4SO_4)\left(\frac{4 \text{ mol } NH_3}{\text{mol } Cu(NH_3)_4SO_4}\right) = 10.0 \text{ mol } NH_3$$

2.11 احسب عدد مولات $Ca(HCO_3)_2$ اللازمة لتحضير 1.50 mol من CO_2 وفقاً للمعادلة

$$Ca(HCO_3)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2CO_2 + 2H_2O$$

■

$$(1.50 \text{ mol } CO_2)\left(\frac{1 \text{ mol } Ca(HCO_3)_2}{2 \text{ mol } CO_2}\right) = 0.750 \text{ mol } Ca(HCO_3)_2$$

3.11 احسب كتلة $BaCO_3$ المنتجة عندما تمرّر CO_2 فائض داخل محلول يحتوي على 0.205 mol من $Ba(OH)_2$.

$$Ba(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow BaCO_3 + H_2O$$

■

$$(0.205 \text{ mol } Ba(OH)_2)\left(\frac{1 \text{ mol } BaCO_3}{\text{mol } Ba(OH)_2}\right)\left(\frac{197.4 \text{ g } BaCO_3}{\text{mol } BaCO_3}\right) = 40.5 \text{ g}$$

4.11 إن المعادلة لتحضير الفسفور في فرن كهربائي هي

$$2Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 + 10C \longrightarrow 6CaSiO_3 + 10CO + P_4$$

حدّد (أ) عدد مولات الفسفور المتشكّل لكل مول مستخدم من $Ca_3(PO_4)_2$، (ب) عدد غرامات الفسفور المتشكل لكل مول مستخدم من $Ca_3(PO_4)_2$، (ج) عدد غرامات الفسفور المتشكّل لكل غرام مستخدم من $Ca_3(PO_4)_2$، (د) عدد باوندات الفسفور المتشكّل لكل باوند مستخدم من $Ca_3(PO_4)_2$، (هـ) عدد أطنان الفسفور المشكّل لكل طن مستخدم من $Ca_3(PO_4)_2$، (و) عدد المولات التي يتطلّبها كل من SiO_2 و C في كل مول مستخدم من $Ca_3(PO_4)_2$.

■ (أ) إنطلاقاً من المعادلة، يتم الحصول على 1 mol من P_4 لكل 2 mol مستخدَمتين من $Ca_3(PO_4)_2$ أو ½ mol من P_4 لكل مول $Ca_3(PO_4)_2$. (ب) الوزن الجزيئي لـ P_4 هو 124. إذن $\frac{1}{2} \text{ mol } P_4 = \frac{1}{2} \times 124 = 62 \text{ g } P_4$ (ج) مول واحد من $Ca_3(PO_4)_2$ (أي 310 g) يعطي ½ mol من P_4 (أي 62 g). إذن 1.0 g من $Ca_3(PO_4)_2$ يعطي

$$\frac{1.0 \text{ g } Ca_3(PO_4)_2}{[310 \text{ g } Ca_3(PO_4)_2]/(62 \text{ g } P_4)} = 0.20 \text{ g } P_4$$

(د) 0.20 باوند (هـ) 0.20 طن. (و) انطلاقاً من المعادلة، 1.0 mol من $Ca_3(PO_4)_2$ يتطلب 3 mol من SiO_2 و 5 mol من C.

5.11 يمكن تحضير الصودا الكاوية NaOH تجارياً بتفاعل Na_2CO_3 مع الجير المطفأ $Ca(OH)_2$. كم يبلغ عدد غرامات NaOH التي يمكن الحصول عليها بمعالجة 1.000 Kg من Na_2CO_3 مع $Ca(OH)_2$؟

■ اكتب أولاً المعادلة المتوازنة للتفاعل.

$$\underset{(1 \text{ mol} = 106.0 \text{ g})}{Na_2CO_3} + Ca(OH)_2 \longrightarrow \underset{(2 \text{ mol} = 2(40.0 \text{ g}) = 80.0 \text{ g})}{2NaOH} + CaCO_3$$

إن نسبة الكتلة 106.0/80.0 هي كل ما نحتاجه لحل المسألة. وسوف نبيّن أربع طرق متكافئة لإجراء الحسابات.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الطريقة الأولى

106.0 g من Na_2CO_3 تعطي 80.0 g من NaOH لذا 1 g من Na_2CO_3 يعطي $\frac{80.0}{106.0}$ من NaOH

و

1000 g من Na_2CO_3 يعطي $1000 \times \frac{80.0\ g}{106.0}$ = 755 g من NaOH

طريقة المول

سَيُسْتَخدم الرمز $n(X)$ للإشارة إلى عدد مولات مادة صيغتها X وسوف يشير $m(X)$ إلى كتلة مادة X. خذ بالاعتبار 1000 g من Na_2CO_3.

$$n(Na_2CO_3) = \frac{1000\ g}{106.0\ g/mol} = 9.433\ mol\ Na_2CO_3$$

إنطلاقاً من المعاملات في المعادلة المتوازنة

$$m(NaOH) = (18.87\ mol\ NaOH)(40.0\ g\ NaOH/mol\ NaOH) = 755\ g\ NaOH$$

طريقة النسبة

ليكن x = عدد غرامات NaOH التي يُحْصل عليها من 1000 g من Na_2CO_3. من المعروف ان 106.0 g من Na_2CO_3 يعطي 80.0 g من NaOH. ومن ثم بطريقة النسبة

$$\frac{106.0\ g\ Na_2CO_3}{80.0\ g\ NaOH} = \frac{1000\ g\ Na_2CO_3}{x} \qquad x = (1000\ g\ Na_2CO_3)\left(\frac{80.0\ g\ NaOH}{106.0\ g\ Na_2CO_3}\right) = 755\ g\ NaOH$$

ملاحظة: يجب ان يكون واضحاً ان 1000 *lb* من Na_2CO_3 سينتج 755 *lb* من NOH وان 1000 طن من Na_2CO_3 سينتج 755 طن من NaOH.

طريقة العامل:

على غرار الطريقة السابقة، x = كتلة NaOH التي تم الحصول عليها. الآن تساوي x مقدار 1000 g من Na_2CO_3، ويشير الجانب الأيمن من المعادلة بعوامل تحويل متتالية حتى الحصول على وحدات الغرام المطلوبة من NaOH.

$$x = (1000\ g\ Na_2CO_3)\left(\frac{1\ mol\ Na_2CO_3}{106.0\ g\ Na_2CO_3}\right)\left(\frac{2\ mol\ NaOH}{1\ mol\ Na_2CO_3}\right)\left(\frac{40.0\ g\ NaOH}{1\ mol\ NaOH}\right) = 755\ g\ NaOH$$

6.11 إنّ معادلة تفاعل السكروز (السكر) مع الاكسجين هي

$$C_{12}H_{22}O_{11} + 12O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 11H_2O$$

كم يبلغ عدد غرامات CO_2 المنتجة في كل غرام مستخدم من السكروز؟ كم يبلغ عدد مولات غاز الاكسجين المطلوبة للتفاعل مع 1.00 g من السكروز؟

■ بما انّ المعادلة تذكر بأنّ 12 mol من CO_2 تُنْتَج في كل مول من السكروز الذي يتفاعل، ينبغي حساب عدد mol السكروز في 1.00 g من السكروز.

$$\text{مول سكروز } 0.00292 = \frac{\text{سكروز } 1.00\ g}{\text{سكروز/ مول } 342\ g}$$

$$\text{مول } CO_2\ 0.0350 = \left(\frac{\text{مول } CO_2\ 12}{\text{مول سكروز } 1}\right) \quad (\text{مول سكروز } 0.00292)$$

$$\text{من } CO_2\ 1.54\ g = \left(\frac{\text{من } CO_2\ 44.0\ g}{\text{مول } CO_2}\right) \quad (\text{مول } CO_2\ 0.0350)$$

وفقاً للمعادلة الكيميائية المتوازنة، يستلزم 1 mol من O_2 لكل مول مُنْتَج من CO_2 وفي هذه الحالة سيُستهلك 0.350 mol من O_2

7.11 كم غرام من $CaCl_2$ يلزمنا لإنتاج 14.3 g من AgCl عند معالجتها مع فائض من $AgNO_3$؟ $Ca(NO_3)_2$ هو الناتج الآخر

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$CaCl_2 + 2AgNO_3 \longrightarrow 2AgCl + Ca(NO_3)_2$$

$$(14.3\text{ g AgCl})\left(\frac{1\text{ mol AgCl}}{142.4\text{ g AgCl}}\right)\left(\frac{1\text{ mol }CaCl_2}{2\text{ mol AgCl}}\right)\left(\frac{111\text{ g }CaCl_2}{\text{mol }CaCl_2}\right) = 5.57\text{ g }CaCl_2$$

8.11 تُحَمَّص عيِّنة من Cu_2S مقدارها 0.6000 mol في أكسجين فائض فتعطي معدن النحاس وثاني أكسيد الكبريت. احسب الكتلة المنتجة لمعدن النحاس.

$$Cu_2S + O_2 \longrightarrow 2Cu + SO_2 \qquad (0.6000\text{ mol }Cu_2S)\left(\frac{2\text{ mol Cu}}{\text{mol }Cu_2S}\right)\left(\frac{63.55\text{ g Cu}}{\text{mol Cu}}\right) = 76.26\text{ g Cu}$$

9.11 (أ) اكتب معادلة كيميائية متوازنة لتفاعل $ZnCl_2$ مع NaOH فائض لإنتاج $Na_2Zn(OH)_4$، أي زنكات الصوديوم. (ب) ما هي كتلة زنكات الصوديوم التي يمكن إنتاجها من 2.00 g من $ZnCl_2$ مع NaOH فائض بواسطة هذا التفاعل؟

(أ) $ZnCl_2 + 4NaOH \longrightarrow Na_2Zn(OH)_4 + 2NaCl$

(ب) $(2.00\text{ g }ZnCl_2)\left(\frac{1\text{ mol }ZnCl_2}{136\text{ g }ZnCl_2}\right)\left(\frac{1\text{ mol }Na_2Zn(OH)_4}{\text{mol }ZnCl_2}\right)\left(\frac{179\text{ g }Na_2Zn(OH)_4}{\text{mol }Na_2Zn(OH)_4}\right) = 2.63\text{ g}$

10.11 احسب كتلة CaO التي ستتفاعل مع 6.92g من HCl لتشكيل H_2O و Ca^{2+} و Cl^-.

$$CaO + 2HCl \longrightarrow Ca^{2+} + 2Cl^- + H_2O \qquad (6.92\text{ g HCl})\left(\frac{1\text{ mol HCl}}{36.5\text{ g HCl}}\right)\left(\frac{1\text{ mol CaO}}{2\text{ mol HCl}}\right)\left(\frac{56.0\text{ g CaO}}{\text{mol CaO}}\right) = 5.31\text{ g}$$

11.11 لفحْص احتراق كحول الأميل $C_5H_{11}OH$. $2C_5H_{11}OH + 15O_2 \rightarrow 10CO_2 + 12H_2O$ (أ) كم يبلغ عدد مولات O_2 المطلوبة لاحتراق 1.0 مول من كحول الأميل؟ (ب) كم يبلغ عدد مولات H_2O المتكوِّنة لكل مول مستهلك من O_2؟ (ج) كم يبلغ عدد الغرامات المنتجة من CO_2 لكل مول من كحول الأميل المُحترق؟ (د) كم يبلغ عدد الغرامات المنتجة من CO_2 لكل غرام من كحول الأميل المُحْتَرق؟ (هـ) كم يبلغ عدد الأطنان المنتجة من CO_2 لكل طن من كحول الأميل المحترق؟

(أ) $(1.0\text{ mol }C_5H_{11}OH)\left(\frac{15\text{ mol }O_2}{2\text{ mol }C_5H_{11}OH}\right) = 7.5\text{ mol }O_2$

(ب) $(1.0\text{ mol }O_2)\left(\frac{12\text{ mol }H_2O}{15\text{ mol }O_2}\right) = 0.80\text{ mol }H_2O$

(ج) $(1.0\text{ mol }C_5H_{11}OH)\left(\frac{10\text{ mol }CO_2}{2\text{ mol }C_5H_{11}OH}\right)\left(\frac{44.0\text{ g }CO_2}{\text{mol }CO_2}\right) = 220\text{ g }CO_2$

(د) $(1.0\text{ g }C_5H_{11}OH)\left(\frac{1\text{ mol }C_5H_{11}OH}{88.0\text{ g }C_5H_{11}OH}\right)\underbrace{\left(\frac{220\text{ g }CO_2}{\text{mol }C_5H_{11}OH}\right)}_{\text{من الجزء (ج)}} = 2.5\text{ g }CO_2$ (هـ) $2.5\text{ tons }CO_2$

12.11 (أ) احسب كتلة $KClO_3$ الضرورية لإنتاج 1.23g من O_2. (ب) ما هي كتلة KCl المنتجة مع هذه الكمية من الأكسجين؟

(أ) $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$

$$(1.23\text{ g }O_2)\left(\frac{1\text{ mol }O_2}{32.0\text{ g }O_2}\right)\left(\frac{2\text{ mol }KClO_3}{3\text{ mol }O_2}\right)\left(\frac{122.6\text{ g }KClO_3}{\text{mol }KClO_3}\right) = 3.14\text{ g }KClO_3$$

(ب) $(3.14\text{ g }KClO_3) - (1.23\text{ g }O_2) = 1.91\text{ g KCl}$

13.11 احسب عدد مولات كلوريد الكلسيوم المطلوبة للتفاعل مع نترات الفضة الفائض لإنتاج 6.60 g من AgCl.

$$CaCl_2 + 2AgNO_3 \longrightarrow 2AgCl + Ca(NO_3)_2 \qquad (6.60\text{ g AgCl})\left(\frac{1\text{ mol AgCl}}{143\text{ g AgCl}}\right)\left(\frac{1\text{ mol }CaCl_2}{2\text{ mol AgCl}}\right) = 0.0231\text{ mol }CaCl_2$$

14.11 يمكن صنع الكلوروبيكرين CCl_3NO_2 بكلفة ضئيلة كي يستعمل كمبيد للمشرات بوسيلة تسمى التفاعل $CH_3NO_2 + 3Cl_2 \rightarrow CCl_3NO_2 + 3HCl$. كم تبلغ كمية النتروميثان CH_3NO_2 المطلوبة لتشكيل 300g من الكلوروبيكرين؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$(300\text{ g } CCl_3NO_2)\left(\frac{1\text{ mol } CCl_3NO_2}{164.5\text{ g } CCl_3NO_2}\right)\left(\frac{1\text{ mol } CH_3NO_2}{1\text{ mol } CCl_3NO_2}\right)\left(\frac{61.0\text{ g } CH_3NO_2}{\text{mol } CH_3NO_2}\right) = 111\text{ g } CH_3NO_2$$

15.11 يُصنع كحول الإيثيل (C_2H_5OH) بتخمير الغلوكوز ($C_6H_{12}O_6$)، كما هو مذكور في المعادلة $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$. كم يبلغ عدد الأطنان المترية للكحول التي يمكن صنعها من 3.00 أطنان مترية من الغلوكوز؟

$$(3.00 \times 10^6\text{ g } C_6H_{12}O_6)\left(\frac{1\text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180.0\text{ g } C_6H_{12}O_6}\right)\left(\frac{2\text{ mol } C_2H_5OH}{\text{mol } C_6H_{12}O_6}\right)\left(\frac{46.0\text{ g } C_2H_5OH}{\text{mol } C_2H_5OH}\right) = 1.53 \times 10^6\text{ g } C_2H_5OH$$
$$= 1.53\text{ ton } C_2H_5OH$$

16.11 في محرّك صاروخ يعمل بوقود البوتان، C_4H_{10}، كم يبلغ عدد كيلوغرامات الأكسجين السائل التي يتبغي تأمينها مع كل كيلوغرام من البوتان كي يتم الإحتراق الكامل؟ $2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$

$$(1000\text{ g } C_4H_{10})\left(\frac{1\text{ mol } C_4H_{10}}{58.0\text{ g } C_4H_{10}}\right)\left(\frac{13\text{ mol } O_2}{2\text{ mol } C_4H_{10}}\right)\left(\frac{32.0\text{ g } O_2}{\text{mol } O_2}\right)\left(\frac{1\text{ kg } O_2}{10^3\text{ g } O_2}\right) = 3.59\text{ kg } O_2$$

17.11 ما هي كتلة KI المطلوبة لإنتاج 69.6g من K_2SO_4 بواسطة التفاعل التالي: $8KI + 5H_2SO_4 \rightarrow 4K_2SO_4 + 4I_2 + H_2S + 4H_2O$

$$(69.6\text{ g } K_2SO_4)\left(\frac{1\text{ mol } K_2SO_4}{174\text{ g } K_2SO_4}\right)\left(\frac{8\text{ mol KI}}{4\text{ mol } K_2SO_4}\right)\left(\frac{166\text{ g KI}}{\text{mol KI}}\right) = 133\text{ g KI}$$

18.11 ما هي كمية أكسيد الحديد (III) التي ستنتج بالتأكسد الكامل لـ 200g من الحديد؟ التفاعل هو $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$.

$$(200\text{ g Fe})\left(\frac{1\text{ mol Fe}}{55.85\text{ g Fe}}\right)\left(\frac{2\text{ mol } Fe_2O_3}{4\text{ mol Fe}}\right)\left(\frac{159.7\text{ g } Fe_2O_3}{\text{mol } Fe_2O_3}\right) = 286\text{ g } Fe_2O_3$$

19.11 (أ) كم lb من ZnO ستتشكل عندما يسخّن 1.00lb من كبريتيد الزنك ZnS بشدّة في الهواء؟ التفاعل هو $2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO$. (ب) كم يبلغ عدد أطنان ZnO المتشكلة انطلاقاً من 1.00 طن من ZnS؟ (ج) كم يبلغ عدد كيلوغرامات ZnO المتشكّلة انطلاقاً من 1.00 Kg من ZnS؟

$$(1.00\text{ g ZnS})\left(\frac{1\text{ mol ZnS}}{97.4\text{ g ZnS}}\right)\left(\frac{2\text{ mol ZnO}}{2\text{ mol ZnS}}\right)\left(\frac{81.4\text{ g ZnO}}{\text{mol ZnO}}\right) = 0.836\text{ g ZnO}$$

إن نسبة lb من ZnO إلى lb من ZnS هي نفسها نسبة أطنان ZnO إلى أطنان ZnS، أو kg إلى kg أو أي وحدة كتلة أخرى.
(أ) 0.836 lb ZnO (ب) 0.836 ton (ج) 0.836 Kg

20.11 ما هي كمية $KClO_3$ التي يجب تسخينها للحصول على 2.50 g من الأكسجين؟

$$2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2 \qquad (2.50\text{ g } O_2)\left(\frac{1\text{ mol } O_2}{32.0\text{ g } O_2}\right)\left(\frac{2\text{ mol } KClO_3}{3\text{ mol } O_2}\right)\left(\frac{122\text{ g } KClO_3}{\text{mol } KClO_3}\right) = 6.35\text{ g } KClO_3$$

21.11 يمكن صنع اليود بواسطة التفاعل $2NaIO_3 + 5NaHSO_3 \rightarrow 3NaHSO_4 + 2Na_2O_4 + H_2O + I_2$. ما هو مقدار $NaIO_3$ و $NaHSO_3$ الذي يجب استخدامهما لإنتاج كل كيلوغرام من اليود؟

$$(1000\text{ g } I_2)\left(\frac{1\text{ mol } I_2}{253.8\text{ g } I_2}\right) = 3.94\text{ mol } I_2$$

$$(3.94\text{ mol } I_2)\left(\frac{2\text{ mol } NaIO_3}{\text{mol } I_2}\right)\left(\frac{197.9\text{ g } NaIO_3}{\text{mol } NaIO_3}\right) = 1.56 \times 10^3\text{ g} = 1.56\text{ kg } NaIO_3$$

$$(3.94\text{ mol } I_2)\left(\frac{5\text{ mol } NaHSO_3}{\text{mol } I_2}\right)\left(\frac{104\text{ g } NaHSO_3}{\text{mol } NaHSO_3}\right) = 2.05 \times 10^3\text{ g} = 2.05\text{ kg } NaHSO_3$$

22.11 يُستخدم مولّد نقّال للهيدروجين التفاعل $CaH_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 2H_2$. ما هو عدد غرامات H_2 التي يمكن أن تنتجها خرطوشة CaH_2 وزنها 70 g؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$(70\ \text{g CaH}_2)\left(\frac{1\ \text{mol CaH}_2}{42\ \text{g CaH}_2}\right)\left(\frac{2\ \text{mol H}_2}{\text{mol CaH}_2}\right)\left(\frac{2.0\ \text{g H}_2}{\text{mol H}_2}\right) = 6.7\ \text{g H}_2$$ ■

23.1 احسب عدد غرامات SO_2 التي يمكن تحضيرها بمعالجة 100 g من Na_2SO_3 مع HCl. اكتب معادلة كيميائية متوازنة للتفاعل، متضمنة المنتوجين الآخرين (المعتادين).

$$Na_2SO_3 + 2HCl \longrightarrow SO_2 + 2NaCl + H_2O$$ ■

يتفكّك H_2SO_4 إلى $SO_2 + H_2O$ بواسطة كمية ضئيلة من الطاقة توفّرها المعادلة.

$$(100\ \text{g Na}_2\text{SO}_3)\left(\frac{1\ \text{mol Na}_2\text{SO}_3}{126\ \text{g Na}_2\text{SO}_3}\right)\left(\frac{1\ \text{mol SO}_2}{1\ \text{mol Na}_2\text{SO}_3}\right)\left(\frac{64.1\ \text{g SO}_2}{\text{mol SO}_2}\right) = 50.9\ \text{g SO}_2$$

24.1 يتفاعل Cu_2S عند تسخينه في الأكسجين فينتج معدن النحاس وثاني أكسيد الكبريت. (أ) اكتب معادلة كيميائية متوازنة للتفاعل. (ب) كم يبلغ عدد غرامات النحاس التي يمكن الحصول عليها بواسطة هذه الطريقة انطلاقاً من 500g من Cu_2S؟

(أ) $Cu_2S + O_2 \longrightarrow 2Cu + SO_2$ ■

(ب) $$(500\ \text{g Cu}_2\text{S})\left(\frac{1\ \text{mol Cu}_2\text{S}}{159\ \text{g Cu}_2\text{S}}\right)\left(\frac{2\ \text{mol Cu}}{\text{mol Cu}_2\text{S}}\right)\left(\frac{63.5\ \text{g Cu}}{\text{mol Cu}}\right) = 399\ \text{g Cu}$$

25.1 احسب عدد غرامات CO_2 التي يمكن إنتاجها بحرق 90.0 g من الإيتان C_2H_6 في أكسجين فائض.

■

$$2C_2H_6 + 7O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 6H_2O \qquad (90.0\ \text{g C}_2\text{H}_6)\left(\frac{1\ \text{mol C}_2\text{H}_6}{30.0\ \text{g C}_2\text{H}_6}\right)\left(\frac{4\ \text{mol CO}_2}{2\ \text{mol C}_2\text{H}_6}\right)\left(\frac{44.0\ \text{g CO}_2}{\text{mol CO}_2}\right) = 264\ \text{g CO}_2$$

26.1 كم هي كتلة AgCl التي يمكن الحصول عليها انطلاقاً من 100 g من $[Ag(NH_3)_2]Cl$ بواسطة التفاعل

$$[Ag(NH_3)_2]Cl + 2HNO_3 \rightarrow AgCl + 2NH_4NO_3?$$

$$(100\ \text{g Ag(NH}_3)_2\text{Cl})\left(\frac{1\ \text{mol Ag(NH}_3)_2\text{Cl}}{177.38\ \text{g Ag(NH}_3)_2\text{Cl}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol AgCl}}{\text{mol Ag(NH}_3)_2\text{Cl}}\right)\left(\frac{143.3\ \text{g AgCl}}{1\ \text{mol AgCl}}\right) = 80.8\ \text{g AgCl}$$ ■

27.1 يُصنع CaC_2 في فرن كهربائي بواسطة التفاعل $CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO$. كم تبلغ كمية CaO التي يجب اضافتها إلى شحنة الفرن لكل 40 طناً منتجاً من CaC_2؟

$$(40\ \text{g CaC}_2)\left(\frac{1\ \text{mol CaC}_2}{64\ \text{g CaC}_2}\right)\left(\frac{1\ \text{mol CaO}}{\text{mol CaC}_2}\right)\left(\frac{56\ \text{g CaO}}{\text{mol CaO}}\right) = 35\ \text{g CaO}$$ ■

وهكذا فإنّ الجواب هو 35 طناً من CaO.

28.1 في طريقة موند لتنقية النيكل، يُنتج كربونيل النيكل المتطاير $Ni(CO)_4$ بواسطة التفاعل $Ni + 4CO \rightarrow Ni(CO)_4$. ما هي كمية CO المستهلكة في تحضير 2.00 kg من النيكل؟

$$(2.00 \times 10^3\ \text{g Ni})\left(\frac{1\ \text{mol Ni}}{58.7\ \text{g Ni}}\right)\left(\frac{4\ \text{mol CO}}{\text{mol Ni}}\right)\left(\frac{28.0\ \text{g CO}}{\text{mol CO}}\right) = 3.82 \times 10^3\ \text{g} = 3.82\ \text{kg CO}$$ ■

29.1 كم هي كمية ملح سلفات الصوديوم (Na_2SO_4) النقي بنسبة 83.4% التي يمكن إنتاجها انطلاقاً من 250 kg من الملح النقي بنسبة 94.5% في التفاعل $2NaCl + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$؟

$$(250 \times 10^3\ \text{g مزيج})\left(\frac{94.5\ \text{g NaCl}}{100\ \text{g مزيج}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol NaCl}}{58.5\ \text{g NaCl}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol Na}_2\text{SO}_4}{2\ \text{mol NaCl}}\right)\left(\frac{142\ \text{g Na}_2\text{SO}_4}{\text{mol Na}_2\text{SO}_4}\right) = 287 \times 10^3\ \text{g}$$ ■

$$= 287\ \text{kg Na}_2\text{SO}_4$$

$$(287 \times 10^3\ \text{g Na}_2\text{SO}_4)\left(\frac{100\ \text{g مزيج جديد}}{\quad}\right) = 344 \times 10^3\ \text{g} = 344\ \text{kg مزيج}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

30.11 كم كيلوغراماً من H_2SO_4 يمكن تحضيره إنطلاقاً من 3.00 kg من الكوبريت Cu_2S إذا حُوِّلت كل ذرة S في Cu_2S إلى جزيء واحد من H_2SO_4؟

■
$$(3.00\ \text{kg}\ Cu_2S)\left(\frac{10^3\ \text{g}}{\text{kg}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol}\ Cu_2S}{159.1\ \text{g}\ Cu_2S}\right)\left(\frac{1\ \text{mol S}}{\text{mol}\ Cu_2S}\right)\left(\frac{1\ \text{mol}\ H_2SO_4}{\text{mol S}}\right)\left(\frac{98.0\ \text{g}\ H_2SO_4}{\text{mol}\ H_2SO_4}\right) = 1850\ \text{g}\ H_2SO_4$$
$$= 1.85\ \text{kg}\ H_2SO_4$$

31.11 تُستعمل طريقةٌ مصمَّمة لفرز الكبريت العضوي من الفحم قبل احتراقه على التفاعلات التالية:

$$X{-}S{-}Y + 2NaOH \longrightarrow X{-}O{-}Y + Na_2S + H_2O$$
$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$
$$Na_2S + CO_2 + H_2O \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2S$$
$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$
$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3 + 2NaOH$$

ما هي كمية الحجر الجيري ($CaCO_3$) التي يجب ان تتفكك، في اثناء معالجة 200 طن متري يحتوي على كبريت بنسبة 1.0%، كي توفّر كمية من $Ca(OH)_2$ كافية لتولّد من جديد NaOH المستخدم في مرحلة النض الأصلية؟

■
$$(200 \times 10^6\ \text{g فحم})\left(\frac{1.0\ \text{g S}}{100\ \text{g فحم}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol S}}{32.0\ \text{g S}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol}\ CaCO_3}{\text{mol S}}\right)\left(\frac{100\ \text{g}\ CaCO_3}{\text{mol}\ CaCO_3}\right) = 6.25 \times 10^6\ \text{g}\ CaCO_3$$
$$= 6.25\ \text{طن متري}\ CaCO_3$$

32.11 يمكن إنتاج متعدِّد الإيثيلين انطلاقاً من كربيد الكلسيوم وفقاً للتسلسل التالي للتفاعلات:

$$CaC_2 + H_2O \longrightarrow CaO + HC{\equiv}CH \qquad HC{\equiv}CH + H_2 \longrightarrow H_2C{=}CH_2 \qquad nH_2C{=}CH_2 \longrightarrow (CH_2CH_2)_n$$

احسب كتلة متعدِّد الإيثيلين التي يمكن إنتاجه إنطلاقاً من 20.0 Kg من CaC_2.

■
$$(20.0\ \text{kg}\ CaC_2)\left(\frac{10^3\ \text{g}}{\text{kg}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol}\ CaC_2}{64.10\ \text{g}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol}\ C_2H_4}{\text{mol}\ CaC_2}\right)\left(\frac{28.05\ \text{g}\ C_2H_4}{\text{mol}\ C_2H_4}\right) = 8.75\ \text{kg}\ C_2H_4$$

كتلة متعدِّد الإيثيلين هي نفسها كتلة الإيثيلين اي 8.75 Kg التي يتطلّبها قانون حفظ الكتلة.

33.11 إن النوع التجاري من الكبريتيت المائي للصوديوم، $Na_2S_2O_4$، نقيّ بنسبة 90.1%. ما هي كمية المنتوج التجاري التي يمكن صنعها باستخدام 100 طن متري من الزنك مع إمداد كافٍ من المتفاعلات الاخرى؟ والتفاعلان هما

$$Zn + 2SO_2 \longrightarrow ZnS_2O_4 \qquad ZnS_2O_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow ZnCO_3 + Na_2S_2O_4$$

■
$$(100 \times 10^6\ \text{g Zn})\left(\frac{1\ \text{mol Zn}}{65.4\ \text{g Zn}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol}\ Na_2S_2O_4}{\text{mol Zn}}\right)\left(\frac{174\ \text{g}\ Na_2S_2O_4}{\text{mol}\ Na_2S_2O_4}\right) = 266 \times 10^6\ \text{g}\ Na_2S_2O_4$$
$$(266 \times 10^6\ \text{g}\ Na_2S_2O_4)\left(\frac{100\ \text{g، تجاري}}{90.1\ \text{g}\ Na_2S_2O_4}\right) = 295 \times 10^6\ \text{g منتوج تجاري} \qquad = 295\ \text{طن متري}$$

34.11 يمكن صنع متصاذرات (بلمرات) الفلوروكربون بقلورة متعدِّد الإيثيلين وفقاً للتفاعل $(CH_2)_n + 4nCoF_3 \rightarrow (CF_2)_n + 2nHF + 4nCoF_2$، حيث n عدد صحيح كبير. يمكن إعادة توليد CoF_3 بواسطة التفاعل $2CoF_2 + F_2 \rightarrow 2CoF_3$. (أ) في حال لا يمكن إعادة استخدام HF المتشكِّل في التفاعل الأول، كم يبلغ عدد كيلوغرامات الفلور المستهلكة في كل كيلوغرام من الفلوروكربون المنتج، $(CF_2)_n$؟ (ب) وإذا كان بالإمكان استرجاع HF او تحليله كهربائياً إلى هيدروجين وفلور وإذا استخدم هذا الفلور لتوليد CoF_3، ما هو الاستهلاك الصافي للفلور لكل كيلوغرام من الفلوروكربون؟

(أ) ■
$$[1.00 \times 10^3\ \text{g}\ (CF_2)_n]\left(\frac{1\ \text{mol}\ (CF_2)_n}{50n\ \text{g}\ (CF_2)_n}\right)\left(\frac{4n\ \text{mol}\ CoF_3}{\text{mol}\ (CF_2)_n}\right)\left(\frac{1\ \text{mol}\ F_2}{2\ \text{mol}\ CoF_3}\right)\left(\frac{38\ \text{g}\ F_2}{\text{mol}\ F_2}\right) = 1.52 \times 10^3\ \text{g}$$
$$= 1.52\ \text{kg}\ F_2$$

لاحظ ان n قد أُسقطت. (ب) إذا $4nCoF_3$ اعطت $4nCoF_2$، فقد تم استهلاك $4n$ ذرات من F. ومن شأن الحفاظ على $2n$ ذرات من F$_2$ من 1.52/2 = 0.76 kg

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

35.11 نتج عن «تحميص» 100.0 g من خام النحاس 75.4 g من النحاس النقي بنسبة 89.5%. إذا تكوّن الخام من Cu_2S و CuS وشائبة خاملة بنسبة 11.0%، احسب النسبة المئوية للمركّب Cu_2S في الخام. المعادلتان هما:

$$Cu_2S + O_2 \rightarrow 2Cu + SO_2 \quad \text{و} \quad CuS + O_2 \rightarrow Cu + SO_2$$

$$(75.4 \text{ g منتج}) \left(\frac{89.5 \text{ g Cu}}{100 \text{ g منتج}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol Cu}}{63.54 \text{ g Cu}} \right) = 1.06 \text{ mol CU}$$

في العيّنة التي يتألف 89.0 g منها من كبريتيد، ليكن x = كتلة Cu_2S؛ إذن 89.0 − x = كتلة CuS.
معادلة عدد مولات Cu المنتجة هي:

$$\frac{2x}{159.15} + \frac{89.0 - x}{95.61} = 1.06 \qquad x = 62 \text{ g } Cu_2S \qquad 89.0 - x = 27 \text{ g CuS}$$

وهكذا فإن Cu_2S يشكّل 62% من العيّنة.

36.11 (أ) ما هي كتلة CO التي ستنتج بتفاعل 16.0g من O_2 مع كربون فائض وفقاً للمعادلة $2C + O_2 \rightarrow 2CO$؟ (ب) إذا حدّد الوزن الذري للكربون عند 50.00 u، ماذا سيكون الوزن الذري للأكسجين؟ الوزن الجزيئي لـ CO؟ (ج) باستخدام الوزن الذري والجزيئي من الجزء (ب)، احسب كتلة CO التي ستنتج بتفاعل 16.0 g من O_2 مع كربون فائض. (د) كيف تثبت هذه المسألة الطبيعة العشوائية لسلّم الأوزان الذرية؟

(أ) $$(16.0 \text{ g } O_2)\left(\frac{1 \text{ mol } O_2}{32.0 \text{ g } O_2}\right)\left(\frac{2 \text{ mol CO}}{\text{mol } O_2}\right) = 1.0 \text{ mol CO} \qquad (1.0 \text{ mol CO})\left(\frac{28.0 \text{ g CO}}{\text{mol CO}}\right) = 28.0 \text{ g CO}$$

(ب) الأكسجين أكبر كتلةً من الكربون بمقدار 16.0/12.0 مرّة، بغض النظر على سلّم الأوزان الذرية. لذلك تكون الأوزان الذرية والجزيئية للكربون: 500 للأكسجين. 66.7 = (50.0)(16.0/12.0). بالنسبة لـ CO: 6.7 + 50.0 = 66.7.
(ج) وفقاً للسلّم الجديد،

$$(16.0 \text{ g } O_2)\left(\frac{1 \text{ mol } O_2}{133.4 \text{ g } O_2}\right)\left(\frac{2 \text{ mol CO}}{\text{mol } O_2}\right)\left(\frac{116.7 \text{ g CO}}{\text{mol CO}}\right) = 28.0 \text{ g CO}$$

(د) إن الأجوبة في الجزئين (أ) و(ج) متشابهة مما يشير إلى عشوائية اختيار أساس سلّم الأوزان الذرية.

37.11 يمكن صنع ثنائي كبريتيد الكربون CS_2 من المنتج الثانوي SO. التفاعل الكامل هو $5C + 2SO_2 \rightarrow CS_2 + 4CO$. كم يبلغ مقدار CS_2 الذي يمكن إنتاجه انطلاقاً من 540 kg من SO_2 المهدور مع الكوك الفائض إذا بلغ تحويل SO_2 نسبة 82.0%؟

$$(540 \times 10^3 \text{ g } SO_2)\left(\frac{1 \text{ mol } SO_2}{64.0 \text{ g } SO_2}\right)\left(\frac{1 \text{ mol } CS_2}{2 \text{ mol } SO_2}\right)\left(\frac{76.0 \text{ g } CS_2}{\text{mol } CS_2}\right) = 321 \times 10^3 \text{ g } CS_2$$

النتيجة النظرية هي 321kg من CS_2، ولكن ينتج فعلياً 263 kg = (321 kg)(0.820).

38.11 عيّنة من الزنك غير النقي وزنها 55.0g تتفاعل مع 129 cm^3 بالضبط من حمض الهيدروكلوريك الذي تساوي كثافته 1.18g/cm^3 ويحتوي على 35.0% HCl بالكتلة. ما هي النسبة المئوية للزنك المعدني في العيّنة؟ افترض أن الشائبة خاملة بالنسبة لـ HCl.

$$(129 \text{ cm}^3 \text{ محلول}) \left(\frac{1.18 \text{ g محلول}}{\text{cm}^3 \text{ محلول}} \right) \left(\frac{35.0 \text{ g HCl}}{100 \text{ g محلول}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol HCl}}{36.5 \text{ g HCl}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol Zn}}{2 \text{ mol HCl}} \right) \left(\frac{65.4 \text{ g Zn}}{\text{mol Zn}} \right) = 47.7 \text{ g Zn}$$

$$\left(\frac{47.7 \text{ g Zn}}{55.0 \text{ g عيّنة}} \right) (100\%) = 86.7\% \text{ Zn}$$

39.11 أوجد عدد مولات شاردة الكلوريد المطلوب كي يتم التفاعل مع كمية كافية من نترات الفضة لصنع 10.0g من AgCl. ما هي كتلة $CaCl_2$ المستلزمة لتوفير هذا العدد من مولات Cl^-؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ المعادلة الأيونية الصافية هي $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl(s)$. إن عدد مولات AgCl المساوية لعدد مولات Cl^- يُعطى بواسطة:

$$\text{mol AgCl المطلوب} = \frac{10.0\text{ g}}{143.4\text{ g/mol}} = 0.0697\text{ mol}$$

لذا يلزم وجود 0.0697 mol من Cl^-. بما أن $CaCl_2$ يحتوي على مولين من أيونات الكلوريد في $CaCl_2$ ول من المادة

$$\text{اللازم من مولات} = \frac{0.0697\text{ mol } Cl^-}{2\text{ mol } Cl^-/\text{mol } CaCl_2} = 0.0348\text{ mol } CaCl_2$$

إذن يلزم

$$(0.0348\text{ mol } CaCl_2)\left(\frac{111\text{ g } CaCl_2}{\text{mol } CaCl_2}\right) = 3.86\text{ g } CaCl_2$$

40.11 عيّنة من Na_2CO_3 غير النقي وزنها 1.2048 g تذوّب ويتاح لها أن تتفاعل مع محلول $CaCl_2$. ويظهر بعد ترسيب $CaCO_3$ الناتج وترشيحه وتخفيفه أنه يزن 1.0362 g. على افتراض أن الشوائب لا تؤثر على وزن الراسب، احسب النسبة المئوية لنقاوة Na_2CO_3.

■ معادلة التفاعل هي $Na_2CO_3 + CaCl_2 \rightarrow CaCO_3 + 2NaCl$ اوجد أولاً كمية $CaCO_3$

$$n(CaCO_3) = \frac{1.0362\text{ g } CaCO_3}{100.09\text{ g } CaCO_3/\text{mol}} = 0.010353\text{ mol}$$

انطلاقاً من المعاملات في المعادلة المتوازنة،

$$n(Na_2CO_3) = n(CaCO_3) = 0.010353\text{ mol } Na_2CO_3$$

احسب الآن كتلة Na_2CO_3 النقي في العينة.

$$m(Na_2CO_3) = (0.010353\text{ mol})(105.99\text{ g } Na_2CO_3/\text{mol}) = 1.0973\text{ g } Na_2CO_3$$

يمكن الحصول على النسبة المئوية للنقاوة بقسمة كتلة Na_2CO_3 على كتلة العينة وضربها بـ 100%:

$$\%\text{ نسبة النقاوة} = \left(\frac{1.0973\text{ g}}{1.2048\text{ g}}\right)(100\%) = 91.08\%$$

41.11 كم هي كمية نترات البزموث $Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$ التي ستتشكّل من محلول من البزموث وزنه 15.0g في حمض النتريك؟ (ب) كم هي كمية حمض النتريك (الذي يحتوي على 30.0% HNO_3 بالكتلة) المطلوبة للتفاعل مع هذه الكمية من البزموث؟

$$Bi + 4HNO_3 + 3H_2O \rightarrow Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O + NO$$

■

$$(15.0\text{ g Bi})\left(\frac{1\text{ mol Bi}}{209\text{ g Bi}}\right) = 0.0718\text{ mol Bi}$$

(أ) $$(0.0718\text{ mol Bi})\left(\frac{1\text{ mol } Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O}{\text{mol Bi}}\right)\left(\frac{485\text{ g } Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O}{\text{mol } Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O}\right) = 34.8\text{ g}$$ مركّب

(ب) $$(0.0718\text{ mol Bi})\left(\frac{4\text{ mol } HNO_3}{\text{mol Bi}}\right)\left(\frac{63.0\text{ g } HNO_3}{\text{mol } HNO_3}\right)\left(\frac{100\text{ g solution}}{30.0\text{ g } HNO_3}\right) = 60.3\text{ g}$$ محلول

42.11 إحدى التفاعلات المستخدمة في الصناعة النفطية من أجل تحسين معايرة أوكتان الوقود هي $C_7H_{14} \rightarrow C_7H_8 + 3H_2$. يكون نوعا الهيدروكربونات اللذان يظهران في هذه المعادلة سائلين. اما الهيدروجين المتكوّن فهو غاز. كم هي نسبة الإرجاع المئوية في وزن السائل الذي يرافق إتمام التفاعل المذكور أعلاه؟

■

$$\text{النسبة} = \frac{(1\text{ mol } C_7H_8)(92.0\text{ g/mol})}{(1\text{ mol } C_7H_{14})(98.0\text{ g/mol})} = 0.939 \quad \%\text{ نسبة الإرجاع} = \left(\frac{1.000 - 0.939}{1.000}\right)(100\%) = 6.1\%$$

43.11 يمكن صنع $KClO_4$ بواسطة التسلسل التالي للتفاعلات:

$$Cl_2 + 2KOH \longrightarrow KCl + KClO + H_2O$$
$$3KClO \longrightarrow 2KCl + KClO_3$$
$$4KClO_3 \longrightarrow 3KClO_4 + KCl$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ إن طريقة المولات والطريقة العملية هما ابسط الوسائل كل هذه المسألة.

طريقة المول.

$$n(KClO) = n(Cl_2) \qquad n(KClO_3) = \tfrac{1}{3}n(KClO) = \tfrac{1}{3}n(Cl_2)$$

$$n(KClO_4) = \tfrac{1}{4}n(KClO_3) = (\tfrac{1}{4})(\tfrac{1}{3})n(Cl_2) = \tfrac{1}{12}n(Cl_2) \qquad n(KClO_4) = \frac{200\text{ g } KClO_4}{139\text{ g } KClO_4/\text{mol } KClO_4} = 1.44\text{ mol } KClO_4$$

$$n(Cl_2) = 4 \times 1.44 = 5.76\text{ mol } Cl_2 \qquad m(Cl_2) = (5.76\text{ mol } Cl_2)(71.0\text{ g } Cl_2/\text{mol } Cl_2) = 409\text{ g } Cl_2$$

طريقة العامل

$$x\text{ g } Cl_2 = \left(\frac{200\text{ g } KClO_4}{139\text{ g } KClO_4/\text{mol } KClO_4}\right)\left(\frac{4\text{ mol } KClO_3}{3\text{ mol } KClO_4}\right)\left(\frac{3\text{ mol } KClO}{1\text{ mol } KClO_3}\right)\left(\frac{1\text{ mol } Cl_2}{1\text{ mol } KClO}\right)\left(\frac{71.0\text{ g } Cl_2}{1\text{ mol } Cl_2}\right)$$

$$= 409\text{ g } Cl_2$$

44.11 عيّنة من مركّب عضوي وزنها 10.20mg وتحتوي على كربون وهيدروجين واكسجين فحسب احترقت في اكسجين فائض فنتج عن ذلك 23.10 mg من CO_2 و 4.72 mg من H_2O. احسب الصيغة التجريبية للمركّب.

■ تحسب كتل C و H في المركّب من كتل المنتوجات:

$$(23.10\text{ mg } CO_2)\left(\frac{1\text{ mmol } CO_2}{44.0\text{ mg } CO_2}\right)\left(\frac{1\text{ mmol C}}{\text{mmol } CO_2}\right) = 0.525\text{ mmol C} \qquad (0.525\text{ mmol C})\left(\frac{12.0\text{ mg C}}{\text{mmol C}}\right) = 6.30\text{ mg C}$$

$$(4.72\text{ mg } H_2O)\left(\frac{1\text{ mmol } H_2O}{18.0\text{ mg } H_2O}\right)\left(\frac{2\text{ mmol H}}{\text{mmol } H_2O}\right) = 0.524\text{ mmol H} \qquad (0.524\text{ mmol H})\left(\frac{1.008\text{ mg H}}{\text{mmol H}}\right) = 0.528\text{ mg H}$$

تحدّد كتلة الاكسجين في المركّب غير المعروف بعملية طرح:

$$(10.20\text{ mg}) - (6.30\text{ mg}) - (0.528\text{ mg}) = 3.37\text{ mg O} \qquad (3.37\text{ mg O})\left(\frac{1\text{ mmol O}}{16.0\text{ mg O}}\right) = 0.211\text{ mmol O}$$

نسبة المولية هي (0.211 mmol O): (0.525 mmol C): (0.524 mmol H) أو (2 mol O): (5mol C): (5 mol H). الصيغة التجريبية هي $C_5H_5O_2$.

45.11 احسب مقدار الكلس (CaO) الذي يمكن تحضيره بتسخين 200 kg من الحجر الكلسي وهو $CaCO_3$ النقي بنسبة 95.0%.

■ إن مقدار $CaCO_3$ النقي في حجر كلسي وزنه 200 kg هو $0.950 \times 200\text{ kg} = 190\text{ kg } CaCO_3$: الوزن الصيغي لـ $CaCO_3$ هو 100 والوزن الصيغي لـ CaO هو 56.1. المعادلة المتوازنة للتفاعل هي

$$\underset{(1\text{ mol} = 100\text{ g})}{CaCO_3} \longrightarrow \underset{(1\text{ mol} = 56.1\text{ g})}{CaO} + CO_2$$

الطريقة الأولى

100 g من $CaCO_3$ ينتج 56.1 g CaO من 1 g $CaCO_3$ ينتج $\frac{56.1}{100}$ g 0.561 من CaO أو 0.561 g من CaO

ثم يعطي 1 kg من $CaCO_3$ مقدار 0.561 kg من CaO ويعطي 190 kg من $CaCO_3$ مقدار 190(0.561 kg من CaO) = 107 kg من CaO

طريقة المول

$$n(CaCO_3) = \frac{190 \times 10^3\text{ g } CaCO_3}{100\text{ g } CaCO_3/\text{mol } CaCO_3} = 1.90 \times 10^3\text{ mol } CaCO_3$$

$$n(CaO) = n(CaCO_3) = 1.90 \times 10^3\text{ mol CaO}$$

$$m(CaO) = (1.90 \times 10^3\text{ mol CaO})(56.1\text{ g CaO/mol CaO}) = 107 \times 10^3\text{ g CaO} = 107\text{ kg CaO}$$

طريقة العامل

$$\text{مقدار CaO} = (190 \times 10^3\text{ g } CaCO_3)\left(\frac{1\text{ mol } CaCO_3}{100\text{ g } CaCO_3}\right)\left(\frac{1\text{ mol CaO}}{1\text{ mol } CaCO_3}\right)\left(\frac{56.1\text{ g CaO}}{1\text{ mol CaO}}\right)$$

$$= 107 \times 10^3\text{ g CaO} = 107\text{ kg CaO}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

46.11 يحضّر حمض الهيدروكلوريك الأكثر شيوعاً تجارياً بتسخين NaCl مع H_2SO_4 مركّز. ما هو مقدار الحمض الكبريتي المحتوي على 90.0% H_2SO_4 بالوزن والمطلوب لإنتاج 2000 kg من حمض الهيدروكلوريك المركّز المحتوي على 42.0% HCl بالوزن؟

■ (1) مقدار HCl النقي في 2000kg من 42.0% حمض هو (0.420)(2000kg) = 840kg. (2) حدّد مقدار H_2SO_4 المطلوب لإنتاج 840kg من HCl

$$2NaCl + \underset{(1\ mol = 98.1\ g)}{H_2SO_4} \longrightarrow Na_2SO_4 + \underset{(2\ mol = 2(36.46) = 72.92\ g)}{2HCl}$$

إنطلاقاً من المعادلة

$$72.92\ g\ HCl \text{ يتطلّب } 98.1\ g\ H_2SO_4 \text{ و } 1\ g\ HCl \text{ يتطلّب } \frac{98.1}{72.92}\ kg\ H_2SO_4$$

$$1\ kg\ HCl \text{ يتطلب } \frac{98.1}{72.92} kg\ H_2SO_4 \text{ و } 840\ kg\ HCl \text{ ينطلب } \left(\frac{98.1}{72.92} kg\right)(840) = 1130\ kg\ H_2SO_4$$

(3) أخيراً، جدّ مقدار محلول الحمض الكبريتي المحتوي على 90.0% H_2SO_4 والذي يمكن صنعه إنطلاقاً من 1130kg H_2SO_4 النقي. بما أن 0.900kg من H_2SO_4 النقي يصنع 1.00kg من محلول بنسبة 90.0%، فإن 1130kg من H_2SO_4 النقي سيصنع

$$\frac{1130\ kg\ H_2SO_4}{0.900\ kg\ H_2SO_4/kg\ soln} = 1260\ kg\ soln$$

47.11 عيّنة وزنها الإجمالي 1.00 g من مستحيج $CaCO_3(s)$ وزنه الصيغي (FW = 10) وكريات زجاجية تطلق 0.220 g من CO_2 (MW = 44.0) عند معالجتها بـ HCl فائض وزنه الجزيئي (MW = 36.5). (الزجاج لا يتفاعل مع HCl). (أ) احسب وزن $CaCO_3$ في العزيج الأصلي. (ب) احسب النسبة المئوية الذرية للكلسيوم في العزيج الأصلي.

■

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CO_2 + H_2O + CaCl_2$$

$$(0.220\ g\ CO_2)\left(\frac{1\ mol\ CO_2}{44.0\ g\ CO_2}\right)\left(\frac{1\ mol\ CaCO_3}{mol\ CO_2}\right) = (0.00500\ mol\ CaCO_3)\left(\frac{100\ g\ CaCO_3}{mol\ CaCO_3}\right) = 0.500\ g\ CaCO_3$$

$$(0.00500\ mol\ CaCO_3)\left(\frac{1\ mol\ Ca}{mol\ CaCO_3}\right)\left(\frac{40.0\ g\ Ca}{mol\ Ca}\right) = 0.200\ g\ Ca \qquad \left(\frac{0.200\ g\ Ca}{1.00\ g\ total}\right)(100\%) = 20.0\%\ Ca$$

48.11 لصنع غازولين طائرات معيّن عيار100 استُخدم 1.00 cm^3 من رباعي إيثل الرصاص، $(C_2H_5)_4Pb$، كثافته 1.66 g/cm^3 في كل ليتر من المنتوج. يُصنع هذا المركّب كما يلي: $4C_2H_5Cl + 4NaPb \rightarrow (C_2H_5)_4Pb + 4NaCl + 3Pb$. كم يبلغ عدد غرامات كلوريد الإيثل C_2H_5Cl المطلوبة لصنع كمية من رباعي إيثل الرصاص كافية لـ 1.00 L من الغازولين؟

■ كتلة 1.00 cm^3 من $(C_2H_5)Pb$ تساوي $(1.00\ cm^3)(1.66\ g/cm^3) = 1.66\ g$؛ هذا هو المقدار المطلوب في اللتر. بدلاً من المولات.

$$\text{عدد مولات } (C_2H_5)_4Pb \text{ المطلوبة} = \frac{1.66\ g}{323\ g/mol} = 0.00514$$

تظهر المعادلة الكيميائية أن 1 mol من $(C_2H_5)_4Pb$ يتطلّب 4 mol C_2H_5Cl. لذا فإن المطلوب $4(0.00514) = 0.0206\ mol$، C_2H_5Cl

$$m(C_2H_5Cl) = (0.0206\ mol)(64.5\ g/mol) = 1.33\ g\ C_2H_5Cl$$

49.11 يُعالج الكربونات MCO_3 ذو المعدن غير المعروف مع HCl لإنتاج CO_2. عند معالجة 1.00g من MCO_3 مع HCl فائض، ينتج 0.522 g من CO_2. أوجد النسبة المئوية الوزنية للمعدن في MCO_3.

■

$$MCO_3 + 2HCl \longrightarrow MCl_2 + H_2O + CO_2$$

$$(0.522\ g\ CO_2)\left(\frac{1\ mol\ CO_2}{44.0\ g\ CO_2}\right)\left(\frac{1\ mol\ MCO_3}{mol\ CO_2}\right) = 0.01186\ mol\ MCO_3 \qquad \frac{1.00\ g\ MCO_3}{0.01186\ mol\ MCO_3} = 84.3\ g/mol\ MCO_3$$

$$(84.3\ g/mol\ MCO_3) - (60.0\ g/mol\ CO_3^{2-}) = 24.3\ g/mol\ M^{2+} \qquad \left(\frac{24.3\ g/mol\ M^{2+}}{84.3\ g/mol\ MCO_3}\right)(100\%) = 28.8\%$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

50.11 كم كيلوغراماً من H_2SO_4 النقي يمكن الحصول عليه إنطلاقاً من 2.00 Kg من بيريتات الحديد النقي (FeS_2) وفقاً للتفاعلات التالية؟

$$4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2 \qquad 2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3 \qquad SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

■ أولاً، يجب أن يُعْلَم انه لا يحصل أي فقد لمنتج ثانوي أو أي فقد دائم آخر للكبريت لذلك فإنه ليس من الضروري موازنة المعادلات أو مواصلة استخدامها. تنتج كل ذرة كبريت داخلة جزيء خارج من H_2SO_4. (تحتوي وحدة الصيغة الواحدة على ذرتي S، ويحتوي كل جزيء على ذرة S). لذلك

$$1 \text{ mol } FeS_2 \longrightarrow 2 \text{ mol } H_2SO_4$$

$$n(FeS_2) = \frac{2000 \text{ g}}{120 \text{ g/mol}} = 16.7 \text{ mol } FeS_2 \qquad n(H_2SO_4) = 2n(FeS_2) = 2 \times 16.7 = 33.4 \text{ mol } H_2SO_4$$

$$m(H_2SO_4) = (33.4 \text{ mol})(98.0 \text{ g/mol}) = 3270 \text{ g} = 3.27 \text{ kg } H_2SO_4$$

طريقة اخرى

1 mol FeS_2 (120 g FeS_2) تنتج 2 mol H_2SO_4 (2 × 98 = 196g H_2SO_4)

إذن

120 Kg FeS_2 تنتج 196 kg H_2SO_4 و 1 kg FeS_2 تنتج $\frac{196}{120}$ = 1.63 kg H_2SO_4

2 kg FeS_2 تعطي 2 × 1.63 = 3.26 kg H_2SO_4

51.11 عندما أُحْرِق 2.86 g من مزيج 1 – بوتين C_4H_8 مع بوتان C_4H_{10} في اكسجين فائض، تم الحصول على 8.80 g من CO_2 و 4.14 g من H_2O. احسب النسبة المئوية بالكتلة للبوتان في المزيج الاصلي.

■

$$(8.80 \text{ g } CO_2)\left(\frac{1 \text{ mol } CO_2}{44.0 \text{ g } CO_2}\right) = 0.200 \text{ mol } CO_2 \qquad (4.14 \text{ g } H_2O)\left(\frac{1 \text{ mol } H_2O}{18.0 \text{ g } H_2O}\right) = 0.230 \text{ mol } H_2O$$

يحتوي المزيج على 0.200 mol من ذرات الكربون و 0.460 mol من ذرات الهيدروجين. ليكن x = عدد مولات C_4H_8 و y = عدد مولات C_4H_{10}. اذا

$$4(x + y) = 0.200$$

$$8x + 10y = 0.460$$

$$8x = 0.400 - 8y \qquad \text{(بمضاعفة المعادلة الأولى)}$$

$$(0.400 - 8y) + 10y = 0.460 \qquad \text{(بإحلال المعادلة الأخيرة محل الثانية)}$$

$$2y = 0.060$$

$$y = 0.030 \text{ mol } C_4H_{10} \qquad x = 0.020 \text{ mol } C_4H_8$$

$$(0.030 \text{ mol } C_4H_{10})\left(\frac{58 \text{ g}}{\text{mol}}\right) = 1.74 \text{ g } C_4H_{10}$$

$$(0.020 \text{ mol } C_4H_8)\left(\frac{56 \text{ g}}{\text{mol}}\right) = 1.12 \text{ g } C_4H_8$$

$$\text{المجموع} = 2.86 \text{ g}$$

$$\left(\frac{1.12 \text{ g } C_4H_8}{2.86 \text{ g total}}\right)(100\%) = 39.2\% \ C_4H_8; \quad \Rightarrow \quad 60.8\% \ C_4H_{10}$$

52.11 يعرّض قماش إلى بخار $(CH_3)_2SiCl_2$ في إحدى الطرق المتبعة لجعله صامداً للماء. يتفاعل البخار مع مجموعات الهيدروكسيل على سطح القماش او مع مقادير ضئيلة من الماء لتشكيل الغشاء الصامد للماء $[(CH_3)_2SiO]_n$ عبر التفاعل التالي:

$$n(CH_3)_2SiCl_2 + 2nOH^- \longrightarrow 2nCl^- + nH_2O + [(CH_3)_2SiO]_n$$

حيث n تمثل عدداً صحيحاً كبيراً. ويُرسَّب الغشاء الصامد للماء على القماش طبقة فطبقة، وكل طبقة سماكتها 6.0 Å [وهي سماكة المجموعة $(CH_3)_2SiO$]. ما هي كمية $(CH_3)_2SiCl_2$ المطلوبة لجعل جانب واحد من قطعة القماش مساحته 3.00 m × 1.00 m، صامداً للماء وله غشاء تساوي ثخانته 300 طبقة؟ كثافة الغشاء 1.0 g/cm³

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ (كثافة الغشاء) × (حجم الغشاء) = كتلة الغشاء

(كثافة الغشاء) (سماكة الغشاء) (مساحة الغشاء) =

$= (100\ \text{cm} \times 300\ \text{cm})\ (300 \times 6.0\text{Å})\ (10^{-8}\ \text{cm/Å})\ (1.0\ \text{g/cm}^3) = 0.54\ \text{g}$

يتضمن التفاعل مولات عددها n من كل من $(CH_3)_2SiCl_2$ و $(CH_3)_2SiO$ لذلك فإن 1 mol (74 g) من $(CH_3)_2SiO$ في الغ يتطلّب 1 mol (129 g) من $(CH_3)_2SiCl_2$. إذن 0.54 g من $(CH_3)_2SiO$ يتطلب $(CH_3)_2SiCl_2$ g (0.54 g)(129/74) = 0.94.

53.11 ما هي النسبة المئوية لـ SO_3 الحر في الأوليوم (الذي يُعتبر كمحلول SO_3 في H_2SO_4) المَوسوم بـ «H_2SO_4%109»؟ تشير ه العبارة إلى الكتلة الكلية لـ H_2SO_4 النقي، 109 g، التي سيتم الحصول عليها بعد تخفيف 100 g من الأوليوم عندما يتحد كل SO_3 الحر مع الماء لتشكيل H_2SO_4.

■ 9 g H_2O تتحد مع كل الـ SO_3 الحر في 100 g من الأوليوم لتعطي مجموع 109 g من H_3SO_4. المعادلة $H_2O + SO_3 \rightarrow H_2SO_4$ تشير إلى أن 1 mol H_2O(18 g) يتحد مع 1 mol SO_3 (80 g). ومن ثم يتحد 9 g H_2O مع

$$\left(\frac{9}{18}\right)(80\ \text{g}) = 40\ \text{g}\ SO_3$$

وهكذا 100 g من الأوليوم يحتوي على 40 g SO_3، أي أن النسبة المئوية لـ SO_3 الحر في الأوليوم هي 40%.

54.11 تستهلك صناعة اللدائن كميات كبيرة من أنهيدريد الفثاليك $C_8H_4O_3$ المصنوع بواسطة التأكسد المضبوط للنفثالين. $2C_{10}H_8 + 9O_2 \rightarrow 2C_8H_4O_3 + 4CO_2 + 4H_2O$. بما أن بعض النفثالين يتأكسد إلى منتوجات أخرى، فلا الحصول فعلياً إلا على 70.0% فقط من النتيجة القصوى التي تنبىء بها المعادلة. ما هو مقدار أنهيدريد الفثاليك الذي يمكن ينتج فعلياً بواسطة أكسدة 200 lb من $C_{10}H_8$؟

$$(200\ \text{g}\ C_{10}H_8)\left(\frac{1\ \text{mol}\ C_{10}H_8}{128\ \text{g}\ C_{10}H_8}\right)\left(\frac{2\ \text{mol}\ C_8H_4O_3}{2\ \text{mol}\ C_{10}H_8}\right)\left(\frac{148\ \text{g}\ C_8H_4O_3}{\text{mol}\ C_8H_4O_3}\right) = 231\ \text{g}$$

$$\left(\frac{\text{فعلي}\ 70.0\ \text{g}}{\text{نظري}\ 100\ \text{g}}\right) \quad (\text{نظري}\ 231\ \text{g}) \quad \text{فيكون} \quad 162\ \text{lb}\ C_8H_4O_3 \quad \text{هو الناتج} = 162\ \text{g}$$

55.11 الصيغة التجريبية لراتنج تبادل شاردي هي $C_8H_7SO_3Na$. يمكن استخدام الراتنج لتيسير الماء وفقاً للتفاعل $(C_8H_7SO_3)_2Ca + 2Na^+ \leftarrow 2C_8H_7SO_3Na + Ca^{2+}$. ما هو الحد الأقصى لـ Ca^{2+} الذي يمتصه الراتنج، معبّراً بـ mol/g؟

■

$$\frac{1\ \text{mol}\ Ca^{2+}}{(2\ \text{mol راتنج})\ (206\ \text{g راتنج/mol})} = 0.00246\ \text{mol}\ Ca^{2+}/\text{g راتنج}$$

56.11 استطاع غرام واحد (وزن جاف) من الطحالب الخضراء امتصاص 5.5×10^{-3} mol من غاز CO_2 في الساعة بواسطة التخ الضوئي. إذا كانت ذرات الكربون الثابتة قد حُزِّنت جميعها بعد التخليق الضوئي على شكل نشاء $(C_6H_{10}O_5)_n$، ما هي المدة الزمنية التي تتطلبها الطحالب لمضاعفة وزنها؟ أهمل زيادة سرعة التخليق الضوئي الناتجة عن زيادة مقدار المادة الحية.

■ جزء المعادلة الذي يهمّ حسابنا هو $6nCO_2 \rightarrow (C_6H_{10}O_5)n$ ينبغي إنتاج 1.00g من $(C_6H_{10}O_5)_n$ لمضاعفة الوزن في كل ساعة.

لاحظ أن n تلغي إحداهما الأخرى.

$$[1.00\ \text{g}(C_6H_{10}O_5)_n]\left(\frac{1\ \text{mol نشاء}}{162n\ \text{g نشاء}}\right)\left(\frac{6n\ \text{mol}\ CO_2}{\text{mol نشاء}}\right) = 0.0370\ \text{mol}\ CO_2$$

$$(0.0370\ \text{mol}\ CO_2)\left(\frac{1\ \text{h}}{5.5 \times 10^{-3}\ \text{mol}\ CO_2}\right) = 6.7\ \text{h}$$

57.11 إن الصيغة الكيميائية لعديل الاستخلاب فيرسين هي $C_2H_4N_2(C_2H_2O_2Na)_4$. إذا كان باستطاعة كل مول من هذا المركّب أن يربط 1mol من Ca^{2+}، كم ستكون معايرة الفيرسين النقي معبّراً عنها بـ mg من $CaCO_3$ مرتبط مع كل g من عديل الاستخلاب؟ يعبّر عن Ca^{2+} على أساس كمية $CaCO_3$ التي يمكن تشكيلها.

■ لكل مول من المركّب، $(1\ \text{mol}\ Ca^{2+})\left(\frac{1\ \text{mol}\ CaCO_3}{\text{mol}\ Ca^{2+}}\right)\left(\frac{100\ \text{g}\ CaCO_3}{\text{mol}\ CaCO_3}\right)\left(\frac{10^3\ \text{mg}}{\text{g}}\right) = 1.00 \times 10^5\ \text{mg}$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$(1\ \text{mol مركب})\left(\frac{380\ \text{g مركب}}{\text{mol مركب}}\right) = 380\ \text{g مركب}$$

$$\frac{1.00 \times 10^3\ \text{mg } CaCO_3}{380\ \text{g مركب}} = 263\ \text{mg } CaCO_3 / \text{g مركب}$$

58 يزن مزيج من NaCl و 5.4892 g KCl. اذيبت العيّنة في الماء وعولجت مع فائض نترات الفضة في محلول. يزن AgCl الناتج 12.7052 g. ما هي النسبة المئوية لـ NaCl في المزيج؟

■ إن التفاعلين المتوازيين هما $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$ و $KCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + KNO_3$. وهنا يتطلّب الحفاظ على ذرّات Cl أن يكون عدد مولات AgCl المتشكّل مساوياً لمجموع اعداد مولات NaCl و KCl

$$n(AgCl) = \frac{12.7052\ \text{g AgCl}}{143.321\ \text{g AgCl/mol}} = 0.088649\ \text{mol}$$

إذن $n(NaCl) + n(KCl) = 0.088649\ \text{mol}$ أو

$$\frac{m(NaCl)}{58.443\ \text{g/mol}} + \frac{m(KCl)}{74.551\ \text{g/mol}} = 0.088649\ \text{mol} \qquad (1)$$

يتم الحصول على معادلة ثانية للكتلةغير المعروفة بواسطة المعطيات:

$$m(NaCl) + m(KCl) = 5.4892\ \text{g} \qquad (2)$$

إن حذف $m(KCl)$ بين (1) و (2) وإيجاد حل $m(NaCl)$ يؤديان إلى $m(NaCl) = 4.0624\ \text{g}$. لذا

$$\left(\frac{4.0624\ \text{g}}{5.4892\ \text{g}}\right)(100\%) = 74.01\%\ NaCl$$

51 تم تذويب مزيج من NaCl و NaBr يزن 3.5084 g ثم عولج بكمية من $AgNO_3$ كافية لترسيب كل الكلوريد والبروميد على شكل AgCl و AgBr. عولج الراسب المغسول KCN لتذويب الفضة وحُلّل المحلول الناتج كهربائياً. المعادلات هي

$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl + NaNO_3 \qquad NaBr + AgNO_3 \longrightarrow AgBr + NaNO_3$$
$$AgCl + 2KCN \longrightarrow KAg(CN)_2 + KCl \qquad AgBr + 2KCN \longrightarrow KAg(CN)_2 + KBr$$
$$4KAg(CN)_2 + 4KOH \longrightarrow 4Ag + 8KCN + O_2 + 2H_2O$$

بعد إتمام الخطوة النهائية، بلغ وزن راسب الفضة الفلزّية 5.5028 g. كيف كانت تركيبة المزيج الأصلي؟

■ ليكن x = كتلة NaCl؛ إذن $3.5084 - x$ = كتلة NaBr

$$\text{mol NaCl} = \frac{x}{22.990 + 35.453} \qquad \text{mol NaBr} = \frac{3.5084 - x}{22.990 + 79.904}$$

$$\text{mol Ag} = (5.5028)\left(\frac{1\ \text{mol Ag}}{107.868\ \text{g Ag}}\right) = 0.051014\ \text{mol Ag} = \text{mol NaCl} + \text{mol NaBr}$$

$$0.051014 = \frac{x}{58.443} + \frac{3.5084 - x}{102.894} \qquad x = 2.2886\ \text{g}$$

$$\%NaCl = \left(\frac{2.2886\ \text{g}}{3.5084\ \text{g}}\right)(100\%) = 65.23\%\ NaCl \qquad \%NaBr = 100.00\% - 65.23\% = 34.77\%\ NaBr$$

60 يبلغ وزن مزيج من $NaHCO_3$ و Na_2CO_3 1.0235 g. تفاعل المزيج المذاب مع $Ba(OH)_2$ فائض لتشكيل 2.1028 g من $BaCO_3$، بواسطة التفاعلين

$$Na_2CO_3 + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaCO_3 + 2NaOH \qquad NaHCO_3 + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaCO_3 + NaOH + H_2O$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\text{mol } CO_2 \text{ من } C_2H_4 = \left(\frac{x \text{ g } C_2H_4}{28.0 \text{ g } C_2H_4/\text{mol}}\right)\left(\frac{2 \text{ mol } CO_2}{\text{mol } C_2H_4}\right) = \frac{2x}{28.0} \text{ mol } CO_2$$

$$\text{mol } CO_2 \text{ من } CH_4 = \left(\frac{(5.00 - x) \text{ g } CH_4}{16.0 \text{ g } CH_4/\text{mol}}\right)\left(\frac{1 \text{ mol } CO_2}{\text{mol } CH_4}\right) = \frac{5.00 - x}{16.0} \text{ mol } CO_2$$

ينبغي أن يعادل مجموع هذه المعادلات عدد المولات المحسوبة أعلاه. إذن

$$\frac{2x}{28.0} \text{ mol} + \frac{5.00 - x}{16.0} \text{ mol} = 0.330 \text{ mol}$$

وبهذا يمكن حلّ x. $(0.0714x) + (0.312 - 0.0625x) = 0.330$، أي $x = 2.02 \text{ g } C_2H_4$. إذن $5.00 - x = 2.98 \text{ g } CH_4$

$$\%\ C_2H_4 = \left(\frac{2.02 \text{ g } C_2H_4}{5.00 \text{ g total}}\right)(100\%) = 40.4\%$$

الكميات الحدّية

كيف يمكنك أن تميّز مسألة كميات حدّية؟

- تكون كميّة متفاعلين (أو أكثر) معطاة.

بالنسبة للتفاعل $Ba(OH)_2 + 2HClO_3 \rightarrow Ba(ClO_3)_2 + 2H_2O$، احسب عدد مولات H_2O المتشكّلة عندما يُعالج 0.100 mol من $Ba(OH)_2$ مع 0.250 mol من $HClO_3$.

- 0.100 mol من $Ba(OH)_2$ يستلزم 0.200 mol من $HClO_3$. إن $Ba(OH)_2$ هي الكمية الحدّية وتنتج في هذا التفاعل 0.200 mol من H_2O.

عندما يسخّن النحاس مع فائض من الكبريت، يتشكّل Cu_2S. كم يبلغ عدد غرامات Cu_2S التي يمكن إنتاجها إذا سُخّن 100 g من النحاس مع 50 g من الكبريت؟

$$(100 \text{ g Cu})\left(\frac{1 \text{ mol Cu}}{63.5 \text{ g Cu}}\right)\left(\frac{1 \text{ mol } Cu_2S}{2 \text{ mol Cu}}\right)\left(\frac{159 \text{ g } Cu_2S}{\text{mol } Cu_2S}\right) = 125 \text{ g } Cu_2S$$

بما أن معطيات المسألة تذكر أن كمية S فائضة فإن قيمة 50 g لا تستخدم في الحسابات.

لحساب كتلة رباعي كلوريد الكربون التي يمكن إنتاجها بواسطة تفاعل 10.0 g من الكربون مع 100.0 g من الكلور، حدّد كتلة الكاشف الفائض الذي لم يتفاعل.

- يحدّد أولاً عدد مولات كل كاشف.

$$(10.0 \text{ g C})\left(\frac{1 \text{ mol C}}{12.0 \text{ g C}}\right) = 0.833 \text{ mol C} \qquad (100.0 \text{ g } Cl_2)\left(\frac{1 \text{ mol } Cl_2}{70.9 \text{ g } Cl_2}\right) = 1.41 \text{ mol } Cl_2$$

استناداً إلى المعادلة الكيميائية المتوازنة $C + 2Cl_2 \rightarrow CCl_4$، يظهر أن كل مول من C يتطلّب 2 mol من Cl_2.

$$(0.833 \text{ mol C})\left(\frac{2 \text{ mol } Cl_2}{1 \text{ mol C}}\right) = 1.67 \text{ mol } Cl_2 \text{ مطلوب}$$

إلا أنه يتوفر 1.41 mol فقط من Cl_2، لذلك يكون الكربون فائضاً.

$$(1.41 \text{ mol } Cl_2)\left(\frac{1 \text{ mol C}}{2 \text{ mol } Cl_2}\right) = 0.705 \text{ mol C مطلوب}$$

كمية C الفائضة هي $0.833 - 0.705 = 0.128$ mol. وفي هذه الحالة، Cl_2 هو الكاشف الحدّي الذي يعيّن كمية CCl_4 التي يمكن إنتاجها.

$$(1.41 \text{ mol } Cl_2)\left(\frac{1 \text{ mol } CCl_4}{2 \text{ mol } Cl_2}\right) = 0.705 \text{ mol } CCl_4 \qquad (0.705 \text{ mol } CCl_4)\left(\frac{153.8 \text{ g } CCl_4}{\text{mol } CCl_4}\right) = 108 \text{ g } CCl_4$$

تحدّد كتلة الكربون غير المتفاعل إنطلاقاً من عدد المولات الفائضة.

$$(0.128 \text{ mol C})\left(\frac{12.0 \text{ g C}}{\text{mol C}}\right) = 1.54 \text{ g C غير متفاعل}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

68.11 بالنسبة للتفاعل $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$، استخدم 4.80 g من الأكسجين لإحراق 0.150 mol من الحديد. ما هي كتلة Fe_2O_3 التي ستنتج؟ ما هي كتلة Fe التي ستُتْرك عند نهاية التفاعل؟ ما هي كتلة O_2 التي ستُتْرك عند نهاية التفاعل؟

■

$$(4.80\text{ g O}_2)\left(\frac{1\text{ mol O}_2}{32.0\text{ g O}_2}\right) = (0.150\text{ mol O}_2\text{ موجود})\left(\frac{4\text{ mol Fe}}{3\text{ mol O}_2}\right) = 0.200\text{ mol Fe مطلوب}$$

وهكذا فإن Fe موجود بكمية حدّية ولن يبقى أي Fe عقب التفاعل.

$$(0.150\text{ mol Fe})\left(\frac{3\text{ mol O}_2}{4\text{ mol Fe}}\right)\left(\frac{32.0\text{ g O}_2}{\text{mol O}_2}\right) = 3.60\text{ g O}_2 \text{ مطلوب}$$

$$(4.80\text{ g O}_2\text{ موجود}) - (3.60\text{ g O}_2\text{ مطلوب}) = 1.20\text{ g O}_2 \text{ فائض}$$

$$(0.150\text{ mol Fe})\left(\frac{2\text{ mol Fe}_2O_3}{4\text{ mol Fe}}\right)\left(\frac{159.7\text{ g Fe}_2O_3}{\text{mol Fe}_2O_3}\right) = 12.0\text{ g Fe}_2O_3 \text{ مُنْتَج}$$

69.11 ما هي كتلة الجامد الناتج عن معالجة محلولين مائيين يحتويان على 2.00 g من $AgNO_3$ و 4.00 g من KBr على التوالي؟

$$Ag^+ + Br^- \longrightarrow AgBr$$ ■

$AgNO_3$ هو الكاشف الحدّي.

$$(0.0118\text{ mol AgNO}_3)\left(\frac{1\text{ mol AgBr}}{\text{mol AgNO}_3}\right)\left(\frac{187.8\text{ g AgBr}}{\text{mol AgBr}}\right) = 2.21\text{ g}$$ ■

70.11 أُشْعِل مزيجٌ يحتوي على 100 g من H_2 و100 g من O_2 بحيث تشكّل ماء وفقاً للتفاعل $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$. ما هي كمية الماء المتشكّلة؟

■ من الضروري ان نحدّد أولاً أي مادة، في حال وجودها، تكون فائضة. وإن طريقة المولية هي أسهل الطرق لحل هذا النوع من المسائل.

$$n(H_2) = \frac{100\text{ g}}{2.02\text{ g/mol}} = 49.5\text{ mol H}_2 \qquad n(O_2) = \frac{100\text{ g}}{32.0\text{ g/mol}} = 3.13\text{ mol O}_2$$

إذا وجب استخدام كل الهيدروجين، فإن التفاعل يستلزم $\frac{1}{2}(49.5) = 24.8\text{ mol O}_2$ ولكن يبدو أنه ليس من الممكن استخدام كل الهيدروجين، بما أن O_2 موجود بمقدار حدّي، ينبغي أن تقوم الحسابات على كمية O عند الأخذ بالاعتبار المولات التي تشارك في التفاعل فحسب.

$$n(H_2O) = 2n(O_2) = 2 \times 3.13 = 6.26\text{ mol H}_2O \qquad m(H_2O) = (6.26\text{ mol})(18.0\text{ g/mol}) = 113\text{ g H}_2O$$

مقدار H_2 المستهلك هو $(6.26\text{ mol})(2.02\text{ g/ mol}) = 12.6\text{ g}$. سيحتوي مزيج التفاعل على 87.4 g من H_2 غير المتفاعل إضافة إلى 113 g من H_2O.

71.11 (أ) ما هي كتلة P_4O_{10} التي يمكن الحصول عليها من تفاعل 1.33 g من P_4 و 5.07 g من O_2؟ (ب) ما هي كتلة P_4O_{10} التي سيتم الحصول عليها من تفاعل 4.07 g من P_4 مع 2.01 g من O_2؟

■ (أ) الموجود هو

$$(1.33\text{ g P}_4)\left(\frac{1\text{ mol P}_4}{123.9\text{ g P}_4}\right) = 0.0107\text{ mol P}_4 \qquad \text{و} \qquad (5.07\text{ g O}_2)\left(\frac{1\text{ mol O}_2}{32.0\text{ g O}_2}\right) = 0.158\text{ mol O}_2$$

استناداً إلى المعادلة الكيميائية المتوازنة، يتطلّب 0.0107 mol من P_4،

$$(0.0107\text{ mol P}_4)\left(\frac{5\text{ mol O}_2}{\text{mol P}_4}\right) = 0.0535\text{ mol O}_2 \text{ مطلوب}$$

تفوق إذن كمية الأكسجين الموجود الكمية المطلوبة ويتواجد P_4 بكمّيةٍ حدّية.

$$(0.0107\text{ mol P}_4)\left(\frac{1\text{ mol P}_4O_{10}}{\text{mol P}_4}\right)\left(\frac{283.9\text{ g P}_4O_{10}}{\text{mol P}_4O_{10}}\right) = 3.05\text{ g}$$

(ب) 4.60 g P_4O_6

72.11 احتوى [illegible] على 2.00 g من Na_2SO_4 و 3.00 g من $BaCl_2$. ما هي كتلة $BaSO_4$ الناتجة؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4(s) + 2NaCl$$ ■

$$(2.00\text{ g } Na_2SO_4)\left(\frac{1\text{ mol } Na_2SO_4}{142\text{ g } Na_2SO_4}\right) = 0.0141\text{ mol } Na_2SO_4 \qquad (3.00\text{ g } BaCl_2)\left(\frac{1\text{ mol } BaCl_2}{208.2\text{ g } BaCl_2}\right) = 0.0144\text{ mol } BaCl_2$$

يوجد 0.0141 mol من Na_2SO_4 و 0.0144 mol من $BaCl_2$. بما انها تتفاعل بنسبة مولية 1:1 كما هو مذكور في المعادلة الكيميائية المتوازنة. ويكون $BaCl_2$ فائضاً ويقوم ما تبقى من الحسابات على 0.0141 mol من Na_2SO_4 اي الكمية الحدّية.

$$(0.0141\text{ mol } Na_2SO_4)\left(\frac{1\text{ mol } BaSO_4}{1\text{ mol } Na_2SO_4}\right)\left(\frac{233.4\text{ g } BaSO_4}{\text{mol } BaSO_4}\right) = 3.29\text{ g } BaSO_4$$

73. كم هي كمية احادي اكسيد الكربون الناتجة عن تفاعل 1.00 kg من الاوكتان C_8H_{18} و 1.00 kg من الاكسجين؟

■

$$(1.00\text{ kg } C_8H_{18})\left(\frac{1000\text{ g}}{\text{kg}}\right)\left(\frac{1\text{ mol } C_8H_{18}}{114\text{ g } C_8H_{18}}\right) = 8.77\text{ mol } C_8H_{18}\text{ موجود}$$

$$(1.00\text{ kg } O_2)\left(\frac{1000\text{ g}}{\text{kg}}\right)\left(\frac{1\text{ mol } O_2}{32.0\text{ g } O_2}\right) = 31.25\text{ mol } O_2\text{ موجود}$$

$$2C_8H_{18} + 17O_2 \longrightarrow 16CO + 18H_2O$$

$$(8.77\text{ mol } C_8H_{18})\left(\frac{17\text{ mol } O_2}{2\text{ mol } C_8H_{18}}\right) = 74.5\text{ mol } O_2\text{ مطلوب}$$

وهكذا فإن O_2 موجود بكميته الحدّية.

$$(31.25\text{ mol } O_2)\left(\frac{16\text{ mol CO}}{17\text{ mol } O_2}\right)\left(\frac{28.0\text{ g CO}}{\text{mol CO}}\right) = 824\text{ g CO}$$

74. كم تبلغ كتلتا P_4O_6 و P_4O_{10} اللتان ستنتجان عن احتراق 2.00 g من P_4 في 2.00 g من الاكسجين دون أن يبقى P_4 أو O_2؟

■

$$P_4 + 5O_2 \longrightarrow P_4O_{10} \qquad P_4 + 3O_2 \longrightarrow P_4O_6$$

$$(2.00\text{ g } P_4)\left(\frac{1\text{ mol } P_4}{123.88\text{ g}}\right) = 0.0161\text{ mol } P_4 \qquad (2.00\text{ g } O_2)\left(\frac{1\text{ mol } O_2}{32.0\text{ g}}\right) = 0.0625\text{ mol } O_2$$

إن كمية الاكسجين الموجودة كافية لإنتاج P_4O_{10} حصراً، مما يتطلّب O_2 .5(0.0161 mol) = 0.0805 mol. لذلك

$$(0.0161\text{ mol } P_4)\left(\frac{3\text{ mol } O_2}{\text{mol } P_4}\right) = 0.0483\text{ mol } O_2$$

(مستخدمة لإنتاج P_4O_6)

ولا يزال هناك 0.0142 mol من O_2 دون تفاعل. يمكن لهذا الاكسجين عندئذٍ أن يتفاعل وفقاً للتفاعل $P_4O_6 + 2O_2 \rightarrow P_4O_{10}$. إذن

$$(0.0142\text{ mol } O_2)\left(\frac{1\text{ mol } P_4O_{10}}{2\text{ mol } O_2}\right) = 0.00710\text{ mol } P_4O_{10}$$

من بين 0.0161 mol من P_4O_6 المتشكّل اساساً، يحوّل 0.00710 mol إلى P_4O_{10}، تاركاً 0.0090 mol.

$$(0.00710\text{ mol } P_4O_{10})\left(\frac{284\text{ g}}{\text{mol}}\right) = 2.02\text{ g } P_4O_{10} \qquad (0.0090\text{ mol } P_4O_6)\left(\frac{220\text{ g}}{\text{mol}}\right) = 1.98\text{ g } P_4O_6$$

75. تمّ تمرير مزيج يتكوّن من 1.00 ton من CS_2 و 2.00 tons من Cl_2 عبر أنبوب تفاعل حارّ جرى فيه التفاعل $CS_2 + 3Cl_2 \rightarrow CCl_4 + S_2Cl_2$ (أ) كم تبلغ كمية CCl_4 الناتجة عن التفاعل الكامل لمادة الانطلاق الحدّية؟ (ب) أي من مواد الانطلاق تكون فائضة وكم يبقى منها دون تفاعل؟

■ إن نسبة الأطنان مساوية لنسبة الغرامات، ولذا نحلّ المسألة باستخدام الغرامات:

$$(1.00\text{ g } CS_2)\left(\frac{1\text{ mol } CS_2}{76.0\text{ g } CS_2}\right)\left(\frac{3\text{ mol } Cl_2}{\text{mol } CS_2}\right)\left(\frac{71.0\text{ g } Cl_2}{\text{mol } Cl_2}\right) = 2.80\text{ g } Cl_2\text{ مطلوبة}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$(2.00\ \text{g Cl}_2)\left(\frac{1\ \text{mol Cl}_2}{71.0\ \text{g Cl}_2}\right)\left(\frac{1\ \text{mol CCl}_4}{3\ \text{mol Cl}_2}\right)\left(\frac{154\ \text{g CCl}_4}{\text{mol CCl}_4}\right) = 1.45\ \text{g CCl}_4 \quad \Rightarrow \quad \text{1.45 طن (أ)}$$

$$(2.00\ \text{g Cl}_2)\left(\frac{1\ \text{mol Cl}_2}{71.0\ \text{g Cl}_2}\right)\left(\frac{1\ \text{mol CS}_2}{3\ \text{mol Cl}_2}\right)\left(\frac{76.0\ \text{g CS}_2}{\text{mol CS}_2}\right) = 0.714\ \text{g CS}_2 \text{ مستخدمة}$$

$$(1.00\ \text{g CS}_2 \text{ موجودة}) - (0.714\ \text{g مستخدمة}) = 0.286\ \text{g CS}_2 \text{ فائضة} \quad \Leftarrow \quad \text{0.286 طن (ب)}$$

76.11 يتواصل التفاعل $2Al + 3MnO \rightarrow Al_2O_3 + 3Mn$ حتى يتم استهلاك كل المادة الحدّية. سُخّن مزيج يحتوي على 110 g Al و 200 g MnO لإشعال التفاعل. أي المواد الأصلية تبقى فائضة وكم تبلغ الكمية الفائضة؟

■

$$(110\ \text{g Al})\left(\frac{1\ \text{mol Al}}{27.0\ \text{g Al}}\right) = 4.07\ \text{mol Al} \text{ موجود} \qquad (200\ \text{g MnO})\left(\frac{1\ \text{mol MnO}}{70.9\ \text{g MnO}}\right) = 2.82\ \text{mol MnO} \text{ موجود}$$

بما أن نسبة Al/MnO الموجودة تفوق تلك التي يستلزمها التفاعل (2/3) فإن كمية Al الموجودة فائضة.

$$(2.82\ \text{mol MnO})\left(\frac{2\ \text{mol Al}}{3\ \text{mol MnO}}\right)\left(\frac{27.0\ \text{g Al}}{\text{mol Al}}\right) = 50.8\ \text{g Al} \text{ مطلوب} \qquad (100.0\ \text{g}) - (50.8\ \text{g}) = 49.2\ \text{g Al} \text{ فائض}$$

77.11 احسب عدد غرامات NaCl المتشكّل بتفاعل 100 g من Na_2CO_3 مع 100 g من HCl. احسب كذلك عدد غرامات الكاشف الفائض الذي يبقى بدون تفاعل.

■

$$(100\ \text{g Na}_2\text{CO}_3)\left(\frac{1\ \text{mol Na}_2\text{CO}_3}{106\ \text{g Na}_2\text{CO}_3}\right) = 0.943\ \text{mol Na}_2\text{CO}_3 \text{ موجود}$$

$$(100\ \text{g HCl})\left(\frac{1\ \text{mol HCl}}{36.5\ \text{g HCl}}\right) = 2.74\ \text{mol HCl} \text{ موجود}$$

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

$$(0.943\ \text{mol Na}_2\text{CO}_3)\left(\frac{2\ \text{mol HCl}}{\text{mol Na}_2\text{CO}_3}\right) = 1.89\ \text{mol HCl} \text{ مطلوب}$$

كمية HCl فائضة. لذلك تتوقف كمية NaCl على كمية Na_2CO_3 الموجودة - أي الكمية الحدّية

$$(0.943\ \text{mol Na}_2\text{CO}_3)\left(\frac{2\ \text{mol NaCl}}{1\ \text{mol Na}_2\text{CO}_3}\right)\left(\frac{58.5\ \text{g NaCl}}{\text{mol NaCl}}\right) = 110\ \text{g NaCl}$$

$$0.85\ \text{mol} = (2.74\ \text{mol}) - (1.89\ \text{mol}) \text{ كمية HCl الفائضة هي}$$

$$(0.85\ \text{mol HCl})\left(\frac{36.5\ \text{g HCl}}{1\ \text{mol HCl}}\right) = 31\ \text{g HCl in الفائضة}$$

78.11 كم يُنتج من كلوريد البوتاسيوم عند تفاعل 2.00 g من K و 3.00 g من Cl_2؟

■

$$(2.00\ \text{g K})\left(\frac{1\ \text{mol K}}{39.1\ \text{g K}}\right) = 0.512\ \text{mol K} \text{ موجود} \qquad (3.00\ \text{g Cl}_2)\left(\frac{1\ \text{mol Cl}_2}{70.9\ \text{g Cl}_2}\right) = 0.0423\ \text{mol Cl}_2 \text{ موجود}$$

$$2K + Cl_2 \longrightarrow 2KCl$$

المطلوب لأجل 0.0512 mol من K هو

$$(0.0512\ \text{mol K})\left(\frac{1\ \text{mol Cl}_2}{2\ \text{mol K}}\right) = 0.0256\ \text{mol Cl}_2. \quad \text{إذن كمية } Cl_2 \text{ فائضة}$$

$$(0.0512\ \text{mol K})\left(\frac{1\ \text{mol KCl}}{\text{mol K}}\right)\left(\frac{74.5\ \text{g KCl}}{\text{mol KCl}}\right) = 3.81\ \text{g KCl}$$

79.11 احسب عدد غرامات Li_2O المتشكّل عندما يتفاعل 20 g من الليثيوم مع 30 g من الأكسجين. أي من المادتين، Li أو O_2، تشكل فائضة؟ وكم يبلغ عدد غرامات الفائض؟

■

$$4Li + O_2 \longrightarrow 2Li_2O$$

$$(20.0\ \text{g Li})\left(\frac{1\ \text{mol Li}}{6.94\ \text{g Li}}\right) = 2.88\ \text{mol Li} \qquad (30.0\ \text{g O}_2)\left(\frac{1\ \text{mol O}_2}{\quad}\right) = 0.938\ \text{mol O}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$(2.88\ \text{mol Li})\left(\frac{1\ \text{mol } O_2}{4\ \text{mol Li}}\right) = 0.720\ \text{mol } O_2 \quad \text{مطلوب}$$

إذا فإن كمية O_2 فائضة

$$O_2 \text{ فائض} = (0.938\ \text{mol}) - (0.720\ \text{mol}) = (0.218\ \text{mol})\left(\frac{32.0\ \text{g}}{\text{mol}}\right) = 7.00\ \text{g } O_2 \quad \text{فائض } O_2$$

$$(2.88\ \text{mol Li})\left(\frac{1\ \text{mol } Li_2O}{2\ \text{mol Li}}\right)\left(\frac{29.9\ \text{g } Li_2O}{\text{mol } Li_2O}\right) = 43.0\ \text{g } Li_2O$$

كم ملليلتراً من NaOH بتركيز 0.200 M سيحيِّد 100 ml من H_2SO_4 بتركيز 0.250 M تحييداً كاملاً؟

$$(100\ \text{mL } H_2SO_4)\left(\frac{0.250\ \text{mmol } H_2SO_4}{\text{mL } H_2SO_4}\right)\left(\frac{2\ \text{mmol NaOH}}{\text{mmol } H_2SO_4}\right)\left(\frac{1\ \text{mL NaOH}}{0.200\ \text{mmol NaOH}}\right) = 250\ \text{mL NaOH}$$

يصنع مبيد الحشرات D.D.T بواسطة التفاعل

$$CCl_3CHO\ (\text{كلورال}) + 2C_6H_5Cl\ (\text{كلوروبنزين}) \rightarrow (ClC_6H_4)_2CHCCl_3\ (DDT) + H_2O$$

إذا عولجت 100 lb من الكلورال مع 100 lb من الكلوروبنزين، ما هي كمية DDT التي ستتشكل؟ افترض أن التفاعل يتمّ دون تفاعلات جانبية أو فاقد.

$$(100\ \text{g } CCl_3CHO)\left(\frac{1\ \text{mol } CCl_3CHO}{147.5\ \text{g } CCl_3CHO}\right)\left(\frac{2\ \text{mol } C_6H_5Cl}{\text{mol } CCl_3CHO}\right)\left(\frac{112.5\ \text{g } C_6H_5Cl}{\text{mol } C_6H_5Cl}\right) = 153\ \text{g } C_6H_5Cl \quad \text{مطلوب}$$

بما أنه لا يوجد سوى 100 g C_6H_5Cl، فإن C_6H_5Cl يتواجد بكمية حدِّية

$$(100\ \text{g } C_6H_5Cl)\left(\frac{1\ \text{mol } C_6H_5Cl}{112.5\ \text{g } C_6H_5Cl}\right)\left(\frac{1\ \text{mol DDT}}{2\ \text{mol } C_6H_5Cl}\right)\left(\frac{353.7\ \text{g DDT}}{\text{mol DDT}}\right) = 157\ \text{g DDT}$$

يُنتج 157 lb DDT

يتم كمّياً إرجاع Cr_2O_3 بواسطة Al عند إشعال مِصْهَر مناسب. التفاعل هو $2Al + Cr_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Cr$ (أ) كم هي كمية الكروم الفلزي المنتجة عند وضع مزيج مكوّن من 5.0 kg Al و 20.0 kg Cr_2O_3؟ (ب) ما هو المتفاعل الذي يبقى عند إتمام التفاعل وبأي مقدار؟

$$\frac{(5.0 \times 10^3\ \text{g Al})(1\ \text{mol Al}/27\ \text{g Al})}{(20.0 \times 10^3\ \text{g } Cr_2O_3)(1\ \text{mol } Cr_2O_3/152\ \text{g } Cr_2O_3)} = 1.41\ \text{mol Al/mol } Cr_2O_3 \quad \text{موجود}$$

بما أنه يُطلبُ 2 mol Al/mol Cr_2O_3، فإن Al يوجد بكميته الحدِّية.

(أ) $$(5.0 \times 10^3\ \text{g Al})\left(\frac{1\ \text{mol Al}}{27.0\ \text{g Al}}\right)\left(\frac{2\text{mol Cr}}{2\ \text{mol Al}}\right)\left(\frac{52.0\ \text{g Cr}}{\text{mol Cr}}\right) = 9.6 \times 10^3\ \text{g Cr} = 9.6\ \text{kg Cr}$$

(ب) $$(5.0 \times 10^3\ \text{g Al})\left(\frac{1\ \text{mol Al}}{27.0\ \text{g Al}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol } Cr_2O_3}{2\ \text{mol Al}}\right)\left(\frac{152\ \text{g } Cr_2O_3}{\text{mol } Cr_2O_3}\right) = 14.1\ \text{kg } Cr_2O_3 \quad \text{مطلوب}$$

$$(20.0\ \text{kg } Cr_2O_3 \text{ موجود}) - (14.1\ \text{kg } Cr_2O_3 \text{ مستعمل}) = 5.9\ \text{kg } Cr_2O_3 \quad \text{فائض}$$

يمكن نزع الفضة من محاليل أملاحه بالتفاعل مع الزنك الفلزي وفقاً للتفاعل $Zn + 2\ Ag^+ \rightarrow Zn^{2+} + 2\ Ag$. أُلقيَت قطعة من الزنك وزنها 50 g في حوض سعته 100 L يحتوي على 3.0 g Ag^+/L. (أ) أي متفاعل استهلك بكامله؟ (ب) ما هي كمية المادة الأخرى التي تلت دون تفاعل؟

$$\left(\frac{3.0\ \text{g}}{\text{L}}\right)(100\ \text{L}) = (300\ \text{g } Ag^+)\left(\frac{1\ \text{mol } Ag^+}{107.9\ \text{g } Ag^+}\right) = 2.8\ \text{mol } Ag^+ \qquad (50\ \text{g Zn})\left(\frac{1\ \text{mol Zn}}{65.4\ \text{g Zn}}\right) = 0.76\ \text{mol Zn}$$

(أ) بما أن نسبة المولية A g^+/Zn الموجودة (2.8/0.76) تفوق نسبة المولية المطلوبة (2/1) في التفاعل؛ فإن كمية Ag^+ فائضة؛ ويكون Zn قد استهلك بكامله.

(ب)

$$(0.76\ \text{mol Zn})\left(\frac{2\ \text{mol } Ag^+}{\text{mol Zn}}\right) = 1.5\ \text{mol } Ag^+ \quad \text{مطلوب}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$(2.8\ \text{mol}) - (1.5\ \text{mol}) = (1.3\ \text{mol Ag}^+ \text{ فائض})\left(\frac{107.9\ \text{g Ag}^+}{\text{mol Ag}^+}\right) = 140\ \text{g Ag}^+ \text{ فائض}$$

84.11 يتفاعل الكربون مع الأكسجين لينتج أحادي أكسيد الكربون أو ثاني أكسيد الكربون، ارتباطاً بكمية الأكسجين المتوفرة في كل حالة. احسب عدد مولات كل منتج حاصل عندما يتفاعل 100 g من الأكسجين مع (أ) 10.0 g من الكربون (ب) 100 g من الكربون (ج) 60.0 g من الكربون.

■

$$(100\ \text{g O}_2)\left(\frac{1\ \text{mol O}_2}{32.0\ \text{g O}_2}\right) = 3.125\ \text{mol O}_2$$

$$(10.0\ \text{g C})\left(\frac{1\ \text{mol C}}{12.0\ \text{g C}}\right) = 0.833\ \text{mol C} \qquad (أ)$$

يوجد فائض من الأكسجين حتى للتفاعل الذي يُنتج فيه ثاني أكسيد الكربون.

$$(0.833\ \text{mol C})\left(\frac{1\ \text{mol CO}_2}{\text{mol C}}\right) = 0.833\ \text{mol CO}_2$$

(ب) 100 g من الكربون يساوي 8.33 mol من الكربون. يوجد فائض من الأكسجين حتى للتفاعل الذي ينتج فيه أحادي أكسيد الكربون.

$$(3.125\ \text{mol O}_2)\left(\frac{2\ \text{mol CO}}{\text{mol O}_2}\right) = 6.25\ \text{mol CO}$$

$$(60.0\ \text{g C})\left(\frac{1\ \text{mol C}}{12.0\ \text{g C}}\right) = 5.00\ \text{mol C} \qquad (ج)$$

يوجد أكسجين فائض لتكوين CO ولكن الكمية لا تكفي لتكوين CO_2. لذلك يتكوّن جزء من كل من هذه المنتجات. يمكن حل هذه المسألة بمعادلات متزامنة أو افتراض أن كل الكربون يحوّل أولاً إلى CO ومن ثم يؤكسد O_2 الفائض بعض CO إلى CO_2. يتطلّب 5.00 mol من الكربون 2.50 mol من O_2 لإنتاج 5.00 mol من CO تاركاً فائضاً يساوي 0.625 mol من O_2. تتفاعل هذه الكمية من O_2 مع 1.25 mol من CO في التفاعل $CO + \frac{1}{2}\ O_2 \rightarrow CO_2$ لإنتاج 1.25 mol من CO_2 ويترك 3.75 mol من CO دون تفاعل.

3.11 تركيزات المذابات، الوحدات الفيزيائية.

85.11 كيف تحضّر 60 ml من محلول مائي يحتوي على 0.030 g $AgNO_3$ في كل ml؟

■ بما أنه ينبغي أن يحتوي كل ml من المحلول على 0.030 g $AgNO_3$، يجب أن يحتوي 60 ml من المحلول

$$(0.030\ \text{g/ml})(60\ \text{mL}) = 1.8\ \text{g AgNO}_3$$

إذن أذيب 1.8 g من $AgNO_3$ في حوالي 50 ml من الماء. ثم أضيف كمية كافية من الماء كي يساوي الحجم بالضبط 60 ml. بقوة لتوفير التجانس. (لاحظ أن يكون 60 ml هو حجم المحلول النهائي وليس حجم الماء المستخدم لصنع المحلول).

86.11 كم غراماً من محلول NaCl بنسبة 5.0% بالوزن يلزم لإنتاج 3.2 g من NaCl؟

■ يحتوي محلول NaCl بنسبة 5.0% بالوزن على 5.0 g من NaCl في 100 g من المحلول. إذن:

1 g من NaCl موجود في 100/5.0 g من المحلول

و

$$3.2\ \text{g NaCl موجود في } \left(\frac{100\ \text{g محلول}}{5.0}\right)(3.2) = 64\ \text{g من المحلول}$$

أو بطريقة النسب، ليكن x = العدد المطلوب من غرامات المحلول.

$$\frac{5.0\ \text{g NaCl}}{100\ \text{g محلول}} = \frac{3.2\ \text{g NaCl}}{x} \quad \text{لذلك } 64\ \text{g محلول} = x$$

أو باستخدام عامل كمّي.

$$64\ \text{g محلول} = (3.2\ \text{g NaCl})\left(\frac{100\ \text{g محلول}}{5.0\ \text{g NaCl}}\right)$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

87. احسب كتلة HCL النهيدري (لا مائي) في 5.00 ml من حمض الهيدروكلوريك المركّز (كثافة 1.19 g/ml) يحتوي على HCl بنسبة 37.23% وزناً.

■ إن كتلة 5.00 ml من المحلول هي 5.95 g = (1.19 g/ ml) (5.00 ml). يحتوي المحلول على HCl بنسبة 37.23% وزناً. لذلك فإن كتلة HCl^- في محلول وزنه 5.95 g هي (0.3723)(5.95 g) = 2.22 g HCl النهيدري.

88. احسب حجم حمض كبريتي مركّز (كثافته 1.84 g/ml) يحتوي على H_2SO_4 بنسبة 98.0% وزناً وقد يحتوي على 40.0 g من H_2SO_4 النقي.

■ 1 ml واحد من المحلول له كتلة تساوي 1.84 g ويحتوي على (0.98)(1.84 g) = 1.80 g من H_2SO_4 النقي. إذن 40.0 g من H_2SO_4 موجود في (محلول 1 ml) (40.0/ 1.80) = 22.2 ml من المحلول.

89. إلى أي درجة يجب أن يخفّف محلول تركيزه 40 mg من $AgNO_3$ في كل ml كي ينتج محلولاً تركيزه 16 mg من $AgNO_3$ في كل ml؟

■ ليكن V هو الحجم الذي يجب أن يخفّف إليه 1 ml من المحلول الأصلي كي ينتج محلولاً تركيزه 16 mg من $AgNO_3$ في كل ml. بما أن مقدار المذاب لا يتغيّر مع التخفيف،

الحجم (1) × التركيز (1) = الحجم (2) × التركيز (2) أو (1 ml) (40 mg/ml) = V(16 mg/ml)

والحل يعطي V = 2.5 ml. كل ml من المحلول الأصلي يجب أن يخفف إلى حجم 2.5 ml.

طريقة أخرى

ستكون كمية المذاب في كل ml من المحلول المخفّف تساوي 16/40 من مقداره الموجود في المحلول الأصلي. وهكذا فإن (40/16) ml = 2.5 ml من المحلول المخفف سيحتوي على المقدار نفسه من المذاب الموجود في 1 ml من المحلول الأصلي. لاحظ أن 2.5 ليس عدد مايلترات الماء التي يجب إضافتها بل هو الحجم النهائي للمحلول بعد إضافة الماء إلى 1 ml من المحلول الأصلي. تعطي صيغة التخفيف دائماً أجوبة على أساس الحجم الكلي للمحلول. إذا كان بالامكان افتراض عدم حصول تقلص أو تمدد حجمي عند التخفيف، فإن مقدار الماء الذي يجب إضافته في هذه المسألة هو 1.5 ml لكل ml من المحلول.

90. تتطلّب طريقة ما 100 cm^3 من H_2SO_4 بنسبة 20% وكثافته 1.14 g/cm^3 كم هي كمية الحمض المركز الذي له كثافة 1.84 g/cm^3 ويحتوي على H_2SO_4 بنسبة 98.0% وزناً. الواجب تخفيفها بالماء لتحضير 100 cm^3 من حمض له القوة المطلوبة؟

■ يجب تغيير التركيزات أولاً من أساس كتلي إلى أساس حجمي، كي يصبح بالإمكان تطبيق معادلة التخفيف.

كتلة H_2SO_4 لكل cm^3 من الحمض 20% = (0.200)(1.14 g/cm^3) = 0.228 g/cm^3

كتلة H_2SO_4 لكل cm^3 من الحمض 98.0% = (0.980)(1.84 g/cm^3) = 1.80 g/cm^3

ليكن V هو حجم حمض تركيزه 98.0% مستلزم لتحضير 100 cm^3 من حمض تركيزه 20.0%. إذن

الحجم (1) × التركيز (1) = الحجم (2) × التركيز (2) أو (100 cm^3)(0.228 g/cm^3) = (V)(1.80 g/cm^3)

ويكون الحل V = 12.7 cm^3 من الحمض المركّز.

91. كم هي كمية NH_4Cl اللازمة لتحضير 100 ml من محلول يحتوي على 70 mg من NH_4Cl لكل ml؟

■ $$(100\ mL)\left(\frac{70\ mg}{mL}\right)\left(\frac{10^{-3}\ g}{mg}\right) = 7.0\ g$$

92. كم غراماً من حمض الهيدروكلوريك المركّز والمحتوي على HCl بنسبة 37.9% وزناً، سيحتوي على 5.00 g من HCl؟

■ $$(5.00\ g\ HCl)\left(\frac{100\ g\ \text{محلول}}{37.9\ g\ HCl}\right) = 13.2\ g\ \text{محلول}$$

93. لتحضير 100.0 g من محلول NaOH بنسبة 19.7% بالوزن، كم غراماً يلزم من كل من NaOH و H_2O؟

■ $$(100.0\ g\ \text{محلول})\left(\frac{19.7\ g\ NaOH}{}\right) = 19.7\ g\ NaOH \qquad (100.0\ g) - (19.7\ g) = 80.3\ g\ \text{ماء}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

94.11 احسب الحجم الذي يشغله 100 g من محلول هيدروكسيد الصوديوم كثافته 1.20 g/ml.

■ $(100\text{ g محلول})\left(\frac{1\text{ ml}}{1.20\text{ g}}\right) = 83.3\text{ ml}$

95.11 أي حجم من حمض الأزوت المخفَّف، كثافته 1.11 g/ml ويحتوي على HNO_3 بنسبة 19% بالوزن، يحتوي على 10 g من HNO_3؟

■ $(10\text{ g }HNO_3)\left(\frac{100\text{ g محلول}}{19\text{ g }HNO_3}\right)\left(\frac{1\text{ ml محلول}}{1.11\text{ g محلول}}\right) = 47\text{ ml}$

96.11 مُرِّر غاز النشادر داخل ماء فأنتج محلولاً كثافته 0.93 g/cm³ ويحتوي على NH_3 بنسبة 18.6% بالوزن. ما هي كتلة NH_3 لكل cm³ من المحلول؟

■ $\left(\frac{0.93\text{ g}}{\text{cm}^3\text{ محلول}}\right)\left(\frac{18.6\text{ g }NH_3}{100\text{ g محلول}}\right) 0.17\text{ g/cm}^3$

97.11 مُرِّر غاز كلوريد الهيدروجين داخل ماء منتجاً محلولاً كثافته 1.12 g/ml ويحتوي على HCl بنسبة 30.5% وزناً. ما هو تركيز محلول HCl؟

■ $\left(\frac{30.5\text{ g HCl}}{100\text{ g محلول}}\right)\left(\frac{1.12\text{ g محلول}}{\text{mL محلول}}\right) = 0.342\text{ g HCl/ml}$

98.11 إنطلاقاً من 100 cm³ من ماء نقي عند 4 °C، ما هو الحجم الذي يمكن تحضيره لمحلول حمض هيدروكلوريك كثافته 1.175 g/cm³ ويحتوي على HCl بنسبة 34.4% وزناً؟

■ HCl بنسبة 34.4% في الماء هو $\frac{34.4\text{ g HCl}}{100\text{ g مجموع}}$ أو $\frac{34.4\text{ g HCl}}{65.6\text{ g ماء}}$ أو $\frac{65.6\text{ g ماء}}{100\text{ g مجموع}}$

وبالتالي $(100\text{ cm}^3\text{ ماء})\left(\frac{1.000\text{ g ماء}}{\text{cm}^3\text{ ماء}}\right)\left(\frac{100\text{ g محلول}}{65.6\text{ g ماء}}\right)\left(\frac{1\text{ cm}^3\text{ محلول}}{1.175\text{ g محلول}}\right) = 130\text{ cm}^3$

99.11 محلول ممتاز لإزالة البقع الدهنية عن الثياب أو الجلد يحتوي على ما يلي: رباعي كلوريد الكربون بنسبة 80% (حجماً)، ليغروين 16%، كحول الأميل 4%. كم ملليتراً من كل من هذه المواد يجب استخدامه لتحضير 75 ml من المحلول؟ (افترض عدم حصول تغيّر في الحجم عند الخلط).

■ كحول الأميل $(75\text{ mL})(0.04) = 3\text{ mL}$ ليغروين $(75\text{ mL})(0.16) = 12\text{ mL}$ $(75\text{ mL})(0.80) = 60\text{ mL }CCl_4$

100.11 يزن لتر من الحليب 1.032 kg. ويكون لدهن الزبدة الذي يحتويه بنسبة 4.0% حجماً كثافة 865 kg/m³. ما هي كثافة الحليب المقشود الخالي من الدسم؟

■ على أساس 1.0 m³ من الحليب:

كتلة دهن الزبدة $= (0.040\text{ m}^3)(865\text{ kg/m}^3) = 35\text{ kg}$

كتلة الحليب المقشود $= (10^3\text{L} - 35\text{ kg})\left(\frac{1.032\text{ kg}}{\text{L}}\right) = 997\text{ kg}$ الحجم $= 0.96\text{ m}^3$

الكثافة $= \frac{997\text{ kg}}{0.96\text{ m}^3} = 1040\text{ kg/m}^3$

101.11 لتحضير إسمنت دوّاب في البنزين، اذب 49 g من راتنج القلفونية في مقلاة حديدية ثم أضف 28 g من كلٍّ من صمغ الله وشمع العسل. ما هو المقدار الذي يجب استخدامه من كل مكوِّن لصنع 75 kg من الاسمنت؟

■ 49 kg من راتنج القلفونية + 28 kg من صمغ الله + 28 kg شمع العسل = مجموع 105 kg

$(\text{مجموع 75 kg})\left(\frac{49\text{ kg راتنج القلفونية}}{105\text{ kg}}\right) = 35\text{ g}$ من راتنج القلفونية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\left(\frac{28\text{ kg صمغ الثلك}}{105\text{ kg مجموع}}\right)(75\text{ kg مجموع}) = 20\text{ kg من صمغ الثلك}$$

يلزم كتلة من شمع العسل مساوية لكتلة صمغ الثلك.

102.11 يحتوي محلول على 75 mg من NaCl لكل ml. إلى أي درجة يجب تخفيفه كي ينتج محلولاً تركيزه 15 mg من NaCl لكل ml من المحلول؟

■ يخفض التركيز إلى الخمس (دون تغيير في عدد غرامات المذاب)، لذلك يجب زيادة الحجم خمسة أضعاف. يجب تخفيف بمقدار 5.0 أضعاف حجمه السابق.

103.11 كم ملليلتراً من محلول تركيزه $100\text{ mg } Co^{2+}$ لكل ml يلزم لتحضير 1.5L من محلول تركيزه $20\text{ mg } Co^{2+}$ لكل ml؟

■

$$V_2 = \frac{C_1V_1}{C_2} = \frac{(1500\text{ mL})(20\text{ mg/mL})}{100\text{ mg/mL}} = 300\text{ mL}$$

104.11 ما هو حجم كحول تركيزه 95.0% بالوزن (كثافته 0.809 g/cm^3) يجب استخدامه لتحضير 150 cm^3 من كحول تركيزه 30.0% وزناً (كثافته 0.957 g/cm^3)؟

■

$$(150\text{ cm}^3\text{ محلول})\left(\frac{0.957\text{ g محلول}}{\text{cm}^3\text{ محلول}}\right)\left(\frac{30.0\text{ g كحول}}{100\text{ g محلول}}\right) = 43.1\text{ g كحول}$$

$$(43.1\text{ g كحول})\left(\frac{100\text{ g محلول}}{95.0\text{ g كحول}}\right)\left(\frac{1\text{ cm}^3\text{ محلول}}{0.809\text{ g محلول}}\right) = 56.1\text{ cm}^3$$

105.11 ما هو مقدار $NaNO_3$ الواجب وزنه لتحضير 50.0 ml من محلول مائي يحتوي على $70.0\text{ mg } Na^+$ لكل ml؟

■ كتلة Na^+ في 50.0 ml من محلول $= (50.0\text{ ml})(70.0\text{ mg/ml}) = 3500\text{ mg} = 3.50\text{ g } Na^+$

الوزن الصيغي لـ $NaNO_3$ هو 85.0؛ وزن Na الذري هو 23.0. إذن

$23.0\text{ g } Na^+$ موجود في $85.0\text{ g } NaNO_3$ $\qquad 1\text{ g } Na^+$ موجود في $\frac{85.0}{23.0}\text{ g } NaNO_3$

$$3.50\text{ g } Na^+ \text{ موجود في } (3.50)\left(\frac{85.0}{23.0}\text{ g}\right) = 12.9\text{ g } NaNO_3$$

أو بالاستخدام المباشر للعوامل التكمية.

$$x\text{ g } NaNO_3 = (50.0\text{ ml محلول})\left(\frac{70.0\text{ mg } Na^+}{1\text{ ml محلول}}\right)\left(\frac{85.0\text{ g } NaNO_3}{23.0\text{ g } Na^+}\right)\left(\frac{1}{1000\text{ mg}}\right) = 12.9\text{ g } NaNO_3$$

106.11 احسب كتلة $Al_2(SO_4)_3{\cdot}18H_2O$ اللازمة لتحضير 50.0 ml من محلول مائي تركيزه $40.0\text{ mg } Al^{3+}$ لكل ml.

■ كتلة Al^{3+} في 50.0 ml من المحلول $= (50.0\text{ ml})(40.0\text{ mg/ml}) = 2000\text{ mg} = 2.00\text{ g } Al^{3+}$

الوزن الذري لـ Al هو 27 g/mol؛ الوزن الصيغي لـ $Al_2(SO_4)_3{\cdot}18H_2O$ هو 666 g/mol.

$$x\text{ g } Al_2(SO_4)_3{\cdot}18H_2O = (2.00\text{ g } Al^{3+})\left(\frac{666\text{ g } Al_2(SO_4)_3{\cdot}18H_2O}{54.0\text{ g } Al^{3+}}\right) = 24.7\text{ g } Al_2(SO_4)_3{\cdot}18H_2O$$

يمكن تحضير محلول له تركيبة مماثلة انطلاقاً من المقدار المناسب من $Al_2(SO_4)_3$. لحساب المقدار المناسب في هذه الحالة، يُستخدم الوزن الصيغي لـ $Al_2(SO_4)_3$ والمساوي لـ 342 عوضاً عن 666. وسيكتشف المختبر أن تحضير 50.0 ml من المحلول انطلاقاً من الملح اللانهيدري (اللامائي) يستلزم كمية من الماء أكبر مما يستلزمه عند تحضيره من الهيدرات (الأملاح المميّهة). وبشكل عام، تختلف أملاح الهيدرات (المميّهة) عن الأملاح اللانهيدرية (اللامائية) من حيث حالتها البلورية فحسب. وفي المحاليل، يصعب تمييز ماء الإماهة عن ماء المادة المذيبة.

107.11 صف كيفية تحضير 50 g من محلول $BaCl_2$ بنسبة 12.0% انطلاقاً من $BaCl_2{\cdot}2H_2O$ وماء نقي.

■ يحتوي محلول $BaCl_2$ بنسبة 12.0% على 12.0 g من $BaCl_2$ لكل 100 g من المحلول، أو 6.0 g من $BaCl_2$ في 50 g من المحلول. الوزن الصيغي لـ $BaCl_2$ هو 208 g/mol، والوزن الصيغي لـ $BaCl_2{\cdot}2H_2O$ هو 244 g/mol.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مقدار $BaCl_2$ 208 g موجود في $BaCl_2.2H_2O$ 244 g

$\frac{244}{208}$ g $BaCl_2.2H_2O$ موجود في 1 g $BaCl_2$

و 6.0 g $BaCl_2$ موجود في $7.0\ g\ BaCl_2.2H_2O = (6.0)\left(\frac{244}{208}\ g\right)$

يحضّر المحلول المطلوب بتذويب 7.0 g من $BaCl_2.2H_2O$ في 43 g(43 ml) من الماء.

108.11 ما هو مقدار $BaCl_2$ اللازم لتحضير 250 ml من محلول له نفس تركيز Cl^- في محلول يحتوي على 3.78 g من NaCl لكل 100 ml

■

$$\left(\frac{3.78\ g\ NaCl}{100\ mL}\right)\left(\frac{1\ mol\ Cl^-}{58.5\ g\ NaCl}\right)\left(\frac{1\ mol\ BaCl_2}{2\ mol\ Cl}\right)\left(\frac{208\ g\ BaCl_2}{mol\ BaCl_2}\right) = 0.0672\ g\ BaCl_2/mL$$

$$(250\ mL)\left(\frac{0.0672\ g}{mL}\right) = 16.8\ g\ BaCl_2$$

109.11 خُفّف 4.00 g بالضبط من محلول حمض كبريتي بالماء وأضيف فائض من $BaCl_2$. بلغ وزن الراسب المغسول والمجفف من $BaSO_4$ 4.08 g. أوجد النسبة المئوية لـ H_2SO_4 في المحلول الحمضي الأساسي.

■ حدّد أولاً كتلة H_2SO_4 اللازمة لترسيب 4.08 g من $BaSO_4$ بواسطة التفاعل $H_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow 2HCl + BaSO_4$. المعادلة أن 1 mol من $BaSO_4$ (233.4 g) يتطلّب 1 mol من H_2SO_4 (98.08 g). لذلك، 4.08 g من $BaSO_4$ يتطلّب

$$\left(\frac{4.08\ g\ BaSO_4}{233.4\ g\ BaSO_4}\right)(98.08\ g\ H_2SO_4) = 1.72\ g\ H_2SO_4$$

ونسبة H_2SO_4 بالوزن = $\frac{\text{كتلة } H_2SO_4}{\text{كتلة المحلول}} = \frac{1.72\ g}{4.00\ g} = 0.430 = 43.0\%$

110.11 ما هي كمية $CrCl_3.6H_2O$ اللازمة لتحضير 1.00 L من محلول يحتوي على 20.0 g من Cr^{3+} لكل L؟

■ مركب $= (1.00\ L)\left(\frac{20.0\ g\ Cr^{3+}}{L}\right)\left(\frac{1\ mol\ Cr^{3+}}{52.0\ g\ Cr^{3+}}\right)\left(\frac{1\ mol\ \text{مركب}}{mol\ Cr^{3+}}\right)\left(\frac{266.4\ g\ \text{مركب}}{mol\ \text{مركب}}\right) = 102\ g$

111.11 كم غراماً من Na_2CO_3 يلزم لتحضير 500 cm^3 من محلول يحتوي على 10.0 mg من CO_3^{2-} لكل cm^3؟

■ $(500\ cm^3)\left(\frac{10.0\ mg\ CO_3^{2-}}{cm^3}\right)\left(\frac{1\ g}{10^3\ mg}\right)\left(\frac{1\ mol\ CO_3^{2-}}{60.0\ g\ CO_3^{2-}}\right)\left(\frac{1\ mol\ Na_2CO_3}{mol\ CO_3^{2-}}\right)\left(\frac{106\ g\ Na_2CO_3}{mol\ Na_2CO_3}\right) = 8.83\ g\ Na_2CO_3$

112.11 كم ملليلتراً من محلول يحتوي على 40.0 g من $CaCl_2$ لكل لتر يلزم للتفاعل مع 0.642 g من Na_2CO_3 النقي؟ يتشكّل $CaCO_3$ في التفاعل.

$$Na_2CO_3 + CaCl_2 \longrightarrow CaCO_3 + 2NaCl$$

$$(0.642\ g\ Na_2CO_3)\left(\frac{1\ mol\ Na_2CO_3}{106\ g\ Na_2CO_3}\right)\left(\frac{1\ mol\ CaCl_2}{mol\ Na_2CO_3}\right)\left(\frac{111\ g\ CaCl_2}{mol\ CaCl_2}\right)\left(\frac{1\ L}{40.0\ g}\right)\left(\frac{10^3\ mL}{L}\right) = 16.8\ mL$$

113.11 ما هو وزن $CaCl_2.6H_2O$ والماء اللازم لتحضير 100 g من محلول يحتوي على $CaCl_2$ بنسبة 5.0%.

■ (100 g محلول) $\left(\frac{5.0\ g\ CaCl_2}{100\ g\ \text{محلول}}\right)\left(\frac{1\ mol\ CaCl_2}{111\ g\ CaCl_2}\right)\left(\frac{1\ mol\ \text{هيدرات}}{mol\ CaCl_2}\right)\left(\frac{219\ g\ \text{هيدرات}}{mol\ \text{هيدرات}}\right) = 9.9\ g\ CaCl_2.6H_2O$

$(100\ g) - (9.9\ g) = 90\ g$ ماء

4.11 المولارية (التركيز الجزيئي ـ الحجمي)

114.11 أي حجم لمحلول NaCl تركيزه 1.71 M يحتوي على 0.20 mol NaCl؟

■ الحجم $= \frac{0.20\ mol\ NaCl}{1.71\ mol/L} = 0.117\ L = 117\ mL$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

115. أي حجم من NaOH تركيزه 3.0 M (الوزن الصيغي = 40 g/mol) يمكن تحضيره بواسطة 84.0 g من NaOH؟

■

$$(84.0\text{ g NaOH})\left(\frac{1\text{ mol NaOH}}{40.0\text{ g NaOH}}\right)\left(\frac{1.0\text{ L}}{3.0\text{ mol NaOH}}\right) = 0.70\text{ L}$$

116. ما هي مولارية NaOH في محلول يحتوي على 24.0 g من NaOH مذابة في 300 ml من محلول؟

$$(24.0\text{ g NaOH})\left(\frac{1\text{ mol NaOH}}{40.0\text{ g NaOH}}\right) = 0.600\text{ mol NaOH} \qquad M = \frac{0.600\text{ mol}}{0.300\text{ L}} = 2.00\text{ M}$$

117. احسب حجم محلول سكر تركيزه 2.50 M يحتوي على 0.400 mol سكر.

■

$$(0.400\text{ mol})\left(\frac{1\text{ L}}{2.50\text{ mol}}\right) = 0.160\text{ L}$$

118. كم ملليلتراً من الماء يجب إضافتها إلى 200 ml من HCl تركيزه 0.65 M من أجل تخفيف المحلول إلى 0.20 M؟

■

$$(200\text{ mL HCl})\left(\frac{0.650\text{ mmol HCl}}{\text{mL}}\right) = 130\text{ mmol HCl} \qquad V_{final} = \frac{130\text{ mmol}}{0.200\text{ mmol/mL}} = 650\text{ mL}$$

ينبغي ان يضاف تقريباً $(650\text{ mL}) - (200\text{ mL}) = 450\text{ mL}$

119. ما هي كمية HCl بتركيز 1.00 M التي يجب خلطها مع اي حجم من HCl بتركيز 0.250 M من أجل تحضير 1.00 L من HCl تركيزه 0.500 M؟

■ ليكن x L من HCl تركيزه 0.25؛ إذن $1.00 - x$ L من HCl تركيزه 1.00

و $x(0.25) + (1.0 - x)(1.00) = (1.00)(0.500)$

إذن $x = 0.667\text{ L} = 667\text{ ml}$ من HCl تركيزه 0.25 M و $1.00 - x = 0.333\text{ L} = 333\text{ ml}$ من HCl تركيزه 1.00 M

120. ما هو التركيز الجُزيئي لمحلول يحتوي على 16.0 g من CH_3OH في 200 cm^3 من المحلول؟

■ الوزن الجزيئي لـ CH_3OH هو 32.0 g/mol.

$$M = \text{التركيز الجزيئي} = \frac{n\text{ (مذاب)}}{\text{حجم المحلول في L}} = \frac{\frac{16.0\text{ g}}{32.0\text{ g/mol}}}{0.200\text{ L}} = 2.50\text{ mol/L} = 2.50\text{ M}$$

121. ما هو حجم Na_2SO_4 تركيزه 0.30 M اللازم لتحضير 2.0 L من محلول تركيزه 0.40 M في Na^+؟

■

$$(2.0\text{ L})\left(\frac{0.40\text{ mol Na}^+}{\text{L}}\right)\left(\frac{1\text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{2\text{ mol Na}^+}\right)\left(\frac{1\text{ L}}{0.30\text{ mol Na}_2\text{SO}_4}\right) = 1.3\text{ L}$$

122. إلى اي حدّ ينبغي تخفيف محلول $BaCl_2$ تركيزه 0.500 M كي ينتج محلولاً تركيزه 20.0 mg من Ba^{2+} لكل ml؟

■ يحتوي المحلول الأصلي على 0.500 mol $BaCl_2$ أو 0.500 mol Ba^{2+} لكل L. كتلة Ba^{2+} في 0.500 mol هي

$$(0.500\text{ mol})(137.3\text{ g/mol}) = 68.6\text{ g Ba}^{2+}$$

وهكذا يحتوي محلول $BaCl_2$ تركيزه 0.500 M على 68.6 g Ba^{2+} لكل L أو 68.6 mg من Ba^{2+} لكل mL.

تكمن المشكلة الآن في إيجاد إلى اي حد ينبغي تخفيف 68.6 mg من Ba^{2+} لكل mL من المحلول كي ينتج محلولاً تركيزه 20.0 mg Ba^{2+} لكل ml.

الحجم (1) × التركيز (1) = الحجم (2) × التركيز (2) أو $(1\text{ml})(68.6\text{ mg/ml}) = (V)(20.0\text{ mg/ml})$

وعند حلّ المسألة، $V = 3.43$ ml. ينبغي ان يخفّف بالماء كل ml من $BaCl_2$ بتركيز 0.500 M حتى حجم 3.43 ml.

123. احسب التركيز النهائي لـ HNO_3 إذا اضيف 0.20 mol من HNO_3 إلى كوب يحتوي على 2.0 L من HNO_3 تركيزه 1.1 M ثم اضيفت كمية من الماء النقي تكفي كي يصبح الحجم النهائي 3.0 L.

■

$$n = (0.20\text{ mol}) + (2.0\text{ L})\left(\frac{1.1\text{ mol}}{\text{L}}\right) = 2.4\text{ mol} \qquad M = (2.4\text{ mol})/(3.0\text{ L}) = 0.80\text{ M}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

124.11 كم ملليلتراً من $Pb(NO_3)_2$ بتركيز 2.00 M يحتوي على 600 mg من Pb^{2+}؟

■ يحتوي لتر من $Pb(NO_3)_2$ تركيزه 1.00 M على 1.00 mol من Pb^{2+} إذن يحتوي 1.00 L بتركيز 2.00 M على 2.00 mol من Pb^{2+} أو 414 g من Pb^{2+} لكل L. أو 414 mg من Pb^{2+} لكل mL. وهكذا 600 mg من Pb^{2+} موجود في

$$\frac{600\text{ mg}}{414\text{ mg/mL}} = 1.45\text{ mL of }2.00\text{ M }Pb(NO_3)_2$$

125.11 كم غراماً من المذاب يلزم لتحضير 1.000 L من $Pb(NO_3)_2$ تركيزه 1.000 M؟ ما هو التركيز الجزيئي للمحلول فيما يخص كل من الأيونات؟

■ يحتوي محلول تركيزه 1.000 M على 1.000 mol من المادة المذيبة في 1.000 L من المحلول. الوزن الصّيغي لـ $Pb(NO_3)_2$ هو 331.2. اذلك يلزم 331.2 g من $Pb(NO_3)_2$. يكون لمحلول من $Pb(NO_3)_2$ تركيزه 1 M بتركيز 1 M بالنسبة إلى Pb^{2+} وبتركيز 2 M بالنسبة إلى NO_3^-.

126.11 حدّد التركيز الجُزَيئي لكل من المحاليل التالية: (أ) 18.0 g من $AgNO_3$ لكل L من المحلول. (ب) 12.00 g من $AlCl_3.6H_2O$ لكل L من المحلول. الوزن الصّيغي لـ $AgNO_3$ هو 169.9 g/mol؛ ووزن صيغة $AlCl_3.6H_2O$ هو 241.4 g/mol

(أ) $\frac{18.0\text{ g/L}}{169.9\text{ g/mol}} = 0.106\text{ mol/L} = 0.106\text{ M}$ (ب) $\frac{12.00\text{ g/L}}{241.4\text{ g/mol}} = 0.0497\text{ mol/L} = 0.0497\text{ M}$

127.11 ما هو التركيز الجُزَيئي لمحلول يحتوي على 37.5 g من $Ba(MnO_4)_2$ لكل L. وما هو التركيز الجُزيئي فيما يتعلق بكل نوع من الأيونات؟

■
$$\left(\frac{37.5\text{ g }Ba(MnO_4)_2}{\text{L}}\right)\left(\frac{1\text{ mol }Ba(MnO_4)_2}{375\text{ g }Ba(MnO_4)_2}\right) = 0.100\text{ mol/L} = 0.100\text{ M}$$

$$\left(\frac{0.100\text{ mol }Ba(MnO_4)_2}{\text{L}}\right)\left(\frac{1\text{ mol }Ba^{2+}}{\text{mol }Ba(MnO_4)_2}\right) = 0.100\text{ mol/L} = 0.100\text{ M }Ba^{2+}$$

$$\left(\frac{0.100\text{ mol }Ba(MnO_4)_2}{\text{L}}\right)\left(\frac{2\text{ mol }MnO_4^-}{\text{mol }Ba(MnO_4)_2}\right) = 0.200\text{ mol }MnO_4^-/\text{L} = 0.200\text{ M }MnO_4^-$$

128.11 كم غراماً من المذاب يلزم لتحضير 1.00 L من $CaCl_2.6H_2O$ تركيزه 1.00 M؟

■
$$(1.00\text{ L})\left(\frac{1.00\text{ mol}}{\text{L}}\right)\left(\frac{219\text{ g }CaCl_2\cdot 6H_2O}{\text{mol}}\right) = 219\text{ g}$$

129.11 يذوّب 100 g بالضبط من NaCl في كمية كافية من الماء كي ينتج 1500 cm^3 من محلول. ما هو التركيز الجزيئي؟

■
$$\left(\frac{100\text{ g NaCl}}{1.500\text{ L}}\right)\left(\frac{1\text{ mol NaCl}}{58.5\text{ g NaCl}}\right) = 1.14\text{ M}$$

130.11 حدّد التركيز الجُزَيئي لكل من المحاليل التالية: (أ) 166 g من KI لكل L من المحلول. (ب) 33.0 g من $(NH_4)_2SO_4$ في 200 ml من المحلول. (ج) 12.5 g من $CuSO_4.5H_2O$ في 100 ml من المحلول. (د) 10.0 mg من Al^{3+} لكل mL من المحلول.

(أ) $\left(\frac{166\text{ g KI}}{\text{L}}\right)\left(\frac{1\text{ mol KI}}{166\text{ g KI}}\right) = \frac{1.00\text{ mol}}{\text{L}} = 1.00\text{ M}$

(ب) $\left(\frac{33.0\text{ g }(NH_4)_2SO_4}{0.200\text{ L}}\right)\left(\frac{1\text{ mol }(NH_4)_2SO_4}{132\text{ g }(NH_4)_2SO_4}\right) = 1.25\text{ M}$

(ج) $\left(\frac{12.5\text{ g }CuSO_4\cdot 5H_2O}{0.100\text{ L}}\right)\left(\frac{1\text{ mol }CuSO_4\cdot 5H_2O}{250\text{ g }CuSO_4\cdot 5H_2O}\right) = 0.500\text{ M}$

(د) $\left(\frac{10.0\text{ mg }Al^{3+}}{\text{mL}}\right)\left(\frac{1\text{ mmol }Al^{3+}}{27.0\text{ mg }Al^{3+}}\right) = 0.370\text{ mmol/mL} = 0.370\text{ M}$

131.11 أي حجم من $Ni(NO_3)_2.6H_2O$ بتركيز 0.200 M يحتوي على 500 mg من Ni^{2+}؟

■
$$(500\text{ mg }Ni^{2+})\left(\frac{1\text{ mmol}}{58.7\text{ mg}}\right)\left(\frac{1\text{ mL}}{0.200\text{ mmol}}\right) = 42.6\text{ mL}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

132. اي محلولين من المحاليل التالية يحتويان على تركيزات متساوية تقريباً لشاردة الهيدروجين؟

(1) 50 mL 0.10M HCl + 25 mL H_2O
(2) 50 mL 0.10M HCl + 50 mL H_2O
(3) 50 mL 0.10M H_2SO_4 + 25 mL H_2O
(4) 25 mL 0.10M H_2SO_4 + 50 mL H_2O

■ (1) و (4). (1) يحتوي على 5.0 mmol من H^+ في 75 mL؛ (2) يحتوي على 5.0 mmol من H^+ في 100 ml؛ (3) يحتوي على 10 mmol من H^+ في 75 mL؛ (4) يحتوي على 5.0 mmol في 75 mL (بافتراض التأين الكامل لـ H_2SO_4).

133. احسب التركيز النهائي للمذاب عندما يُمزَج 2.0 L من محلول سكر تركيزه 3.0 M و 3.0 L من محلول سكر تركيزه 2.5 M ومن ثم يخفّف بالماء حتى 10.0 L.

■ المحلول 1: (2.0 L)(3.0 M) = 6.0 mol سكر
المحلول 2: (3.0 L)(2.5 M) = 7.5 mol سكر
عند خلطهما: 13.5 mol سكر
التركيز النهائي: $\frac{13.5 \text{ mol}}{10.0 \text{ L}} = 1.35 \text{ M}$

134. إذا مُزِج 40.00 mL من HCl بتركيز 1.600 M مع 60.00 ml من NaOH بتركيز 2.000 M، ما هي التركيزات الجزيئية للأيونات Na^+، Cl^-، OH^- في المحلول الناتج؟ افترض حجماً كلياً من 100.00 mL.

■ (40.00 mL)(1.600 M HCl) يُنتج 64.00 mmol من H^+ و 64.00 mmol من Cl^-
(60.00 mL)(2.000 M NaOH) ينتج 120.0 mmol من OH^- و 120.0 mmol من Na^+

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

يتفاعل 64.00 mmol من H^+ مع 64.00 mmol من OH^-، تاركاً 56.0 mmol من OH^- في المحلول.

$$\frac{56.0 \text{ mmol } OH^-}{100.0 \text{ mL}} = 0.560 \text{ M } OH^- \qquad \frac{64.00 \text{ mmol } Cl^-}{100.0 \text{ mL}} = 0.640 \text{ M } Cl^- \qquad \frac{120.0 \text{ mmol } Na^+}{100 \text{ mL}} = 1.200 \text{ M } Na^+$$

135. أي حجم من H_2SO_4 بتركيز 0.300 M يلزم لتحييد 200 mL بالضبط من NaOH بتركيز 0.500 M؟

■ $$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$(200 \text{ mL NaOH})\left(\frac{0.500 \text{ mmol NaOH}}{\text{mL}}\right)\left(\frac{1 \text{ mmol } H_2SO_4}{2 \text{ mmol NaOH}}\right)\left(\frac{1 \text{ mL } H_2SO_4}{0.300 \text{ mmol } H_2SO_4}\right) = 167 \text{ mL } H_2SO_4$$

136. احسب مولاريّة محلول H_3PO_4 الأصلي إذا كان يلزم 20.0 mL من محلول H_3PO_4 لتحييد 40.0 mL من محلول $Ba(OH)_2$ تركيزه 0.0500 M تحييداً كاملاً.

■ $$[40.0 \text{ mL } Ba(OH)_2]\left(\frac{0.0500 \text{ mmol } Ba(OH)_2}{\text{mL}}\right)\left(\frac{2 \text{ mmol } H_3PO_4}{3 \text{ mmol } Ba(OH)_2}\right) = 1.33 \text{ mmol } H_3PO_4$$

$$\frac{1.33 \text{ mmol } H_3PO_4}{20.0 \text{ mL } H_3PO_4} = 0.0667 \text{ M } H_3PO_4$$

137. ما هو تركيز NaCl الناتج أخيراً عن مزج 2.00 L من NaCl بتركيز 4.00 M مع 3.00 L من NaCl بتركيزه 1.50 M إضافة إلى كمية من الماء تكفي لتخفيف المحلول إلى 10.0 L؟

■ $(2.00 \text{ L})(4.00 \text{ M}) = 8.00 \text{ mol}$
$(3.00 \text{ L})(1.50 \text{ M}) = 4.50 \text{ mol}$
12.50 mol
$\frac{12.50 \text{ mol}}{10.0 \text{ L}} = 1.25 \text{ M}$

138. أي حجم من $BaCl_2$ بتركيز 0.50 M سيحتوي على 3.0 mol من شاردة الكلوريد؟

■ $$(3.0 \text{ mol } Cl^-)\left(\frac{1 \text{ mol } BaCl_2}{2 \text{ mol } Cl^-}\right)\left(\frac{1 \text{ L } BaCl_2}{0.50 \text{ mol } BaCl_2}\right) = 3.0 \text{ L}$$

139. كيف يمكن تحضير 300 mL بالضبط من محلول HCl بتركيز 5.00 M عن طريق تخفيف كمية كافية من محلول الأم تركيزه 12.00 M

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

■ المطلوب:
$$(300\ \text{mL})(5.00\ \text{M}) = 1500\ \text{mmol}$$
المحلول الأم المستخدم:
$$(1500\ \text{mmol})\left(\frac{1\ \text{mL}}{12.00\ \text{mmol}}\right) = 125\ \text{mL}$$
خفّف 125 mL من المحلول الأم بتركيز 12.00 M بواسطة كمية من الماء تكفي لصنع 300 mL من المحلول.

140.11 كم مولاً من أيونات الكلوريد Cl^- يوجد في 50.0 mL من $BaCl_2$ بتركيز 0.200 M؟

■ $(0.0500\ \text{L})\left(\frac{0.200\ \text{mol}\ BaCl_2}{\text{L}}\right) = 0.0100\ \text{mol}\ BaCl_2$ $\quad (0.0100\ \text{mol}\ BaCl_2)\left(\frac{2\ \text{mol}\ Cl^-}{\text{mol}\ BaCl_2}\right) = 0.0200\ \text{mol}\ Cl^-$

إن محلول $BaCl_2$ بتركيز 0.200 M هو محلول مكوّن من Ba^{2+} بتركيز 0.200 M و Cl^- بتركيز 0.400 M.

141.11 يحتوي محلول مائي من HCl على HCl بنسبة 28% وزناً وكثافته 1.20 g/ml. أوجد مولارية هذا المحلول.

■ لتر واحد من المحلول له كتلة تساوي 1200 g.
$$\left(\frac{1200\ \text{g محلول}}{\text{L}}\right)\left(\frac{28\ \text{g HCl}}{100\ \text{g محلول}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol HCl}}{36.5\ \text{g HCl}}\right) = \frac{9.2\ \text{mol HCl}}{\text{L}} = 9.2\ \text{M HCl}$$

142.11 احسب مولاريّة محلول محضّر بإضافة 100.0 g من NaCl إلى كمية كافية من الماء لصنع 1.00 L من المحلول.

■ $\frac{100.0\ \text{g NaCl}}{58.5\ \text{g/mol}} = 1.71\ \text{mol NaCl}$ $\quad \frac{1.71\ \text{mol NaCl}}{1.00\ \text{L solution}} = 1.71\ \text{M}$

143.11 كم ملليلتراً من محلول تركيزه 0.100 M يجب إضافته إلى الماء لصنع 2.00 L من محلول تركيزه 0.0250 M؟

■ $(2.00\ \text{L})\left(\frac{0.0250\ \text{mol}}{\text{L}}\right) = 0.0500\ \text{mol}$ مطلوب $\quad \frac{0.0500\ \text{mol مطلوب}}{0.100\ \text{mol/L}} = 0.500\ \text{L} = 500\ \text{mL}$

لذلك ينبغي تخفيف 500 mL من محلول تركيزه 0.100 M إلى 2.00 L.

144.11 إذا مُزج 20.0 mL من $CaCl_2$ تركيزه 1.00 M و 60.0 mL من $CaCl_2$ تركيزه 0.200 M، كم ستكون مولارية المحلول النهائي؟

■ العدد الكلي لمليمولات $CaCl_2$ (mmol) هو مجموع عدد المليمولات في المحلولين:
$$(20.0\ \text{mL})\left(\frac{1.00\ \text{mmol}}{\text{mL}}\right) + (60.0\ \text{mL})\left(\frac{0.200\ \text{mmol}}{\text{mL}}\right) = 20.0\ \text{mmol} + 12.0\ \text{mmol} = 32.0\ \text{mmol}$$
الحجم الكلي للمحلول النهائي هو 80.0 mL. لذلك فإن مولاريته
$$0.400\ \text{M} = \frac{32.0\ \text{mmol}}{80.0\ \text{mL}}$$

145.11 ما هي كمية $(NH_4)_2SO_4$ اللازمة لتحضير 400 mL من محلول تركيزه M/4؟ (يُستخدم الرمز M/4 أحياناً بدلاً من ¼ M)

■ الوزن الصّيغي لـ $(NH_4)_2SO_4$ هو 132.1 g/mol. يحتوي لتر واحد من محلول تركيزه M/4 على 33.02 g (132.1 g) = ¼ من $(NH_4)_2SO_4$. لذلك فإن 400 mL من محلول تركيزه M/4 يتطلّب (0.400 L)(33.02 g/L) = 13.21 g من $(NH_4)_2SO_4$.

طريقة أخرى

الكتلة = (التركيز الجزيئي) × (الوزن الصيغي) × (حجم المحلول)
$$= (0.400\ \text{l})\ (132.1\ \text{g/mol})\ (¼\ \text{mol/L})$$
$$= 13.21\ \text{g من}\ (NH_4)_2SO_4$$

146.11 احسب كتلة أيونات الكلوريد في 1.00 L من كل من المحاليل التالية: (أ) 10.0% NaCl (كثافته 1.07 g/mL)، (ب) 10.0% من KCl (كثافته 1.06 g/mL)، (ج) NaCl تركيزه 1.00 M، (د) KCl تركيزه 1.00 M. (هـ) احسب مولارية المحلولين الأوّلين.

■
(أ) $(1000\ \text{mL})\left(\frac{1.07\ \text{g}}{\text{mL}}\right)\left(\frac{10.0\ \text{g NaCl}}{100\ \text{g solution}}\right)\left(\frac{35.5\ \text{g}\ Cl^-}{58.5\ \text{g NaCl}}\right) = 64.9\ \text{g}\ Cl^-$

(ب) $(1000\ \text{mL})\left(\frac{1.06\ \text{g}}{\text{mL}}\right)\left(\frac{10.0\ \text{g KCl}}{100\ \text{g solution}}\right)\left(\frac{35.5\ \text{g}\ Cl^-}{74.6\ \text{g KCl}}\right) = 50.4\ \text{g}\ Cl^-$ $\quad$ (ج) و (د) 35.5 g Cl^-

(هـ) $64.9\ \text{g}\ Cl^-/\text{L}$ $\quad \frac{50.4\ \text{g}\ Cl^-/\text{L}}{}$ $= 1.42\ \text{M}\ Cl^-$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1 ما هو تركيز كل أيون في محلول عندما يُخفف بالماء 10.0 g من $CaCl_2$ و 20.0 g من NaCl حتى 500 mL؟

$$(20.0\text{ g NaCl})\left(\frac{1\text{ mol NaCl}}{58.5\text{ g NaCl}}\right) = 0.342\text{ mol NaCl} \qquad (10.0\text{ g CaCl}_2)\left(\frac{1\text{ mol CaCl}_2}{111\text{ g CaCl}_2}\right) = 0.0901\text{ mol CaCl}_2$$

0.0901 mol $CaCl_2$ = 0.0901 mol من Ca^{2+} + 0.180 Mol من Cl^-

0.342 mol NaCl = 0.342 mol من Na^+ + 0.342 mol من Cl^-

عدد مولات المذاب:

0.0901 mol Ca^{2+}	0.342 mol Cl^-	0.342 mol Na^+	0.522 mol Cl^-

التركيزات:

$$\frac{0.0901\text{ mol}}{0.500\text{ L}} = 0.180\text{ M } Ca^{2+} \qquad \frac{0.342\text{ mol}}{0.500\text{ L}} = 0.684\text{ M } Na^+ \qquad \frac{0.522\text{ mol}}{0.500\text{ L}} = 1.04\text{ M } Cl^-$$

2 احسب التركيز النهائي للمذاب بعد تجميع 250 mL من محلول مضاد للتجمّد بتركيز 5.0 M و 500 mL من محلول مضاد للتجمد بتركيز 4.0 M ومن ثم تم تخفيفهما بالماء حتى 2.0 L.

$$(0.250\text{ L})(5.0\text{ M}) = 1.2\text{ mol}$$
$$(0.500\text{ L})(4.0\text{ M}) = 2.0\text{ mol}$$
$$3.2\text{ mol}$$
$$\frac{3.2\text{ mol}}{2.0\text{ L}} = 1.6\text{ M}$$

3 احسب تركيز كل الأيونات في المحلول عندما يُمْزَج 3.0 L من NaCl بتركيز 4.0 M و 4.0 L من $CaCl_2$ بتركيز 2.0 M ويخفّفان إلى 10.0 L.

$$(3.0\text{ L})(4.0\text{ M}) = 12\text{ mol NaCl} \qquad (4.0\text{ L})(2.0\text{ M}) = 8.0\text{ mol CoCl}_2$$

12 mol Na^+ و 12 mol Cl^- مؤلف من 12 mol NaCl

8.0 mol مؤلف من 8.0 mol $CaCl_2$ + 16 mol Cl^- + 8.0 mol Co^{+}

عدد مولات المذاب:

12 mol Na^+	28 mol Cl^-	8.0 mol Co^{+}

التركيزات:

$$\frac{12\text{ mol}}{10.0\text{ L}} = 1.2\text{ M } Na^+ \qquad \frac{28\text{ mol}}{10.0\text{ L}} = 2.8\text{ M } Cl^- \qquad \frac{8.0\text{ mol}}{10.0\text{ L}} = 0.80\text{ M } CO^{2+}$$

4 حدّد التركيز الجزيئي (المولاري) لكل نوع أيوني موجود في محلول بعد كل من العمليات التالية: (أ) يُخفف 200 mL من NaCl بتركيز 2.0 M إلى 500 mL. (ب) يُخفف 200 mL من $BaCl_2$ بتركيز 2.0 M إلى 500 mL. (ج) يُمْسف 200 ml من NaCl بتركيز 3.00 M إلى 300 mL من NaCl بتركيز 4.0 M. (د) يُضاف 200 mL من $BaCl_2$ بتركيز 2.0 M إلى 400 mL من $BaCl_2$ بتركيز 3.0 M و 400 mL من الماء. (هـ) يُضاف 300 mL من NaCl بتركيز 3.0 M إلى 200 mL من $BaCl_2$ بتركيز 4.0 M. (و) يُضاف 400 mL من HCl بتركيز 2.00 M إلى 150 mL من NaOH بتركيز 4.00 M. (ز) يضاف 100 mL من HCl بتركيز 2.0 M و 200 mL من NaOH بتركيز 1.5 M إلى 150 mL من NaCl بتركيز 4.0 M و 50 mL من الماء.

(أ)
$$(200\text{ mL})\left(\frac{2.0\text{ mmol}}{\text{mL}}\right) = 400\text{ mmol}$$

يتكوّن كل mmol من NaCl من 1 mmol من Na^+ و 1 mmol من Cl^-؛ فتلك 400 mmol من كل أيون موجود.

$$\frac{400\text{ mmol } Na^+}{500\text{ mL}} = 0.800\text{ M } Na^+ \qquad \frac{400\text{ mmol Cl}}{500\text{ mL}} = 0.800\text{ M } Cl^-$$

(ب) يحتوي 400 mmol من $BaCl_2$ (انظر القسم (أ)) على 400 mmol من أيونات Ba^{2+} و 800 mmol من أيونات Cl^- إذ يوجد 2 mmol من Cl^- لكل 1 mmol من $BaCl_2$.

$$\frac{400\text{ mmol } Ba^{2+}}{500\text{ mL}} = 0.800\text{ M } Ba^{2+} \qquad \frac{800\text{ mmol } Cl^-}{500\text{ mL}} = 1.60\text{ M } Cl^-$$

(ج) على افتراض أن الحجم الكلي سيكون 500 mL (تقريب جيد جداً).

$$(200\text{ mL})\left(\frac{3.00\text{ mmol NaCl}}{\text{mL}}\right) = 600\text{ mmol NaCl}$$ من المحلول الأول

$$(300\text{ mL})\left(\frac{4.0\text{ mmol NaCl}}{\text{mL}}\right) = 1200\text{ mmol NaCl}$$ من المحلول الثاني

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يوجد 1800 mmol من NaCl مؤلفة من 1800 mmol من أيونات Na^+ و 1800 mmol من أيونات Cl^-. التركيزات هي:

$$\frac{1800\ \text{mmol Na}^+}{500\ \text{mL}} = 3.6\ \text{M Na}^+ \qquad \text{Cl}^- \text{ وهو نفس تركيز}$$

(د) يمكن حساب اعداد مولات كل نوع ايوني كما اعلاه. لا يحتوي الماء على أي مذاب وهو بالتالي لا يؤثر سوى في الحجم الكلي للمحلول النهائي. يُحْسَب تركيز Ba^{2+} في خطوة واحدة.

$$\frac{(200\ \text{mL})(2.0\ \text{M Ba}^{2+}) + (400\ \text{mL})(3.0\ \text{M Ba}^{2+})}{1000\ \text{mL}} = 1.6\ \text{M Ba}^{2+}$$

يكون تركيز Cl^- اكبر بمقدار الضعيفين إذ يوجد أيونان Cl^- لكل أيون Ba^{2+}.

$$(1.6\ \text{M Ba}^{2+})\left(\frac{2\ \text{mol Cl}^-}{\text{mol Ba}^{2+}}\right) = 3.2\ \text{M Cl}^-$$

(هـ) $(200\ \text{mL})(4.0\ \text{M BaCl}_2) = 800\ \text{mmol BaCl}_2$ $(300\ \text{mL})(3.0\ \text{M NaCl}) = 900\ \text{mmol NaCl}$

يوجد 900 mmol Na^- و 800 mmol Ba^{2+} و 2500 mmol Cl^-. جاءت 900 mmol منها من NaCl و 1600 mmol منها من $BaCl_2$.

$$\frac{900\ \text{mmol Na}^+}{500\ \text{mL}} = 1.8\ \text{M Na}^+ \qquad \frac{2500\ \text{mmol Cl}^-}{500\ \text{mL}} = 5.0\ \text{M Cl}^- \qquad \frac{800\ \text{mmol Ba}^{2-}}{500\ \text{mL}} = 1.6\ \text{M Ba}^{2+}$$

(و) عندما تُمْزَج هذه الكواشف، يحصل تفاعل كيميائي.

800 mmol Cl^- و 800 mmol H^+ ينتج 2.00 M تركيزه HCl من 400 mL

600 mmol Na^- و 600 mmol OH^- ينتج 4.00 M تركيزه NaOH من 150 mL

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

600 mmol OH^- يُحيِّد 600 mmol H^+ تاركاً 200 mmol H^+ في المحلول

$$\frac{800\ \text{mmol Cl}^-}{550\ \text{mL}} = 1.45\ \text{M Cl}^- \qquad \frac{600\ \text{mmol Na}^+}{550\ \text{mL}} = 1.09\ \text{M Na}^+$$

$$\frac{200\ \text{mmol H}^+ \text{ الباقي}}{550\ \text{mL}} = 0.364\ \text{M H}^+$$

(ز) يتوقع حصول تفاعل كيميائي مرة أخرى

200 mmol Cl^- و 200 mmol H^+ ينتج 2.0 M تركيزه HCl من 100 mL

300 mmol Na^+ و 300 mmol OH^- ينتج 1.5 M تركيزه NaOH من 200 mL

600 mmol Na^+ و 600 mmol Cl^- ينتج 4.0 M تركيزه NaCl من 150 mL

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

$$\frac{100\ \text{mmol OH}^- \text{ متبقية}}{500\ \text{mL}} = 0.20\ \text{M OH}^- \qquad \frac{800\ \text{mmol Cl}^- \text{ المجموع}}{500\ \text{mL}} = 1.6\ \text{M Cl}^-$$

$$\frac{900\ \text{mmol Na}^+ \text{ المجموع}}{500\ \text{mL}} = 1.8\ \text{M Na}^+$$

151.11 كيف يمكن تحضير 3.00 L بالضبط من NaOH بتركيز 1.00 M عن طريق مزج أجزاء من محاليل أم هي NaOH بتركيز 2.50 M و NaOH بتركيز 0.400 M؟

■ المطلوب:

$$(3.00\ \text{L})\left(\frac{1.00\ \text{mol}}{\text{L}}\right) = 3.00\ \text{mol}$$

ليكن x = عدد L من NaOH بتركيز 2.50 M؛ إذن $3.00 - x$ = عدد L من NaOH بتركيز 0.400 M. إن عدد مولات المذاب المأخوذة من المحلول الاكثر تركيزاً هو 2.50 x؛ وعدد مولات المذاب المأخوذة من المحلول الاقل تركيزاً فهو $(0.400)(3.00 - x)$. العدد الكلي للمولات هو 3.00.

$$(2.50x) + (0.400)(3.00 - x) = 3.00$$

$x = 0.857\ \text{L of } 2.50\ \text{M NaOH} \qquad 3.00 - x = 2.14\ \text{L of } 0.400\ \text{M NaOH}$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

148 احسب تركيز كل نوع أيوني يبقى في المحلول عندما تُمزَج كل من مجموعات المحاليل التالية: (أ) 100 mL من NaCl بتركيز 0.25 M مع 50 mL من KCl بتركيز 0.50 M (ب) 100 mL من NaCl بتركيز 0.50 M مع 50 mL من $AgNO_3$ بتركيز 0.25 M (ج) 100 mL من NaCl بتركيز 0.50 M محتوٍ على 50 mL + 1.00 mmol NaCl من الماء.

■ (أ) 100 mL من NaCl بتركيز 0.50 M ينتج 50 mmol Na^+ و 50 mmol Cl^-

50 mL من KCl بتركيز 0.25 M ينتج 12.5 mmol K^+ و 12.5 mmol Cl^-

$$\frac{50\ \text{mmol Na}^+}{150\ \text{mL}} = 0.33\ \text{M Na}^+ \qquad \frac{12.5\ \text{mmol K}^+}{150\ \text{mL}} = 0.083\ \text{M K}^+ \qquad \frac{62.5\ \text{mmol Cl}^-}{150\ \text{mL}} = 0.42\ \text{M Cl}^-$$

(ب) $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$. Na^+ بتركيز 0.33 M (هو نفسه كما في القسم (أ))

$$\frac{37.5\ \text{mmol Cl}^-\ \text{الباقي في المحلول}}{150\ \text{mL}} = 0.25\ \text{M Cl}^- \qquad \frac{12.5\ \text{mmol NO}_3^-}{150\ \text{mL}} = 0.083\ \text{M NO}_3^-$$

(ج) $0.20\ \text{M Na}^+ = \dfrac{51\ \text{mmol Na}^+}{250\ \text{mL}}$ وتركيز مماثل من Cl^-

149 أي حجم من H_2SO_4 بنسبة 96.0% (كثافته 1.83 g/mL) يلزم لتحضير 2.00 L من محلول H_2SO_4 بتركيز 3.00 M؟

■ إن H_2SO_4 بنسبة 96.0% يعني 96.0 جزءاً (أي غراماً) من H_2SO_4 لكل 100 جزء (g) من المحلول.

$$(6.00\ \text{mol})\left(\frac{98.0\ \text{g H}_2\text{SO}_4}{\text{mol H}_2\text{SO}_4}\right)\left(\frac{100\ \text{g محلول}}{96.0\ \text{g H}_2\text{SO}_4}\right)\left(\frac{1\ \text{mL}}{1.83\ \text{g محلول}}\right) = 335\ \text{mL}$$

150 كم ملليلتراً من HCl بتركيز 3.000 M ينبغي إضافته كي يتفاعل بكامله مع 12.35 g من $NaHCO_3$؟ التفاعل هو $HCl + NaHCO_3 \rightarrow NaCl + CO_2 + H_2O$.

■ $$(12.35\ \text{g NaHCO}_3)\left(\frac{1\ \text{mol NaHCO}_3}{84.01\ \text{g NaHCO}_3}\right)\left(\frac{1\ \text{mol HCl}}{1\ \text{mol NaHCO}_3}\right)\left(\frac{1000\ \text{mL}}{3.000\ \text{mol HCl}}\right) = 49.00\ \text{mL}$$

151 أي حجم من H_2SO_4 بتركيز 3.00 M يلزم للتفاعل مع 10.0 g من الزنك؟ $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$

■ $$\left(\frac{10.0\ \text{g Zn}}{65.4\ \text{g Zn/mol Zn}}\right)\left(\frac{1\ \text{mol H}_2\text{SO}_4}{1\ \text{mol Zn}}\right) = 0.153\ \text{mol H}_2\text{SO}_4$$

$$\frac{0.153\ \text{mol H}_2\text{SO}_4}{3.00\ \text{mol/L}} = 0.0510\ \text{L} = 51.0\ \text{mL}$$

152 أي كتلة من $(NH_4)_2CO_3$ (FW = 96.0 g/mol) (أ) تحتوي على 0.40 mol NH_4^+؟ (ب) تحتوي على 6.02×10^{23} ذرة هيدروجين؟ (ج) ستنتج 6.0 mol CO_2 عند معالجتها بكمية كافية من الحمض؟ (د) تلزم لتحضير 200 mL من محلول كربونات الأمونيوم بتركيز 0.10 M؟

(أ) $$(0.40\ \text{mol NH}_4^+)\left(\frac{1\ \text{mol (NH}_4)_2\text{CO}_3}{2\ \text{mol NH}_4^+}\right)\left(\frac{96.0\ \text{g (NH}_4)_2\text{CO}_3}{\text{mol (NH}_4)_2\text{CO}_3}\right) = 19.2\ \text{g}$$

(ب) $$(1\ \text{mol H atoms})\left(\frac{1\ \text{mol (NH}_4)_2\text{CO}_3}{8\ \text{mol H atoms}}\right)\left(\frac{96.0\ \text{g (NH}_4)_2\text{CO}_3}{\text{mol (NH}_4)_2\text{CO}_3}\right) = 12.0\ \text{g}$$

(ج) $$(6.0\ \text{mol CO}_2)\left(\frac{1\ \text{mol (NH}_4)_2\text{CO}_3}{\text{mol CO}_2}\right)\left(\frac{96.0\ \text{g (NH}_4)_2\text{CO}_3}{\text{mol (NH}_4)_2\text{CO}_3}\right) = 576\ \text{g}$$

(د) $$(0.200\ \text{L})(0.10\ \text{M}) = (0.020\ \text{mol})\left(\frac{96.0\ \text{g}}{\text{mol}}\right) = 1.92\ \text{g}$$

157.11 احسب كتلة $Ba(ClO_3)_2$ المتشكّلة من 0.100 L من $HClO_3$ بتركيز 3.00 M و $Ba(OH)_2$ فائض.

■ $$Ba(OH)_2 + 2HClO_3 \longrightarrow Ba(ClO_3)_2 + 2H_2O$$

$$(0.100\ \text{L})(3.00\ \text{mol/L}) = 0.300\ \text{mol HClO}_3$$

$$(0.300\ \text{mol HClO}_3)\left(\frac{1\ \text{mol Ba(ClO}_3)_2}{2\ \text{mol HClO}_3}\right)\left(\frac{304\ \text{g Ba(ClO}_3)_2}{\text{mol Ba(ClO}_3)_2}\right) = 45.6\ \text{g Ba(ClO}_3)_2$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

158.11 كم ملليلتراً من محلول $KMnO_4$ بتركيز 0.5000 M سيتفاعل بكامله مع 20.00 g من $K_2C_2O_4 \cdot H_2O$ وفقاً للمعادلة التالية؟

$$16H^+ + 2MnO_4^- + 5C_2O_4^{2-} \longrightarrow 10CO_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

■

$$(20.00\ g\ K_2C_2O_4 \cdot H_2O)\left(\frac{1\ mol\ K_2C_2O_4 \cdot H_2O}{184.2\ g}\right)\left(\frac{2\ mol\ MnO_4^-}{5\ mol\ K_2C_2O_4 \cdot H_2O}\right)\left(\frac{1\ L}{0.5000\ mol\ MnO_4^-}\right)\left(\frac{10^3\ mL}{L}\right)$$

$$= 86.9\ mL$$

159.11 احسب مولارية كل أيون في المحلول بعد مزج 2.00 L من $AgNO_3$ بتركيز 3.00 M مع 3.00 L من $BaCl_2$ بتركيز 1.00 M.

$$BaCl_2 + 2AgNO_3 \longrightarrow Ba(NO_3)_2 + 2AgCl \quad \text{(متوازن)}$$

$$(2.00\ L)(3.00\ M) = 6.00\ mol\ AgNO_3 \qquad (3.00\ L)(1.00\ M) = 3.00\ mol\ BaCl_2$$

$$6.00\ mol\ AgNO_3 = 6.00\ mol\ Ag^+ + 6.00\ mol\ NO_3^-$$

$$3.00\ mol\ BaCl_2 = 6.00\ mol\ Cl^- + 3.00\ mol\ Ba^{2+}$$

$$6.00\ mol\ AgCl(s) \qquad \frac{6.00\ mol\ NO_3^-}{5.00\ L} \qquad \frac{3.00\ mol\ Ba^{2+}}{5.00\ L} \qquad \text{فينتج}$$

$$1.20\ M\ NO_3^- \qquad 0.600\ M\ Ba^{2+}$$

160.11 احسب تركيزات كل الأنواع الباقية في المحلول بعد معالجة 50.0 mL من HCl بتركيز 0.300 M بـ 50.0 mL من NH_3 بتركيز 0.400 M.

■

$$15.0\ mmol\ Cl^- \text{ و } 15.0\ mmol\ H^+ \text{ تعطي } (50.0\ mL)(0.300\ M)$$

$$20.0\ mmol\ NH_3 \text{ تعطي } (50.0\ mL)(0.400\ M)$$

$$NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+$$

ينتج التفاعل 15.0 mmol من NH_4^+ تاركاً 5.0 mmol من NH_3 بدون تفاعل. يبقى 15.0 mmol من Cl^- دون تغيير.

$$\frac{15.0\ mmol\ NH_4^+}{100\ mL} = 0.150\ M\ NH_4^+ \qquad \frac{15.0\ mmol\ Cl^-}{100\ mL} = 0.150\ M\ Cl^- \qquad \frac{5.0\ mmol\ NH_3}{100\ mL} = 0.050\ M\ NH_3$$

161.11 احسب تركيز محلول HCl إذا تطلّب تحييدُ 2.50 mL من المحلول 4.50 mL من NaOH بتركيز 3.00 M؟ (افترض حصول تحييد كامل).

■

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$$(4.50 \times 10^{-3}\ L\ NaOH)\left(\frac{3.00\ mol\ NaOH}{L\ NaOH}\right)\left(\frac{1\ mol\ HCl}{1\ mol\ NaOH}\right) = 13.5 \times 10^{-3}\ mol\ HCl$$

$$\frac{13.5 \times 10^{-3}\ mol\ HCl}{2.50 \times 10^{-3}\ L\ HCl} = 5.40\ M\ HCl$$

162.11 كم ملليلتراً من HBr بتركيز 0.0250 M يلزم لتحييد 25.0 ml من $Ba(OH)_2$ بتركيز 0.0200 M؟

■

$$2HBr + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaBr_2 + 2H_2O \qquad (25.0\ mL)(0.0200\ M) = 0.500\ mmol\ Ba(OH)_2$$

تحتوي هذه الكمية من $Ba(OH)_2$ على 1.00 mmol من OH^- ويستحيذ هذه الكمية 1.00 mmol من HBr.

$$(1.00\ mmol)\left(\frac{1\ mL}{0.0250\ mmol}\right) = 40.0\ mL$$

163.11 كم ملليلتراً من HCl بتركيز 3.00 M يجب إضافته كي يتفاعل بكامله مع 16.8 g من $NaHCO_3$؟

$$HCl + NaHCO_3 \rightarrow NaCl + CO_2 + H_2O$$

$$(16.8\ g\ NaHCO_3)\left(\frac{1\ mol\ NaHCO_3}{84.0\ g\ NaHCO_3}\right)\left(\frac{1\ mol\ HCl}{mol\ NaHCO_3}\right)\left(\frac{1\ L\ HCl}{3.00\ mol\ HCl}\right) = 6.67 \times 10^{-2}\ L = 66.7\ mL$$

■

164.11 كم ملليلتراً من NaOH بتركيز 0.600 M سيلزم ليتفاعل مع 138.0 mL من HCl بتركيز 4.00 M؟

■

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$$(138.0\ mL)\left(\frac{4.00\ mmol}{mL}\right) = 552\ mmol\ HCl \qquad (552\ mmol\ HCl)\left(\frac{1\ mmol\ NaOH}{mmol\ HCl}\right) = 552\ mmol\ NaOH$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$(552\ \text{mmol NaOH})\left(\frac{1\ \text{mL NaOH}}{0.600\ \text{mmol}}\right) = 920\ \text{mL NaOH}$$

احسب تركيز محلول $Ba(OH)_2$ إذا استلزم تحييد 31.50 mL من القاعدة 42.00 mL من HCl بتركيز 4.000 M. اكتب معادلة كيميائية متوازنة للتفاعل.

$$Ba(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + 2H_2O$$

$$(42.00\ \text{mL})\left(\frac{1\ \text{L}}{1000\ \text{mL}}\right)\left(\frac{4.000\ \text{mol}}{\text{L}}\right) = 0.1680\ \text{mol HCl}$$

$$(0.1680\ \text{mol HCl})\left(\frac{1\ \text{mol Ba(OH)}_2}{2\ \text{mol HCl}}\right) = 0.08400\ \text{mol Ba(OH)}_2$$

$$\frac{0.08400\ \text{mol Ba(OH)}_2}{0.03150\ \text{L}} = 2.667\ \text{M Ba(OH)}_2$$

عندما أضيف 150.0 mL من NaOH بتركيز 2.000 M إلى 100.0 mL من محلول حمض كبريتي، تطلب تحييد القاعدة الفائضة 43.0 mL من HCl بتركيز 0.5000 M. كم كان التركيز الأصلي لـ H_2SO_4؟

$$(150.0\ \text{mL})(2.000\ \text{M NaOH}) = 300.0\ \text{mmol NaOH}\ \text{مضاف}$$

$$(43.0\ \text{mL})(0.5000\ \text{M HCl}) = 21.5\ \text{mmol HCl}\ \text{مطلوب}$$

وهكذا فإن 278.5 mmol من NaOH تفاعل مع H_2SO_4

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$(278.5\ \text{mmol NaOH})\left(\frac{1\ \text{mmol } H_2SO_4}{2\ \text{mmol NaOH}}\right) = 139.2\ \text{mmol } H_2SO_4 \qquad \frac{139.2\ \text{mmol}}{100.0\ \text{mL}} = 1.392\ \text{M } H_2SO_4$$

احسب مولارية كل نوع أيوني متبقٍ في المحلول بعد مزج 20.0 mL من HCl بتركيز 6.00 M مع 50.00 mL من $Ba(OH)_2$ بتركيز 2.00 M و 30.0 mL من الماء.

120 mmol Cl^- و 120 mmol H^+ تنتج 20.0 mL من HCl بتركيز 6.00 M

100 mmol Ba^{2+} و 200 mmol OH^- تنتج 50.0 mL من $Ba(OH)_2$ بتركيز 2.00 M

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

$$\frac{80\ \text{mmol } OH^-\ \text{فائض}}{100\ \text{mL}} = 0.80\ \text{M } OH^- \qquad \frac{120\ \text{mmol } Cl^-}{100\ \text{mL}} = 1.20\ \text{M } Cl^- \qquad \frac{100\ \text{mmol } Ba^{2+}}{100\ \text{mL}} = 1.00\ \text{M } Ba^{2+}$$

أي حجم من H_2SO_4 بتركيز 0.20 M يلزم لإنتاج 34.0 g من H_2S بواسطة التفاعل

$$8KI + 5H_2SO_4 \rightarrow 4K_2SO_4 + 4I_2 + H_2S + 4H_2O\ ?$$

$$(34.0\ \text{g } H_2S)\left(\frac{1\ \text{mol } H_2S}{34.0\ \text{g } H_2S}\right)\left(\frac{5\ \text{mol } H_2SO_4}{\text{mol } H_2S}\right)\left(\frac{1\ \text{L}}{0.20\ \text{mol } H_2SO_4}\right) = 25.0\ \text{L}$$

أي حجم من H_2SO_4 بتركيز 4.40 M يلزم ليتفاعل مع 100 g بالضبط من Al؟

المعادلة المتوازنة للتفاعل هي

طريقة المول

عدد مولات Al في 100 g من Al $= \dfrac{100\ \text{g}}{27.0\ \text{g/mol}} = 3.70\ \text{mol}$

عدد مولات H_2SO_4 المطلوبة لـ 3.70 mol من Al $= \frac{3}{2}(3.70) = 5.55\ \text{mol}$

حجم H_2SO_4 بتركيز 4.40 M المحتوى على 5.55 mol $= \dfrac{5.55\ \text{mol}}{4.40\ \text{mol/L}} = 1.26\ \text{L}$

طريقة العامل

$$\text{حجم محلول } H_2SO_4 = \left(\frac{100\ \text{g Al}}{27.0\ \text{g Al/mol Al}}\right)\left(\frac{3\ \text{mol } H_2SO_4}{2\ \text{mol Al}}\right)\left(\frac{1\ \text{L محلول}}{4.40\ \text{mol } H_2SO_4}\right) = 1.26\ \text{L محلول}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

170.11 لجعل محلول من $AgNO_3$ قياسيّاً، تبيّن أن ترسيب كل أيونات الكلوريد الموجودة في 36.0 mL من NaCl بتركيز 0.520 M يتطلّب 50.0 mL. كم غراماً من Ag يمكن الحصول عليه من 100 mL من محلول $AgNO_3$؟

■ يتطلّب ترسيب AgCl مقادير مولية متكافئة من Ag^+ و Cl^-، لذلك يجب أن تستعمل أعداد متساوية من المولات من $AgNO_3$ و NaCl.

$$n(AgNO_3) = n(NaCl) = (0.0360\ L)(0.520\ mol/L) = 0.01872\ mol$$

وهكذا يحتوي 50.0 mL من محلول $AgNO_3$ على 0.01872 mol من $AgNO_3$، أو 0.01872 mol من Ag. لذا فإن 100 mL من المحلول يحتوي على

$$\left(\frac{100\ mL}{50.0\ mL}\right)(0.01872\ mol\ Ag)(107.9\ g\ Ag/mol\ Ag) = 4.04\ g\ Ag$$

171.11 يلزم 40.0 mL بالضبط من $AgNO_3$ بتركيز 0.225 M ليتفاعل مع 55.0 mL بالضبط من محلول NaCN وفقاً للمعادلة $Ag^+ + 2CN^- \rightarrow Ag(CN)_2^-$. ما هو التركيز الجزيئي لمحلول NaCN؟

■ $n(AgNO_3) = (0.0400\ L)(0.225\ mol/L) = 0.00900\ mol$ $\quad n(NaCN) = 2 \times n(AgNO_3) = 0.0180\ mol$

إذن 25.0 mL من محلول NaCN يحتوي على 0.0180 mol من NaCN بحيث أن

$$M = \frac{0.0180\ mol}{0.055\ L} = 0.327\ M$$

172.11 كم ملليلتراً من $BaCl_2$ بتركيز 0.25 M يلزم لترسيب كل أيونات الكبريتات المأخوذة من 10 mL من محلول يحتوي على 10 g Na_2SO_4 لكل لتر؟

■

$$BaCl_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + 2NaCl$$

$$(0.010\ L)\left(\frac{100\ g\ Na_2SO_4}{L}\right)\left(\frac{1\ mol\ Na_2SO_4}{142\ g\ Na_2SO_4}\right)\left(\frac{1\ mol\ BaCl_2}{1\ mol\ Na_2SO_4}\right)\left(\frac{1\ L}{0.25\ mol\ BaCl_2}\right) = 28 \times 10^{-3}\ L = 28\ mL$$

173.11 تعلّق عيّنة حجمها 40.0 mL من محلول Na_2SO_4 بفائض من $BaCl_2$. إذا كانت كتلة $BaSO_4$ المرسّب هي 1.756 g، ما هو التركيز المولاري لمحلول Na_2SO_4؟

■

$$BaCl_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + 2NaCl$$

$$1.756\ g\ BaSO_4\left(\frac{1\ mol\ BaSO_4}{233\ g\ BaSO_4}\right)\left(\frac{1\ mol\ Na_2SO_4}{1\ mol\ BaSO_4}\right) = 7.54 \times 10^{-3}\ mol \qquad \frac{7.54 \times 10^{-3}\ mol}{0.0400\ L} = 0.188\ M\ Na_2SO_4$$

174.11 ما هو محتوى الثوريوم في عيّنة تتطلّب 35.0 mL من $H_2C_2O_4$ بتركيز 0.0300 M لترسيب $Th(C_2O_4)_2$؟

■

$$Th^{4+} + 2C_2O_4^{2-} \longrightarrow Th(C_2O_4)_2$$

$$(35.0\ mL)\left(\frac{0.0300\ mmol\ H_2C_2O_4}{mL}\right)\left(\frac{1\ mmol\ Th^{4+}}{2\ mmol\ H_2C_2O_4}\right)\left(\frac{232\ mg}{mmol\ Th^{4+}}\right) = 122\ mg\ Th^{4+}$$

175.11 أي تركيز مولاري لـ $K_4Fe(CN)_6$ ينبغي استخدامه بحيث يتعايّر 43.0 mL من المحلول مع 150.0 mg من Zn (المذاب) بتشكّل $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$؟

$$(150\ mg\ Zn)\left(\frac{1\ mmol\ Zn}{65.4\ mg\ Zn}\right)\left(\frac{2\ mmol\ Fe(CN)_6^{4-}}{3\ mmol\ Zn}\right) = 1.53\ mmol\ Fe(CN)_6^{4-} \qquad \frac{1.53\ mmol}{43.0\ mL} = 0.0356\ M$$

176.11 كم غراماً من النحاس سيحل محلها 40.0 g من الألومينيوم في 2.00 L من $CuSO_4$ بتركيز 1.50 M؟

■ هذه مسألة كميات حدّية.

$$(2.00\ L)\left(\frac{1.50\ mol\ CuSO_4}{L}\right) = 3.00\ mol\ CuSO_4 \qquad (40.0\ g\ Al)\left(\frac{1\ mol\ Al}{27.0\ g\ Al}\right) = 1.48\ mol\ Al$$

$$2Al + 3CuSO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3Cu$$

كمية النحاس فائضة (3 mol من $CuSO_4$ ستتفاعل مع 2 mol من Al في حال وجودها).

$$\left(\frac{3\ mol\ Cu}{}\right)\left(63.5\ g\ Cu\right)$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

احسب كمية CuS المنتجة وتركيز أيون H^+ المنتج بعد بقبقة فائض من H_2S في 1.00 L من محلول $CuCl_2$ تركيزه 0.10 M. المعادلة هي $Cu^{2+} + H_2S(g) \rightarrow CuS(s) + 2H^+$

$$(1.00\ L)(0.10\ M) = 0.10\ mol\ Cu^{2+}$$

$$(0.10\ mol\ Cu^{2+})\left(\frac{1\ mol\ CuS}{1\ mol\ Cu^{2+}}\right)\left(\frac{95.6\ g\ CuS}{mol\ CuS}\right) = 9.6\ g\ CuS \qquad (0.10\ mol\ Cu^{2+})\left(\frac{2\ mol\ H^+}{1\ mol\ Cu^{2+}}\right) = 0.20\ mol\ H^+$$

$$\frac{0.20\ mol\ H^+}{1.00\ L} = 0.20\ M\ H^+$$ على افتراض عدم تغيّر حجم السائل

عندما تمت معايرة 50.00 mL من محلول حمض النيتريك بواسطة NaOH بتركيز 0.334 M، تطلّب ذلك 42.80 mL من القاعدة للوصول إلى نقطة التكافؤ. ما هي مولارية محلول حمض النيتريك؟ ما هي كتلة HNO_3 التي أذيبت في 90.00 mL من المحلول؟

$$(42.80\ mL)(0.334\ mmol/mL) = 14.3\ mmol\ NaOH$$ مستخدم

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

يتفاعل 14.3 mmol من NaOH مع 14.3 mmol من HNO_3. وكان هناك 14.3 mmol من HNO_3 في 50.00 mL.

$$\frac{14.3\ mmol\ HNO_3}{50.00\ mL} = 0.286\ M\ HNO_3 \qquad (0.286\ mmol/mL)(90.00\ mL)(63.0\ mg/mmol) = 1620\ mg = 1.62\ g$$

المادة الحمضية في الخل هي حمض الأسيتيك $HC_2H_3O_2$. عندما تُمت معايرة 6.00 g من خلّ معين مع NaOH بتركيز 0.100 M، توجّب إضافة 40.11 mL من القاعدة للتوصل إلى نقطة التكافؤ. ما هي النسبة المئوية كتلياً لحمض الأسيتيك في هذه العيّنة من الخل؟

$$HC_2H_3O_2 + NaOH \longrightarrow NaC_2H_3O_2 + H_2O \qquad (40.11\ mL)(0.100\ mmol/mL) = 4.01\ mmol\ NaOH$$

لا بد من وجود العدد نفسه من mmol للحمض وفقاً لما تتطلبه المعادلة الكيميائية المتوازنة.

$$(4.01\ mmol\ HC_2H_3O_2)(60.0\ mg/mmol) = 241\ mg\ HC_2H_3O_2 \qquad \left(\frac{241\ mg\ HC_2H_3O_2}{6000\ mg\ vinegar}\right)(100\%) = 4.01\%\ HC_2H_3O_2$$

أضيفت نقطتان من محلول الفينولفتالين إلى 40.00 mL من محلول HCl، وتمّت معايرة هذا المحلول بواسطة NaOH تركيزه 0.1000 M. عندما أضيف 30.00 mL من القاعدة، تحوّل لون جزء من المحلول إلى زهري إلا أن اللّون اختفى عند مزج المحلول. وتواصلت إضافة محلول NaOH نقطة نقطة إلى أن نتج عن إضافة نقطة ما لون زهري دائم. وعند هذا الحدّ، بلغ حجم القاعدة المضافة 35.56 mL. كم كان تركيز محلول HCl؟

التفاعل هو $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$ إذ أن عدد مليمولات القاعدة المضافة هو

$$(32.56\ mL)(0.1000\ mmol/mL) = 3.256\ mmol\ NaOH$$

وهكذا فإن 3.256 mmol من HCl كانت موجودة أصلاً في 40.00 mL من المحلول.

$$\frac{3.256\ mmol}{40.00\ mL} = \frac{0.08140\ mmol}{mL} = 0.08140\ M$$ إن تركيز محلول HCl كان 0.08140 M.

(أ) وازن المعادلة التالية التي تمثل احتراق البيريت FeS_2 وهو شائبة في بعض أنواع الفحم الحجري تسبب التلوث: $FeS_2 + O_2 - SO_2 + FeO$ (ب) ما هو حجم NaOH بتركيز 6.0 M المطلوب للتفاعل مع SO_2 الناتج عن 1.0 طن متري (10^3 kg) من الفحم المحتوي على 0.050% وزناً من شائبة البيريت؟

(أ) $2FeS_2 + 5O_2 \longrightarrow 4SO_2 + 2FeO$

(ب) $$(1.0 \times 10^6\ g\ coal)\left(\frac{0.050\ g\ FeS_2}{100\ g\ coal}\right)\left(\frac{1\ mol\ FeS_2}{120\ g\ FeS_2}\right)\left(\frac{4\ mol\ SO_2}{2\ mol\ FeS_2}\right) = 8.32\ mol\ SO_2$$

$$2NaOH + SO_2 \longrightarrow Na_2SO_3 + H_2O \qquad (8.32\ mol\ SO_2)\left(\frac{2\ mol\ NaOH}{mol\ SO_2}\right)\left(\frac{1\ L}{6.0\ mol\ NaOH}\right) = 2.8\ L$$

أي حجم من HNO_3 بتركيز 3.00 M يمكن أن يتفاعل بكامله مع 15.0 g من النحاس الأصفر (90.0% Cu، 10.0% Zn) وفقاً

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$Cu + 4H^+(aq) + 2NO_3^-(aq) \longrightarrow 2NO_2(g) + Cu^{2+} + 2H_2O$$
$$4Zn + 10H^+(aq) + NO_3^-(aq) \longrightarrow NH_4^+ + 4Zn^{2+} + 3H_2O$$

أي حجم من غاز NO_2 يمكن أن ينتج عند 25 °C وضغط 1.00 جو؟

$$(13.5\text{ g Cu})\left(\frac{1\text{ mol Cu}}{63.5\text{ g}}\right)\left(\frac{4\text{ mol HNO}_3}{\text{mol Cu}}\right) = 0.850\text{ mol HNO}_3$$
$$(1.5\text{ g Zn})\left(\frac{1\text{ mol Zn}}{65.37\text{ g}}\right)\left(\frac{10\text{ mol HNO}_3}{4\text{ mol Zn}}\right) = 0.057\text{ mol HNO}_3$$
$$\text{إجمالي الكمية من } HNO_3 = 0.907\text{ mol HNO}_3$$

$$(0.907\text{ mol HNO}_3)\left(\frac{1\text{ L}}{3.00\text{ mol}}\right) = 0.302\text{ L} = 302\text{ mL}$$

$$(13.5\text{ g Cu})\left(\frac{1\text{ mol Cu}}{63.5\text{ g}}\right)\left(\frac{2\text{ mol NO}_2}{\text{mol Cu}}\right) = 0.425\text{ mol NO}_2$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(0.425\text{ mol})(0.0821\text{ L·atm/mol·K})(298\text{ K})}{1.00\text{ atm}} = 10.4\text{ L}$$

183.11 احسب النسبة المئوية لـ BaO في 29.0 g من مزيج من BaO و CaO التي يمكنها أن تتفاعل فقط مع 100.8 mL من HCl بتركيز 6.00 M.

$$BaO + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + H_2O \qquad CaO + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O$$

$$\text{المستخدم } HCl = (100.8\text{ mL})(6.00\text{ M}) = 605\text{ mmol}$$

ليكن x = عدد غرامات BaO؛ إذن $29.0 - x$ = عدد غرامات CaO

$$\text{عدد مولات BaO} = \frac{x}{153.4} \qquad \text{و} \qquad \text{عدد مولات CaO} = \frac{29.0 - x}{56.08}$$

بما أنه يلزم 2 mol من HCl لكل mol من أكسيد معدني، فإن عدد مولات HCl المستخدم هو

$$\frac{2x}{153.4} + \frac{2(29.0 - x)}{56.08} = 0.605 \qquad 0.01304x + 1.034 - 0.03566x = 0.605$$

$$x = 19.0\text{ g BaO} \qquad 29.0 - x = 10.0\text{ g CaO}$$

$$\left(\frac{19.0\text{ g BaO}}{29.0\text{ g total}}\right)(100\%) = 65.5\%\text{ BaO}$$

184.11 حدّد النسبة المئوية من BaO في 10.0 g من مزيج BaO و CaO والتي تتطلّب 100 mL من HCl بتركيز 2.50 M كي يتفاعل معه بكامله.

$$2HCl + BaO \longrightarrow BaCl_2 + H_2O \qquad 2HCl + CaO \longrightarrow CaCl_2 + H_2O$$

سيتفاعل 0.250 mol من HCl مع 0.125 mol من الأكسيدات المعدنية.

ليكن x = عدد مولات BaO؛ إذن $0.125 - x$ = عدد مولات CaO

$$(56.0)(0.125 - x) + 153x = 10.0 \quad \Rightarrow \quad x = 0.0309\text{ mol BaO}$$
$$(0.0309\text{ mol})(153\text{ g/mol}) = 4.73\text{ g BaO} \qquad 47.3\%\text{ BaO}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com