التحليل الكيميائي (عملي)

تحضير المحاليل الكيميائية لأغراض التحليل

الجدارة:

معرفة الطرق المختلفة لتحضير المحاليل.

الهدف:

عندما تكمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

١- معرفة القوانين الازمة لتحضير المحاليل بوحدات مختلفة.

٢- القدرة على إجراء الحسابات اللازمة لتحضير المحاليل.

٣- اكتساب المهارة العملية اللازمة لتحضير المحاليل.

مستوي الأداء المطلوب:

أن يصل المتدرب إلى اتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب:

١٠ ساعات.

الوسائل المساعدة:

١- آلة حاسبة

٢- مواد كيميائية

٣- ميزان حساس

٤- دورق قياسي

٥- كاس

٦- زجاجة ساعة

٧- قمع

٨- ملعقة وزن و ساق زجاجية

٩- بالطو مختبر وقفازات ونظارة واقية.

متطلبات الجدارة:

اجتياز مقرر الكيمياء العامة.

حسابات تحضير المحاليل الكيميائية لأغراض التحليل

لتحضير المحاليل القياسية أهمية كبيرة في الكيمياء التحليلية و على الأخص في مجالات التحليل الحجمي و التحليل الآلي. يعبر عن تركيز المحاليل بطرق مختلفة كما قد يتطلب تحضيرها من مواد صلبة أو من محاليل مركزة معروفة الكثافة و النسبة المئوية أو تحضير محاليل ذات تركيز منخفض من محاليل أكثر تركيزاً.

١- ١ وحدات التركيز:

يعبر عن التركيز بصورة مختلفة أهمها:

١- المولارية أو التركيز الجزيئي Molarity or Molar Conc.:

هي عدد المولات أو الأوزان الجزيئية الجرامية من المذاب في لتر من المحلول ويرمز لها بـ M :

$$M = \frac{No.\ of\ moles\ \ of\ solute}{Volume\ \ of\ solution\ \ (liter)}$$

ويمكن حساب عدد الجزيئات الجرامية لمادة ما وذلك بقسمة وزن المادة على وزنها الجزيئي:

$$No.\ of\ moles = \frac{Weight\ (g)}{Molecular\ \ Weight \times V\ (ml)}$$

ومن العلاقتين السابقتين يمكن كتابة علاقة لحساب التركيز المولاري مباشرة:

$$M = \frac{Weight\ (g) \times 1000}{Molecular\ \ weigh \times V\ (ml)}$$

٢- العيارية Normality :

وهي عدد الأوزان المكافئة الجرامية من المذاب في لتر واحد من المحلول ويرمز لها بـ N :

$$N = \frac{No.\ of\ equivalents}{Volume\ (litre)}$$

ويمكن حساب عدد الأوزان المكافئة وذلك بقسمة وزن المذاب على الوزن المكافىء الجرامي.

$$No.\ of\ equivalents = \frac{Weight\ (g)}{Equivalent\ \ weight}$$

٣- **النسب المئوية للتركيز** Percentage Concentration :

وهي طريقة من طرق التعبير عن تراكيز المحاليل وتنقسم إلى:

أ- **النسبة المئوية الحجمية** Volume percent :

وهي نسبة حجم المذاب بالنسبة لحجم المحلول ويشار إليها بـ (% v/v) وغالباً ما تستعمل عندما يكون المذاب سائلاً:

$$\%v/v = \frac{Volume\ \ of\ solute}{Volume\ \ of\ solution} \times 100$$

ب- **النسبة المئوية الوزنية** Weight percent :

ويعبر عن عدد الجرامات من المذاب في ١٠٠ جرام من المحلول ويشار إليها بـ (% w/w):

$$\%w/w = \frac{Wt.of\ \ solute(g)}{Wt.of\ \ solution(g)} \times 100$$

ت- **النسبة المئوية الوزنية الحجمية:**

ويعبر عن عدد الجرامات من المذاب في ١٠٠ مل من المحلول و يعبر عنها بـ (% w/v):

$$\%w/v = \frac{Wt.of\ \ solute\ (g)}{Volume\ \ of\ \ solution\ (ml)} \times 100$$

النسبة المئوية الوزنية الحجمية شائعة الاستعمال في الكيمياء التحليلية.

د- الجزء من المليون Part per million :

ويستخدم هذا المصطلح في التعبير عن تراكيز المحاليل المخففة جداً ويرمز له بـ ppm يساوي عدد الميليجرامات من المذاب في واحد كيلو جرام من المحلول.

في حالة المحاليل المائية المخففة جداً يمكن اعتبار كثافة المحلول تساوي ١جرام/مل تقريباً بذلك يكون عدد الأجزاء بالمليون يساوي عدد الميليجرامات من المذاب في لتر واحد من المحلول.

مثال:

أذبنا 1.5جرام من كلوريد الكالسيوم النقي في الماء وخففنا المحلول ليصبح الحجم ٢٥٠ مل. احسب التركيز العياري والتركيز المولاري لكلوريد الكالسيوم وكل من أيونات الكالسيوم والكلوريد في هذا المحلول، احسب عدد الأجزاء بالمليون لكل من الكالسيوم والكلوريد في نفس المحلول وكيف يحضر من هذا المحلول ٥٠٠ مل من محلول تركيزه ٢٥ جزء بالمليون من الكالسيوم.

الحل:

هذه المسألة توضح طرق التعبير عن التركيز بصور محتلفة. ولحساب مولارية كلوريد الكالسيوم نستخدم العلاقة التالية:

$$\mathrm{M} = \frac{wt \times \mathbf{1000}}{Fw \times V\left(ml\right)}$$

$$\mathrm{M} = \frac{1.5 \times 1000}{111 \times 250} = 5.4 \times 10^{-2}\ \mathrm{M}\ CaCl_2$$

لحساب عيارية المحلول يلزم حساب الوزن المكافئ لكلوريد الكالسيوم الذي يساوي نصف وزنه الجزيئي لأن الكالسيوم ثنائي التكافؤ ومن ثم نطبق العلاقة:

$$N = \frac{wt.CaCl_2 \times 1000}{Eq.wt.CaCl_2 \times V\left(ml\right)}$$

$$N = \frac{1.5 \times 1000}{\frac{111}{2} \times 250} = 1.08 \times 10^{-1}\ N$$

ونحصل على نفس النتيجة لو ضربنا التركيز المولاري للمحلول بـ ٢ .

والتركيز المولاري لأيونات الكالسيوم يساوي التركيز المولاري لكلوريد الكالسيوم ويساوي $5.4x10^{-2}$ مول/لتر أما التركيز المولاري للكلوريد فيساوي ضعف التركيز المولاري لكلوريد الكالسيوم أي: $5.4x10^{-2}$ x 2= 0.108 مول/لتر

ولحساب عدد الأجزاء بالمليون للكالسيوم في المحلول نحسب وزن الكلسيوم في العينة:

$$weight\ of\ Ca = weight\ of\ CaC_2 \times \frac{Fw\ Ca}{Fw\ CaCl_2}$$

$$= 1.5 \times \frac{40}{111} = 0.541\ g$$

وحيث أنه يمكن اعتبار كثافة المحلول تساوي ١ جرام/مل لأنه محلول مخفف فيمكن حساب عدد الأجزاء بالمليون من العلاقة:

$$ppm = \frac{weight\ (g)}{V\,(ml)} \times 10^{6}$$

$$= \frac{0.541}{250} \times 10^{6} = 2164\ ppmCa$$

وبنفس الطريقة نحسب عدد الأجزاء بالمليون من الكلوريد:

$$weight\ of\ Cl = weight\ \ CaCl_2 \frac{2g\ Fw\ Cl}{Fw\ CaCl_2}$$

$$= 1.5 \times \frac{71}{111} = 0.959g$$

$$ppm = \frac{0.959}{250} \times 10^{6} = 3836\ \ ppm\ \ Cl$$

وباستخدام قانون التخفيف نحسب حجم المحلول اللأزم لتحضير ٥٠٠ مل تركيزه ٢٥ جزء بالمليون من الكالسيوم:

قبل التخفيف	بعد التخفيف
ppm x v	ppm x v'
2164 x v	25 x 500

$$V = \frac{25 \times 500}{2164} = 5.8\,ml$$

حيث نأخذ 5.8 مل من المحلول السابق ونخففها إلى ٥٠٠ مل فنحصل على المحلول المطلوب.

التجربة الأولى : تحضير محلول حمض HCl

مقدمة :

عملية تحضير المحلول القياسي للقاعدة أو الحمض تجري في العادة بأخذ وزنة معلومة إذا كانت المادة صلبة أو حجم معلوم إذا كانت المادة سائلة ثم تنقل لدورق قياسي وتخفف بالماء المقطر ، ولتحديد التركيز الصحيح لهذا المحلول القياسي لابد من معايرة المحلول بمادة قياسية أولية والتي تتصف في العادة بكونها ذات درجة عالية من النقاء كما أنها ذات وزن جزيئي كبير لتقليل نسبة الخطأ في عملية الوزن. ومن أمثلة المواد القياسية الأولية القاعدية كربونات الصوديوم والحامضية حامض الأوكساليك و فثالات البوتاسيوم الحمضية.

وعلى سبيل المثال فإن NaOH مادة قياسية غير أولية لذا لابد من تحديد التركيز الحقيقي و ذلك بمقايسته بمادة أولية مثل فثالات البوتاسيوم الحمضية وبعد ذلك يمكن استخدام NaOH لمعايرة مواد أخرى مثل H_2SO_4.

وكذلك الحال ل HCl فإنها مادة غير أولية لذا تعاير بمادة أولية مثل كربونات الصوديوم ومن ثم يمكن استخدام HCl لمعايرة مواد أخرى مثل NaOH.

تهدف التجربة إلى تدريب الطالب على تحضير المحاليل القياسية ومعايرتها.

القوانين المستخدمة :

$$\text{المولارية (مول/لتر)} = \frac{\text{النسبة المئوية الوزنية} \times 10 \times \text{الكثافة (جم/مل)}}{\text{الوزن الجزيئي (جم/مول)}}$$

بمعرفة مولارية الحمض المركز ومولارية محلول الحمض المخفف وحجمه نستخدم قانون التخفيف و هو :

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

حيث :

C_1 = التركيز الأساسي للمادة.

C_2 = التركيز المطلوب تحضيره.

V_1 = الحجم المطلوب أخذه من التركيز الأساسي و تخفيفه.

V_2 = الحجم النهائي للتركيز الجديد.

خطوات التجربة :

أولا : تحضير HCl 0.1M

حمض الهيدروكلوريك المركز كثافته ١,٨ ونسبته الوزنية المئوية ٣٧٪. ولذا فإن 1مل من الحمض المركز عندما تخفف إلى ١٨٢مل تعطي تركيز ٠,١ مولار. (تأكد باستخدام المعادلات أعلاه)

١- انقل ١٨١ مل ماء مقطر.باستخدام مخبار مدرج ١٠٠ مل إلى زجاجة كاشف ذات غطاء زجاجي

٢- قم بنقل ١مل تقريبا من الحمض باستخدام مخبار مدرج سعة ١٠مل (تحذير الحمض يضاف دائما للماء وليس العكس احرص أن ترتدي نظارة لحماية عينيك في حال حدوث خطأ ما).

٣- قم برج المحلول عدة مرات حتى يتجانس

أعمال لابد من تنفيذها قبل إجراء التجربة

٤- ضع ٢,٠جم من مادة كربونات الصوديوم في زجاجة وزن.

٥- انقل زجاجة الوزن بعد إزالة الغطاء في كأس سعة ١٥٠مل ليجف في فرن درجة حرارته ١٦٠ درجة لمدة ساعتين

٦- إذا كانت لديك عينة مجهولة كرر الخطوات أعلاه للمجهول.

(خطوة التجفيف ينفذها الأستاذ لحفظ وقتك)

معايرة HCl

٧- قم بوزن زجاجة الوزن التي تحوي كربونات الصوديوم بدقة (إلى ٠,١ملجم) مع التأكد من تغطية الزجاجة أثناء عملية الوزن (كربونات الصوديوم تمتص ثاني أكسيد الكربون من الهواء الجوي لذا فيتغير الوزن)

٨- انقل بدقة بالغة ٠,١ جم (القراءة لأربعة أرقام) إلى دورق المعايرة، الفرق في الوزن هو وزن كربونات الصوديوم المنقولة(لاحظ: هنا عملية الوزن بطريقة الفرق)

٩- كرر العملية لدورقين آخرين

١٠- أضف ٥٠مل ماء مقطر لكل دورق وقطرة إلى قطرتين من دليل الفينول فثالين

١١- اغسل السحاحة بالماء المقطر ثم ثلاث مرات بمكيات بسيطة من (٥مل) من محلول HCl (٠,١مولار) الذي سبق تحضيره.

١٢- انقل محلول HCl إلى السحاحة واضبط حتى علامة الصفر

١٣- سجل الحجم لأقرب ٠,٢مل

١٤- عاير الدورق الأول من محلول كربونات الصوديوم بإضافة الحمض بسرعة لا تزيد عن ٠,٥مل في الثانية مع رج دورق المعايرة في نفس الوقت حتى يختفي لون الدليل.

عند هذه النقطة فإن نصف كمية الحمض اللازمة لإنهاء المعايرة قد أضيفت ولذا فتوقع أن نقطة النهاية عند ضعف الكمية السابقة أو أقل بقليل.

١٥- أضف ثلاث قطرات من دليل الميثيل البرتقالي وعاير حتى يتغير لون الدليل من البرتقالي إلى الرصاصي

لرؤية اللون بوضوح حضر ٠,٢جم من حمض فثالات البوتاسيوم في ١٠٠مل ماء مقطر وأضف ثلاث قطرات من دليل الميثيل البرتقالي

(قيمة pH لهذا المحلول ٤ وهي نفس القيمة عند نقطة النهاية للمعايرة)

الحسابات :

١٦- قم بإجراء الحسابات اللازمة

أخيرا :

١٧- سجل على زجاجة الكاشف المعلومات التالية:

- اسم المادة
- التركيز
- التاريخ

التجربة الثانية : تحضير محلول NaOH

في هذه التجربة سنستخدم مادة قياسية ثانوية(HCl) والتي سبق معايرتها بمادة قياسية أولية في التجربة السابقة لتعيير مادة قياسية ثانوية وهي هيدروكسيد الصوديوم

تهدف التجربة إلى تدريب الطالب على تحضير المحاليل القياسية وكيفية تعييرها

خطوات التجربة :

١- أحسب الوزن اللازم للتحضير.

٢- زن في كاس باستخدام الميزان الكمية المطلوبة من هيدروكسيد الصوديوم.

٣- أنقل وزنة هيدروكسيد الصوديوم إلى دورق قياسي سعة ٢٥٠ مل، ثم أكمل الحجم إلى العلامة ماء مقطر.

٤- قم برج المحلول عدة مرات حتى يتجانس

معايرة NaOH

٥- انقل ١٠مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى دورق المعايرة

٦- أضف قطرة إلى قطرتين من دليل الفينول فثالين

٧- اغسل السحاحة بالماء المقطر ثم ثلاث مرات بكميات بسيطة من (٥مل) من محلول HCl (٠,١مولار) الذي سبق تحضيره في التجربة السابقة.

٨- انقل محلول HCl إلى السحاحة واضبط حتى علامة الصفر

٩- سجل الحجم لأقرب ٠,٢مل

١٠- عاير الدورق الأول من محلول هيدروكسيد الصوديوم بإضافة الحمض بسرعة لا تزيد عن ٠,٥مل في الثانية مع رج دورق المعايرة في نفس الوقت حتى يختفي لون الدليل.

١١- كرر التجربة لدروقين آخرين

الحسابات :

١٢- قم بإجراء الحسابات اللازمة

أخيرا :

١٣- سجل على زجاجة الكاشف المعلومات التالية:

- اسم المادة، التركيز، التاريخ

التجربة الثالثة : تحضير محلول بالتركيز العياري

خطوات التجربة :

تحضير H2SO4 0.1N

حامض الكبريتيك المركز الذي نسبته المئوية الوزنية % 20 (وزن/حجم) وكثافته النوعية 1.14 ولذا فإن ٤,٣مل من الحمض المركز عندما تخفف إلى ٢٠٠مل تعطي تركيز ٠,١ عياري.

- انقل ٢٠٠ مل ماء مقطر.باستخدام كأس سعة ٢٥٠ مل إلى زجاجة كاشف ذات غطاء زجاجي
- قم بنقل٤,٥ مل تقريبا من الحمض باستخدام مخبار مدرج سعة ١٠مل (تحذير الحمض يضاف دائما للماء وليس العكس احرص أن ترتدي نظارة لحماية عينيك في حال حدوث خطأ ما).
- قم برج المحلول عدة مرات حتى يتجانس

معايرة H_2SO_4

- انقل ١٠مل من محلول حمض الكبريت إلى دورق المعايرة
- أضف قطرة إلى قطرتين من دليل الفينول فثالين
- اغسل السحاحة بالماء المقطر ثم ثلاث مرات بكميات بسيطة من (٥مل) من محلول NaOH الذي سبق تحضيره في التجربة السابقة.
- انقل محلول NaOH إلى السحاحة واضبط حتى علامة الصفر
- سجل الحجم لأقرب ٠,٢مل
- عاير الدورق الأول من محلول حمض الكبريت بإضافة القاعدة بسرعة لا تزيد عن ٠,٥مل في الثانية مع رج دورق المعايرة في نفس الوقت حتى يختفي لون الدليل.
- كرر التجربة لدروقين آخرين

الحسابات :

- قم بإجراء الحسابات اللازمة

أخيرا :

- سجل على زجاجة الكاشف المعلومات التالية:
- اسم المادة، التركيز، التاريخ.

التجربة الرابعة : التحضير بالجزء بالمليون

مقدمة :

في هذه التجربة سنقوم بتحضير محلول تركيز أيون الكلوريد فيه يساوي ٢٥ جزء بالمليون (25ppm) وذلك من مادة كلوريد الصوديوم. للقيام بذلك سنحضر أولا محلول مركز (1000ppm) لأيون الكلوريد ثم نقوم بالتخفيف لنحصل على المحلول المطلوب ذي التركيز 25ppm

إن المحلول الذي تركيزه ١٠٠٠ جزء بالمليون من الكلوريد هو الذي يحوي ١٠٠٠ ميلي جرام من الكلوريد (أو ١ جم) في اللتر . يمكن حساب وزن كلوريد الصوديوم التي تحوي هذا المقدار:

$$\text{الوزن المطلوب} = \frac{\text{p.p.m}}{1000} \times \frac{\text{الوزن الجزيئي للمركب}}{\text{الوزن الذري للعنصر} \times \text{عدد ذراته}} \times \frac{\text{الحجم(مل)}}{1000}$$

ثم باستخدام معادلة التخفيف أدناه نحصل على المحلول النهائي

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_1$$

خطوات التجربة :

١- احسب الوزن اللازم للتحضير في ١ لتر.

٢- زن في كاس باستخدام الميزان الكمية المطلوبة من كلوريد الصوديوم.

٣- انقل الوزنة إلى دورق قياسي سعة ١ لتر ثم أكمل الحجم إلى العلامة ماء مقطر بذلك يكون تركيز المحلول هو 1000ppm لأيون الكلوريد.

بستخدام ماصة ١٠ مل أنقل حجم (قم بعملية الحساب) من المحلول المركز إلى دورق قياسي سعة ٢٥٠ مل وأكمل حتى العلامة بالماء المقطر

- سجل على زجاجة الكاشف المعلومات التالية:
- اسم المادة
- التركيز
- التاريخ

تجربة تأكيدية :

باستخدام جهاز الكشف عن الكلوريد قم بتحليل المحلول القياسي الذي حضرته وسجل مشاهدتك

التجربة الخامسة : التحضير بالنسبة المئوية الوزنية الحجمية

حضر ٥ لتر من محلول كلوريد الصوديوم الذي تركيزه ٥٪ وزن لحجم.

المحلول الذي تركيزه ٥٪ وزن لحجم من كلوريد الصوديوم هو المحلول الذي يحوي ٥ جرام من كلوريد الصوديوم في ١٠٠ مل من المحلول وبهذا تكون العلاقة لحساب وزن كلوريد الصوديوم اللازم لتحضير ٥ لتر هي:

$$wt.\,NaCl = \frac{wt.\,of\ \ solute(g)}{100} \times volume\ of\ \ solution(ml)$$

خطوات التجربة :

١- احسب الوزن اللازم للتحضير.

٢- اوزن في كاس باستخدام الميزان الكمية المطلوبة من كلوريد الصوديوم.

٣- أنقل كلوريد الصوديوم إلى دورق قياسي سعة ٥٠٠٠ مل ثم أكمل الحجم إلى العلامة ماء مقطر بذلك يكون تركيز المحلول هو ٥٪ وزن لحجم.

تجربة تأكيدية :

١. تملأ السحاحة بمحلول نترات الفضة القياسي (معلوم المولارية).

٢. باستخدام ماصة حجمية (سعة ١٠مل) انقل ١٠ مل من محلول كلوريد الصوديوم في دورق مخروطي وأضف نصف مل من محلول كرومات البوتاسيوم Potassium Chromate K_2CrO_4.

٣. تضاف نترات الفضة من السحاحة إلى الدورق بكميات قليلة و يدور بعناية للتأكد من اختلاط المتفاعلين.

٤. يستمر في إضافة نترات الفضة حتى يظهر راسب أحمر أو بني غامض.

٥. يدور الخليط فإذا ذهب اللون الأحمر أضيفت قطرة واحدة من النترات و يستمر العمل على هذا المنوال حتى يتكون راسب احمر لا يزول برج الدورق.

٦. تؤخذ قراءة السحاحة و تسجل كحجم نهائي.

٧. تكرر التجربة ٣ مرات.

الحسابات :

- قم بإجراء الحسابات اللازمة

أخيرا :

- سجل على زجاجة الكاشف المعلومات التالية:
- اسم المادة
- التركيز
- التاريخ

الامتحانات الذاتية وإجاباتها

الامتحان الذاتي رقم (١)

أجب عن الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر للحل النموذجي:

(١)- ما هي الوزنة المطلوبة من كبريتات الكوبالت المائية ($CoSO_4.7H_2O$)اللازمة لتحضير محلول قياسي من الكوبالت تركيزه (1.0 g/l) في دورق قياسي سعة 100 ml.

(٢)- كيف تحضِّر محلولاً تركيزه (2.0 g/l) في دورق سعته 100 ml من محلول قياسي أخر تركيزه (10 g/l).

(٣)- ما هي الوزنة المطلوبة من حمض السالسيلك اللازمة لتحضير محلول قياسي منه تركيزه (100 p.p.m) في دورق قياسي سعة 100 ml.

الامتحان الذاتي رقم (٢)

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر للحل النموذجي:

(١)- كم تزن من مادة كلوريد الكالسيوم($CaCl_2$) ذات الوزن الجزيئي 110.99 g/mole لكي تُحضِّر محلولاً قياسياً من الكالسيوم تركيزه 100 p.p.m في دورق قياسي سعته 1000 ml ؟

(٢)- لديك محلول قياسي تركيزه 1000 p.p.m ، ما هو الحجم المأخوذ منه لكي تُحضِّر محلول آخر تركيزه 100 p.p.m في دورق قياسي سعته 1000 ml ؟

(٣)- عند إذابة 2.0 g من ملح الطعام في 100 ml ، وقياس تركيز البوتاسيوم في هذا المحلول عن طريق الرسم لمنحنى التدريج القياسي، كان التركيز (p.p.m) 4 µg/ml . أوجد تركيز البوتاسيوم بوحدة µg/g (p.p.m)

إجابة الامتحان الذاتي رقم (١)

(١)- الوزنة المطلوبة كما يلي:

$$\text{الوزنة المطلوبة} = \frac{\text{الوزن الجزيئي للمركب}}{\text{الوزن الذري للعنصر} \times \text{عدد ذراته}} \times \text{التركيز بالـ g/l} \times \frac{\text{الحجم بالـ ml}}{1000}$$

$$= \frac{281.10}{1 \times 58.93} \times 1 \times \frac{100}{1000}$$

$$= 0.477\ g$$

(٢)- من القانون: $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_1$

- الحجم المأخوذ من المحلول الأساسي (10 g/l) = $\frac{C_2 \times V_2}{C_1}$

- $V_1 = \frac{V_2 \times C_2}{C_1} = \frac{2 \times 100}{10} = 20ml$

(٣)- الوزنة المطلوبة كما يلي:

$$\text{الوزنة المطلوبة} = \frac{\text{الوزن الجزيئي للمركب}}{\text{الوزن الجزيئي للمركب}} \times \frac{\text{التركيز بالـ p.p.m}}{1000} \times \frac{\text{الحجم بالـ ml}}{1000}$$

$$\frac{138.12}{138.12} \times \frac{100}{1000} \times \frac{100}{1000} = 0.01g$$

إجابة الامتحان الذاتي رقم (٢)

(٨)- الوزنة المطلوبة كما يلي:

$$\text{الوزنة المطلوبة} = \frac{\text{الوزن الجزيئي للمركب}}{\text{الوزن الذري للعنصر} \times \text{عدد ذراته}} \times \frac{\text{التركيز بالـ p.p.m}}{1000} \times \frac{\text{الحجم بالـ ml}}{1000}$$

$$= \frac{110.99}{1 \times 40} \times \frac{100}{1000} \times \frac{1000}{1000}$$

$$= 0.277 \text{ g}$$

(٩)- من القانون: $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_1$

- الحجم المأخوذ من المحلول الأساسي (1000 p.p.m) = $\frac{C_2 \times V_2}{C_1}$

- $V_1 = \frac{V_2 \times C_2}{C_1} = \frac{1000 \times 100}{1000} = 100 ml$

(١٠)- تركيز البوتاسيوم بالـ $\mu g/g$ كما يلي:

$$\mu g / g = \frac{4.0\ \mu g / ml \times 100 \text{ ml}}{2.0 \text{g}} = 200 \mu \text{g/g}$$