سلاسل المنجد - دروس و تمارين

2AS

الشعب العلمية و الرياضية

علوم فيزيائية

السلسلة 2-05-1

تعيين كمية المادة عن طريق قياس الناقلية

عرض نظري و تمارين محلولة

يمكن تحميل السلسلة بصيغة pdf من موقع المنجد :

www.sites.google.com/site/faresfergani

للمزيد (عرض نظري مفصل – تمارين – فيديوهات .....)
يرجى زيارتنا على صفحة الوحدة في نفس الموقع الإلكتروني .

لكي يصلك جديد موقع المنجد تابع صفحة الفايسبوك التالية :

facebook.com/elmoundjidff

الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
fares_fergani@yahoo.fr
0771998109


العلوم الفيزيائية

سلاسل المنجد في العلوم الفيزيائية – ثانية ثانوي – الوحدة 05

تعيين كمية المادة عن طريق الناقلية

إعداد الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
www.sites.google.com/site/faresfergani

****

السلسلة 2 –05– 01

عرض نظري و تمارين

1- المقادير المولية (مكتسات قبلية)

• المول و عدد افوقادرو :

- المول هو كمية من المادة قدرها 1 mol تحتوي على العدد $6.02 \cdot 10^{23}$ (عدد أفوقادرو) من الأفراد الكيميائية لهذه المادة .

• الكتلة المولية و الحجم المولي لغاز :

- الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي X التي يرمز لها بـ M و وحدتها الغرام على المول (g/mol) ، هي كتلة 1 مول (1mol) من ذرات هذا العنصر .
- الكتلة المولية الجزيئية لنوع كيميائي هي كتلة 1 mol من جزيئات هذا النوع الكيميائي
- الحجم المولي لغاز في شروط معينة من درجة الحرارة و الضغط هو حجم 1mol من هذا الغاز في هذه الشروط ، يرمز له بـ V_M و وحدته L/mol .
- في الشرطين النظاميين أين يكون الضغط مساوي للضغط الجوي العادي ($P = 1\ atm$) ، و درجة الحرارة المساوية 0^0C يكون الحجم المولي مساوي $V_M = 22.4\ L/mol$.
- العلاقة بين المقادير المولية نلخصها في العلاقة التالية :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{V_{gaz}}{V_M} = \frac{y}{N_A} = \frac{\rho_\ell . V_\ell}{M}$$

التمرين (1) : (التمرين : 001 في بنك التمارين على الموقع) (*)

الجزء الأول

النشادر هو غاز صيغته الجزيئية المجملة NH_3 .

1- أحسب كتلته المولية الجزيئية .

2- ما هي كمية المادة الموجودة في 0.68 g من النشادر ؟

3- ما هي كمية المادة الموجودة في 15.68 L من غاز النشادر في الشرطين النظاميين ؟

4- أحسب كتلة 8.96 L من غاز النشادر في الشرطين النظاميين .

5- أحسب كتلة $3.01 \cdot 10^{22}$ جزيء من غاز النشادر .

الجزء الثاني :

حمض الخل هو سائل صيغته الجزيئية المجملة $C_2H_4O_2$.

1- أحسب كتلته المولية .

2- ما هي كمية المادة في 200 mL من حمض الخل ؟

المعطيات : $M(H) = 1\ g/mol$, $M(C) = 12\ g/mol$, $M(O) = 16\ g/mol$, $M(N) = 14\ g/mol$

$\rho(C_2H_4O_2) = 1050\ g/L$

الأجوبة :

الجزء الأول

1- الكتلة المولية لـ NH_3 :

$M(NH_3) = M(N) + 3M(H)$

$M(NH_3) = 14 + (3 \cdot 1) = 17\ g/mol$

2- كمية المادة في 0,68 g من NH_3 :

$$n(NH_3) = \frac{m(NH_3)}{M} \rightarrow n(NH_3) = \frac{0,68}{17} = 0,04\ mol$$

3- كمية المادة في 15,68 L من NH_3 في الشرطين النظاميين :

$$n(NH_3) = \frac{V(NH_3)}{V_M} \rightarrow n(NH_3) = \frac{15,68}{22,4} = 0,7\ mol$$

4- كتلة 8,96 L من NH_3 في الشرطين النظاميين :

$$\frac{m(NH_3)}{M(NH_3)} = \frac{V(NH_3)}{V_M} \rightarrow m(NH_3) = \frac{V(NH_3).M(NH_3)}{V_M} \rightarrow m(NH_3) = \frac{8,96 \cdot 17}{22,4} = 6,8\ g$$

5- كتلة $3.01 \cdot 10^{22}$ جزيء من NH_3 :

$$\frac{m(NH_3)}{M} = \frac{N}{N_A} \rightarrow m(NH_3) = \frac{M \cdot N}{N_A} \rightarrow m(NH_3) = \frac{17 \cdot 3,01 \cdot 10^{22}}{3,01 \cdot 10^{23}} = 0,85g$$

الجزء الثاني :

1- الكتلة المولية لحمض الخل :

$M(C_2H_4O_2) = M(C) + 3M(H) + M(C) + 2M(O) + M(H)$

$M(C_2H_4O_2) = 12 + (3 \cdot 1) + 12 + (2 \cdot 16) + 1 = 60\ g/mol$

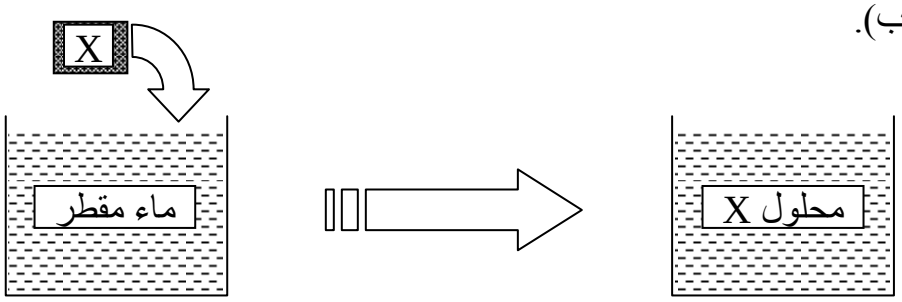
2- كمية المادة في 200 mL من حمض الخل :

$$n(C_2H_4O_2) = \frac{\rho \cdot V(C_2H_4O_2)}{} \rightarrow n(C_2H_4O_2) = \frac{1050 \cdot 0,2}{} = 3,5\ mol$$

2- المحاليل المائية و تراكيزها (مكتسبات قبلية)

• المحلول المائي :

- نحصل على محلول كيميائي لنوع كيميائي X بحل (إذابة) كمية من هذا النوع الكيميائي (المذاب) في حجم معين من الماء المقطر (مذيب).



- حجم المحلول الناتج مساوي لحجم المذيب (يهمل الزيادة في الحجم بفعل الانحلال) .

• التركيز المولي لمحلول مائي :

- يتميز المحلول المائي بمقدار فيزيائي يدعى **التركيز المولي** ، يرمز له بـ **C** و وحدته المول على اللتر (**mol/L**) ، يعبر عنه بالعلاقة :

$$C = \frac{n_X}{V}$$

حيث : n_X كمية مادة النوع الكيميائي X المنحلة و V هو حجم المذيب (الماء المقطر) .

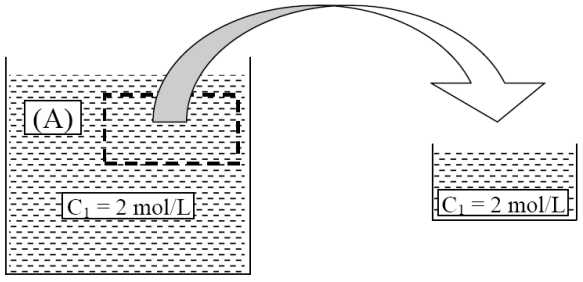
• التركيز الكتلي لمحلول مائي :

التركيز الكتلي الذي يرمز له بـ C_m ووحدته غرام على اللتر (g /L) لمحلول مائي لنوع الكيميائي X هو حاصل قسمة كتلة النوع الكيميائي X المنحل على حجم المحلول (حجم المذيب) أي :

$$C_m = \frac{m_X}{V} = MC$$

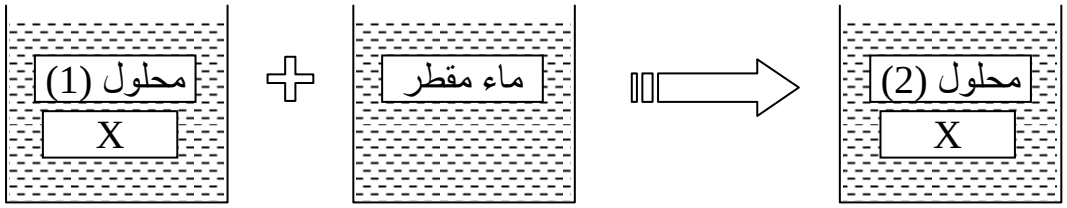
ملاحظة مهمة :

عندما نأخذ عينة من محلول (A) تركيزه المولي C_1 يكون التركيز المولي للعينة هو نفسه التركيز المولي للمحلول (A) الذي أخذت منه العينة أي C_1 .



• تمديد محلول و معامل التمديد :

- تمديد محلول تركيزه المولي C_1 (أو تخفيفه) هو إضافة الماء المقطر إليه للحصول على محلول جديد تركيزه المولي C_2 يكون أقل من تركيز المحلول الأصلي ، أي $C_2 < C_1$.

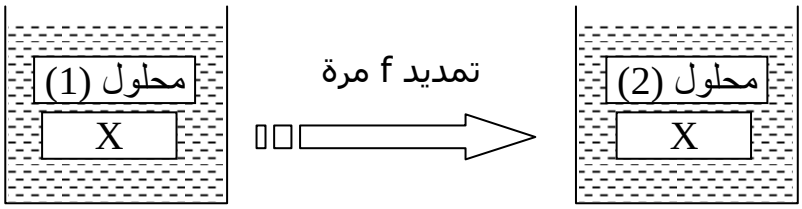


$n_1(X)$ C_1 V_1 — V_0 — $n_2(X)$ $C_2 < C_1$ $V_2 = V_1 + V_0$

$$n_1 = n_2 \rightarrow C_1V_1 = C_2V_2$$

- تسمى هذه العلاقة بقانون التمديد .

• معامل التمديد f :



$n_1(X)$ V_1 C_1 — $n_2(X)$ $V_2 = fV_1$ $C_2 = \frac{C_1}{f}$

$$f = \frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$$

التمرين (2) : (التمرين : 012 في بنك التمارين على الموقع) (*)

لتحضير محلول (B) لهيدروكسيد الصوديوم NaOH قمنا بحل $m_0 = 4\ g$ من هيدروكسيد الصوديوم النقي في حجم $V = 200\ mL$ من الماء المقطر .

1- أوجد التركيز المولي C_0 للمحلول (B) .

2- أوجد بطريقتين مختلفتين التركيز الكتلي C_{m0} للمحلول (B) .

3- ما هي كمية مادة NaOH المنحلة في عينة من المحلول (B) حجمها $V' = 50\ mL$.

4- بواسطة ماصة مدرجة نسحب حجم $V_1 = 10\ mL$ من المحلول (B) و نضعها في كأس بيشر ثم نضيف لها حجم $V_0 = 90\ mL$ من الماء المقطر .

أ- كيف تسمى هذه العملية .

ب- ما هو حجم المحلول الجديد ، استنتج معامل التمديد f .

جـ- أوجد بطريقتين مختلفتين التركيز المولي C_2 للمحلول الجديد .

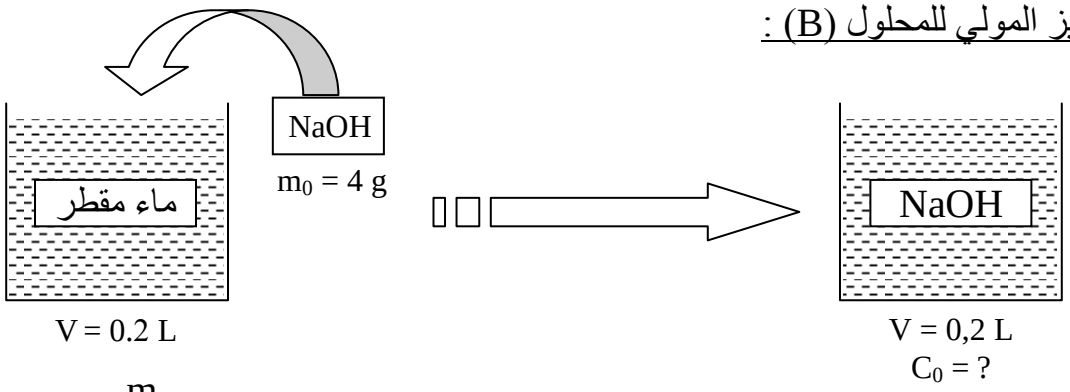
5- بواسطة ماصة مدرجة نسحب من المحلول (B) عينة أخرى حجمها $V_1 = 10\ mL$ و نضعها في كأس بيشر ثم نضيف لها قطعة صغيرة من هيدروكسيد الصوديوم NaOH كتلتها $m_s = 0,4\ g$ ، أوجد التركيز المولي C_2 للمحلول الجديد .

يعطى :

$$M(Na) = 23\ g/mol\ ,\ M(O) = 16\ g/mol\ ,\ M(H) = 1\ g/mol$$

الأجوبة :

1- أوجد التركيز المولي للمحلول (B) :



$$C_0 = \frac{n_0(NaOH)}{V} = \frac{\frac{m_0}{M}}{V} = \frac{m_0}{M.V}$$

- $M(NaOH) = 23 + 26 + 1 = 40\ g/mol$
- $C_0 = \frac{4}{40\,.\,0,2} = 0,5\ mol/L$

2- التركيز الكتلي للمحلول (B) :

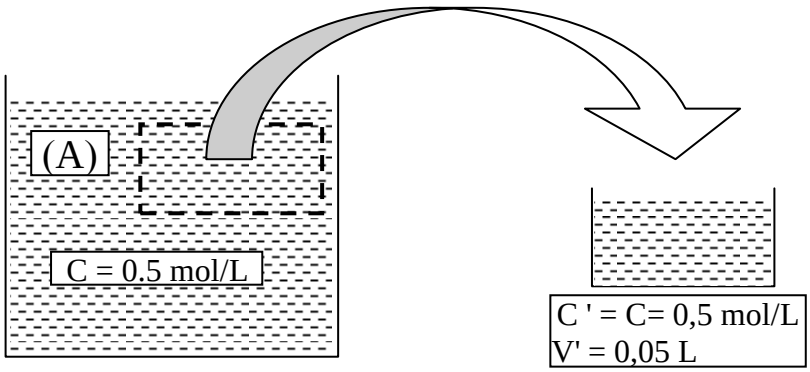
الطريقة الأولى :

$$C_{m0} = \frac{m_0}{V} \rightarrow C_{m0} = \frac{4}{0,2} = 20\ g/L$$

الطريقة الثانية :

$$C_{m0} = M.C = 40\,.\,0,5 = 20\ g/L$$

3- كمية مادة NaOH المنحلة في 50 mL من المحلول (B) :



$$n'(NaOH) = C'.V' = 0,5\,.\,0,05 = 2,5\,.\,10^{-2}\ mol$$

4- أ- تسمى هذه العملية بالتمديد .

ب- حجم المحلول الجديد :

باعتبار 1 ف يكون:

$V_2 = V_1 + V_0 = 0,01 + 0,09 = 0,1\ L$

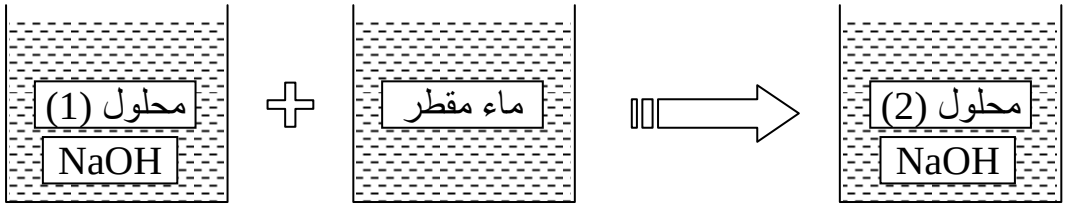
معامل التمديد :

عندما نمدد المحلول f مرة يكون حجمه الجديد (f ضعف) حجم المحلول الابتدائي أي :

$$V_2 = f\,V_1 \rightarrow f = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow f = \frac{0.1}{0,01} = 10$$

جـ- تركيز المحلول الجديد :

الطريقة الأولى :



$n_1(NaOH)$ — V_0 — $n_2(NaOH)$

$C_1 = 0,5\ mol/L$ — $C_2 = ?\ mol/L$

$V_1 = 0,01\ L$ — $V_2 = V_1 + V_0$

- حسب قانون التمديد :

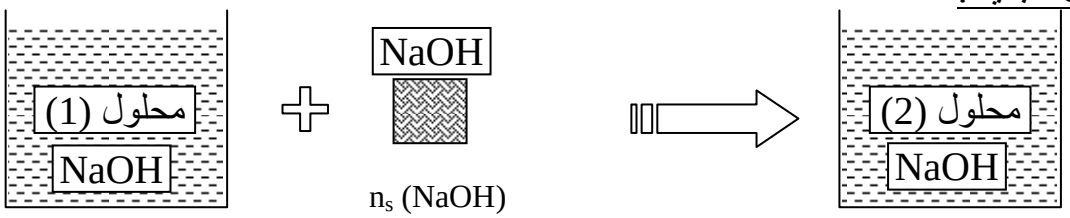
$$C_1V_1 = C_2V_2 \rightarrow C_2 = \frac{C_1V_1}{V_2} \rightarrow C_2 = \frac{0,5\,.\,0,01}{0,1} = 0,05\ mol/L$$

الطريقة الثانية :

عند نمدد المحلول 10 مرات يكون :

$$C_2 = \frac{C_1}{10} = \frac{0.5}{10} = 0,05\ mol/L$$

5- تركيز المحلول الجديد :



$n_1(NaOH)$ — $n_s(NaOH)$ — $n_2(NaOH)$

$C_1 = 0.5\ mol/L$ — $m_s = 0,4\ g$ — $C = ?$

$V_1 = 0.01\ L$ — $V_2 = V_1$

في هذه الحالة تكون كمية مادة NaOH في المحلول الجديد (B) مساوية لكمية مادة NaOH الموجودة في المحلول الابتدائي (A) مضاف إليها كمية مادة NH_3 الموجود في الكتلة المضافة أي :

$$n_1(NaOH) + n_S(NaOH) = n_2(NaOH)$$

$$C_1\,V_1 + \frac{m_s}{M} = C_2V_2 \rightarrow C_2 = \frac{C_1\,V_1 + \frac{m_s}{M}}{V_2} \qquad (V_2 = V_1)$$

$$C_2 = \frac{(0,5\ .\ 0,01) + \frac{0.4}{40}}{0,01} = 1,5\ mol/L$$

التمرين (3) : (التمرين : 014 في بنك التمارين على الموقع) (*)

للحصول على محلول (A) لكلور الهيدروجين HCl تركيزه المولي C = 2 mol/L ، قمنا عند الشرطين النظاميين بحل حجم $V_{(HCl)}$ من غاز كلور الهيدروجين في 100 mL من الماء المقطر .

1- أوجد قيمة $V_{(HCl)}$.

2- أوجد حجم الماء المقطر V_0 اللازم إضافته إلى عينة من المحلول (A) حجمها $V_1 = 10\ mL$ حتى نحصل على محلول تركيزه المولي $C_2 = 0,5\ mol/L$.

3- نأخذ عينة أخرى من المحلول (A) حجمها $V_1 = 10\ mL$ و نضيف لها حجم $V_2 = 40\ mL$ من محلول آخر لكلور الهيدروجين تركيزه $C_2 = 1\ mol/L$. أوجد التركيز المولي C للمحلول الجديد .

4- نريد تحضير محلول (S) حجمه V = 500 mL بتمديد عينة من المحلول (A) 100 مرة ، و لدينا الزجاجيات التالية :

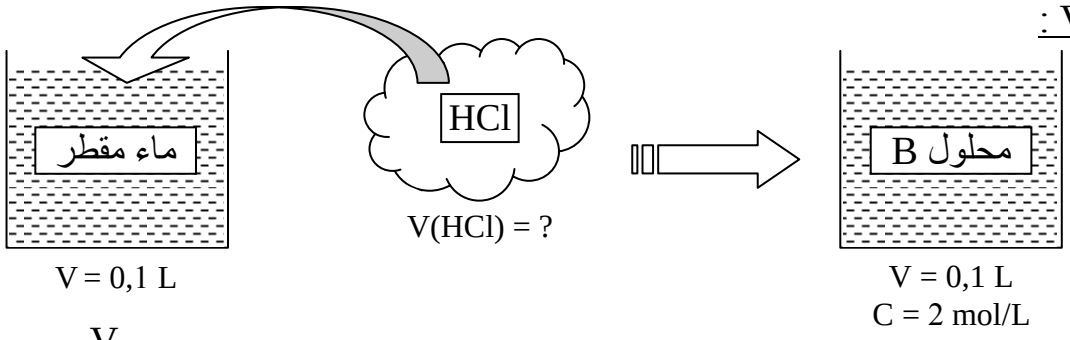
- حوجلات عيارية (500 mL ، 100 mL ، 50 mL) .
- ماصات عيارية (20 mL ، 10 mL ، 5 mL) .

أ- ما يعني مصطلح " عيارية" المقترن بالماصات و الحوجلات المذكورة .

ب- أكتب البروتوكول التجريبي لتحضير المحلول (S) مبينا الزجاجيات المستعملة من بين ما ذكر .

الأجوبة :

1- قيمة $V_{(HCl)}$:

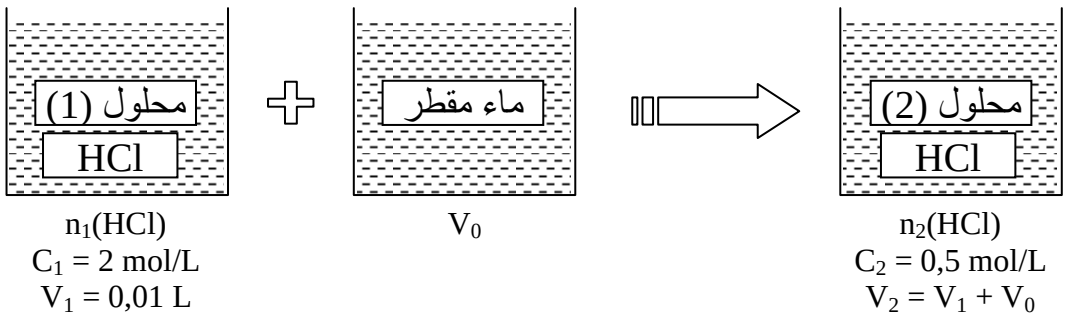


$$C_0 = \frac{n_0(HCl)}{V} = \frac{\frac{V_{(HCl)}}{V_M}}{V} = \frac{V_{(HCl)}}{V_M \cdot V} \rightarrow V_{(HCl)} = C_0 \cdot V_M \cdot V$$

$$V_{(HCl)} = 2\ .\ 22,4\ .\ 0,1 = 4,48\ L$$

2- حجم الماء المقطر اللازم إضافته :

الطريقة (1) :



أثناء التمديد لا تتغير كمية المادة لذا يكون :

$$n_2(HCl) = n_1(HCl) \rightarrow C_1V_1 = C_2V_2 \rightarrow C_1V_1 = C_2(V_1 + V_0)$$

$$V_1 + V_0 = \frac{C_1V_1}{C} \qquad C_1V_1 \qquad 2\,.\,0,01$$

الطريقة (2) :

نحسب معامل التمديد :

$$f = \frac{C_2}{C_1} = \frac{2}{0,5} = 4$$

من جهة أخرى :

- $f = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow V_2 = f\ V_1 = 4 \,.\, 0,01 = 0,04\ L$
- $V_2 = V_1 + V_0 \rightarrow\ V_0 = V_2 - V_1 = 0,04 - 0,01 = 0,03\ L = 30\ mL$

3- تركيز المحلول الجديد :



$n_1(HCl)$	$n_2(HCl)$	$n\ (HCl)$
$C_1 = 2\ mol/L$	$C_2 = 1\ mol/L$	$C = ?$
$V_1 = 0,01\ L$	$V_2 = 0,04\ L$	$V = V_1 + V_2$

بما أنه لم يحدث تحول كيميائي بين المحلولين (1) ، (2) يكون :

$$n_1(HCl) + n_2(HCl) = n(HCl)$$

$$C_1V_1 + C_2V_2 = C\ (V_1 + V_2) \rightarrow\ C = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{V_1 + V_2}$$

$$C = \frac{(2 \,.\, 0,01)\ +\ (1\ .\ 0,04)}{0,01 + 0,04} = 1,2\ mol/L$$

4- أ- معنى مصطلح العيارية :

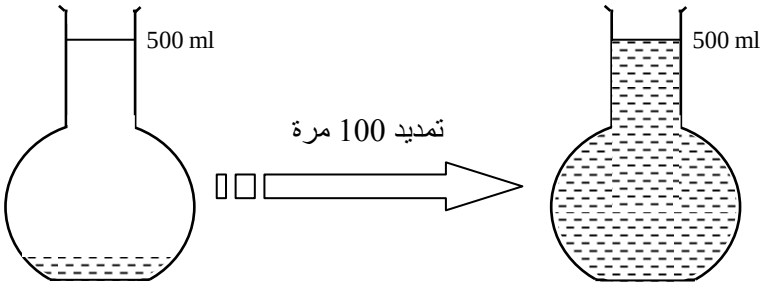
هو خط دائري في أعلى الزجاجية يدل على حجم المحلول عنده .

البروتوكول التجريبي :

- نحسب أولا حجم محلول (HCl) اللازم أخذه من المحلول (A) و ليكن V_0 .

$$f = \frac{V}{V_0} \rightarrow v_0 = \frac{V}{f} = \frac{500}{100} = 5mL$$

- بواسطة ماصة عيارية سعتها 5 ml مزودة بإجاصة مص ، نسحب الحجم $V_0 = 5\ mL$ من المحلول (A) و نضعه في حوجلة عيارية سعتها 500 mL تحتوي على قليل من الماء المقطر.
- نكمل الحجم بالماء المقطر إلى غاية بلوغ الخط العياري مع الرج المستمر من أجل تجانس المحلول .



3- درجة النقاوة و النسبة الكتلية (مكتسبات قبلية)

● درجة النقاوة :

- درجة نقاوة مادة تجارية هي نسبة المادة النقية في المادة التجارية و يعبر عنها بالعلاقة :

$$P = \frac{m}{m_0}.100$$

حيث : m هي كتلة المادة النقية و m_0 كتلة المادة التجارية غير النقية .

- لتحديد درجة نقاوة مادة تجارية نحل كتلة m_0 من المادة التجارية في حجم V من الماء المقطر ، و لحساب درجة النقاوة نحسب كتلة المادة النقية m في المادة التجارية من خلال التركيز المولي للمحلول الناتج وفق العلاقة :

$$m = M.C_0.V$$

علما أن التركيز المولي C_0 يمكن تحديده عن طريق قياس الناقلية أو عن طريق المعايرة .

مثال :



تحتوي قارورة على يود الصوديوم التجاري في شكل مسحوق ، و مسجل عليه ما يلي :

- درجة النقاوة $P = 90\%$.
- الكتلة المولية $M = 149.9\ g/mol$.
- صيغته الجزيئية NaI .

1- طلب الأستاذ من المخبري تحضير محلول (S_0) ليود الصوديوم حجمه $V = 100\ mL$ و تركيزه المولي $C_0 = 0,1\ mol/L$. أحسب كتلة يود الصوديوم التجاري m_0 اللازمة لتحضير المحلول (S_0) .

الجواب :

1- كتلة يود الصوديوم التجاري اللازمة لتحضير المحلول (S_0) :

نحسب أولا كتلة يود الصوديوم النقية التي يجب أن تكون منحلة في المحلول (S) .

$$C_0 = \frac{n_0}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{m}{M.V} \rightarrow m = C.M.V \rightarrow m = 0,1\ .\ 149,9\ .\ 0,1 = 1,5\ g$$

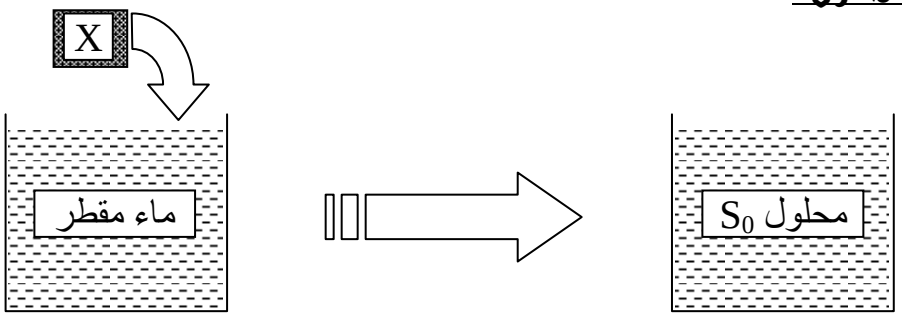
نحسب الآن الكتلة m_0 .

$$P = \frac{m}{m_0}.100 \rightarrow m_0 = \frac{m.100}{P} \rightarrow m_0 = \frac{1,5.100}{90} = 1,67\ g$$

2- درجة النقاوة :

$$P = \frac{m}{m_0}.100 = \frac{7,495}{8,8}.100 = 88\%$$

● النسبة الكتلية لمحلول :



- النسبة الكتلية لمحلول P هي نسبة المادة النقية (X) في المحلول ، و يمكن القول أيضا ، النسبة الكتلة لمحلول هي كتلة النوع الكيميائي X النقية المنحلة في كل 100 g من المحلول ، و نكتب :

$$P = \frac{m}{m_0}.100$$

يمكن إثبات العلاقة التالية :
إذن :

$$P = \frac{M.C_0}{10.d}$$

مثال :

عينة مخبرية S_0 لمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي C_0 تحمل المعلومات التالية :
$P = 20\ \%$ ، $d = 1.3$ ، $M = 40\ g/mol$, $\rho(H_2O) = 1000 g/L$

حيث :
- M هي كتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم .
- d كثافة المحلول .
- P هي النسبة الكتلية للمحلول ، تمثل كتلة هيدروكسيد الصوديوم المنحلة في 100g من محلول العينة المخبرية .

المطلوب :
حساب قيمة C_0 .

الجواب :

- قيمة C_0 :

$$C_0 = \frac{10.1.3.20}{40} = 6.5\ mol/L \quad \rightarrow C_0 = \frac{10.d.P}{M}$$

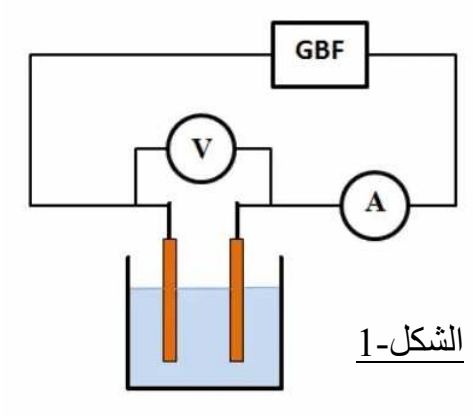
4- التيار الكهربائي و المحاليل المائية الشاردية

● المحاليل المائية الشاردية :

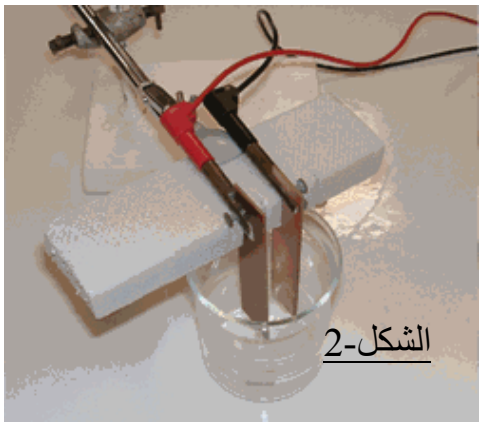
- نحصل على محلول مائي شاردي بحل نوع كيميائي صلب شاردي مثل NaCl أو نوع كيميائي مستقطب مثل غاز كلور الهيدروجين HCl .
- المحاليل المائية الشاردية هي محاليل مائية تحتوي على شوارد موجبة و شوارد سالبة فهي ناقلة للتيار الكهربائي كون أنها تحتوي على هذه الشوارد .
- تزداد ناقلية هذا المحلول للتيار الكهربائي كلما كان تركيزه بالشوارد الموجودة به أكبر .
- يعبر عن ناقلية المحلول للتيار الكهربائي بمقدار يدعى **الناقلية** يرمز له بـ G ووحدته في نظام الوحدات الدولية السيمنس (S) ، حيث يكون المحلول ناقل للتيار الكهربائي أكثر كلما كان G أكبر .

● قياس الناقلية G لمحلول مائي شاردي :

- لقياس الناقلية G لمحلول ما نقوم بحصر جزء (حجم) من هذا المحلول بين صفيحتين معدنيتين متماثلتين مساحة سطح كل منها S وتفصل بينهما مسافة L ، ثم نطبق عليهما بواسطة مولد من نوع GBF توترا كهربائيا (الشكل-1) .



الشكل-1


الشكل-2

- تسمي جملة الصفيحتين المذكورتين و الفضاء (الحجم) المحدد بينهما **خلية** قياس الناقلية (الشكل-2) و تدعى هاتين الصفيحتين بلبوسي الخلية .
- تتميز خلية قياس الناقلية بثابت يدعى ثابت الخلية ، يرمز له بـ K و وحدته المتر (m) و يعبر عنه بالعلاقة :

$$K = \frac{S}{L}$$

حيث S مساحة أحد اللبوسين (تقدر بالمتر مربع m^2) ، L البعد بين اللبوسين (يقدر بالمتر m)
- إذا كانت U هي قيمة التوتر الذي يشير إليه مقياس الفولط الموصول على التفرع مع خلية قياس الناقلية ، و I هي قيمة شدة التيار التي يشير إليها مقياس الأمبير الموصول على التسلسل مع خلية قياس الناقلية ، يعبر عن ناقلية المحلول بالعلاقة التالية :

$$G = \frac{I}{U}$$

- وحدة النا

• المقاومة R :

- تعرف مقاومة محلول مائي شاردي و التي يرمز لها بـ R ووحدتها الأوم (Ω) على أنها مقلوب الناقلية G لهذا المحلول أي :

$$R = \frac{1}{G} = \frac{U}{I}$$

- وحدة المقاومة R هي **الأوم** يرمز لها بـ (**Ω**) .

6- الناقلية و المحاليل المائية الشاردية

• العوامل المؤثرة على قياس الناقلية :

- ناقلية محلول مائي شاردي G تتناسب طرديا مع المساحة (S) لسطح لبوسي خلية قياس الناقلية ، و عكسيا مع البعد L بين لبوسي هذه الخلية .
- لا تتغير ناقلية محلول مائي شاردي بالتوتر المطبق من طرفي المولد GBF .
- تتغير ناقلية محلول مائي شاردي بتغير طبيعة المحلول .
- تتناسب ناقلية محلول طرديا مع تركيزه المولي .
- تزداد ناقلية محلول بازدياد درجة الحرارة .

• الناقلية النوعية σ لمحلول شاردي :

- تجريبيا وجد أن ناقلية محلول G تتناسب طرديا مع ثابت الخلية K أي : $G = a\,K$ ، ثابت التناسب a هو ثابت يميز المحلول يدعى الناقلية النوعية للمحلول يرمز لها بـ δ و وحدتها السيمنس على المتر (S/m) و نكتب :

$$G = \sigma\,K$$

• الناقلية النوعية المولية λ :

- تجريبيا وجد أن الناقلية النوعية لمحلول σ تتناسب طرديا مع التركيز المولي C للمحلول أي $\delta = a\,C$ ، ثابت التناسب a هو ثابت يميز المحلول يدعى الناقلية النوعية المولية للنوع الكيميائي المنحل في المحلول يرمز له بـ λ و وحدته $S.m^2/mol$ و نكتب :

$$\sigma = \lambda\,C$$

حيث C التركيز المولي للمحلول و يقدر بـ (mol/m^3) . (نذكر أن : $1mol/L = 10^3\ mol/m^3$) .

• الناقلية النوعية المولية للشاردة الموجبة $\lambda(X^{n+})$ و للشاردة السالبة $\lambda(Y^{m-})$:

في محلول شاردي يحتوي على الشاردتين X^{n+} ، Y^{m-} ، تعطى عبارة الناقلية النوعية σ لهذا المحلول بعلاقة آخرى بدلالة الناقلية النوعية المولية الشاردتين $\lambda(X^{n+})$ ، $\lambda(Y^{m-})$ للشواردتين (X^{n+}) ، (Y^{m-}) كما يلي :

$$\sigma = \lambda C = \lambda(X^{n+})[X^{n+}] + \lambda(Y^{m-})[Y^{m-}]$$

يسمى هذا القانون

ملاحظة :

- إذا كان لدينا محلول مائي ناتج عن انحلال النوع الكيميائي X_aY_b في الماء و فق المعادلة :

$$X_aY_b \rightarrow a\,X^{n+} + bY^{m-}$$

فإنه يعبر عن الناقلية النوعية المولية λ بدلالة الناقلية النوعية المولية الشاردية $\lambda(X^{+n})$ ، $\lambda(Y^{-m})$ كما يلي :

$$\lambda = a\lambda(X^{n+}) + b\lambda(Y^{m-})$$

مثال :

$Fe_2(SO_4)_{3\,(s)} = 2Fe^{3+}_{(aq)} + 3SO_4^{2-}{}_{(aq)}$	$NaCl_{(s)} = Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$
$\lambda = 2\lambda(Fe^{3+}) + 3\lambda(SO_4^{2-})$	$\lambda = \lambda(Na^{+}) + \lambda(Cl^{-})$

- نذكر أنه في محلول ذو الصيغه الشاردية $(aX^{n+} + bY^{m-})$ و التركيز المولي C و الذي نحصل عليه بحل كمية من النوع الكيميائي X_aY_b في حجم V من الماء المقطر يكون :

$$C = \frac{n(X_aY_b)}{V}$$

$$[X^{n+}] = \frac{n(X^{n+})}{V} = a\,C$$

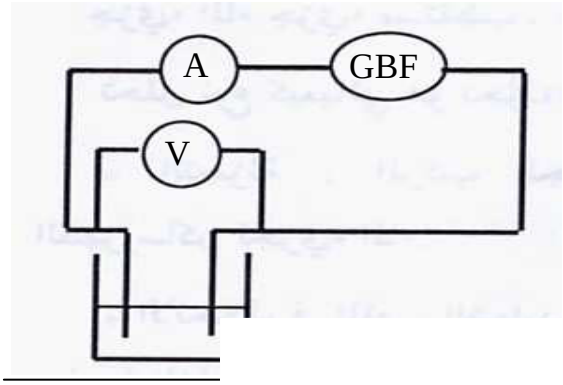
$$[Y^{m-}] = \frac{n(Y^{m-})}{V} = b\,C$$

• جدول قيم الناقلية النوعية المولية لبعض الشوارد في درجة الحرارة العادية $25^{\circ}c$:

شوارد سالبة		شوارد موجبة	
$\lambda(mS.m^2/mol)$	الصيغة	$\lambda(mS.m^2/mol)$	الصيغة
19.9	OH^-	35.0	H_3O^+
7.63	Cl^-	5.01	Na^+
7.81	Br^-	7.35	K^+
7.70	I^-	6.19	Ag^+
7.14	NO_3^-	11.9	Ca^{2+}

التمرين (4) : (التمرين : 002 في بنك التمارين على الموقع) (*)

محلول (S) لكبريتات الحديد الثلاثي حجمه V = 100 mL و تركيزه المولي C = 2 mol/L ، أحسب كمية مادة شوارد الحديد الثلاثي Fe^{3+} و كمية مادة شوارد الكبريتات SO_4^{2-} المنحلتين في المحلول .



نحقق التركيبة المبينة في الشكل المقابل و التي تسمح بقياس الناقلية G لمحلول كلور الصوديوم ($Na^+ + Cl^-$) تركيزه المولي $C = 10^{-3}$ mol/L .

- يشير كل من مقياس الأمبير و الفولط إلى القيمتين :

$I = 0.126\ mA$ ، $U = 1\ V$.

يعطى : مساحة لبوس خلية قياس الناقية : $S = 1\ cm^2$ ، المسافة بينهما $L = 1\ cm$.

1- أحسب : ▪ ناقلية المحلول G .

▪ مقاومة المحلول R .

▪ ثابت الخلية المستعملة K .

▪ الناقلية النوعية للمحلول σ .

2- علما أن الناقلية النوعية المولية الشاردية للصوديوم هي : $\lambda(Na^+) = 5.01\ mS.m^2/mol$. أوجد الناقلية النوعية المولية لشاردة الكلور Cl^- .

الأجوبة :

1- ناقلية المحلول :

$$G = \frac{I}{U} \rightarrow G = \frac{0.126.10^{-3}}{1} = 0.126.10^{-3}\ S$$

● مقاومة المحلول :

$$R = \frac{1}{G} \rightarrow R = \frac{1}{0.126.10^{-3}} = 7.94.10^{3}\ \Omega$$

● ثابت الخلية :

$$K = \frac{S}{L} \rightarrow K = \frac{10^{-4}}{10^{-2}} = 10^{-2}\ m = 1\,cm$$

● الناقلية النوعية δ للمحلول :

$$G = \delta K \rightarrow \sigma = \frac{G}{K} \rightarrow \sigma = \frac{0.126\ .10^{-3}}{10^{-2}} = 1.26.10^{-2}\ S/m$$

2- الناقلية النوعية المولية الشاردية لشاردة الكلور $\lambda(Cl^-)$:

$$\sigma = \lambda(Na^+)\left[Na^+\right] + \lambda(Cl^-)\left[Cl^-\right]$$

$$\lambda(Cl^-)\left[Cl^-\right] = \sigma - \lambda(Na^+)\left[Na^+\right] + \lambda(Cl^-)\left[Cl^-\right]$$

$$\lambda(Cl^-) = \frac{\sigma - \lambda(Na^+)\left[Na^+\right]}{\left[Cl^-\right]}$$

▪ $C = 10^{-3}\ mol/L = 1\ mol/m^3$

▪ $\left[Na^+\right] = C = 1\,mol/m^3$

▪ $\left[Cl^-\right] = C = 1\,mol/m^3$

$$\lambda(Cl^-) = \frac{1.26.10^{-2} - (5.01.10^{-3}.1)}{1} = 7.59.10^{-3}\ Sm^2/mol$$

التمرين (5) : (التمرين : 003 في بنك التمارين على الموقع) (*)

لدينا خلية قياس الناقلية البعد بين لبوسيها $L = 1\ cm$ و مساحة سطح أحد لبوسيها المتماثلين $S = 1\ cm^2$.

يعطى : $\lambda(OH^-) = 19.9.\ 10^{-3}\ S.m^2/mol$, $\lambda(Ca^{2+}) = 11.9.\ 10^{-3}\ S.m^2/mol$

1- أحسب ثابت الخلية K .

2- بواسطة هذه الخلية قمنا بقياس ناقلية محلول شاردي تركيزه المولي C فوجدنا $G = 1.034\ mS$.

أ- ما هي القيمة التي يشير إليها مقياس الأمبير إذا علمت أن مقياس الفولط يشير إلى القيمة $U = 5V$.

ب- استنتج قيمة مقاومة المحلول R .

جـ- أحسب الناقلية النوعية δ لهذا المحلول .

د- إذا علمت أن هذا المحلول هو هيدروكسيد الكالسيوم $(Ca^{2+} + 2HO^-)$. أوجد التركيز المولي C لهذا المحلول مقدرا بـ mol/L .

جـ- أحسب الناقلية النوعية المولية λ لهيدروكسيد الكالسيوم بطريقتين مختلفتين .

3- نقوم بعدة تجارب باستعمال محاليل لنفس المذاب مختلفة في التراكيز المولية C و خلايا قياس الناقلية مختلفة في السطح S و البعد L . بين في كل حالة من الحلات التالية أن الناقلية G تزداد أم تنقص قيمتها مع التعليل :

أ- حافظنا على قيمتي C و L و أعطينا للسطح S قيمة أكبر من القيمة السابقة .

ب- حافظنا على قيمتي C و S و أعطينا للبعد L قيمة أكبر من القيمة السابقة .

جـ- حافظنا على قيمتي S و L و أعطينا للتركيز C قيمة أكبر من القيمة السابقة .

الأجوبة :

1- ثابت الخلية :

$$K = \frac{S}{L} \quad \rightarrow K = \frac{10^{-4}(m^2)}{10^{-2}(m)} = 10^{-2}\ m$$

2- أ- القيمة التي يشير إليها مقياس الأمبير :

$$G = \frac{I}{U} \rightarrow I = G.U \quad \rightarrow I = 1.034.10^{-3}.5 = 5.17.10^{-3}\ A = 5.17\ mA$$

ب- قيمة مقاومة المحلول :

$$U = RI \rightarrow R = \frac{U}{I} \quad \rightarrow R = \frac{5}{5.17.10^{-3}} = 967.12\ \Omega$$

جـ- الناقلية النوعية :

$$\delta = \frac{G}{K} \quad \rightarrow \delta = \frac{1.034.10^{-3}}{10^{-2}} = 0.1034\ S/m$$

د- قيمة االتركيز المولي :

$$\sigma = \lambda(Ca^{2+})\left[Ca^{2+}\right] + \lambda(HO^-)\left[HO^-\right]$$

$$\sigma = \lambda(Ca^{2+})\,(C) + \lambda(HO^-)\,(2C)$$

$$\sigma = (\lambda(Ca^{2+}) + 2\lambda(HO^-))C \quad \rightarrow C = \frac{\sigma}{\lambda(Ca^{2+}) + 2\lambda(HO^-)}$$

$$C = \frac{0.1034}{11.9.10^{-3} + (2.19.9.10^{-3})} = 2\ mol/m^3 = 2.10^{-3}\ mol/L$$

هـ- الناقلية

الطريقة (1) :

$$\sigma = \lambda C \rightarrow \lambda = \frac{\sigma}{C} \rightarrow \lambda = \frac{0.1034}{2} = 5.17 . 10^{-2}\ S.m^2/mol$$

الطريقة (2) :

$$\lambda = \lambda(Ca^{2+}) + 2\lambda(HO^-)$$
$$\lambda = 11.9 . 10^{-3} + (2 . 19.9 . 10^{-3}) = 5.17 . 10^{-2}\ S.m^2/mol$$

3- تبيين إن الناقلية تزداد أم تنقص :

لدينا $G = k\lambda = \frac{S}{L}\sigma = \frac{S}{L}\lambda C$ ، هذا يعني أن الناقلية G تتناسب طرديا مع مساحة سطح للبوس الخلية S و الناقلية النوعية المولية λ للمذاب ، و التركيز المولي C للمحلول في حين تتناسب عكسيا مع البعد L بين لبوسي الخلية و بالتالي :

أ- إذا حافظنا على قيمتي C و L و أعطينا للسطح S قيمة أكبر من القيمة السابقة ، فإن قيمة الناقلية G تزداد .

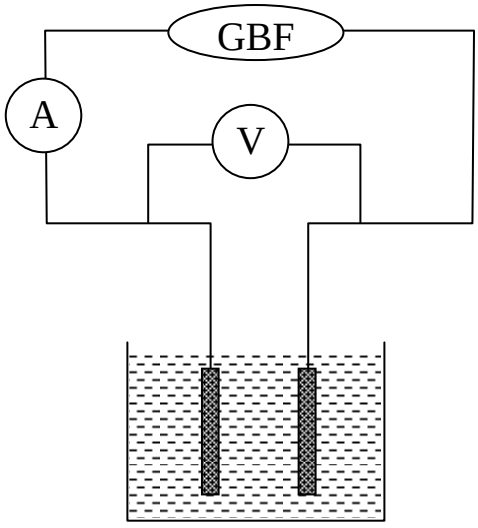
ب- إذا حافظنا على قيمتي C و S و أعطينا للبعد L قيمة أكبر من القيمة السابقة ، فإن قيمة الناقلية G تنقص .

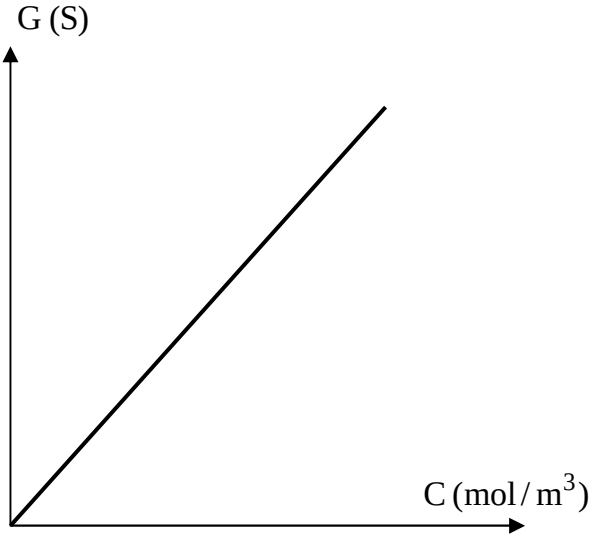
جـ- حافظنا على قيمتي S و L و أعطينا للتركيز قيمة أكبر من القيمة السابقة ، فإن قيمة الناقلية G تزداد .

د- حافظنا على قيمتي S و L و أعطينا للتركيز قيمة أقل من القيمة السابقة ، فإن قيمة الناقلية G تنقص .

5- مخطط المعايرة لخلية قياس الناقلية

- عندما نأخذ عدة محاليل مائية شاردية لنفس النوع الكيميائي ذات تراكيز مختلفة C_1 ، C_2 ، C_3.... ، و بواسطة تجهيز قياس الناقلية الذي تعرفنا عليه سابقا نقيس الناقلية G_1 ، G_2 ، G_3 ..... لهذه المحاليل على الترتيب ، ندون النتائج في جدول ثم نرسم المنحى $G = g(C)$ ، نحصل على مستقيم يمر من المبدأ معادلته من الشكل $G = aC$ كما مبين في المنحنى الشكل التالي :





- نستنتج من المنحنى أن الناقلية G لمحلول مائي تتناسب طرديا مع تركيزه المولي C شرط أن تكون المحاليل لنفس النوع الكيميائي و

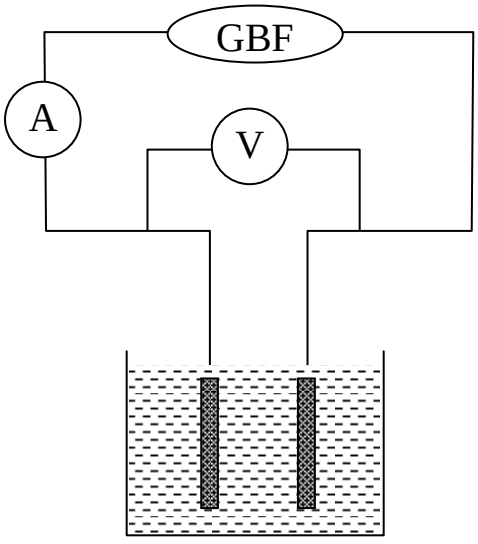
- يسمي المنحنى $G = f(C)$ **منحنى المعايرة لخلية قياس الناقلية** ، و من خلاله نحسب تركيز أي محلول لنفس النوع الكيميائي ، حيث نحسب الناقلية G لهذا المحلول باستعمال نفس الخلية ، ثم نسقط قيمة G المتحصل عليها في منحنى المعايرة ، نحصل على التركيز C لهذا المحلول ، و بمعرفة حجم المحلول نحسب كمية مادة النوع الكيميائي المنحل في هذا المحلول من خلال العلاقة $n = CV$.

التمرين (6) : (التمرين : 004 في بنك التمارين على الموقع) (*)

نريد قياس عند نفس درجة الحرارة الناقلية G لست (6) محاليل كبريتات الصوديوم ($2Na^+ + SO_4^{2-}$) بتراكيز مختلفة ، لذلك نحقق التركيب الخاص بقياس الناقلية G و المتكون من مولد GBF ، خلية قياس الناقلية ، مقياس فولط موصول على التفرع مع خلية قياس الناقلية و مقياس أمبير موصول على التسلسل معها .
نغمر خلية قياس الناقلية في كل محلول مع غسلها بالماء المقطر بعد كل قياس و نسجل قيمتي التوتر U و شدة التيار I الكهربائي التي يشير إليها كل من مقياس الفولط و مقياس الأمبير ، الجدول التالي يعطي القيم المتحصل عليها .

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
C(mmol/L)	10.0	7.5	5.0	1.0	0.5	C_6
U (V)	0.904	0.850	0.851	0.851	0.851	0.808
I (mA)	2.070	1.485	1.01	0.212	0.125	0.700
G (mS)	2.290					

1- أرسم مخطط تركيب الدارة المستعملة في هذه التجربة .
2- اكتب معادلة انحلال كبريتات الصوديوم في الماء .
3- أكتب عبارة الناقلية G بدلالة شدة التيار الكهربائي I و التوتر الكهربائي U و اذكر وحدتها ، ثم احسب ناقلية كل محلول و دون النتائج في الجدول .
4- ارسم البيان $G = f(C)$. ماذا تستنتج ؟
5- استنتج بيانيا C_6 التركيز المولي للمحلول S_6 .
6- أوجد تركيز المحلول S_6 بالشوارد Na^+ ، SO_4^{2-} .



الأجوبة :

1- مخطط تركيب الدارة :

2- معادلة الانحلال :

$$Na_2SO_4 = 2Na^+ + SO_4^{2-}$$

3- عبارة G :

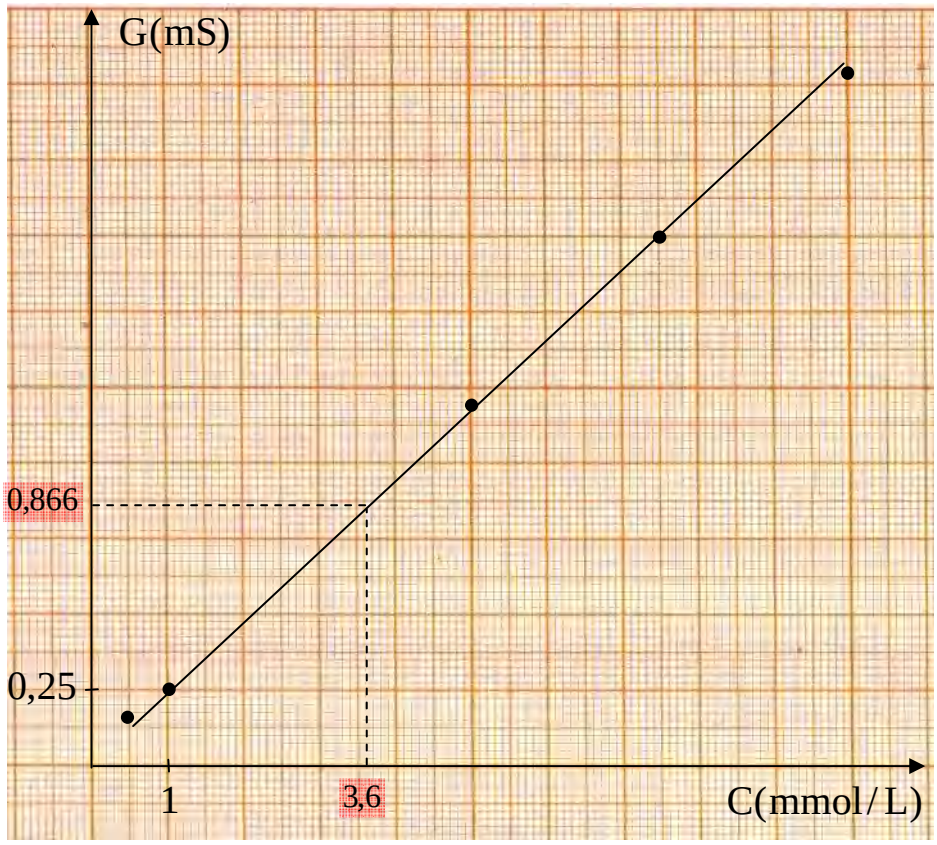
$$G = \frac{I}{U}$$

وحدتها السيمنس S .

- حساب G لكل محلول :

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
C(mmol/L)	10.0	7.5	5.0	1.0	0.5	C_6
U (V)	0.904	0.850	0.851	0.851	0.851	0.808
I (mA)	2.070	1.485	1.01	0.212	0.125	0.700
G (mS)	2.290	1.747	1.187	0.249	0.147	0.866

4- البيان G = f(C) :



الملاحظة :

المنحنى البياني G = f(C) هو مستقيم يمر من المبدأ معادلته من الشكل G = aC ، نستنتج أن الناقلية G لمحلول تتناسب طرديا مع تركيزه المولي .

5- استنتاج قيمة C_6 :

لدينا $G_6 = 0.866\ S$ ، بالاسقاط في البيان مع الأخذ بعين الاعتبار سلم الرسم نجد : $C_6 = 3.76\ mmol/L$.

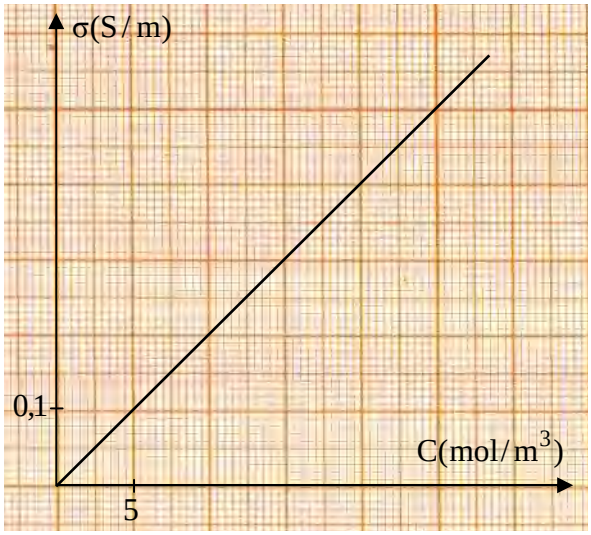
6- تركيز المحلول بالشوارد Na^+ ، SO_4^{2-} :

من الصيغة الشاردية ($2Na^+ + SO_4^{2-}$) لمحلول كبريتات الصوديوم يكون :

- $[Na^+] = 2C = 2 \cdot 3,6 = 7.2\ mmol/L$
- $[SO_4^{2-}] = C = 3.6\ mmol/L$

التمرين (7) : (التمرين : 005 في بنك التمارين على الموقع) (*)

لتعيين التركيز المولي C لمحلول مائي من نترات المغنزيوم ($Mg^{2+} + 2NO_3^-$) قمنا بمعايرة خلية قياس الناقلية بواسطة عدة محاليل مختلفة التراكيز من نترات المغنزيوم فتحصلنا على البيان $\sigma = f(C)$ التالي :



قياس ناقلية المحلول السابق بواسطة خلية ثابتها $K = 0,1\ m$ ، أعطى القيمة $G = 0,025\ S$.

1- أوجد قيمة الناقلية النوعية σ لمحلول نترات المغنزيوم .

2- استنتج من البيان قيمة التركيز المولي C مقدرا ذلك بـ mol/L .

3- اعتمادا على معادلة البيان و العلاقة النظرية استنتج قيمة الناقلية النوعية المولية λ للمذاب .

4- علما أن : $\lambda(NO_3^-) = 7.14 \cdot 10^{-3}\ S.m^2/mol$ ، أوجد قيمة $\lambda(Mg^{2+})$.

الأجوبة :

1- الناقلية النوعية σ :

$$G = K\sigma \rightarrow \sigma = \frac{G}{K} \rightarrow \sigma = \frac{0,025}{0,1} = 0,25\ S/m$$

2- التركيز المولي C :

بإسقاط القيمة $\sigma = 0,25\ S/m$ في البيان مع أخذ السلم بعين الاعتبار نجد :

$C = 12,5\ mol/m^3 = 1,25 \cdot 10^{-2}\ mol/L$

3- قيمة λ :

- بيانيا : المنحنى $\sigma(C)$ هو مستقيم معادلته من الشكل :

$\sigma = a\ C$ ..... (1)

حيث a هو ميل المستقيم .

- نظريا :

$\sigma = \lambda C$ ..... (2)

- بالمطابقة :

$\lambda = a$

- من البيان :

$$a = \frac{0,1}{5} = 2.10^{-2} \rightarrow \lambda = 2.10^{-2}\ Sm^2/mol$$

4- قيمة $\lambda(Mg^{2+})$:

محلول نترات المغنزيوم يحتوي على الشوارد Mg^{2+} ، NO_3^- لذا يكون :

$$\sigma = \lambda(Mg^{2+})\left[Mg^{2+}\right] + \lambda(NO_3^-)\left[NO_3^-\right]$$

من الصيغة الشاردية $(Mg^{2+} + 2NO_3^-)$ لمحلول نترات المغنزيوم يكون :

$$\left[Mg^{2+}\right] = C \quad , \quad \left[NO_3^-\right] = 2C$$

و منه يصبح :

$$\sigma = \lambda(Mg^{2+})\,C + \lambda(NO_3^-)\,2C$$

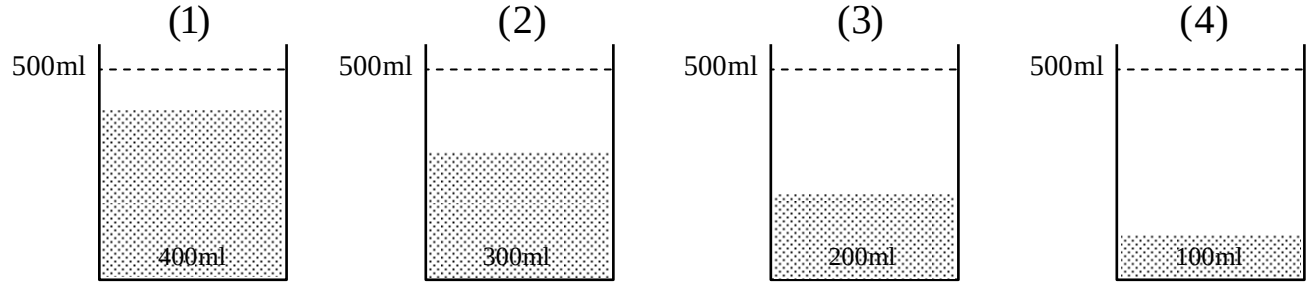
$$\sigma = (\lambda(Mg^{2+}) + 2\lambda(NO_3^-))C$$

$$\lambda(Mg^{2+}) + 2\lambda(NO_3^-) = \frac{\sigma}{C} \rightarrow \lambda(Mg^{2+}) = \frac{\sigma}{C} - 2\lambda(NO_3^-)$$

$$\lambda(Mg^{2+}) = \frac{0,25}{12,5} - (2.7,14.10^{-3}) = 5,75.10^{-3}\ S.m^2/mol$$

التمرين (8) : (التمرين : 020 في بنك التمارين على الموقع) (**)

نحل 2 g من هيدروكسيد الصوديوم النقي NaOH في 1L من الماء المقطر فنحصل على محلول تركيزه المولي C_0 ، نوزع هذا المحلول على أربع كؤوس بيشر (1) ، (2) ، (3) ، (4) سعتها 500 mL ، حيث في الكأس (1) نضع 400 mL و في الكأس (2) نضع 300 mL و في الكأس (3) نضع 200 mL و في الكأس (4) نضع 100 mL (الشكل) ، ثم نضيف الماء المقطر إلى غاية بلوغ التدريجة 500 mL و نحصل عندئذ على أربع محاليل ممددة حجومها V = 500 mL و تراكيزها المولية نعتبرها C_1 ، C_2 ، C_3 ، C_4 على الترتيب .



1- أحسب التركيز المولي الإبتدائي C_0 لمحلول هيدروكسيد الصوديوم .

2- أحسب التراكيز المولية للمحاليل الممددة بـ mol/L ثم بـ mol/m^3 .

3- بواسطة خلية قياس الناقلية ثابتها K = 1.25 cm و التوتر المنتج بين لبوسيها U = 5 V ، نقرأ القيمة المنتجة لشدة التيار في كل محلول فنجد على الترتيب :

$$I_4 = 2.9\ mA \text{ ، } I_3 = 5.9\ mA \text{ ، } I_2 = 9.0\ mA \text{ ، } I_1 = 12.2\ mA$$

- أحسب الناقلية G في كل محلول و دون النتائج في الجدول التالي :

الكأس	(1)	(2)	(3)	(4)
C (mol/m^3)				

4- ارسم المنحنى البياني G = f(C) .

5- اعتمادا على المنحنى البياني استنتج قيمة الناقلية النوعية المولية λ للنوع الكيميائي هيدروكسيد الصوديوم NaOH .

6- توجد بالمخبر قارورة لمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزها C (مجهول) ، أخذنا منها عينة و قسنا قيمة الناقلية بنفس الخلية السابقة فوجدنا G = 1,5 mS ، استنتج قيمة C .

يعطى : M(Na) = 23 g/mol ، M(O) = 16 g/mol ، M(H) = 1 g/mol .

الأجوبة :

1- التركيز الأولي C_0 :

$$C_0 = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} \rightarrow C_0 = \frac{m}{M.V}$$

- $M(NaOH) = 23 + 16 + 1 = 40\ g/mol$
- $C_0 = \frac{2}{40 \times 1} = 0,05\ mol/L$

2- التراكيز المولية للمحاليل الممدة :

حسب قانون التمديد

$$C_0V_0 = CV \rightarrow C = \frac{C_0V_0}{V}$$

محلول الكأس (1) :

$$C_1 = \frac{C_0V_{01}}{V} = \frac{0,05 \times 0,4}{0,5} = 0,04\ mol/L = 40\ mol/m^3$$

محلول الكأس (2) :

$$C_2 = \frac{C_0V_{02}}{V} = \frac{0,05 \times 0,3}{0,5} = 0,03\ mol/L = 30\ mol/m^3$$

محلول الكأس (3) :

$$C_3 = \frac{C_0V_{03}}{V} = \frac{0,05 \times 0,2}{0,5} = 0,02\ mol/L = 20\ mol/m^3$$

محلول الكأس (4) :

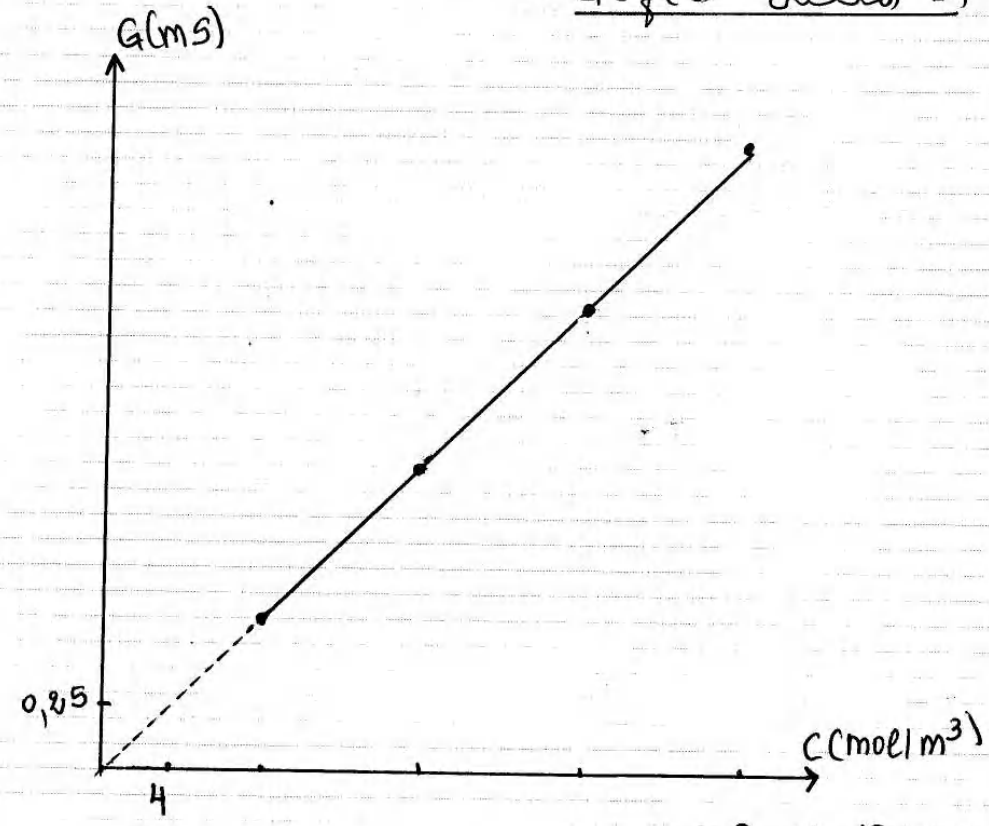
$$C_4 = \frac{C_0V_{04}}{V} = \frac{0,05 \times 0,1}{0,5} = 0,01\ mol/L = 10\ mol/m^3$$

3- حساب الناقلية G في كل محلول :

بتطبيق العلاقة $G = \frac{I}{U}$ نكمل الجدول :

الكأس	(1)	(2)	(3)	(4)
C (mol/m³)	40	30	20	10
G(mS)	2,44	1,80	1,18	0,58

4- المنحنى $G = f(t)$:



5- قيمة λ :

- بيانيا : المنحنى $G = f(C)$ عبارة عن مستقيم يمر من المبدأ معادلته من الشكل:

$$G = aC \quad \ldots\ldots(1)$$

حيث a هو الميل (معامل التوجيه)

- نظريا:

$$G = K\sigma$$

وحيث أن $\sigma = \lambda C$ يصبح

$$G = K\lambda C \quad \ldots\ldots(2)$$

بالمطابقة بين العلاقة النظرية (2) بالعلاقة البيانية (1) :

$$K\lambda = a \rightarrow \lambda = \frac{a}{K}$$

من البيان :

$$a = \frac{8,44 \cdot 10^{-3}}{40} = 6,1 \cdot 10^{-5}$$

إذن:

$$\lambda = \frac{6,1 \cdot 10^{-5}}{1,25 \cdot 10^{-2}} \approx 4,9 \cdot 10^{-3} \ S.m^2/mol$$

قيمة C :
بإسقاط القيمة S

التمرين (9) : (التمرين : 022 في بنك التمارين على الموقع) (*)



• نقص البوتاسيوم هو فقر الجسم لهذا العنصر .
• لمعالجة هذا النقص و تعويضه نستعمل محلول كلور البوتاسيوم الذي يحقن في الجسم عن طريق الحقن الوريدي .
• يباع محلول كلور البوتاسيوم عند الصيدليات في صورة زجاجة سعتها 20 mL مكتوب على بطاقتها 2g و تعني كتلة كلور البوتاسيوم KCl المنحلة في محلول الزجاجة .

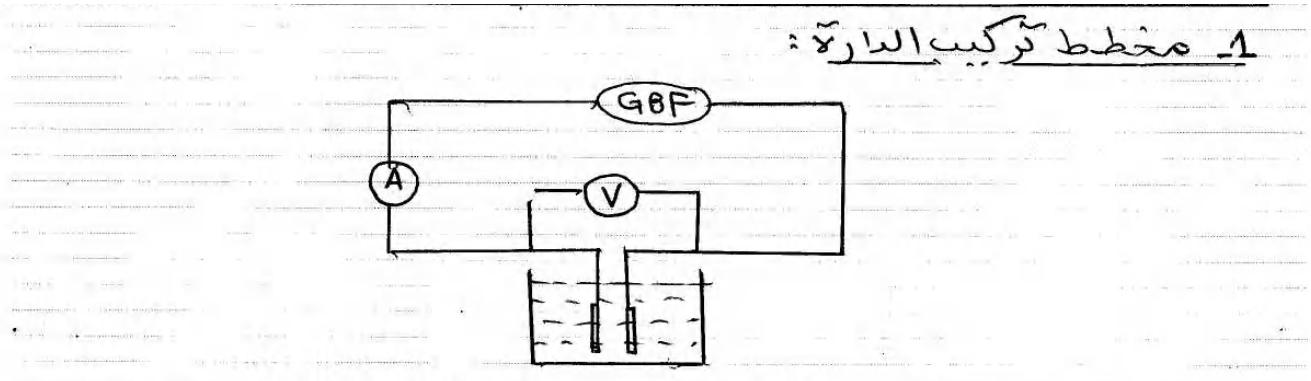
I- من أجل التأكد من هذه الكتلة m لدينا محلول تجاري من كلور البوتاسيوم S_0 تركيزه المولي $C_0 = 10\ mmol/L$ ، نعاير خلية قياس الناقلية بتحضير خمسة محاليل حجمها $V = 50\ mL$ انطلاقا من المحلول S_0 ، سمح قياس قيمة التوتر بين طرفي الخلية و شدة التيار المار في الدارة بحساب قيمة الناقلية G الموافقة لكل محلول كما هو مبين في الجدول المقابل :

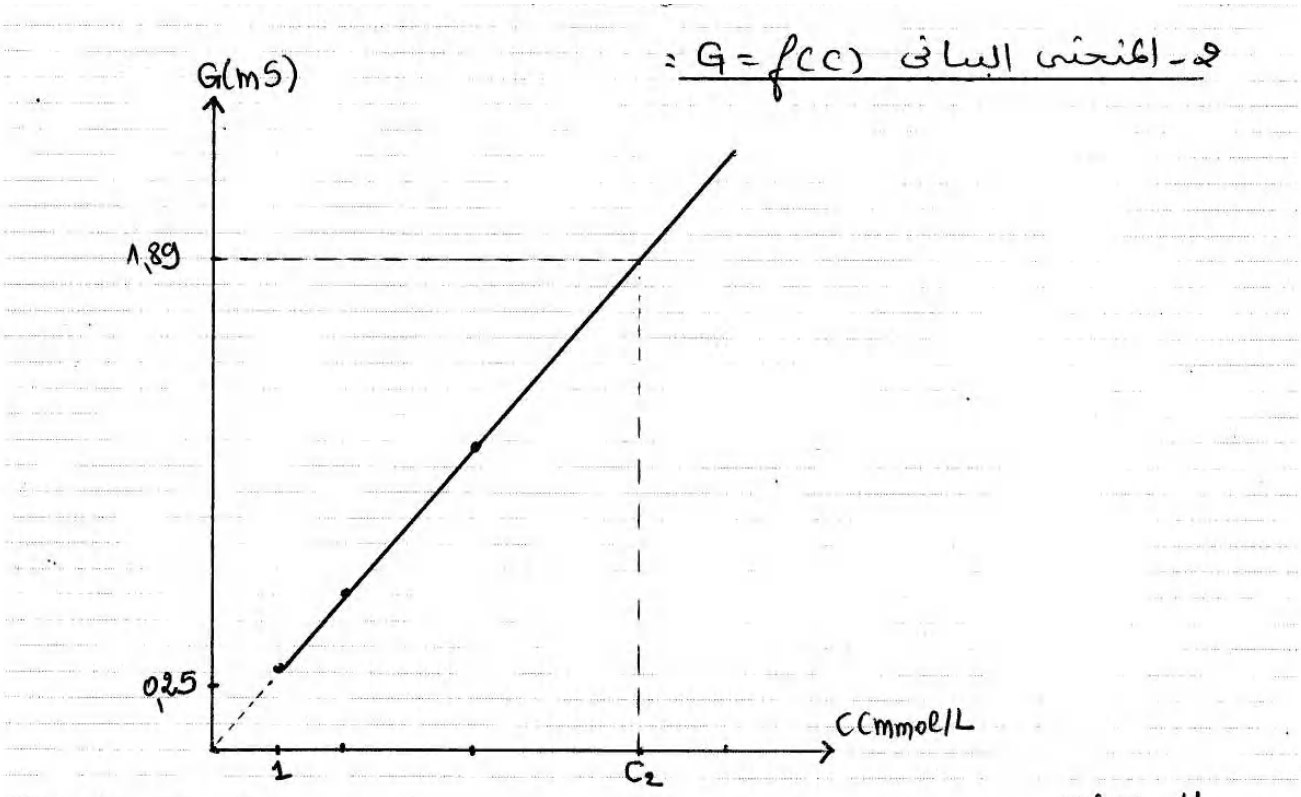
C (mmol/L)	1	2	4	6	8
G (mS)	0,28	0,56	1,16	1,71	2,28

1- أرسم مخطط تركيب الدارة المستعملة في هذه التجربة .
2- أرسم المنحنى البياني $G = f(C)$ ، باستعمال سلم الرسم : $1\ cm \rightarrow 1\ mmol/L$, $1\ cm \rightarrow 0,25\ mS$ ، ماذا تستنتج ؟
3- ماذا يمثل المنحنى السابق ؟
4- نقيس باستعمال نفس التركيب السابق و عند نفس درجة الحرارة ناقلية محلول الزجاجة ، فنحصل على $G_1 = 293\ mS$
أ- هل يمكن تعيين مباشرة تركيز محلول كلور البوتاسيوم KCl للزجاجة المحقونة بواسطة المنحنى السابق ؟ برر إجابتك .
ب- أقترح طريقة تمكنك من قياس هذا التركيز .
5- يمدد محتوى الزجاجة بـ 200 مرة ثم نقيس ناقليته باستعمال نفس الخلية السابقة فنجد $G_2 = 1,95\ mS$.
أ- استنتج قيمة التركيز C_2 للمحلول الممدد ثم التركيز C_1 لمحلول الزجاجة .
ب- أحسب الكتلة m ثم قارنها بالكتلة المعطاة ؟ .
المعطيات : $M(Cl) = 35.5\ g/mol$ ، $M(K) = 39\ g/mol$.

الأجوبة :

1- مخطط تركيب الدارة :





ج- المنحنى البياني : $G = f(C)$

الاستنتاج :
المنحنى $G = f(C)$ عبارة عن مستقيم يمر من المبدأ معادلته من الشكل $G = aC$ ، نستنتج أن ناقلية محلول شاردي تتناسب طردًا مع تركيزه المولي .

3- يمثل المنحنى السابق منحنى المعايرة لخلية قياس الناقلية .

4 - أ- إمكانية تعيين تركيز محلول كلور البوتاسيوم للزجاجة المحقونة مباشرة :
نلاحظ أن القيمة $G_1 = 293\ mS$ خارج مجال المعايرة وبالتالي لا يمكن تعيين تركيز محلول كلور البوتاسيوم للزجاجة المحقونة مباشرة بالاعتماد على مخطط المعايرة لخلية قياس الناقلية .

ب- الطريقة المقترحة :
تتمثل الطريقة المقترحة في تمديد محلول كلور البوتاسيوم للزجاجة المحقونة f مرة (f معامل التمديد) ؛ نقيس ناقلية المحلول الممدد ثم نعين تركيزه المولي بالاعتماد على مخطط المعايرة ، وأخيرًا نستنتج تركيز المحلول الأصلي (كلور البوتاسيوم للزجاجة المحقونة) من خلال معامل التمديد .

5- أ- التركيز المولي للمحلول الممدد C_2 :
لدينا $G_2 = 1,89\ S$ بالإسقاط في منحنى المعايرة نجد :

$C_2 = 6,6 \cdot 1 = 6,7 \cdot 10^{-3}\ mol/L$

التركيز المولي C_1 :
بما أن محلول الزجاجة ذو التركيز المولي C_1 مدد 200 مرة للحصول على المحلول الممدد ذو التركيز المولي C_2 يكون :

$$C_2 = \frac{C_1}{200} \rightarrow C_1 = 200\ C_2$$

$C_1 = 200 \cdot 6{,}7 \cdot 10^{-3} = 1{,}34$ mol/L

5- ب- قيمة m :

$$C = \frac{n}{V} = \frac{\frac{l}{M}}{V} = \frac{m}{M.V} \rightarrow m = C.M.V$$

- M(KCl) = 39 + 35,5 = 74,5 g/mol
- $m = 1{,}34 \cdot 74{,}5 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \approx 2$ g

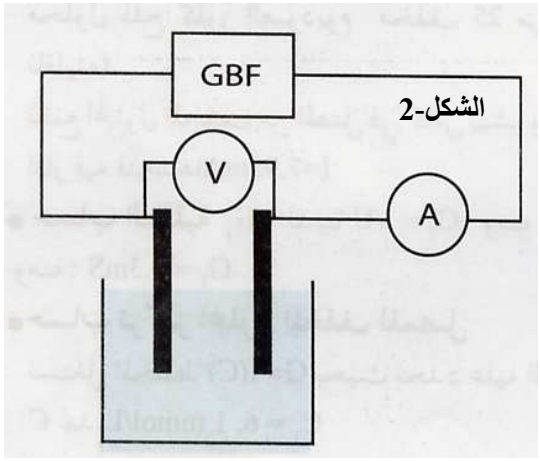
المقارنة :

نلاحظ أن النتيجة المتحصل عليها مطابقة لما هو مكتوب على القارورة .

التمرين (10) : (التمرين : 023 في بنك التمارين على الموقع) (*)

علبة مصل فيزيولوجي ذات سعة 1L كتب على بطاقة معلوماتها (9 g/L) و هي تمثل التركيز الكتلي للمصل الفيزيولوجي ، نريد التحقق من هذه الكتابة و بالتالي التأكد من مدى احترام الصانع لمعايير الجودة ، لذلك نحقق التركيب المبين في (الشكل-2) باستعمال قائمة الأدوات التالية : خلية قياس الناقلية ، مقياس أمبير ، مقياس فولط ، أسلاك توصيل ، المصل الفيزيولوجي (كلور الصوديوم) ، مولد GBF توتره U = 1.5 V .


الشكل-1



الشكل-2

نعاير أولا خلية قياس الناقلية ، لذلك نحضر محلول لكلور الصوديوم تركيزه المولي $C_0 = 10^{-2}$ mol/L و حجمه $V_0 = 1L$ (المحلول الأم) و انطلاقا من هذا المحلول نحضر محاليل ذات تراكيز مختلفة ، نقيس شدة التيار المنتجة و التوتر المنتج بواسطة مقياسي الأمبير و الفولط ثم ندون النتائج في نفس الجدول التالي :

رقم المحلول	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C(mmol/L)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
U (V)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
I (mA)	1.31	2.63	3.92	5.25	6.54	7.85	9.16	10.5	11.8	13.1
G (mS)										

1- أكمل الجدول .

2- أرسم المنحنى البياني G = f(C) (مخطط المعايرة لخلية قياس الناقلية) .

3- نأخذ 20 mL من المصل الفيزيولوجي (محلول كلور الصوديوم) و نمدده 25 مرة من خلال إفراغ الحجم المأخوذ في حوجلة عيارية 500 mL مغسولة بالماء المقطر و ناشفة ثم نضيف إليه الماء المقطر إلى غاية بلوغ الخط العياري ، نضع المحلول المخفف من المصل في كأس بيشر و ندخل فيه خلية قياس الناقلية التي قمنا بمعايرتها ثم نقيس شدة التيار المنتج من خلال مقياس الأمبير فنجد I = 8.0 mA

أ- أحسب ناقلية محلول المصل .

ب- اعتمادا على مخطط المعايرة لخلية قياس الناقلية عين التركيز المولي C لمحلول المصل المخفف ثم استنتج التركيز المولي C_0 و كذا التركيز الكتلي C_{0m} للمحلول الأصلي (المصل الفيزيولوجي) .

جـ- قارن قيمة التركيز الكتلي المتحصل عليه مع تلك المكتوبة على العلبة . هل الصانع يحترم معايير الجودة إذا علمت أن الخطأ المسموح به في قياس الكتلة هو ±5% .

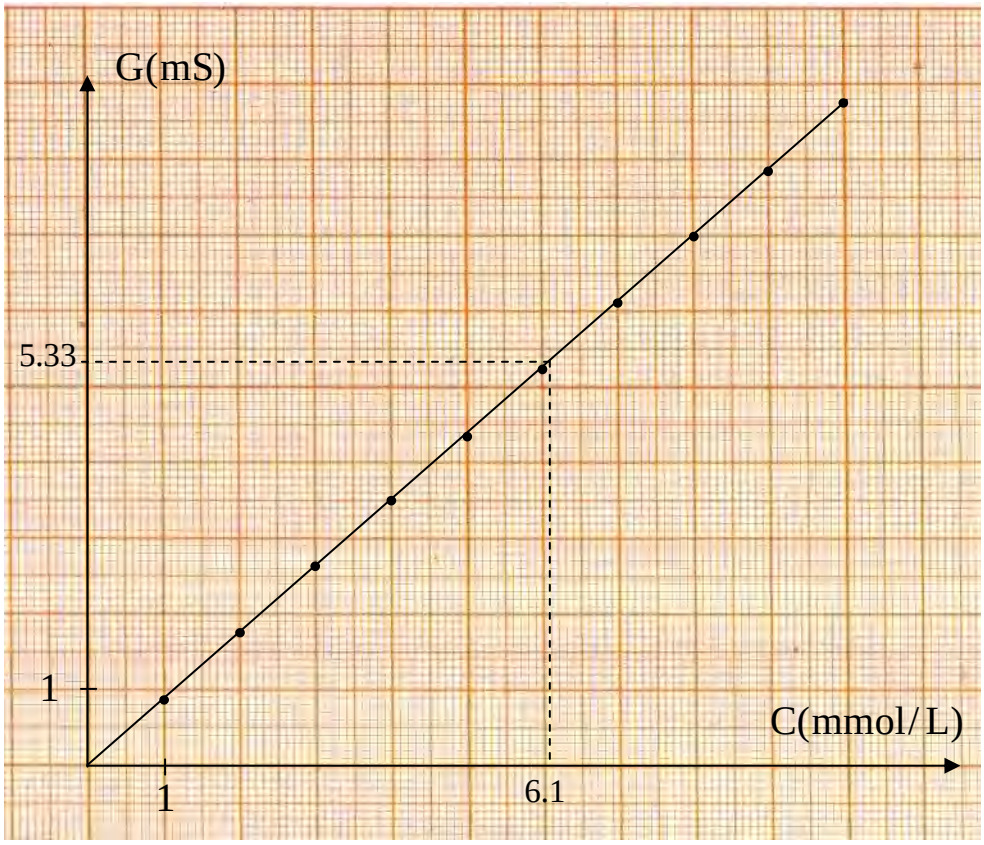
يعطى : M(Na) = 23 g/mol ، M(Cl) = 35,5 g/mol .

الأجوبة :

1- إكمال الجدول :

رقم المحلول	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C(mmol/L)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
U (V)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
I (mA)	1.31	2.63	3.92	5.25	6.54	7.85	9.16	10.5	11.8	13.1
G (mS)	**0.87**	**1.75**	**2.61**	**3.50**	**4.36**	**5.23**	**6.11**	**7.00**	**7.87**	**8.73**

2- أرسم البياني G = f(C) (مخطط المعايرة لخلية قياس الناقلية) .



3- أ- ناقلية محلول المصل :

$$G = \frac{I}{U} \rightarrow G = \frac{8.0.10^{-3}}{1.5} = 5.33.\ 10^{-3}\ S = 5.33\ mS$$

ب- التركيز المولي C لمحلول المصل المخفف :

- بالإسقاط القيمة G = 5.33 S نجد : C = 6.1 mmol/L .

التركيز المولي C_0 للمحلول الأصلي :

- بما أن محلول الـ

$$C = \frac{C_0}{25} \rightarrow C_0 = 25\ C \rightarrow C_0 = 25 \cdot 6.1 \cdot 10^{-3}\ L = 0.152\ mol/L$$

التركيز الكتلي C_{m0} للمحلول الأصلي :

$C_{0m} = MC$

- $M(NaCl) = 23 + 35.5 = 58.5\ g/mol$
- $C_{0m} = 58.5 \cdot 0.152 = 8.89\ g/L$

د- المقارنة بين قيمة التركيز الكتلي المتحصل عليها مع تلك المكتوبة على العلبة و إمكانية احترام معايير الجودة :

- في علبة المصل نجد أن التركيز الكتلي يساوي (9g/L) و بما أن الخطأ المسموح به هو ±5% و يعني أن قيمة التركيز الكتلي المسموح بها محصورة بين : $(9 + \frac{9\times5}{100} = 9.45\ g/L)$ و $(9 - \frac{9\times5}{100} = 8.55\ g/L)$

أي : $8,55 < C_{m0} < 9,45$ ، نلاحظ أن القيمة المتحصل عليها $C_{0m} = 8.89\ g$ تنتمي إلى هذا المجال ، إذن الصانع احترم مقاييس الجودة .

التمرين (11) : (التمرين : 006 في بنك التمارين على الموقع) (*)

نقص الكالسيوم في الدم هو انخفاظ نسبة الكالسيوم فيه و يعالج في الحالات المستعجلة بالحقن الوريدي لمحلول كلور الكالسيوم .





تحتوي حقنة زجاجية على 10mL من هذا المحلول ، تركيزه المولي C_0 و يحتوي كتلة منحلة قدرها 2.191 g من كلور الكالسيوم ذو الصيغة الجزيئية $(CaCl_2 , xH_2O)$ ، نريد إيجاد العدد x عن طريق قياس الناقلية ، لذلك نعاير خلية قياس الناقلية و نقيس ناقلية محاليل قياسية معلومة التركيز عند درجة حرارة ثابتة ثم نسجل النتائج في الجدول التالي :

C(mmol/L)	4	8	12	16	20
G(mS)	2	4	6	8	10

1- ارسم البيان $G = f(C)$.

2- نأخذ عينة من الحقنة و نمددها (نخففها) 100 مرة ، نقيس ناقلية هذه العينة فنجد : $G = 5\ mS$. أوجد التركيز المولي C للمحلول المخفف ثم التركيز المولي C_0 لمحلول الحقنة .

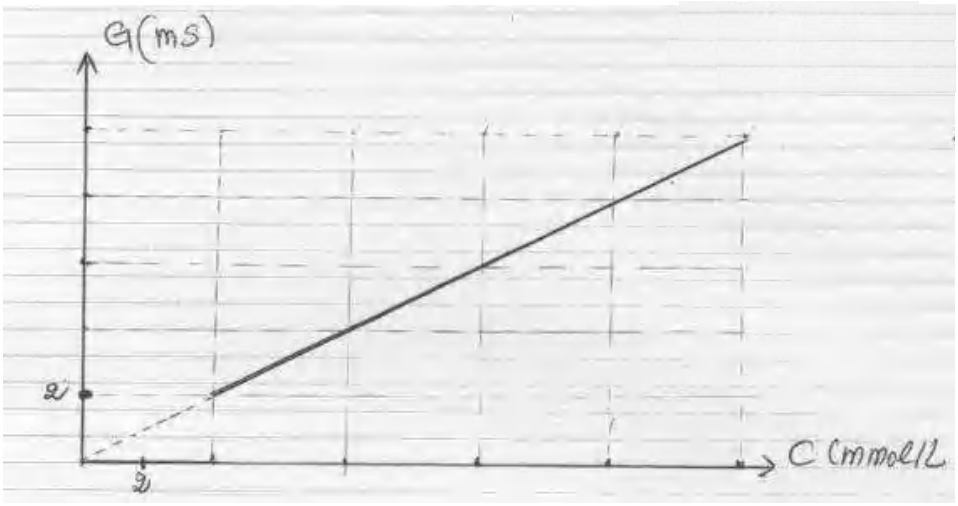
المحلول المخفف ثم C_0 تركيز المحلول الأصلي للحقنة .

3- استنتج العدد x .

يعطى : $M(Ca) = 40.1\ g/mol$ ، $M(Cl) = 35.5\ g/mol$ ، $M(H) = 1\ g/mol$ ، $M(O) = 16\ y/mol$.

الأجوبة :

1- البيان G = f(C) :



2- تركيز المحلول المخفف :

لدينا G = 5 ms ، بالإسقاط في المنحنى G = f(C) مع الأخذ بعين الاعتبار سلم الرسم نجد :

$C = 10\ mmol/L = 10^{-2}\ mol/L$

- تركيز المحلول الأصلي :

المحلول الممدد ذو التركيز المولي C الذي قمنا بقاس ناقليته تحصلنا عليه بتمديد عينة من محلول الحقنة ذو التركيز المولي C ، 100 مرة ، لذا يكون :

$$C = \frac{C_0}{100} \rightarrow C_0 = 100\ C \rightarrow C_0 = 100 \cdot 10^{-2} = 1\ mol/L$$

3- قيمة x :

- من جهة :

$$C_0 = \frac{n_0}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{m}{M.V} \rightarrow M = \frac{m}{C_0.V}$$

$$M = \frac{2,191}{1 \cdot 0,1} = 219,1\ g/mol$$

و هي الكتلة المولية لكلور الكالسيوم النوع الكيميائي المنحل في محتوى الحقنة .

- من جهة أخرى :

$M(CaCl_2 + xH_2O) = M(Ca) + 2M(Cl_2) + x\ M(H_2O)$

$M(CaCl_2 + xH_2O) = 40.1 + (2 \cdot 35.5) + x\ ((2 \cdot 1) + 16)$

$M(CaCl_2 + xH_2O) = 111.1 + 18x$

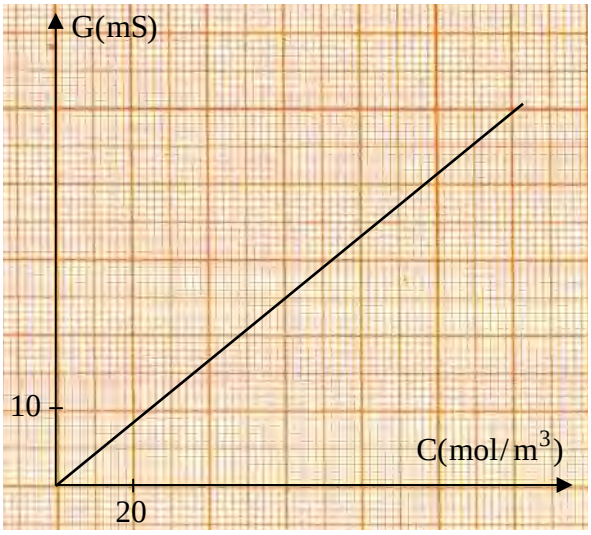
إذن :

$$111.1 + 18\ x = 219.1 \rightarrow x = \frac{219.1 - 111.1}{18} \rightarrow x = 6$$

التمرين (12) : (التمرين : 028 في بنك التمارين على الموقع) (*)



1- توجد في مخبر الثانوية قارورة لمحلول كلور الهيدروجين ($H_3O^+ + Cl^-$) المركز (S_0) تركيزه المولي C_0 ، كتب على بطاقة هذه القارورة ما يلي :
- الكتلة المولية : $M = 36.5\ g/mol$ ، الكثافة : $d = 1.19$.
- النسبة المئوية الكتلية : $P = 35\%$.
من أجل التحقق من النسبة الكتلة المئوية ، نقوم بما يلي :
▪ المرحلة الأولى : نمدد عينة من المحلول (S_0) 100 مرة فنحصل على محلول (S) تركيزه المولي C .



▪ المرحلة الثانية : نقوم بتحضير عدة محاليل لكلور الهيدروجين عند درجة الحرارة 25°C بتراكيز معلومة و مختلفة ثم نقيس باستعمال نفس خلية قياس الناقلية و التي تتميز بـ $K = 1\ cm$ و بتجهيز مرفق الناقلية G لكل المحاليل ، تمت معالجة النتائج المحصل عليها بواسطة برمجية خاصة ، فأعطت منحنى الشكل التالي :
▪ المرحلة الثالثة : نأخذ 50 mL من المحلول (S) و نقوم بقياس ناقليته باستعمال خلية قياس الناقلية السابقة فنحصل على النتيجة $G = 49\ mS$.
أ- بالاعتماد على المنحنى جد التركيز المولي C للمحلول (S) ثم استنتج التركيز المولي C_0 للمحلول (S_0) .
ب- استنتج الناقلية النوعية المولية λ للمذاب .
جـ- احسب قيمة النسبة المئوية الكتلية P ، ماذا تستنتج ؟

الأجوبة :

1- P - التركيز المولي C :
لدينا $G = 4\ mS$ يقابلها على البيان :
$C = 57 \times 2 = 114\ mol/m^3 = 0,14\ mol/L$
- قيمة C_0 :
$C_0 = 100\ C = 100 \times 0,114 = 11,4\ mol/L$
- قيمة λ :
بيانيا : المنحنى $G = f(C)$ هو مستقيم يمر بالمبدأ
معادلته من الشكل :
$G = \sigma C$ ----- (1)
نظريا :
$G = K\sigma$
حيث أن : $\sigma = \lambda C$ يكون :
$G = K\lambda C$ ----- (2)
بمطابقة العلاقتين (1) و (2) :
$K\lambda = \sigma \longrightarrow \lambda = \frac{\sigma}{K}$
من البيان :

$\lambda = \frac{4,17.10^{-4}}{10^{-2}} = 4,17.10^{-2}\ S.m^2/mol$

$P = \frac{MC_0}{10d} = \frac{36,5 \times 11,4}{10 \times 1,19} \approx 35\ \%$

: P قيمة -

الاستنتاج :
قيمة P المتحصل عليها مساوية تقريبا لقيمة P المسجلة على البطاقة .

التمرين (13) : (التمرين : 039 في بنك التمارين على الموقع) (*)



كبريتات الصوديوم هو مركب كيميائي له الصيغة Na_2SO_4 ، وهو الملح الصوديومي لحمض الكبريت .يمكن أن يتواجد بشكل لامائي ويدعى الشكل الخام منه أثناء إنتاجه بكعكة الملح ، يتم الحصول على هذا الملح تقريباً بشكل متساوي إما من مصادر طبيعية أو من مصادر صناعية من المنتجات الثانوية لصناعة الرايون، الليثيوم، حمض كلور الماء ومركبات الكروم.

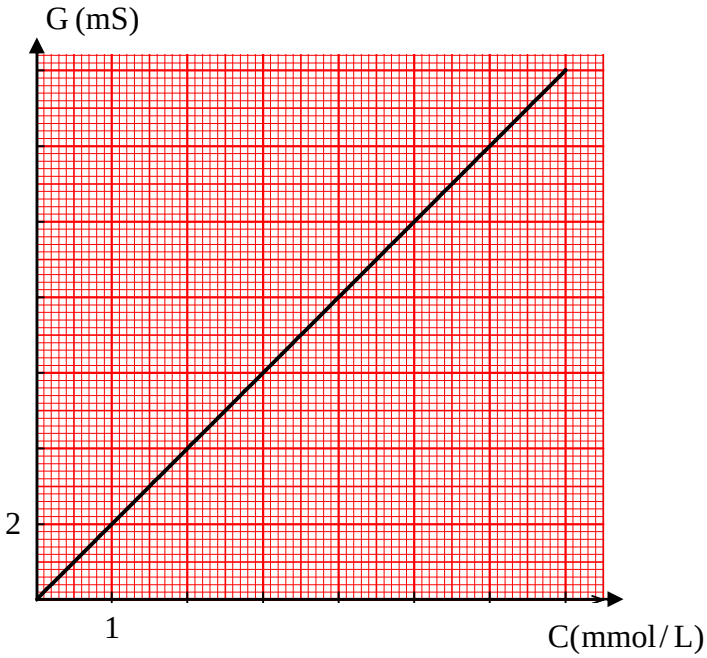
1- يمثل البيان المقابل تغيرات الناقلية الكهربائية بدلالة التركيز المولي لمجموعة من المحاليل القياسية لكبريتات الصوديوم ($2Na^+ + SO_4^{2-}$) .

أ- ماذا يمثل هذا البيان ؟

ب- أرسم مخطط للدارة التي تمكن من رسم هذا البيان .

جـ- أكتب العبارة الحرفية لناقلية المحلول بدلالة الناقليتين المولييتين الشارديتين $\lambda(Na^+)$ ، $\lambda(SO_4^{2-})$ و ثابت الخلية K و التركيز المولي C .

د- اعتمادا على البيان جد ثابت الخلية K .



2- وجدنا في مخبر الثانوية علبة مكتوب عليها كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4) درجة نقاوتها مجهولة ، و من أجل تعيينها نأخذ 2 g من العلبة و نذيبها في 200 mL من الماء النقي لنحصل على المحلول (S_0) . ناخذ 10 mL من المحلول (S_0) و نمددها 10 مرات لنحصل على محلول (S) و نقيس ناقليته فنجد G = 10 mS .

أ- اكتب معادلة انحلال كبريتات الصوديوم في الماء .

ب- عين اعتمادا على البيان التركيز المولي C للمحلول (S) ثم استنتج التركيز المولي C_0 .

جـ- جِد درجة نقاوة كبريتات الصوديوم التي وجدت في المخبر .

3- نحضر محلولا (S) عند درجة االحرارة 25°C بمزج محلولين :

- محلول كبريتات الصوديوم($2Na^+ + SO_4^{2-}$) حجمه $V_1 = 50\ mL$ و تركيزه المولي $C_1 = 10^{-3}\ mol/L$.
- محلول كلور الصوديوم ($Na^+ + Cl^-$) حجمه $V_2 = 100\ mL$ و تركيزه المولي $C_2 = 1,5 . 10^{-3}\ mol/L$.

أ- أحسب تركيز كل شاردة في المزيج المحصل عليه بـ mol/m^3 .

ب- استنتج الناقلية النوعية σ للمزيج .

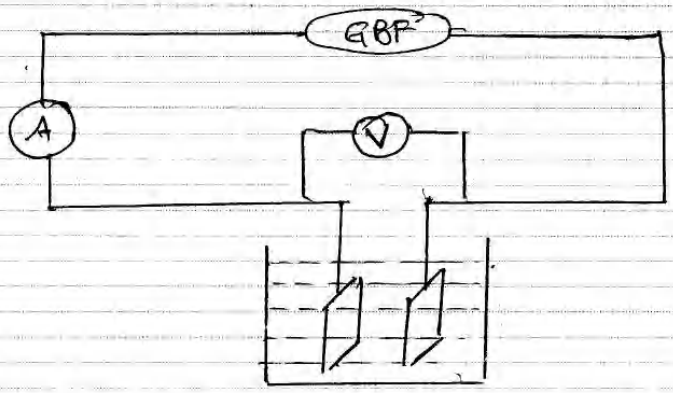
يعطى : $\lambda(Cl^-) = 7,63\ mS.m^2/mol$ ، $\lambda(SO_4^{2-}) = 16\ mS.m^2/mol$ ، $\lambda(Na^+) = 5,01\ mS.m^2/mol$.

الكتلة الم

الأجوبة :

1 - P - يمثل المبيان منحنى المعايرة لخلية قياس الناقلية

ب - مخطط الدارة



جـ - العبارة الحرفية لناقلية محلول بدلالة $\lambda(SO_4^{2-})$ ، $\lambda(Na^+)$ و C و K :

$$G = K\sigma$$
$$G = K\left(\lambda(Na^+)[Na^+] + \lambda(SO_4^{2-})[SO_4^{2-}]\right)$$
$$G = K\left(\lambda(Na^+).2C + \lambda(SO_4^{2-})C\right)$$
$$G = K\left(2\lambda(Na^+) + \lambda(SO_4^{2-})\right)C$$

د - قيمة K :

- بيانيا : المنحنى $G(C)$ هو مستقيم معادلته من الشكل

$$G = \theta C$$

نظريا : ومماسبق :

$$G = K\left(2\lambda(Na^+) + \lambda(SO_4^{2-})\right)C$$

بالمطابقة :

$$K\left(2\lambda(Na^+) + \lambda(SO_4^{2-})\right) = \theta$$
$$K = \frac{\theta}{2\lambda(Na^+) + \lambda(SO_4^{2-})}$$

من البيان:

$\theta = \frac{2 \times 10^{-3}}{1} = 2 \cdot 10^{-3}$

إذن:

$K = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{(2 \times 51 \cdot 10^{-3} + 16 \cdot 10^{-3})} = 7,69 \cdot 10^{-2} m$

$= 7,69 cm.$

ج- P- معادلة انحلال كبريتات الصوديوم في الماء:

$Na_2SO_4 = 2Na^+ + SO_4^{2-}$

قيمة C :

لدينا G = 10 ms بالإسقاط في البيان نجد : $C = 5 mmol/L = 5 . 10^{-3} mol/L$.

قيمة C_0 :

$C_0 = 10 . 5 . 10^{-3} = 5 . 10^{-2} mol/L$

ج- درجة النقاوة:

$P = \frac{m}{m_0} \times 100$

نحسب أولا كتلة المادة النقية m المنحلة في المحلول (S).

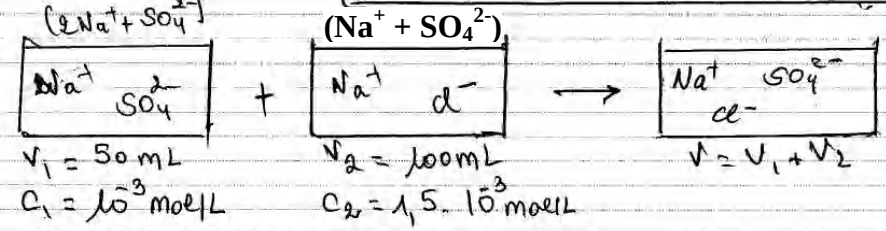
$C_0 = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{m}{MV} \rightarrow m = C.M.V$

$m = 5 . 10^{-2} . 142 . 0,2 = 1,42 g$

إذن:

$P = \frac{1,42}{2} \cdot 100 = 71 \%$

ج- P- تركيز كل نوع من الأنواع في المزيج:

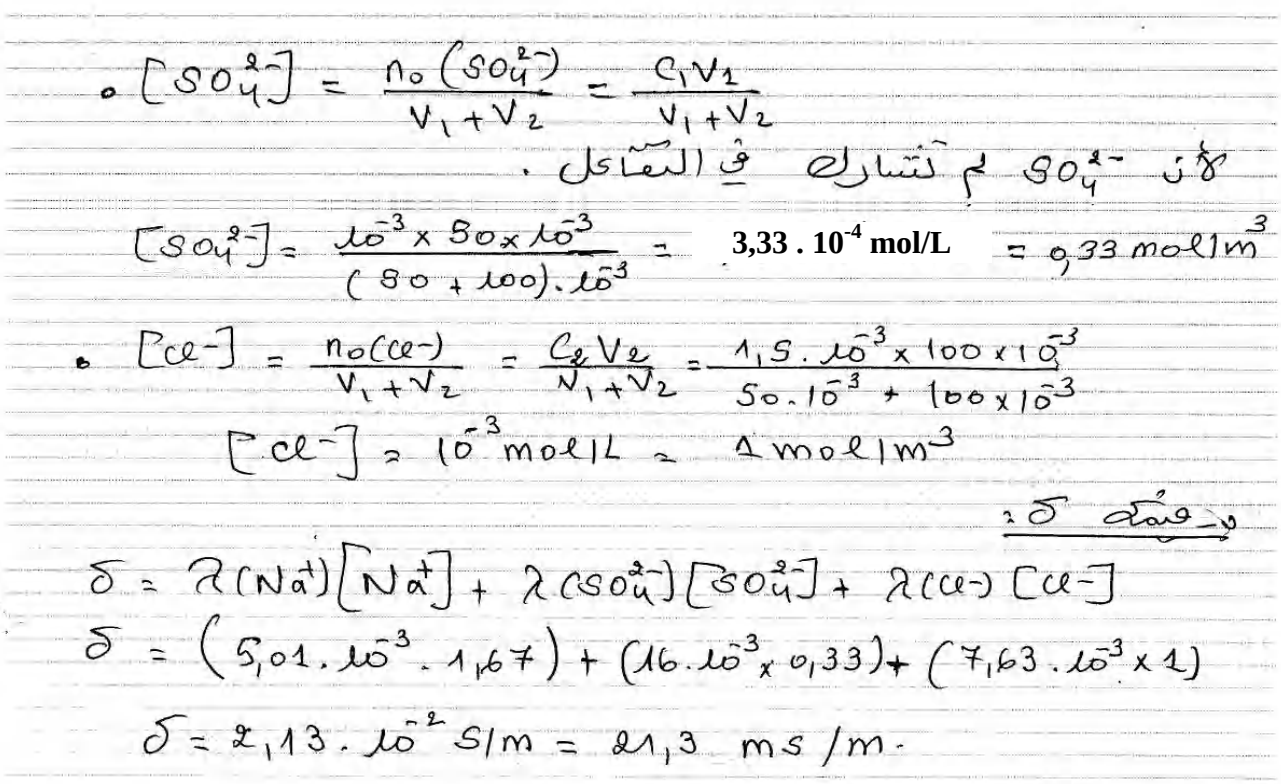


$[Na^+] = \frac{n(Na^+)}{V_1 + V_2} = \frac{n_{01}(Na^+) + n_{02}(Na^+)}{V_1 + V_2}$

$= \frac{2C_1V_1 + C_2V_2}{V_1 + V_2}$

$= \frac{(2 . 10^{-3} . 50 . (10^{-3}) + (1,5 . 10^{-3} \times 100 . 10^{-3})}{50 . 10^{-3} + 100 . 10^{-3}}$

$= 1,67 . 10^{-3} mol/L = 1,67 mol/m^3$



- $[SO_4^{2-}] = \frac{n_0(SO_4^{2-})}{V_1+V_2} = \frac{C_1V_1}{V_1+V_2}$

أي SO_4^{2-} لم تتفاعل في التفاعل .

$[SO_4^{2-}] = \frac{10^{-3} \times 80 \times 10^{-3}}{(80+100).10^{-3}} = 3{,}33 \cdot 10^{-4}\ mol/L = 0{,}33\ mol/m^3$

- $[Cl^-] = \frac{n_0(Cl^-)}{V_1+V_2} = \frac{C_2V_2}{V_1+V_2} = \frac{1{,}5.10^{-3} \times 100 \times 10^{-3}}{50.10^{-3} + 100 \times 10^{-3}}$

$[Cl^-] = 10^{-3}\ mol/L = 1\ mol/m^3$

ثم حساب الناقلية

$\sigma = \lambda(Na^+)[Na^+] + \lambda(SO_4^{2-})[SO_4^{2-}] + \lambda(Cl^-)[Cl^-]$

$\sigma = (5{,}01.10^{-3} \cdot 1{,}67) + (16.10^{-3} \times 0{,}33) + (7{,}63.10^{-3} \times 1)$

$\sigma = 2{,}13.10^{-2}\ S/m = 21{,}3\ mS/m$

التمرين (14) : (التمرين : 034 في بنك التمارين على الموقع) (*)

محلول الداكان Dkin مطهر يستعمل عادة لتنظيف الخارجي الجروح يباع في الصيدليات و هو عبارة عن محلول مائي يحتوي برمنغنات البوتاسيوم $(K^+ + MnO_4^-)$ لونه بنفسجي راجع إلى شاردة البرمنغنات MnO_4^- أصل هذا اللون .

سلم الزبون للصيدلي وصفة طبية كتب عليها : محلول الداكان للتنظيف الخارجي بتركيز $C = 5 \cdot 10^{-2}\ mol/L$ لمدة أسبوع (عبوة بحجم $V = 50\ ml$) ، تفحص الصيدلي مخزونه وجد قارورة لمحلول الداكان قيمة التركيز المولي فيها غير واضح ، لمعرفة التركيز المولي المجهول أخذ علبة من مسحوق برمنغنات البوتاسيوم كتب عليها : $M = 158.04\ g/mol$, $P = 91\%$ و حضر منها محلول تركيزه المولي $C = 20 \cdot 10^{-3}\ mol/L$ و حجمه $V = 100\ mL$ و قام بقياس ناقليته G ، ثم أضاف للمحلول السابق حجما من الماء المقطر و قاس الناقلية من جديد . كرر التجربة عدة مرات فتحصل على الجدول التالي :

$C\ (mol/m^3)$	20	18	16	14	12	10	8	6	4
I (mA)	155	140	123	107	95	81	63	48	35
U(V)	11	11.1	11.2	11.2	11.3	11.4	11.5	11.8	12
G(mS)									

1- أحسب كتلة مسحوق برمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ المستعملة في تحضير المحلول .
2- ما هو حجم الماء المقطر المضاف عند التخفيف الأول .
3- أرسم التركيب التجريبي المستعمل لقياس الناقلية .
4- أكمل الجدول و ارسم المنحنى البياني $G = f(C)$.
5- أكتب عبارة الناقلية G بدلالة التركيز المولي C للمحلول و الناقليات النوعية المولية الشاردية للشوارد الموجودة في المحلول .
6- استنتج

7- أخذ الصيدلي حجما V = 10 mL من القارورة و مدده 100 مرة ثم قام بالقياسات فتحصل على : I = 55 mA ، U = 11.7 V . ما هو تركيز المحلول في القارورة .

8- هل المحلول في القارورة مناسب لهذا المريض ؟ إذا كان الجواب بلا فاذكر البروتوكول التجريبي الذي يسمح بالحصول على طلب الزبون .

يعطى :

$$\lambda(K^+) = 7.35\ mS.m^2/mol \quad , \quad \lambda(MnO_4^-) = 6.103\ mS.m^2/mol$$

الأجوبة :

1- كتلة مسحوق برمنغنات البوتاسيوم المستعملة في تحضير المحلول :

- نحسب أولا كتلة برمنغنات البوتاسيوم النقية المنحلة في المحلول :

$$C = \frac{n(KMnO_4)}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{m}{MV} \rightarrow m = C.MV$$

$$m = 20.10^{-3} \times 158,04 \times 0,1 = 0,32\ g$$

- نحسب الآن m_0 كتلة مسحوق برمنغنات البوتاسيوم المستعمل في تحضير المحلول بالاعتماد على نسبة النقاوة P :

$$P = \frac{m}{m_0} \times \rightarrow m_0 = \frac{m \times 100}{P}$$

$$m_0 = \frac{0,32 \times 100}{91} = 0,35\ g$$

ملاحظة: يمكن تطبيق العلاقة التالية مباشرة

$$P = \frac{100MCV}{m_0} \rightarrow m_0 = \frac{100CMV}{P}$$

2- حجم الماء المقطر المضاف عند التخفيف الأول :

- قبل التخفيف لدينا :

$$\begin{cases} C = 20.10^{-3}\ mol/L \\ V = 100\ mL \end{cases}$$

- بعد التخفيف الأول لدينا :

$$\begin{cases} C_1 = 18.10^{-3}\ mol/L \quad (\text{من الجدول}) \\ V_1 = ? \end{cases}$$

حسب قانون التمديد :

$$CV = C_1V_1$$

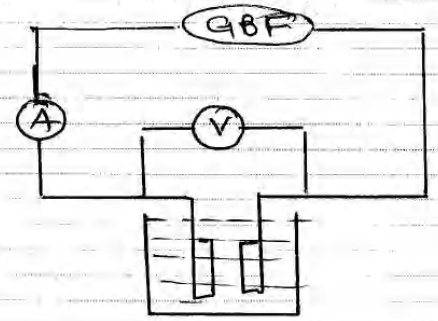
$$CV = C_1(V + V_0)$$

حيث V_0 هو حجم الماء المقطر المضاف ومنه :

$$V + V_0 = \frac{CV}{C_1} \rightarrow V_0 = \frac{CV}{C_1} - V$$

$$V_0 = \frac{20.10^{-3} \times 100.10^{-3}}{18.10^{-3}} - 100.10^{-3} = 1,11.10^{-2} L = 11,1 mL$$

3- التركيب التجريبي:

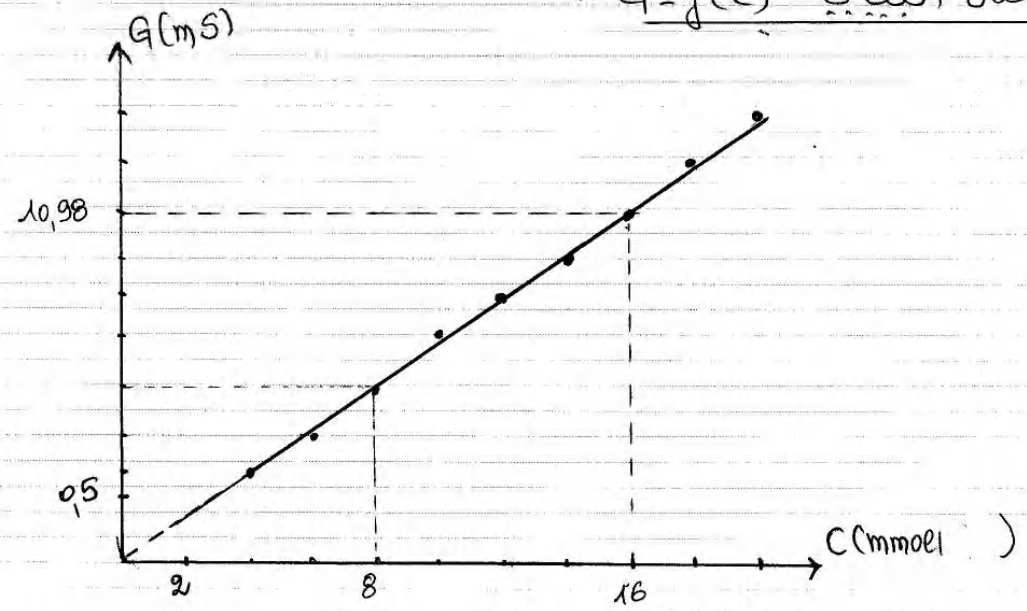


4- إكمال الجدول:

لدينا: $G = \frac{I}{U}$ ومنه نكمل الجدول:

C(mmol)	20	18	16	14	12	10	8	6	4
I(mA)	155	140	123	107	95	81	63	48	35
U(V)	11	11,1	11,2	11,2	11,3	11,4	11,5	11,8	12
G(mS)	14,09	12,61	10,98	9,55	8,40	7,11	5,48	4,07	2,92

المنحنى البياني: $G = f(C)$



3- عبارة G بدلالة c و $\lambda(MnO_4^-)$ ، $\lambda(K^+)$:

$$\sigma = \lambda(K^+)[K^+] + \lambda(MnO_4^-)[MnO_4^-]$$

في محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+ + MnO_4^-)$ يكون :

$$[K^+] = C \quad , \quad [MnO_4^-] = C$$

ومنه يصبح :

$$\sigma = \lambda(K^+)C + \lambda(MnO_4^-)C$$

$$\sigma = (\lambda(K^+) + \lambda(MnO_4^-))C$$

لدينا: $G = K\sigma$ ومنه يصبح :

$$G = (\lambda(K^+) + \lambda(MnO_4^-))KC$$

4- ثابت الخلية K من البيان :

- بيانيا: المنحنى $G = f(C)$ عبارة عن مستقيم يمر من المبدأ معادلته من الشكل :

$$G = \partial C \quad ---- (1)$$

وتطرقا وبالاعتماد على ما سبق :

$$G = (\lambda(K^+) + \lambda(MnO_4^-))KC$$

بالمطابقة :

$$(\lambda(K^+) + \lambda(MnO_4^-))K = \partial \rightarrow K = \frac{\partial}{\lambda(K^+) + \lambda(MnO_4^-)}$$

من البيان :

$$\partial = \frac{10,98 \cdot 10^{-3}}{16} = 6,9 \cdot 10^{-4}$$

اذن :

$$K = \frac{6,9 \cdot 10^{-4}}{7,35 \cdot 10^{-3} + 6,103 \cdot 10^{-3}} = 5,10 \cdot 10^{-2} m = 5,1 cm.$$

5- تركيز المحلول في القارورة :

- نحسب أولا ناقلية المحلول الممدد .

$$G = \frac{I}{U} = \frac{55 \cdot 10^{-3}}{10} = 5,5 \cdot 10^{-3} S$$

بالاسقاط في البيان ، يأخذ سلم الرسم بعين الاعتبار نجد :

$$C = 8 mol/m^3 = 8 \cdot 10^{-3} mol/L$$

وكون أن محلول القارورة ذو التركيز C_0 مدد 100 مرة من أجل الحصول على المحلول ذو التركيز C يكون

$$C = \frac{C_0}{100} \rightarrow C_0 = 100C = 100 \times 8 \cdot 10^{-3} \rightarrow C_0 = 0,8 mol/L$$

B- المحلول مناسب للمريض أم لا :

نلاحظ أن $C_0 \neq 5.10^{-2} mol/L$ ، إذن المحلول الذي في القارورة عند الصيدلي لا يناسب المريض .

البروتوكول التجريبي الذي يسمح بالحصول على طلب الزبون :

- نحسب أولا الحجم اللازم أخذه من القارورة ذات التركيز المولي $C_0 = 0,8 mol/L$ من أجل الحصول على المحلول المطلوب من الزبون ذو التركيز المولي $C = 5.10^{-2} mol/L$

حسب قانون التمديد :

$$C_0 V_0 = CV \rightarrow C_0 = \frac{CV}{C_0}$$

$$V_0 = \frac{5.10^{-2} \times 50 \times 10^{-3}}{0,8} = 3,125.10^{-3} L \approx 3,13 mL$$

- بواسطة ماصة مدرجة مزودة بإجاصة نأخذ الحجم $V_0 = 3,13 mL$ و نضعه في حوجلة جيارية 50mL ، يضاف إليها كمية قليلة من الماء ثم يرج المزيج حتى يتجانس ، بعد ذلك نكمل الحجم (50mL) بالماء المقطر حتى بلوغ الخط العياري .

- يوضح المحلول المتحصل عليه في عبوة 50mL و يقدم للزبون .

** الأستاذ : فرقاني فارس **
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذا الملف و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

www.sites.google.com/site/faresfergani