الوحدة 02: قياس الناقلية (طريقة جديدة لقياس كمية المادة في المحاليل الشاردية)

المستوى: السنة الثانية ثانوي علوم تجريبية. **المجال:** المادة وتحولاتها. **الوحدة 02:** قياس الناقلية (طريقة جديدة لقياس كمية المادة في المحاليل الشاردية)	**الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز. **المدة الاجمالية للوحدة:** 7.5سا.
مؤشرات الكفاءة: ☜ يميز بين الرابطة التكافئية والشاردية. ☜ يفسر انحلال بعض الأنواع الكيميائية في الماء. ☜ يفسر حركة الشوارد في محلول. ☜ يقيس ناقلية محلول شاردي. ☜ يوظف مفهوم الناقلية لتعيين كمية المادة في محلول شاردي. ☜ يستغل منحنى المعايرة.	**أهداف التعلّم:** ☜ يتعرف على تقنية إيجاد كمية المادة بطريقة غير مخربة. ☜ يعرف أن الطريقة تصلح في وجود محلول شاردي. ☜ يفرق بين الرابطة التكافئية والرابطة الشاردية. ☜ يتعرف على العوامل المؤثرة على الناقلية. ☜ يتعرف على حدود صلاحية قانون الناقلية النوعية. ☜ يتعرف على أن التيّار في المحاليل ناتج عن انتقال مزدوج ومنظم للشوارد في اتجاهين مختلف.
النشاطات المقترحة: ☜ تحضير محلول شاردي بحيث: المذاب صلب شاردي (الرابطة الشاردية)، المذاب سائل أو غاز مستقطب.	
الوسائل المستعملة: ☜ أنابيب اختبار، بيشر، محاليل (ماء مقطر، برمنغنات البوتاسيوم، كبريتات النحاس، محلول HCl، زيت، كحول اثيلي)، ملح الطعام، سكر، اسلاك توصيل، مصباح، بطارية، قاطعة، أمبير متر، مسطرة، سحاحة (بدل حنفية الماء)	**المراجع:** ☜ المنهاج. ☜ الوثيقة المرافقة. ☜ الكتاب المدرسي. ☜ وثائق من شبكة الأنترنت.
مراحل سير الدرس: **1- النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية.** **1.1- التفسير المجهري للنقل الكهربائي.** **2.1- الناقلية G لجزء من محلول شاردي.** **3.1- العوامل المؤثرة على ناقلية محلول شاردي.** **2- الناقلية النوعية.** **3- معايرة مصل فيزيولوجي (التحقق من دلالته التجارية).** **4- تقويم الوحدة.**	**التقويم:** - أسئلة حول النشاط تحقق أهداف التعلّم.

www.tounia.com

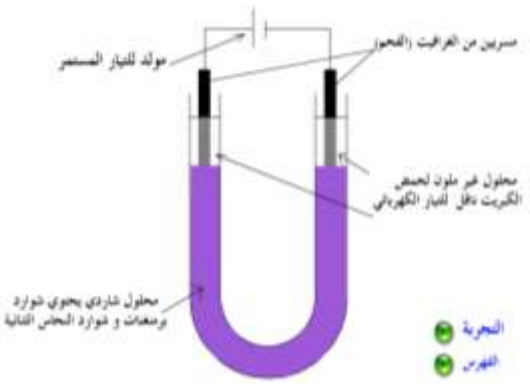
البطاقة التربوية رقم 01: النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية.

المجال: المادة وتحولاتها. **الوحدة 02:** قياس الناقلية (طريقة جديدة لقياس كمية المادة في المحاليل الشاردية) **الموضوع:** النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية.	**الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز. **المدة الاجمالية للوحدة:** 7.5سا. **نوع النشاط:** نظري. **المدة:** (45د)×2.
مؤشرات الكفاءة: ☜ يفسر حركة الشوارد في محلول. ☜ يقيس ناقلية محلول شاردي.	**أهداف التعلّم:** ☜ يتعرف على أن التيّار في المحاليل ناتج عن انتقال مزدوج ومنظم للشوارد في اتجاهين مختلفين.
النشاطات المقترحة: ☜نشاطات الكتاب المدرسي صفحة 267. - تحقيق تجربة توضيحية تبرز هجرة الشوارد. - تجربة ورق الترشيح المبلل بمحلول شاردي. - استعمال المحاكاة.	
الوسائل المستعملة: 🖘جهاز الكمبيوتر المحمول، جهاز العرض، محاكاة لهجرة الشوارد، خلية قياس الناقلية، جهاز GBF، فولط متر، أمبير متر، أسلاك توصيل، محلول كبريتات النحاس $(Cu^{+2} + SO_4^{-2})$، محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+ + MnO_4^-)$، محلول حمض الكبريت $(2H_3O^+ + SO_4^{-2})$	**المراجع:** 🖘المنهاج. 🖘الوثيقة المرافقة. 🖘الكتاب المدرسي. 🖘وثائق من شبكة الأنترنت.
مراحل سير الدرس: **1- النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية.** **1.1- التفسير المجهري للنقل الكهربائي.** **2.1- الناقلية G لجزء من محلول شاردي.** **3.1- قياس الناقلية G لمحلول:**	**التقويم:** - أسئلة حول النشاط تحقق أهداف التعلّم. **ملاحظات:**

www.toularia.com

1- النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية:

1.1- التفسير المجهري للنقل الكهربائي:



تجربة: نحقق التركيب المبيّن على الشكل بوضع المحاليل التالية في أنبوب زجاجي حرف U.

- محلول كبريتات النحاس $(Cu^{+2} + SO_4^{-2})$ لونه أزرق بفعل وجود (Cu^{+2}).

- محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+ + MnO_4^-)$ لونه بنفسجي بفعل وجود (MnO_4^-).

- محلول حمض الكبريت $(2H_3O^+ + SO_4^{-2})$ عديم اللون.

1- ماذا تلاحظ؟

☜ نلاحظ أن شوارد Cu^{+2} نحو المهبط (القطب السالب) وMnO_4^- اتجهت نحو المصعد.

2- فسّر مجهريا ما حدث.

☜ إنّ الشوارد Cu^{+2}، MnO_4^- تكون في حالة عشوائية ولكن عند وصل المسريين بقطبي المولد فانّه تنشأ قوّة تجر الشوارد الموجبة نحو المهبط (مع الجهة الاصطلاحية للتيّار) وتجر الشوارد السالبة نحو المصعد (عكس الجهة الاصطلاحية للتيّار).

3- استنتج بإكمال الفراغات:

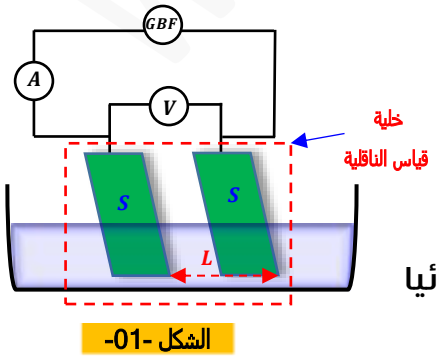
نقل المحاليل الشاردية للتيّار الكهربائي راجع للحركة المزدوجة وفي الاتجاهين المتعاكسين للشوارد الموجبة (الكاتيونات) والسالبة (الأيونات).

2.1- الناقلية:

تعرف الناقلية G على أنّها حاصل النسبة بين شدّة التيّار I المار في الناقل على فرق الكمون U المطبّق بين طرفيه أي أن: $G = \frac{I}{U}$ ومنه فإنّ: $G = \frac{I}{U} = \frac{1}{R}$.

تقدر الناقلية الكهربائية G في نظام الوحدات الدولية بالأمبير/الفولط وتحمل اسما خاصا بها هو السيمنس $(Siemens)$ ويرمز لها بالحرف S أي: $1S = 1\Omega^{-1}$.

3.1- قياس الناقلية G لمحلول:



الشكل -01-

- لقياس الناقلية G لمحلول ما نقوم بحصر جزء (حجم) من هذا المحلول بين صفيحتين معدنيتين متماثلتين مساحة سطح كل منهما S وتفصل بينهما مسافة L، ثم نطبّق عليهما بواسطة مولّد من نوع GBF توترا كهربائيا (الشكل -01-).

- تسمى جملة الصفيحتين المذكورتين والفضاء (الحجم) المحدد بينهما **خلية قياس الناقلية** وتدعى هاتين الصفيحتين بلبوسي الخليّة.

تتميّز خلية قياس الناقلية بثابت يدعى **ثابت الخلية**، يرمز له بـ K ووحدته المتر (m) ويعبر عنه بالعلاقة:

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

- إذا كانت U هي قيمة التوتر الذي يشير اليه مقياس الفولط متر الموصول على تفرع مع خلية قياس الناقلية، وI هي قيمة شدّة التيّار التي يشير اليها مقياس الأمبير متر الموصول على تسلسل مع خلية قياس الناقلية، يعبّر عن ناقلية المحلول بالعلاقة التالية: $G = \frac{I}{U}$.

www.touahria.com

البطاقة التربوية رقم 02: العوامل المؤثرة على ناقلية محلول شاردي.

المجال: المادة وتحولاتها. **الوحدة 02:** قياس الناقلية (طريقة جديدة لقياس كمية المادة في المحاليل الشاردية) **الموضوع:** العوامل المؤثرة على ناقلية محلول شاردي.	**الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز. **المدة الاجمالية للوحدة:** 7.5سا. **نوع النشاط:** عمل مخبري. **المدة:** (45د)×3.
مؤشرات الكفاءة: ☜ يقيس ناقلية محلول شاردي. ☜ يوظف مفهوم الناقلية لتعيين كمية المادة في محلول شاردي. ☜ يستغل منحنى المعايرة $G = f(C)$.	**أهداف التعلّم:** ☜ يتعرف على العوامل المؤثرة على ناقلية محلول شاردي. ☜ يتعرف على حدود صلاحية قانون الناقلية النوعية.
النشاطات المقترحة: ☜نشاطات الكتاب المدرسي صفحة 269 و270. ☜العمل المخبري رقم -08- (المفتشية العامة للبيداغوجيا).	
الوسائل المستعملة: بيشر، مخلاط، جهاز مولد التوترات المنخفضة GBF، محاليل (كلور الصوديوم $(Na^+ + Cl^-)$، كلور البوتاسيوم $(K^+ + Cl^-)$، محلول الصودا $(Na^+ + OH^-)$)، أسلاك توصيل، فولط متر، أمبير متر، خلية قياس الناقلية يمكن التحكم في أبعادها.	**المراجع:** المنهاج. الوثيقة المرافقة. الكتاب المدرسي. وثائق من شبكة الأنترنت.
مراحل سير الدرس: **1- النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية.** **3.1- العوامل المؤثرة على ناقلية محلول شاردي.**	**التقويم:** - أسئلة حول النشاط تحقق أهداف التعلّم. **ملاحظات:**

1- النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية:

- بطاقة التلميذ -

3.1- العوامل المؤثرة على ناقلية محلول شاردي:

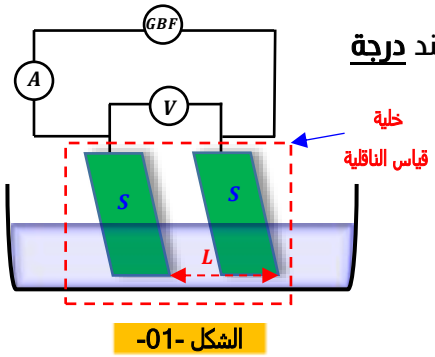
أ- مقدمة: في الكهرباء يستخدم مقدار المقاومة الكهربائية R كمؤشر على صعوبة مرور التيّار الكهربائي في النواقل الصلبة وفي المحاليل.

- هل يمكن تعريف مقدار فيزيائي يدلنا على سهولة مرور التيّار الكهربائي في هذه النواقل الكهربائية؟

- كيف ذلك؟ وكيف نقيسه؟ وماهي مواصفات آلة قياسه؟ وماهي العوامل المؤثرة عليه؟

ب- الوسائل والمواد المستعملة: بيشر، مخلاط، جهاز مولد التوترات المنخفضة GBF، محاليل (كلور الصوديوم $(Na^+ + Cl^-)$، كلور البوتاسيوم $(K^+ + Cl^-)$، محلول الصودا $(Na^+ + OH^-)$)، أسلاك توصيل، فولط متر، أمبير متر، خلية قياس الناقلية.

جـ- خطوات العمل: ندرس تغيرات الناقلية G لمحلول كلور الصوديوم $(Na^+ + Cl^-)_{(aq)}$ عند **درجة حرارة ثابتة** (درجة حرارة المخبر) بدلالة أحد المقادير: L، S، C حيث:



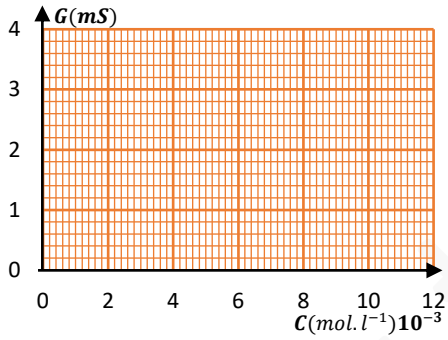
الشكل -01-

C: تركيز المحلول الشاردي، S: مساحة الجزء المغمور من الصفيحتين، L: البعد بين الصفيحتين.

- نضبط المولد على $U = 12V$.

نشاط 01: علاقة الناقلية G بالتركيز C.

- نبقي قيمتي S وL ثابتين، حيث: $S = 15cm^2$ و$L = 4,7cm$. ونقيس الناقلية G لمحلول كلور الصوديوم من أجل تراكيز مختلفة. أكمل الجدول التالي ثم أرسم المنحنى البياني $G = f(C)$:



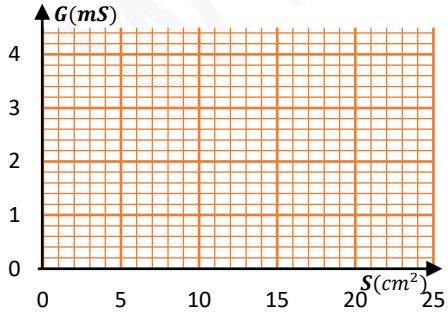
$C(mol.l^{-1})$	10.10^{-3}	5.10^{-3}	$2,5.10^{-3}$	$1,25.10^{-3}$
$I(mA)$	7,0	3,7	2,1	1,2
$U(V)$	2,00	1,94	2,10	2,00
$G(mS)$				

- استنتج العلاقة التي تربط الناقلية G بالتركيز C للمحلول الشاردي.

.....

نشاط 02: علاقة الناقلية G بمساحة السطح S.

- نبقي قيمتي C وL ثابتين، حيث: $C = 0,01mol.l^{-1}$ و$L = 4cm$. ونقيس الناقلية G مع تغيير في كل مرة مساحة السطح S المغمور في المحلول، أكمل الجدول التالي ثم أرسم المنحنى البياني $G = g(S)$:



$S(cm^2)$	22,95	15,30	10,20	5,10
$I(mA)$	8,20	6,20	4,10	2,00
$U(V)$	2,00	2,21	2,10	2,00
$G(mS)$				

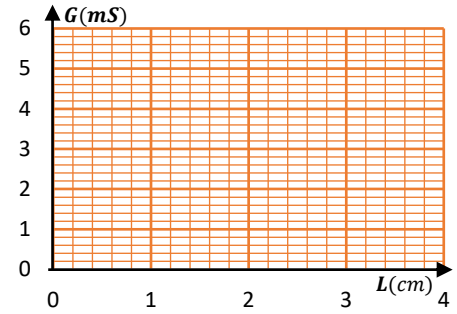
- استنتج العلاقة التي تربط الناقلية G بمساحة السطح S المغمور في المحلول.

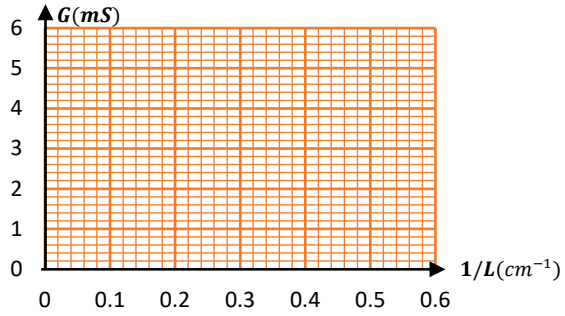
.....

نشاط 03: علاقة الناقلية G بالبعد L بين الصفيحتين.

- نبقي قيمتي C وS ثابتين، حيث: $C = 0{,}01mol.l^{-1}$ و$S = 20cm^2$. ونقيس الناقلية G مع تغيير في كل مرة البعد بين الصفيحتين L، أكمل الجدول التالي ثم أرسم المنحنى البياني $G = h(L)$:

$L(cm)$	2,0	2,94	3,12	3,44
$I(mA)$	9,8	7,9	6,7	5,7
$U(V)$	2,00	2,21	2,10	2,00
$\frac{1}{L}(cm^{-1})$				
$G(mS)$				





- استنتج العلاقة التي تربط الناقلية G بـالمقدار $\frac{1}{L}$ والمقدار L:

.....

نشاط 04: علاقة الناقلية G بطبيعة المحلول.

نبقي القيم C، S وL ثابتين ونغيّر في كل مرة المحلول المستعمل. أكمل الجدول التالي:

المحلول	$(Na^+ + Cl^-)$	$(K^+ + Cl^-)$	$(Na^+ + OH^-)$
$I(mA)$	8,4	10,3	15,6
$U(V)$	2,2	2,05	2,00
$G(mS)$			

- ماذا تستنتج؟

.....

.....

.....

نشاط 05: علاقة الناقلية G بدرجة الحرارة.

نبقي القيم C، S وL ثابتين ونستعمل نفس المحلول ونغير في كل مرة درجة الحرارة. أكمل الجدول التالي:

درجة الحرارة $\theta(°C)$	3	20	50
$I(mA)$	6,1	8,5	16,9
$U(V)$	2,21	2,18	2,13
$G(mS)$			

- ماذا تستنتج؟

.....

.....

.....

1- أكتب فقرة تلخص فيها مدى ارتباط العوامل المدروسة سابقا بقيمة ناقلية المحلول.

.....

.....

2- صغ علاقة رياضية تربط بين أبعاد خلية القياس والناقلية G.

.....

.....

3- هل يمكن استغلال خلية القياس في قياس الناقلية النوعية لمحاليل جديدة؟

.....

.....

1- النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية:

- بطاقة الأستاذ-

3.1- العوامل المؤثرة على ناقلية محلول شاردي:

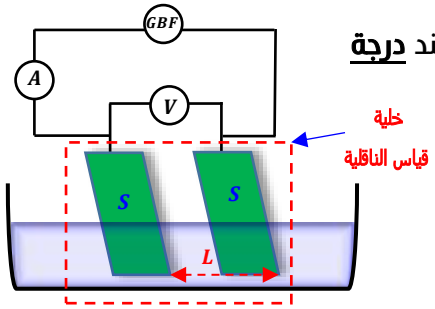
أ- مقدمة: في الكهرباء يستخدم مقدار المقاومة الكهربائية R كمؤشر على صعوبة مرور التيّار الكهربائي في النواقل الصلبة وفي المحاليل.

- هل يمكن تعريف مقدار فيزيائي يدلنا على سهولة مرور التيّار الكهربائي في هذه النواقل الكهربائية؟

- كيف ذلك؟ وكيف نقيسه؟ وماهي مواصفات آلة قياسه؟ وماهي العوامل المؤثرة عليه؟

ب- الوسائل والمواد المستعملة: بيشر، مخلاط، جهاز مولد التوترات المنخفضة GBF، محاليل (كلور الصوديوم $(Na^+ + Cl^-)$، كلور البوتاسيوم $(K^+ + Cl^-)$، محلول الصودا $(Na^+ + OH^-)$)، أسلاك توصيل، فولط متر، أمبير متر، خلية قياس الناقلية.

جـ- خطوات العمل: ندرس تغيرات الناقلية G لمحلول كلور الصوديوم $(Na^+ + Cl^-)_{(aq)}$ عند **درجة حرارة ثابتة** (درجة حرارة المخبر) بدلالة أحد المقادير: L، S، C حيث:



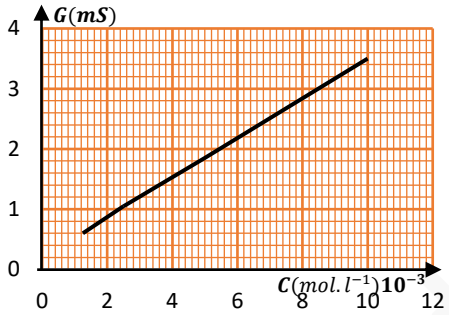
الشكل -01-

C: تركيز المحلول الشاردي، S: مساحة الجزء المغمور من الصفيحتين، L: البعد بين الصفيحتين. - نضبط المولد على $U = 12V$.

نشاط 01: علاقة الناقلية G بالتركيز C.

- نبقي قيمتي S وL ثابتين، حيث: $S = 15cm^2$ و$L = 4{,}7cm$. ونقيس الناقلية G لمحلول كلور الصوديوم من أجل تراكيز مختلفة. أكمل الجدول التالي ثم أرسم المنحنى البياني $G = f(C)$:

$C(mol.l^{-1})$	10.10^{-3}	5.10^{-3}	$2{,}5.10^{-3}$	$1{,}25.10^{-3}$
$I(mA)$	7,0	3,7	2,1	1,2
$U(V)$	2,00	1,94	2,10	2,00
$G(mS)$	**3,5**	**1,9**	**1,00**	**0,6**



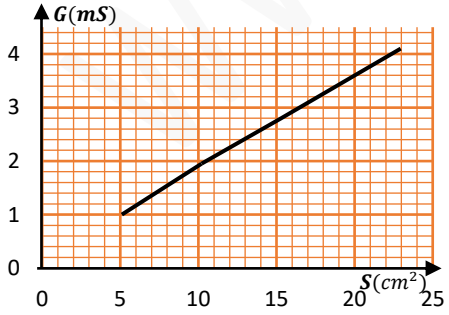
- استنتج العلاقة التي تربط الناقلية G بالتركيز C للمحلول الشاردي.

☜ **تتناسب الناقلية طردا مع التركيز C للمحلول الشاردي بحيث: $G = a_1 C$. (a_1 معامل توجيه البيان).**

نشاط 02: علاقة الناقلية G بمساحة السطح S.

- نبقي قيمتي C وL ثابتين، حيث: $C = 0{,}01mol.l^{-1}$ و$L = 4cm$. ونقيس الناقلية G مع تغيير في كل مرة مساحة السطح S المغمور في المحلول، أكمل الجدول التالي ثم أرسم المنحنى البياني $G = g(S)$:

$S(cm^2)$	22,95	15,30	10,20	5,10
$I(mA)$	8,20	6,20	4,10	2,00
$U(V)$	2,00	2,21	2,10	2,00
$G(mS)$	**4,1**	**2,8**	**1,95**	**1,00**



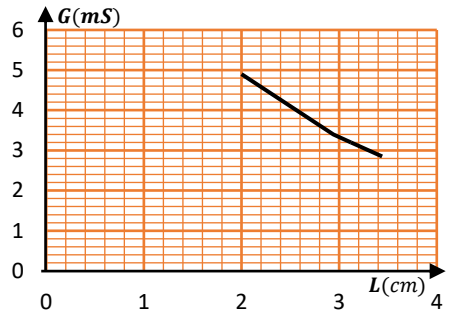
- استنتج العلاقة التي تربط الناقلية G بمساحة السطح S المغمور في المحلول.

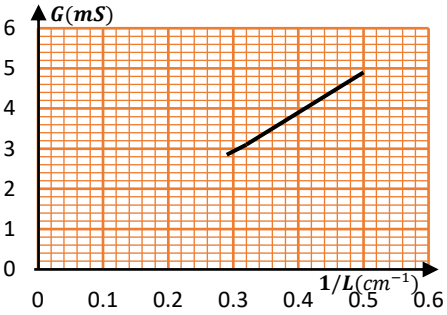
☜ **تتناسب الناقلية G طردا مع مساحة السطح S المغمور في المحلول بحيث: $G = a_2 S$. (a_2 معامل توجيه البيان).**

نشاط 03: علاقة الناقلية G بالبعد L بين الصفيحتين.

- نبقي قيمتي C وS ثابتين، حيث: $C = 0{,}01mol.l^{-1}$ و$S = 20cm^2$. ونقيس الناقلية G مع تغيير في كل مرة البعد بين الصفيحتين L، أكمل الجدول التالي ثم أرسم المنحنى البياني $G = h(L)$:

$L(cm)$	2,0	2,94	3,12	3,44
$I(mA)$	9,8	7,9	6,7	5,7
$U(V)$	2,00	2,21	2,10	2,00
$\frac{1}{L}(cm^{-1})$	**0,50**	**0,34**	**0,32**	**0,29**
$G(mS)$	**4,9**	**3,4**	**3,2**	**2,85**





- استنتج العلاقة التي تربط الناقلية G بـالمقدار $\frac{1}{L}$ والمقدار L:

☜ تزداد الناقلية G بزيادة المقدار $\frac{1}{L}$ وبنقصان البعد بين الصفيحتين L أي أنّ: $G = a_3\frac{1}{L}$.

نشاط 04: علاقة الناقلية G بطبيعة المحلول.

نبقي القيم C، S وL ثابتين ونغيّر في كل مرة المحلول المستعمل. أكمل الجدول التالي:

المحلول	$(Na^+ + Cl^-)$	$(K^+ + Cl^-)$	$(Na^+ + OH^-)$
$I(mA)$	8,4	10,3	15,6
$U(V)$	2,2	2,05	2,00
$G(mS)$	**3,81**	**5,24**	**7,8**

- ماذا تستنتج؟

☜ نلاحظ أن الناقلية G تختلف باختلاف المحلول اذا الناقلية تتعلق بطبيعة المحلول

نشاط 05: علاقة الناقلية G بدرجة الحرارة.

نبقي القيم C، S وL ثابتين ونستعمل نفس المحلول ونغير في كل مرة درجة الحرارة. أكمل الجدول التالي:

درجة الحرارة $\theta(°C)$	3	20	50
$I(mA)$	6,1	8,5	16,9
$U(V)$	2,21	2,18	2,13
$G(mS)$	**2,76**	**3,89**	**7,93**

- ماذا تستنتج؟

☜ نلاحظ أن الناقلية G تتزايد بتزايد درجة الحرارة (تناسب طردي).

1- أكتب فقرة تلخص فيها مدى ارتباط العوامل المدروسة سابقا بقيمة ناقلية المحلول.

☜ تتعلق الناقلية G لمحلول شاردي بأبعاد خلية القياس حيث تتناسب طردا مع مساحة السطح S المغمور في المحلول ومع تركيز المحلول C ومع درجة الحرارة θ وعكسا مع البعد بين لبوسي الخلية L.

2- صغ علاقة رياضية تربط بين أبعاد خلية القياس والناقلية G. ☜ من النتائج السابقة يمكننا استنتاج علاقة الناقلية بالشكل التالي: $G = \sigma\frac{S}{L}$

حيث: σ هي الناقلية النوعية لمحلول شاردي وتتعلق بتركيز المحلول C وطبيعة المحلول.

بوضع: $K = \frac{S}{L}$ (حيث K يسمى ثابت الخليّة) تصبح عبارة الناقلية: $G = K\sigma$.

3- هل يمكن استغلال خلية القياس في قياس الناقلية النوعية لمحاليل جديدة؟ ☜ نعم يمكن استغلال خلية قياس الناقلية لقياس ناقلية النوعية محاليل جديدة (يجب تنظيفها بالماء المقطر قبل وبعد كل استعمال).

البطاقة التربوية رقم 03: الناقلية النوعية σ.

المجال: المادة وتحولاتها. **الوحدة 02:** قياس الناقلية (طريقة جديدة لقياس كمية المادة في المحاليل الشاردية) **الموضوع:** الناقلية النوعية σ.	**الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز. **المدة الاجمالية للوحدة:** 7.5سا. **نوع النشاط:** نظري. **المدة:** (45د)×2.
مؤشرات الكفاءة: ☜ يقيس ناقلية محلول شاردي. ☜ يوظف مفهوم الناقلية لتعيين كمية المادة في محلول شاردي. ☜ يستغل منحنى المعايرة $G = f(C)$.	**أهداف التعلّم:** ☜ يتعرف على العوامل المؤثرة على ناقلية محلول شاردي. ☜ يتعرف على حدود صلاحية قانون الناقلية النوعية.
النشاطات المقترحة: ☜نشاطات الكتاب المدرسي صفحة 269 و270. ☜العمل المخبري رقم -08- (المفتشية العامة للبيداغوجيا).	
الوسائل المستعملة: ⇚ السبورة.	**المراجع:** ⇚المنهاج. ⇚الوثيقة المرافقة. ⇚الكتاب المدرسي. ⇚وثائق من شبكة الأنترنت.
مراحل سير الدرس: **2- الناقلية النوعية.** **1.2- مفهوم الناقلية النوعية σ.** **2.2- مفهوم الناقلية النوعية المولية λ.**	**التقويم:** - أسئلة حول النشاط تحقق أهداف التعلّم. **ملاحظات:**

1- الناقلية النوعية σ:

1.1- مفهوم الناقلية النوعية σ لمحلول شاردي:

تجريبيا وجدنا أن ناقلية محلول G تتناسب طردا مع ثابت الخلية K أي: $G = \sigma K$، حيث σ تدعى الناقلية النوعية لمحلول شاردي وحدتها S/m.

2.1- مفهوم الناقلية النوعية المولية الشاردية λ_i:

الناقلية النوعية σ للمحاليل الشاردية تساهم فيها الشوارد الموجبة والسالبة معا وتتناسب كل منهما مع تركيز شواردها.

مثال: $AB = A^+ + B^-$ أي أن عبارة الناقلية النوعية تعطى بالعبارة التالية:

$$\sigma = \lambda_{A^+}[A^+] + \lambda_{B^-}[B^-]$$

حيث:

$[A^+]$: تركيز الشاردة الموجبة A^+. و λ_{A^+} الناقلية النوعية المولية للشاردة A^+ وحدتها $(S.m^2/mol)$.

$[B^-]$: تركيز الشاردة السالبة B^-. و λ_{B^-} الناقلية النوعية المولية للشاردة B^- وحدتها $(S.m^2/mol)$.

- جدول قيم الناقلية النوعية المولية لبعض الشوارد في درجة الحرارة العادية 25°C:

شوارد موجبة		شوارد سالبة	
الصيغة	$\lambda(mS.m^2/mol)$	الصيغة	$\lambda(mS.m^2/mol)$
H_3O^+	35,0	OH^-	19,9
Na^+	5,01	Cl^-	7,63
K^+	7,35	Br^-	7,81
Ag^+	6,19	I^-	7,70
Ca^{+2}	11,9	NO_3^-	7,14

تطبيق: أكتب عبارة الناقلية النوعية σ للتفاعلات التالية:

$$NaCl_{(s)} = Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$Fe_2(SO_4)_{3(s)} = 2F^{+3}_{(aq)} + 3SO^{-2}_{4(aq)}$$

حل التطبيق:

$$\sigma = \lambda_{Na^+}[Na^+] + \lambda_{Cl^-}[Cl^-]$$

$$\sigma = \lambda_{F^{+3}}[F^{+3}] + \lambda_{SO_4^{-2}}[SO_4^{-2}]$$

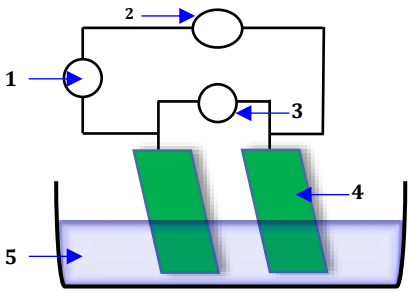
تمرين:

حضرنا محلول ممدد لحمض الآزوت $(H^+ + NO_3^-)$ بحل $0{,}01mol$ منه في 1 لتمر من الماء المقطر.

1- أكتب معادلة انحلال حمض الآزوت في الماء.

2- أحسب التركيز المولي لمختلف شوارد المحلول (mol/m^3).

3- باستعمال خلية قياس الناقلية التالية قمنا بقياس التوتر الكهربائي وشدّة التيّار المارة في المحلول فتحصلنا على النتائج التالية: $U = 1V\ , I = 1mA$.



1.3- أكمل البيانات المرقمة.

2.3- أحسب مقاومة المحلول R.

3.3- استنتج قيمة ناقلية محلول حمض الآزوت. (عبّر عن النتيجة بوحدة mS).

4- أحسب قيمة الناقلية النوعية للمحلول.

تعطى: $\lambda_{H^+} = 34{,}98mS.m^2/mol\ ;\ \lambda_{NO_3^-} = 7{,}14\text{mS}.m^2/mol$

حل تمرين:

1- معادلة الانحلال في الماء:

$$HNO_{3(l)} = H^+_{(aq)} + NO^+_{3(aq)}$$

2- التركيز المولي:

ت ع: $C = \frac{n}{V}$ $C = \frac{0{,}01}{1} = 0{,}01mol.l^{-1}$

من معادلة الانحلال: $[H^+] = [NO_3^-] = C = 0{,}01mol.l^{-1}$.

1.3- البيانات:

(1): أمبير متر، (2): مولد للتوترات المنخفضة GBF، (3): فوط متر، (4): صفائح الخليّة، (5): محلول حمض الآزوت.

2.3- مقاومة المحلول:

ت ع: $R = \frac{U}{I}$ $R = \frac{1}{1.10^{-3}} = 10^3\Omega$.

3.3- ناقلية المحلول:

ت ع: $G = \frac{1}{R}$ $G = \frac{1}{10^3} = 10^{-3}S = 1mS$.

4- الناقلية النوعية:

$$\sigma = \lambda_{H^+}[H^+] + \lambda_{NO_3^-}[NO_3^-] = \lambda_{H^+}[H^+] + \lambda_{NO_3^-}[H^+] = [H^+]\left(\lambda_{H^+} + \lambda_{NO_3^-}\right)$$

$$= 10(34{,}98 + 7{,}14) \Rightarrow \boldsymbol{\sigma = 421{,}2mS/m = 0{,}4212S/m}$$

البطاقة التربوية رقم 04: معايرة مصل فيزيولوجي.

المجال: المادة وتحولاتها. **الوحدة 02:** قياس الناقلية (طريقة جديدة لقياس كمية المادة في المحاليل الشاردية) **الموضوع:** معايرة مصل فيزيولوجي.	**الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز. **المدة الاجمالية للوحدة:** 7.5سا. **نوع النشاط:** عمل مخبري. **المدة:** (45د)×3.
مؤشرات الكفاءة: ☜ يقيس ناقلية محلول شاردي. ☜ يوظف مفهوم الناقلية لتعيين كمية المادة في محلول شاردي. ☜ يستغل منحنى المعايرة $G = f(C)$.	**أهداف التعلّم:** ☜ يتعرف على العوامل المؤثرة على ناقلية محلول شاردي. ☜ يتعرف على حدود صلاحية قانون الناقلية النوعية.
النشاطات المقترحة: ☜العمل المخبري من الكتاب المدرسي صفحة 276. ☜العمل المخبري رقم -09- (المفتشية العامة للبيداغوجيا).	
الوسائل المستعملة: 🖈 محلول كلور الصوديوم تركيزه $10^{-1} mol.l^{-1}$ (المحلول الأب)، مصل فيزيولوجي، خلية قياس الناقلية، فولط متر، أمبير متر، مولد GBF، أنابيب اختبار، بيشر.	**المراجع:** 🖈المنهاج. 🖈الوثيقة المرافقة. 🖈الكتاب المدرسي. 🖈وثائق من شبكة الأنترنت.
مراحل سير الدرس: **3- معايرة مصل فيزيولوجي (التحقق من دلالته التجارية).** **أ- التركيز المولي للمحلول.** **ب- حساب تركيز مصل فيزيولوجي عن طريق قياس الناقلية.**	**التقويم:** - أسئلة حول النشاط تحقق أهداف التعلّم. **ملاحظات:**

3- معايرة مصل فيزيولوجي (التحقق من دلالته التجارية).

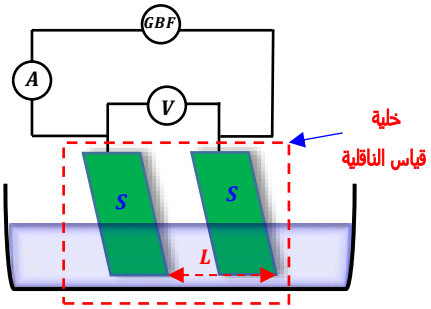
- بطاقة التلميذ -

مقدمة:

تحتل طرق القياس أهمية خاصة في حياتنا اليومية وفي الصناعات الغذائية والصيدلانية وهي تتنوع حسب طبيعة المادة، ففي قارورات المياه المعدنية نقرأ تراكيز الشوارد المختلفة التي تحدد جودته.

هل يمكن للقياسات الكهربائية أن تمكننا من قياس تركيز محلول؟ كيف ذلك؟ وما هي شروط تحقيق ذلك؟ هل مرور تيّار كهربائي صغير لمدة قصيرة يتلف المحلول؟ ما أهمية القياس الكهربائي في تحديد تركيز المحلول؟

الوسائل والمواد المستعملة:



- محلول كلور الصوديوم تركيزه $10^{-1}mol.l^{-1}$ (المحلول الأب)، مصل فيزيولوجي.
- خلية قياس الناقلية، فولط متر، أمبير متر، مولد GBF.
- أنابيب اختبار، بيشر.

خطوات العمل:

أ- التركيز المولي للمحلول:

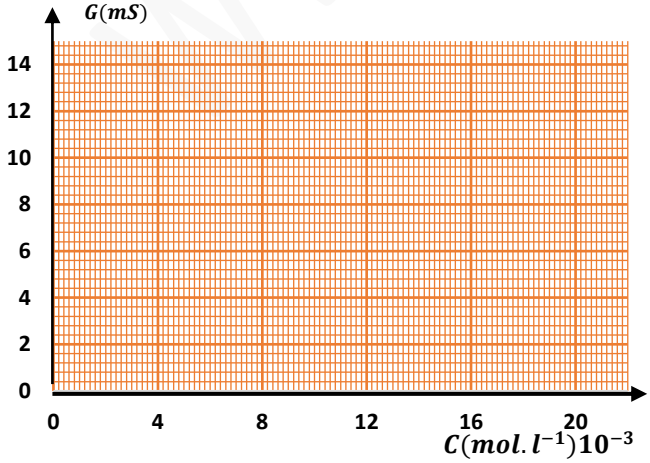
نستعمل نفس التجهيز المناسب لقياس الناقلية (العمل المخبري الخاص بالعوامل المؤثرة على قياس الناقلية)، نثبت قيم المساحة S والمسافة L، ومن أجل درجة حرارة ثابتة (درجة حرارة المخبر) ولدينا محلول من كلور الصوديوم تركيزه $10^{-1}mol.l^{-1}$ (المحلول الأب).

نحضر من المحلول الأب عدّة محاليل ممددة لها نفس الحجم $100ml$ ومختلفة التركيز، نقيس شدّة التيّار والتوتر ثم نحسب الناقلية G بالنسبة لكل محلول، ونسجل النتائج في الجدول التالي:

$C.10^{-3}(mmol.l^{-1})$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$I(mA)$	18	35	48	63	81	95	107	123	140	155
$U(V)$	12,2	12,0	11,8	11,5	11,4	11,3	11,2	11,2	11,1	11,0
$G=\frac{I}{U}(mS)$										

1- أكمل الجدول السابق.

2- أرسم المنحنى الممثل لتغيرات الناقلية G بدلالة التركيز المولي C أي: $G=f(C)$ باستعمال سلّم رسم مناسب. ماذا تستنتج؟ .....



3- أوجد العلاقة البيانية $G=f(C)$.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ب- حساب تركيز مصل فيزيولوجي عن طريق قياس الناقلية:

نريد في هذه الدراسة أن نحدد كمية المادة لكلور الصوديوم $NaCl$ المنحلة في $1L$ من المصل الفيزيولوجي عن طريق قياس الناقلية G للمحلول ومقارنتها مع القيم المدونة في العلبة (أنظر الصورة) للتأكد مدة احترام الصانع لمعايير الجودة.

1- ماذا تعني $0,9\%$ المكتوبة في البطاقة التعريفية في كيس المصل الفيزيولوجي؟

☜ .....

.....

☜ .....

2- اقترح بروتوكولا تجريبيا يمكنك من الوصول لحل للإشكالية المطروحة.

تذكير: *البرتوكول التجريبي يقصد به الادوات المستعملة + رسم توضيحي + وصف التجربة + الهدف من التجربة والملاحظة إذا كانت لونية.*

☜ **الهدف من التجربة:** .....

☜ **الأدوات المستعملة:** .....

☜ **وصف التجربة:** .....

.....

.....

.....

3- لماذا قمنا بتمديد المصل الفيزيولوجي؟☜ .....

.....

4- أحسب الناقلية G المصل الفيزيولوجي الممدد.☜ .....

5- أحسب التركيز المولي C_0 للمصل المخفف. ثم استنتج تركيز المصل غير المخفف C.

☜ .....

.....

☜ .....

.....

.....

6- أحسب كتلة كلور الصوديوم المنحلة في $1L$ من المصل الفيزيولوجي.

☜ .....

.....

7- ماذا تستنتج؟☜ .....

.....

3- معايرة مصل فيزيولوجي (التحقق من دلالته التجارية).

- بطاقة الأستاذ -

مقدمة:

تحتل طرق القياس أهمية خاصة في حياتنا اليومية وفي الصناعات الغذائية والصيدلانية وهي تتنوع حسب طبيعة المادة، ففي قارورات المياه المعدنية نقرأ تراكيز الشوارد المختلفة التي تحدد جودته.

هل يمكن للقياسات الكهربائية أن تمكننا من قياس تركيز محلول؟ كيف ذلك؟ وما هي شروط تحقيق ذلك؟ هل مرور تيّار كهربائي صغير لمدة قصيرة يتلف المحلول؟ ما أهمية القياس الكهربائي في تحديد تركيز المحلول؟

الوسائل والمواد المستعملة:

- محلول كلور الصوديوم تركيزه $10^{-1}mol.l^{-1}$ (المحلول الأب)، مصل فيزيولوجي.
- خلية قياس الناقلية، فولط متر، أمبير متر، مولد GBF.
- أنابيب اختبار، بيشر.

خطوات العمل:

أ- التركيز المولي للمحلول:

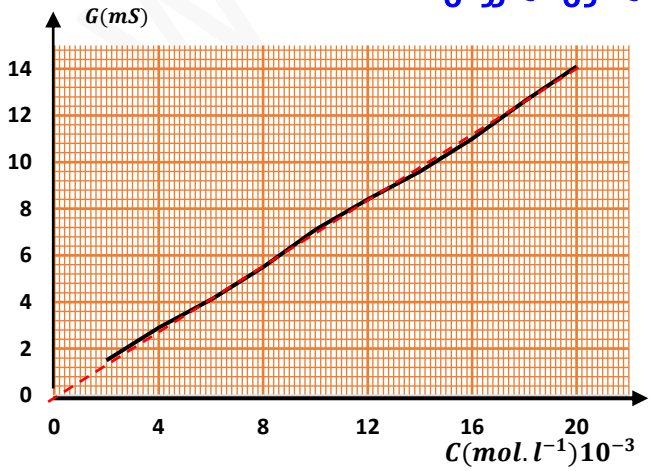
نستعمل نفس التجهيز المناسب لقياس الناقلية (العمل المخبري الخاص بالعوامل المؤثرة على قياس الناقلية)، نثبت قيم المساحة S والمسافة L، ومن أجل درجة حرارة ثابتة (درجة حرارة المخبر) ولدينا محلول من كلور الصوديوم تركيزه $10^{-1}mol.l^{-1}$ (المحلول الأب).

نحضر من المحلول الأب عدّة محاليل ممددة لها نفس الحجم $100ml$ ومختلفة التركيز، نقيس شدّة التيّار والتوتر ثم نحسب الناقلية G بالنسبة لكل محلول، ونسجل النتائج في الجدول التالي:

$C.10^{-3}(mol.l^{-1})$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$I(mA)$	18	35	48	63	81	95	107	123	140	155
$U(V)$	12,2	12,0	11,8	11,5	11,4	11,3	11,2	11,2	11,1	11,0
$G=\frac{I}{U}(mS)$	**1,5**	**2,9**	**4,1**	**5,5**	**7,1**	**8,4**	**9,6**	**11,0**	**12,6**	**14,1**

1- اكمل الجدول السابق.

2- أرسم المنحنى الممثل لتغيرات الناقلية G بدلالة التركيز المولي C أي: $G=f(C)$ باستعمال سلّم رسم مناسب. ماذا تستنتج؟ ☜ **يوجد تناسب طردي بين الناقلية G والتركيز المولي C للمحلول المدروس.**



3- أوجد العلاقة البيانية $G=f(C)$.

☜ **نلاحظ أن البيان عبارة هن خط مستقيم يمر من المبدأ.**

أين أنّ: $G=aC$

(حيث a معامل توجيه المستقيم).

ومنه: $a=\tan\alpha=\frac{14,1-5,5}{20-8}=0,72$

ومنه: $G=0,72C$.

ب- حساب تركيز مصل فيزيولوجي عن طريق قياس الناقلية:

نريد في هذه الدراسة أن نحدد كمية المادة لكلور الصوديوم $NaCl$ المنحلة في $1L$ من المصل الفيزيولوجي عن طريق قياس الناقلية G للمحلول ومقارنتها مع القيم المدونة في العلبة (أنظر الصورة) للتأكد مدة احترام الصانع لمعايير الجودة.

1- ماذا تعني $0,9\%$ المكتوبة في البطاقة التعريفية في كيس المصل الفيزيولوجي؟

☜ تعني أن كل $100ml$ من المصل تحتوي على $0.9g$ غم من ملح الطعام $(NaCl)$ أي انه في كل $1L$ من المصل تحتوي على $9g$ غم من ملح الطعام $(NaCl)$.

☜ اذا كان الخطأ المسموح به هو $\pm 5\%$ فإن: $8,55 < m < 9,45$.

2- اقترح بروتوكولا تجريبيا يمكنك من الوصول لحل للإشكالية المطروحة.

تذكير: *البرتوكول التجريبي يقصد به الادوات المستعملة + رسم توضيحي + وصف التجربة + الهدف من التجربة والملاحظة إذا كانت لونية.*

☜ **الهدف من التجربة:** إيجاد التركيز المولي لمصل فيزيولوجي بواسطة قياس الناقلية G.

☜ **الأدوات المستعملة:** نفس الأدوات المستعملة في النشاط السابق (يجب أن نستعمل نفس خلية قياس الناقلية).

☜ **وصف التجربة:** نقوم بتمديد كمية قدرها $V = 20ml$ من المصل الفيزيولوجي بوضعها في بيشر سعته $500ml$ وأضفنا كميو من الماء المقطر حتى خط العيار. ثم قمنا بتركيب التجهيز المناسب لمعرفة الناقلية G للمصل الفيزيولوجي وجدنا شدّة التيّار $I = 7,95mA$ والتوتر بين طرفي خلية قياس الناقلية $U = 1,5V$.

3- لماذا قمنا بتمديد المصل الفيزيولوجي؟

☜ حتى يكون تركيزه محصور في مجال التراكيز للمحلول المستعمل $NaCl$ أي $2.10^{-3} < C < 20.10^{-3}$. وهناك سبب أخر أن خليّة قياس في بعض الاحيان لا يمكنها قياس ناقلية المحاليل المركزة.

4- أحسب الناقلية G المصل الفيزيولوجي الممدد.

☜ لدينا: $G = \frac{I}{U} = \frac{7,95}{1,5} = 5,3.10^{-3}S = 5,3mS$.

5- أحسب التركيز المولي C_0 للمصل المخفف. ثم استنتج تركيز المصل غير المخفف C.

☜ نستغل المخطط $G = f(C)$ (النشاط السابق) بحيث نحدد عليه النقطة التي توافق $G = 5,3mS$ وبالإسقاط على المحور C نجد أن: $C_0 = 6,1mmol.l^{-1}$.

☜ وجدنا تركيز المصل المخفف $C_0 = 6,1mmol.l^{-1}$ حيث حجمه $V_0 = 500ml$ ولدينا من المحلول الأصلي (غير المخفف) $V = 20ml$ وتركيزه C ومنه من قانون التمديد نجد أن: $C.V = C_0.V_0$

$$C = \frac{C_0.V_0}{V} = \frac{(6,1.10^{-3})(500)}{20} = 0,152mol.l^{-1}$$

6- أحسب كتلة كلور الصوديوم المنحلة في $1L$ من المصل الفيزيولوجي.

☜ لدينا: $n = \frac{m}{M}$ ولدينا من جهة أخرى: $n = C.V$ ومنه: $C.V = \frac{m}{M}$

أي أن: $m = C.V.M = (0,152)(1)(23 + 35,5) = 8,89g$

7- ماذا تستنتج؟ وجدنا الكتلة المنحلة من كلور الصوديوم في $1L$ من المصل الفيزيولوجي هي $8,89g$ وإذا اعتبرنا أن مجال الخطأ هو 5% فانه يمكن القول أن **الصانع يحترم معايير الجودة**. لأن: $8,55 < 8,89 < 9,45$