الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

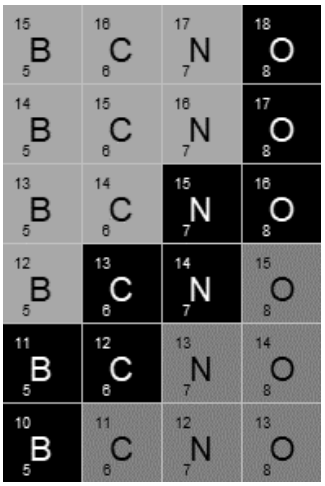
وزارة التربية الوطنية
امتحان بكالوريا التعليم الثانوي نصف السنوي
الشعبة: العلوم التجريبية

الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات
أفريل 2025
تأليف الأستاذ عبد القادر قزوري / تلمسان

اختبـار مادة: العلوم الفيزيائية — المدّة: 3 ساعات

الجزء الأول (13 نقطة)

التمرين الأول (06 نقط)



الشكل – 1

I - لدينا في الصورة (الشكل – 1) جزء من مخطّط سيقري، حيث تمثّل المنطقة السوداء وادي الاستقرار الذي يشمل الأنوية المستقرّة اشعاعيا. يوجد على جانبي وادي الاستقرار الأنوية التي تتفكّك تلقائيا.

1 - ما الفرق بين التفكّك النووي التلقائي والتفاعل النووي المفتعل؟

2 - مـا هي النواة الناتجة عن تفكّك $^{14}_{6}C$ ؟ وما هي طبيعة التفكّك؟ كيف نسمّي الأنوية الواقعة في عمود واحد؟

3 - قارن استقرار النواتين $^{11}_{6}C$ و $^{13}_{7}N$.

4 - من بين الأنوية المشعة التي تُستعمل في التصوير الاشعاعي في المجال الطبي نذكر : $^{11}_{6}C$ ، $^{13}_{7}N$ ، $^{15}_{8}O$ وذلك بواسطة الاشعاعات γ التي تصدرها، ولأن تناقص نشاطها سريع.

يحقن الطبيب عند اللحظة $t = 0$ في دم مريض عيّنة P_1 من أنوية الآزوت 13 عددها N_0 ، وبعد نصف ساعة يتناقص نشاط العينة بـ $87,5\ \%$.

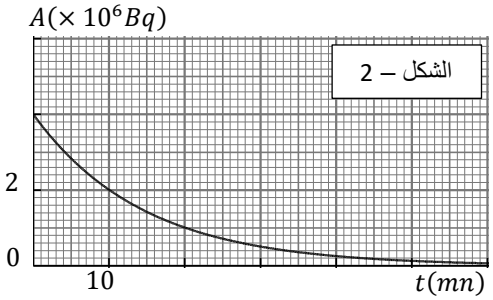
أ / عرّف نشاط عيّنة مشعّة. كيْف يتمّ قياس نشاط عيّنة مشعّة؟

ب / اكتب علاقة التناقص الاشعاعي $A(t)$ ، ثم احسب زمن نصف عمر الآزوت 13 .

5 - يمثّل البيان المقابل (الشكل - 2) تناقص نشاط عيّنة P_2 من الآزوت 13 عدد الأنوية فيها $N'_0 = \frac{N_0}{2}$.

أ / احسب كتلة العينة P_1 .

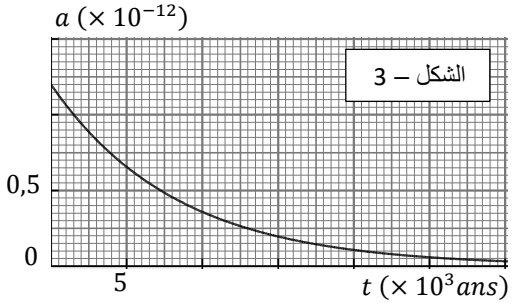
ب / ما هي النسبة المئوية للأنوية المتفكّكة في العيّنة P_2 بعد 20 دقيقة بدءا من اللحظة $t = 0$ ؟



II - يُمكن بواسطة قانون التناقص الاشعاعي تأريخ عيّنة مشعّة إذا عرفنا عدد الأنوية الابتدائية فيها ثم قسْنا نشاطها $A(t)$ عند لحظة التأريخ. إنّ من بين النظائر المستعملة في هذا المجال هو $^{14}_{6}C$.

يوجد الكربون 14 في الكائنات الحيّة، حيث تبقى نسبته ثابتة فيها $\frac{N(14)}{N(12)} = a_0$ ما دام الكائن حيّا مع العلم أن النظير $^{12}_{6}C$ هو نظير مستقرّ، وبمجرّد موت الكائن تشرع هذه النسبة في التناقص.

تمّ العثور على عظم عند القيام بالحفر في أحد المواقع الأثريّة كتلته $m = 200\ g$ ، ونسبة الفحم فيه تمثّل $20\ \%$. يوجد في الشكل - 3 التمثيل البياني $a(t)$.



1 - بيّنْ أنه يمكن كتابة علاقة التناقص الإشعاعي بالشكل: $a = a_0\, e^{-\lambda t}$ ، حيث λ هو ثابت تفكك الكربون 14 .

2 - علما أن قيمة النسبة $\frac{N(14)}{N(12)}$ في العظم السابق هي $a = 1 \times 10^{-13}$. حدّد عمر العظم.

3 – احسب نشاط الكربون 14 في العظم لحظة العثور عليه.

III - من بين التفاعلات النووية التي تحدث في المفاعلات النووية هي انشطار اليورانيوم 235 .

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{148}_{57}La + ^{85}_{35}Br + x\ ^{1}_{0}n$$

تتحوّل النسبة $30\ \%$ من الطاقة التي تتحرر جرّاء الانشطار إلى طاقة كهربائية باستطاعة قدرها $P = 9 \times 10^8 W$.

علما أن الطاقة المحررة عن انشطار $1\ mol$ من اليورانيوم 235 هي $E = 1 \times 10^{26}\ MeV$.

1 - احسب عدد النوترونات المتحرّرة عن انشطار $1\ mol$ من اليورانيوم 235 .

2 - كيف يمكن الاستفادة من الطاقة الحركية للنوترونات الناتجة في المفاعلات النووية؟

3 - ما هو مصدر الطاقة المحرّرة في مثل هذه التفاعلات النووية؟

4 - ما هي كتلة اليورانيوم m_U التي يستهلكها المفاعل النووي خلال 15 يوما بدون انقطاع؟

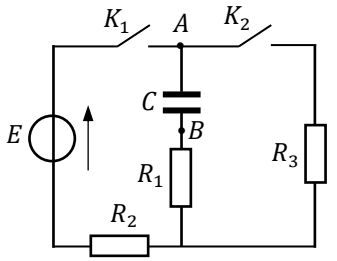
5 - إن احتراق $830\ t$ من البترول يعطي $0,9\ \%$ من الطاقة المحرّرة عن انشطار الكتلة m_U .

احسب القدرة الحرارية للبترول مقدّرة بـ $J.kg^{-1}$.

$M(^{13}N) = 13\ g/mol$ ، $M(^{12}C) = 12\ g/mol$ ، $N_A = 6 \times 10^{23}\ mol^{-1}$ ، $E_l(^{13}_{7}N) = 94\ MeV$ ، $E_l(^{11}_{6}C) = 73,4\ MeV$

$1t = 10^3\ kg$ ، $1MeV = 1,6 \times 10^{-13}\ J$

التمرين الثاني (7 نقط)

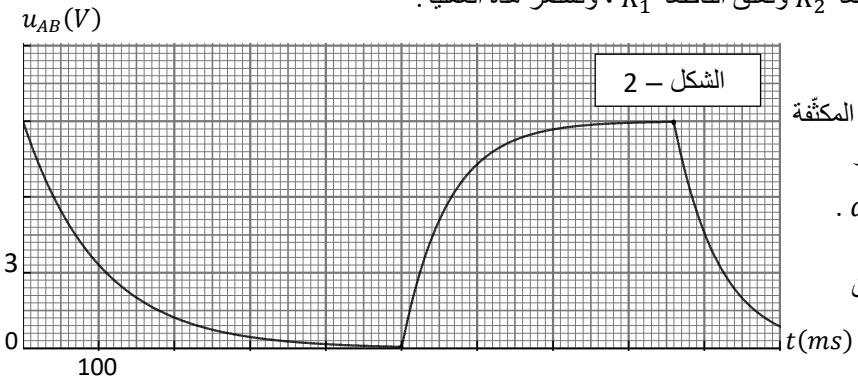


الشكل – 1

I - ركّبنا الدارة (الشكل – 1) بالعناصر الكهربائية التالية:

- مولّد مثالي للتوترات قوّته المحركة الكهربائية E
- مكثّفة فارغة سعتها C
- ثلاثة نواقل أومية D_1 ، D_2 ، D_3 ذات المقاومات $R_1 = 200\,\Omega$ و R_2 و R_3
- قاطعتان K_1 و K_2 مقاومتاهما مهملتان

نترك القاطعة K_2 مفتوحة، ونغلق القاطعة K_1 ، ولمّا تخزّن المكثّفة أعظم طاقة ممكنة تُفتحُ القاطعة K_1 وتُغلق القاطعة K_2 تلقائيا. ولمّا تُفرّغ المكثّفة تماما تُفتح القاطعة K_2 وتُغلَق القاطعة K_1 ، وتستمر هذه العملية.



الشكل – 2

في الشكل – 2 مثّلنا التوتر u_{AB} خلال بعض هذه العمليات.

1 - جدْ المعادلة التفاضلية التي تميّز التوتر u_{AB} بين طرفي المكثّفة خلال عمليّة شحنها، ثم بيّن أن حل هذه المعادلة التفاضلية هو $u_{AB} = E(1 - e^{-\frac{1}{\alpha}t})$ ، وذلك باختيار مناسب للثابت α .

2 - ما هو المدلول الفيزيائي للثابت α ؟ احسب قيمته.

3 - علما أن أعظم شدّة للتيار الذي يمر في الدارة خلال شحن المكثّفة هي $I = 30\ mA$ ، احسب قيمة سعة المكثّفة.

4 - احسب قيمة أعظم طاقة تخزّنها المكثّفة.

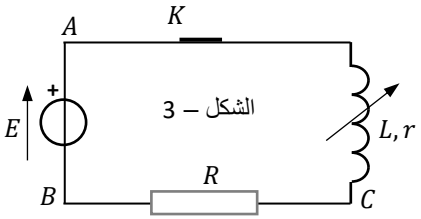
5 - عند تفريغ المكثّفة يتغيّر التوتر بين طرفيها حسب التابع الزمني $u_{AB} = Ee^{-\frac{1}{\beta}t}$.

أ / بيّن أن β هي المدّة الزمنية التي من أجلها يكون $u_{AB} = \frac{E}{e}$ ، حيث $lne = 1$. حدّدْ قيمة الثابت β بيانيّا.

ب / احسب قيمة R_3 .

جـ / ما هي الطاقة التي تحوّلت إلى حرارة خلال الـ 100 ميلي ثانية الأولى من بدء تفريغ المكثّفة؟

د / جدْ بطريقتين قيمة شدة التيار عند بدء عملية تفريغ المكثّفة.



الشكل – 3

II - نستعمل الآن مولدا مثاليا للتوتر قوته المحركة الكهربائية $E = 9\ V$ ، ونصل لطرفيه وشيعة مقاومتها r وذاتيتها L قابلة للتغيير وناقلا أوميا مقاومته $R_1 = 200\,\Omega$. (الشكل - 3)

نضبط ذاتية الوشيعة على القيمة L_1 ، ثمّ نغلق القاطعة K عند اللحظة $t = 0$. مقاومة القاطعة مهملة.

مثّلنا التوتر u_{CB} بين طرفي الناقل الأومي بدلالة الزمن (الشكل - 4)

أعدنا التجربة من جديد باستبدال الناقل الأومي السابق بناقل أومي آخر مقاومته R_4 ، وضبطنا ذاتية الوشيعة على القيمة L_2 ، ومثّلنا التوتر u_{CB} بين طرفي الناقل الأومي (الشكل – 5) . يمر في الدارة تيار دائم شدّته $I = 15\ mA$ في هذه التجربة الأخيرة.

1 - جدْ المعادلة التفاضلية التي تميّز شدّة التيار في الدارة في التجربة الأولى (وجود R_1 في الدارة).

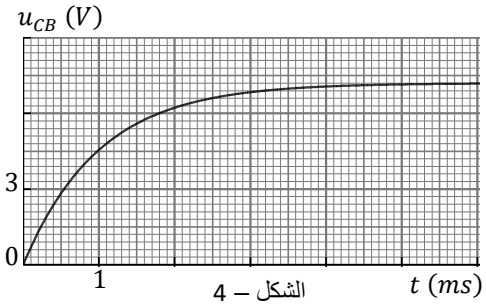
2 - بيّنْ أن حل هذه المعادلة التفاضلية هو من الشكل $i = I - Ie^{-\frac{1}{\tau}t}$ ، حيث τ هو ثابت الزمن للدارة، و I هو شدة التيار في النظام الدائم.

3 - احسب مقاومة الوشيعة.

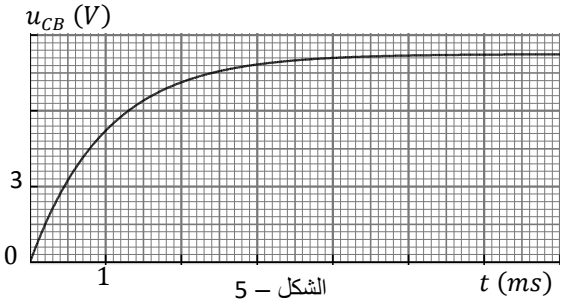
4 - احسب قيمة R_4 .

5 - احسب قيمتي L_1 و L_2 .

6 - احسب الطاقتين المغناطيسيتين العظميين في الوشيعة في كل تجربة.



الشكل – 4



الشكل – 5

الجزء الثـاني (07 نقط)

التمرين التجريبي (07 نقط)

من أجل متابعة تطوّر التفاعل بين المركّب العضوي $C_3H_6O_2$ (سائل) مع هيدروكسيد الصوديوم (Na^+, HO^-) أنجزنا تجربتين.

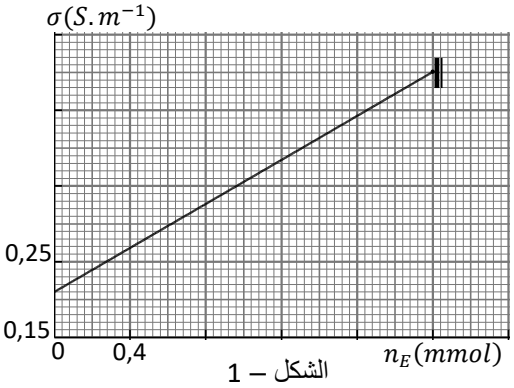
I - التجربة الأولى:

وضعنا في بيشر حجما $V = 100\ mL$ من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_0 = 2 \times 10^{-2}\ mol/L$ ، ثم قمنا بقياس الناقلية النوعية (σ_0) لهذا المحلول.

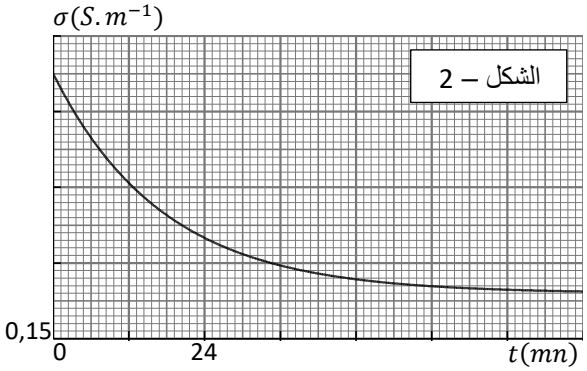
عند اللحظة $t = 0$ أضفنا للبيشر بعض القطرات من المركب العضوي السابق (الذي نرمز له لاحقا بـ E) ، والتي تكافئ كمية مادة n_{E_0} .

قمنا بقياس الناقلية النوعية للمزيج المتفاعل من حين لآخر ، وعند كل قياس استنتجنا كمية مادة المركب E . $(V_T = V)$

مثلنا بيانيا $\sigma = f(n_E)$ في الشكل – 1 و $\sigma = g(t)$ في الشكل – 2 .



الشكل – 1



معادلة التفاعل هي : $C_3H_6O_2 + HO^- = C_2H_6O + CHO_2^-$ ، حيث نرمز للشاردة CHO_2^- بـ A^- .

1 – ما هو شرط متابعة تطوّر تفاعل كيميائي عن طريق قياس الناقلية؟ بماذا تتعلّق الناقلية النوعية لمحلول مائي؟

2 – أنشئ جدول التقدّم للتفاعل.

3 – حدّد قيمة الناقلية النوعية (σ_0) عند اللحظة $t = 0$.

4 – عبّرْ عن التقدّم (x) بدلالة n_E و n_{E_0} ، ثمّ اعتمادا على جدول التقدّم بيّنْ أن الناقلية في اللحظة t تُكتب بالشكل : $\sigma = 145\ n_E + 0{,}21$.

5 – بيّنْ أن هذا التفاعل هو تفاعل تـام.

6 – عيّنْ زمن نصف التفاعل $(t_{1/2})$.

7 – احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$.

II - التجربة الثـانية:

نشكّل مزيجا من n_{E_0} من المركب E السابق ومحلول لهيدروكسيد الصوديوم كمية مادة شوارد الهيدروكسيد فيه $n_0(HO^-)$.

نقسّم المزيج على 10 أنابيب اختبار بالتساوي، ونضع هذه الأنابيب في حوض به ماء مثلّج ، ثم نعاير هيدروكسيد الصوديوم في أحد الأنابيب قبل بدء التفاعل بواسطة محلول حمض كلور الهيدروجين (H_3O^+, Cl^-) تركيزه المولي $C_a = 1{,}0\ mol/L$.

نضع الأنابيب الأخرى في حمام مائي درجة حرارته ثابتة، حيث يبدأ التفاعل في الأنابيب عند اللحظة $t = 0$.

بعد مدّة زمنية نخرج أحد الأنابيب من الحمام المائي، ونضعه في الماء المثلّج، ونعاير هيدروكسيد الصوديوم الموجود فيه بالمحلول الحمضي السابق.

نكرّر هذه العملية على الأنابيب الأخرى في أزمنة متفاوتة. سجّلنا النتائج في الجدول التالي ، حيث x هو التقدّم و V_{ae} هو حجم المحلول الحمضي اللازم للتكافؤ حمض – أساس في كل أنبوب .

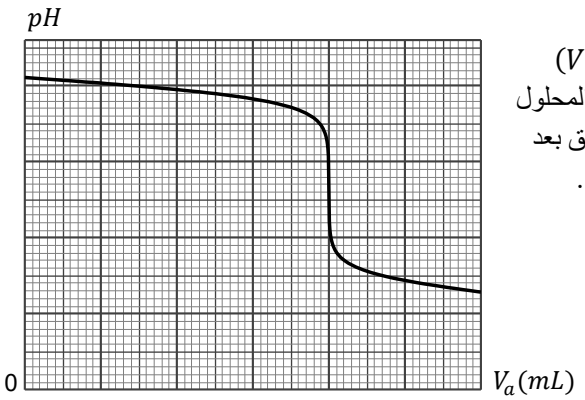
$V_{ae}(mL)$	35	34	33	32	30	82	25	20	20
$x(mmol)$	5	6	7	8	10	12	15	20	20

1 – مثّل بيانيا التقدّم (x) بدلالة حجم التكافؤ (V_{ae}) .

2 - جدْ العلاقة بين x ، $n_0(HO^-)$ ، C_a ، V_{ae} .

3 - احسب قيمتي $n_0(HO^-)$ و n_{E_0} .

4 - عند معايرة هيدروكسيد الصوديوم في الأنبوب الأخير، وضعنا محتواه $(V = 20\ mL)$ في حوجلة عيارية سعتها $1L$ ، وأضفنا الماء المقطّر البارد حتى خط العيار. وضعنا من المحلول حجما $V_b = 20\ mL$ في بيشر، وتابعنا المعايرة الـ pH مترية بالمحلول الحمضي السابق بعد تمديده 50 مرّة . مثّلنا بيانيا pH المزيج بدلالة حجم المحلول الحمضي المضاف (V_a) .



أ / ضعْ سلّما للرسم، ثم حدّدْ إحداثي نقطة التكافؤ.

ب / احسب تركيزي H_3O^+ ، HO^- عند التكافؤ.

جـ / بيّنْ أن pH المزيج لا يمكن أن ينزل تحت القيمة $pH_l = 1{,}7$ ؟

$\lambda_{A^-} = 5{,}5\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{Na^+} = 5{,}1\ mS.m^2.mol^{-1}$

$K_e = 10^{-14}$ ، $\lambda_{HO^-} = 20\ mS.m^2.mol^{-1}$