تمـارين تحضير للبكالوريا

بكالوريا فرنسية ، بكالوريا الجزائر نظام قديم مترجمة

ترجمة وإعداد : الطالب بلوناس عبد المؤمن – ثانوية عبد الرحمن بن خلدون، عين جاسر – باتنة

جويلية 2012

أتمنى أن تكون هذه التمارين مفيدة للتحضير للبكالوريا والدعاء بالتوفيق لما تبقى من المشوار

ملاحظة : قد تحتوي هذه السلسلة على أخطاء **كتابية** لكن حتمًا ستكون نادرة الوجود

لقد أخذت ترجمة وكتابة هذه التمارين وقتا طويلا لذا يرجى عدم التعدي على هذا الحق,

سلسلة من تمارين الفيزياء – الأكسدة والإرجاع

التمرين الأوَّل: (06,5 نقاط)

اللومينول (Luminol) مركب عضوي ذو الصيغة العامَّة $C_8H_7N_3O_2$. تفاعلُه مع بعض المؤكسدات يؤدي إلى انبعاث ضوء أزرق حيث يستعمل في دراسة علم الكيمياء الضوئية.

يستعمل عادة الماء الأكسيجيني $H_2O_{2(aq)}$ كمؤكسد فينتج ثنائي الآزوت وشوارد $C_8H_2NO_4{}^{2-}$ والماء، حيث شوارد الأمينوفتالات $(C_8H_2NO_4{}^{2-})$ في حالتها المثارة، تبحث عن استقرارها بالتخلص من فائض الطاقة لديها على شكل فوتونات، ما يفسر ظهور اللون الأزرق عند التفاعل.

إنَّ التفاعل الحادث بين الماء الأكسيجيني واللومينول تفاعل بطيء جدًّا يدوم لأكثر من شهر، لكن يكون أكثر سرعة في وجود مركبات حديدية (مركب يحتوي على شاردة الحديد الثلاثي III). الهيموغلوبين المتواجد في كريات الدم الحمراء يحتوي على شوارد الحديد الثلاثي، يستعمل اللومينول للكشف عن آثار الدم حتى ولو كانت ضئيلة، مخففة، ممحوة أو جافة.

يستعمل تقنيو الشرطة العلمية اللومينول والماء الأكسجيني فعند حصول تلامس المزيج مع الأماكن التي سالت فيها قطرات من الدم تنبعث أشعة كيميوضوئية قبل أنْ تختفي بعد حوالي 30 ثانية ما يعين على اكتشاف آثار الدم.

المعطيات: قانون الغازات المثالية: $PV = nRT$، $R = 8{,}3$ SI.

دراسة تفاعل أكسدة–إرجاع:

ينمذج التفاعل السابق بالمعادلة التالية:

$$2C_8H_7N_3O_{2(aq)} + 7H_2O_{2(aq)} + 4OH^-_{(aq)} = 2N_{2(g)} + 2C_8H_2NO_4{}^{2-}{}_{(aq)} + 14H_2O_{(\ell)}$$

للإجراء التفاعل نحضر ثلاث محاليل:

- محلول S_1 بـ1g من اللومينول، 250g من هيدروكسيد الصوديوم $NaOH_{(s)}$ والماء المقطر.
- محلول S_2 بـ5g من سيانيد–حديد البوتاسيوم $K_3Fe(CN)_{6(s)}$، و 250mL من الماء المقطر.
- محلول S_3 بـ0,5mL من الماء الأكسيجيني $110V$.

نمزج المحلولين S_1 و S_2 في بيشر ثم نضيف المحلول S_3 للمزيج التفاعلي حجم $V = 350\text{mL}$. نلاحظ قبل إضافة المحلول S_3 ، يمتلك المزيج لون أصفر وبعد الإضافة تظهر بقع زرقاء.

1– يلعب الماء الأكسيجيني دور المؤكسد في التفاعل السابق. ما معنى "مؤكسد"؟

2– يقصد بالماء الأكسيجيني $110V$ أنَّ كل لتر منه يحرر $110L$ من ثنائي الأكسجين في شرطين نظامين (الضغط ودرجة الحرارة) خلال التفكك الذاتي المنمذج بـ: $2H_2O_2(aq) = O_2(g) + 2H_2O(\ell)$.

في لاصقة قارورة الماء الماء الأكسيجيني $110V$ وجدنا أنَّ التركيز هو $C = 9{,}8\ \text{mol/L}$.
للتحقق من التركيز المولي لمحلول الماء الأكسيجيني $110V$ نخففه 10 مرّات لنحصل على محلول S_R تركيزه المولي C_R ثم نعاير حجمًا منه $V_R = 10{,}0\ \text{mL}$ بمحلول لبرمنغنات البوتاسيوم المحمض ذي التركيز المولي $C_0 = 0{,}50\ \text{mol/L}$.
الثنائيات المتدخلة في تفاعل المعايرة : $MnO_4^-(aq)/Mn^{2+}(aq)$ و $O_2(aq)/H_2O_2(aq)$.

أ) أكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل المعايرة.

ب) ذكّر بمفهوم "التكافؤ". كيف يتم التعرُّف عليه في تفاعل المعايرة السّابق؟

ج) علمًا أنَّ حجم برمنغنات البوتاسيوم المحمض المسكوب لحظة التكافؤ هو $V_E = 8{,}0\ \text{mL}$. استنتج التركيز C_R للمحلول المخفف S_R ثم بيّن أنَّ صحة مقدار التركيز المولي للماء الأكسيجيني $110V$ المعطى على لاصقة القارورة.

تفاعل اللومينول والماء الأكسيجيني هو تحول بطيء:

نحقق مرّة أخرى تفاعل اللومينول مع الماء الأكسيجيني في دورق مغلق، نذكّر أنَّ حجم المزيج التفاعلي هو $V = 350\ \text{mL}$.

يزيد ضغط غاز ثنائي النيتروجين من الضغط الإبتدائي في الدورق، حيث يتم باستعمال لاقط قياس الضغط في الدورق بدلالة الزمن. وليكن: P_0 قيمة الضغط الإبتدائي في الدورق، $T = 300\ K$ درجة حرارة الوسط (نقبل أنَّها ثابتة طيلة التجربة) و $V_{gaz} = 2{,}1\ L$ الحجم الذي يملؤه الغاز في الزجاجية، نعتبر أنَّ كل الغازات في التجربة هي غازات مثالية.

1- أ) عبِّر عن P_0 بدلالة $n_{(air)}$ ، V_{gaz}، R و T حيث $n_{(air)}$ كمية المادة الإبتدائية للهواء المتواجدة في الزجاجية (الدورق).

ب) لتكن $n_{(N_2)}$ كمية المادة لغاز ثنائي الأزوت المتشكل خلال التفاعل، عبّر عن P بدلالة $n_{(air)}$، $n_{(N_2)}$، V_{gaz}، R و T.

ج) استنتج عبارة الضغط الناتج عن تشكل غاز ثنائي الأزوت $(P - P_0)$.

2- لتكن $n_1 = 5{,}6 \cdot 10^{-3}\text{mol}$ و $n_2 = 4{,}9 \cdot 10^{-3}\text{mol}$ كميات المادة الإبتدائية بالـmol للومينول والماء الأكسيجيني على الترتيب، شاردة الهيدروكسيد $OH^-(aq)$ موجودة بوفرة.

- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل بين اللومينول والماء الأكسيجيني ثم استنتج x_{max} قيمة التقدم الأعظمي.

3- أعط العلاقة التي تربط بين x تقدم التفاعل، الضغط الإضافي $(P - P_0)$، V_{gaz}، R و T.

4- عند نهاية التفاعل يكون الضغط أكبر بـ $1660\ Pa$ من الضغط الإبتدائي P_0. أحسب x_{max} قيمة التقدم الأعظمي للتفاعل.

5- مكنت نتائج قياس الضغط P خلال التجربة برسم منحنى بياني $x = f(t)$، حيث (T) المماس عند المبدأ.

أ) عرّف السرعة الحجمية للتفاعل وأعط عبارتها الحرفية.

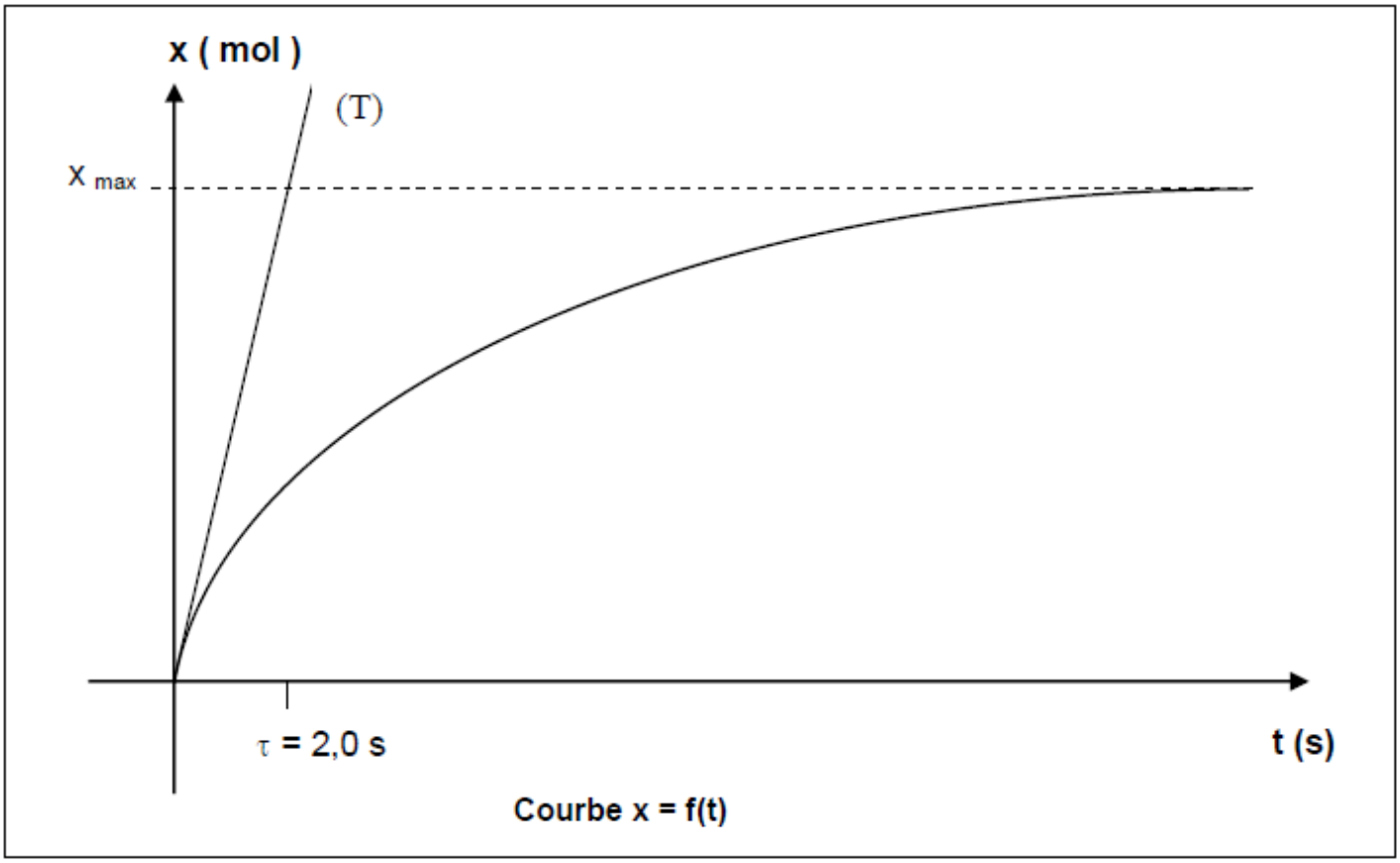
ب) كيف تتطور هذه السرعة بدلالة الزمن؟ وكيف تفسّر هذا التطور؟

ج) عرف نصف نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم عين قيمته التقريبية بالاستعانة بالمنحنى $x = f(t)$.

يصبح التفاعل بين اللومينول والماء الأكسيجيني سريعا في وجود مركب حديدي:

1– تلعب شوارد الحديد الثلاثي (Fe^{3+}) دور وسيط في التفاعل. ما المقصود بالوسيط؟

2– اشرح في سطرين أو ثلاث أهمية هذا التفاعل عند المختصين في تحقي الجرائم.



Courbe x = f(t)

التمرين الثاني: (04 نقاط)

يتميز الألمنيوم (Aluminium) بتأثير السلبي على الجهاز العصبي. إن خلايا مخ المرضى بالألزهايمر (Alzheimer) تحتوي على من 10 إلى 30 ضعف كمية الألمنيوم من كميتها الطبيعية. قام معهد فاي الصحي بدراسة سنة 2003 بينت نقص المعطيات الكافية لتأكيد أو نفي تأثيرات الألمنيوم على الصحة. لكن الداراسات حملت جديدًا فيما يخص نوعية المياه المستعملة للشرب.

المقاييس الحالية تسمح بتركيز أعظمي للألمنيوم قدره $7{,}4\ \mu mol.\ L^{-1}$ في الماء الموجه للشرب. الهدف من هذا التمرين هو استغلال تحاليل كيميائية لتقصي تطبيق المقاييس السابقة فيما يخص الماء.

تحضير المحلول S_0:

نحضر محلولا أم حجمه $1{,}00\ L$ تركيز الألمنيوم فيه $8{,}15\ mmol.\ L^{-1}$ انطلاقا من كلور الألمنيوم المموه الصلب $AlCl^3, 6H_2O$ (يحرر الألمنيوم الثلاثي Al^{3+} عند تحلله في المحلول المائي). نأخذ حجمًا نمدده 100 مرَّة للحصول على محلول S_0 حجمه $100{,}0\ mL$.

1– أوجد كتلة كلور الألمنيوم المموه ذو الكتلة المولية $M = 241{,}5\ g.\ mol^{-1}$ اللازمة لتحضير المحلول الأم.

2– ما هو حجم المحلول الأم الواجب أخذهُ لتحضير المحلول S_0؟ (**الأجزاء الأخرى ليست مقررة)**

التمرين الثالث: (05 نقاط)

تحتوي العديد من المعدات المنزلية (ماكنات، أنابيب...) على راسب صلب لكربونات الكالسيوم $CaCO_3$. خلال عملية تنظيفها نستعمل منظف يحتوي على حمض اللبن (l'Acide lactique) $C_3H_6O_3$ والذي نرمز له في التمرين بـAH (للتبسط).

نجد على لاصقة قارورة المحلول المنظف " حمض لبن، 45% من الكتلة".

المعطيات: الكتلة المولية لحمض اللبن $M = 90{,}0\ \text{g.mol}^{-1}$.

الكتلة الحجمية للمنظف $\rho = 1{,}13\ k\text{g.L}^{-1}$.

ثابت الغاز المثالي : $R = 8.314\ \text{J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

I) إنَّ المحلول التجاري مركز، للقيام بالتجربة نقوم بتخفيف المحلول المنظف (التجاري) 10 مرَّات، نرمز بـC_d إلى تركيز المحلول المخفف.

إليك ثلاث مجموعات من الزجاجيات A، B، C و D:

المجموعة A	المجموعة B	المجموعة C	المجموعة D
ماصة عيارية 5 mL بيشر سعته 50 mL أنبوب مدرج 50 mL	ماصة عيارية 10 mL حوجلة عيارية 1,00 L	ماصة عيارية 10 mL حوجلة عيارية 100 mL	أنبوب مدرج 10 mL حوجلة عيارية 100 mL

اقترح البرتوكول التجريبي للقيام بعملية تخفيف المحلول التجاري واذكر مجموعة الزجاجيات الملائمة مع التعليل.

II)ننمذج التحول الكيميائي الحاصل بين كربونات الكالسيوم و حمض الحليب بالتفاعل التالي:

$$CaCO_3(s) + 2\,AH(aq) = CO_2(g) + Ca^{2+}(aq) + 2A^-(aq) + H_2O(\ell)$$

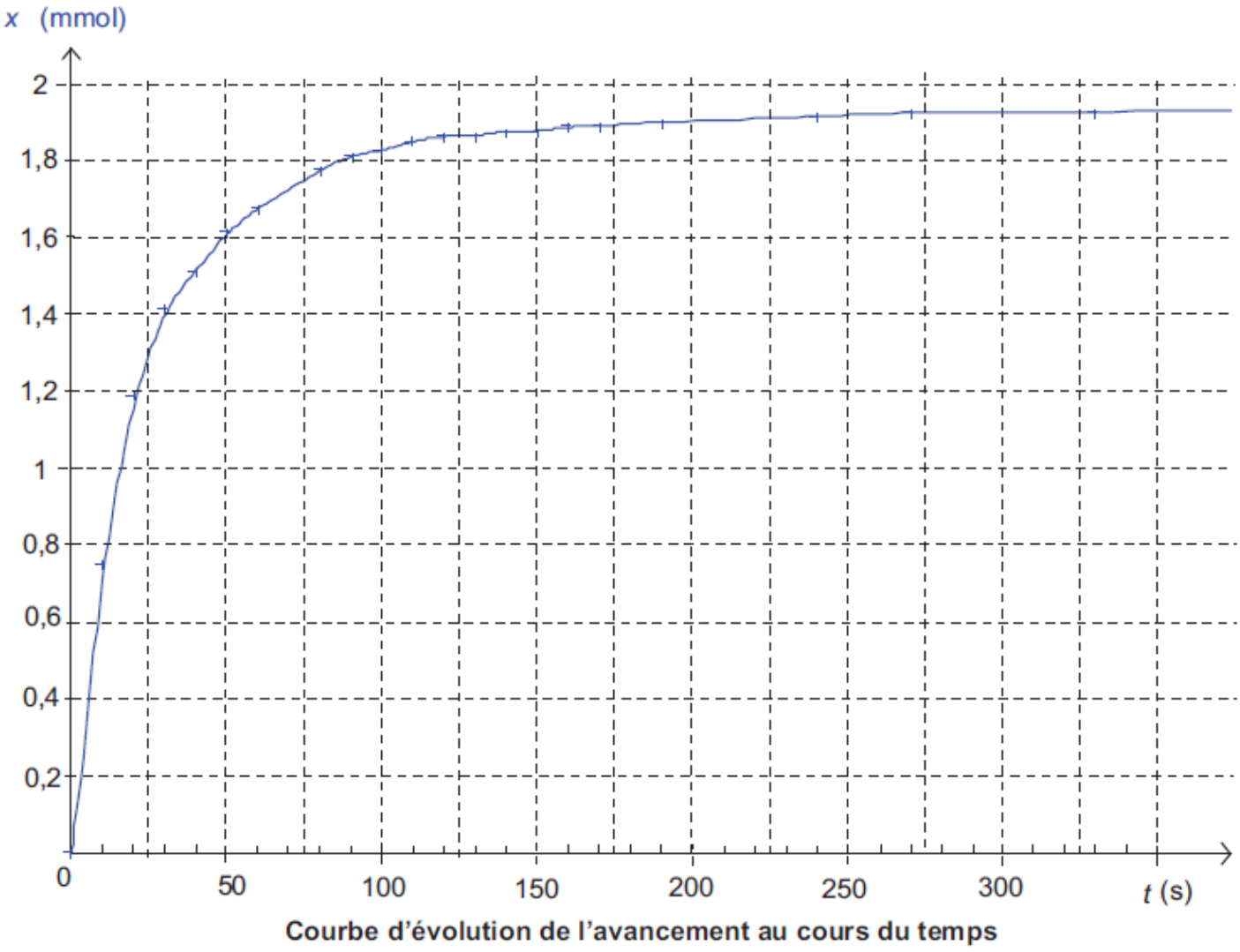
نسكب في دورق حجمًا $V' = 10{,}0\ \text{mL}$ من المحلول المخفف ونضيف إليه كتلة $m = 0{,}20\ \text{g}$ من كربونات الكالسيوم. نغلق الدورق بإحكام، ونصله بواسطة أنبوب بجهاز قياس الضغط. يرتفع الضغط نتيجة لانطلاق غاز الـCO_2 يقوم الجهاز بقياس فارق الضغط الموجب بين الضغط في الدورق عند كل لحظة والضغط الإبتدائي قبل وضع كربونات الكالسيوم. تجرى التجربة في درجة حرارة ثابتة $298\ K$.

يلخص الجدول التالي قيم الضغط لغاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) خلال الزمن:

t(s)	0	10	20	30	40	50	60	80	90	100	130	150
P_{CO_2} (hPa)	0	60	95	113	121	129	134	142	145	146	149	150

t(s)	190	270	330	420	600
P_{CO_2}(hPa)	152	154	155	155	155

تسمح النتائج المحصل عليها برسم منحنى تغيرات x تقدم التفاعل بدلالة الزمن.



Courbe d'évolution de l'avancement au cours du temps

1– باعتبار أنَّ ثاني أكسيد الكربون الناتج خلال التفاعل غازًا مثاليًا، أعط عبارة التقدم x عند كل لحظة t بدلالة ضغط غاز ثاني أكسيد الكربون P_{CO_2}، والحجم V_g الذي يشغله غاز ثاني أكسيد الكربون.

2– أحسب قيمة التقدم في نهاية التجربة ثم تحقق أنَّ هذه القيمة موافقة للمنحنى المرفق.

3– عيّن بيانيًا زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ واشرح الطريقة المستعملة.

4– أحسب قيمة سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 50\ s$

– كيف تتطور سرعة التفاعل بدلالة الزمن؟ علل إجابتك بيانيا ثم مثلها بمنحنى كيفي $(v_x = f(t))$.

5– خلال تنظيف أنبوب لآلة غسيل ينصح باستعمال محلول منظف لحمض اللبن أكثر تركيزًا ودرجة حرارة أكثر من $298\ K$. ما هو تأثير ذلك على مدَّة التنظيف؟

سلسلة من تمارين الفيزياء – النشاط الإشعاعي

التمرين الأوَّل: (04 نقاط)

انطلاقا من أعمال هنري بيكوريل (Henri Becquerel) حول اليورانيوم، اكتشف ماري وبيير كوري سنة 1898 الخاصية الذرية: قدرة بعض العناصر الثقيلة بعث إشعاعات تلقائيا. أطلقت عليها ماري كوري (Marie Curie) اسم "النشاط الإشعاعي"، وفي سنة 1898 أيضًا اكتشفا العالمين نواتين مشعتين أخرتين: البولونيوم والراديوم، فانتهت أبحاثهما بالتتويج بجائزتين نوبل، في سنة 1903 و 1911.

المعطيات:

النواة	$^{226}_{88}Ra$	$^{222}_{86}Rn$	$^{4}_{2}He$	النترون	البروتون
الكتلة بـu	225,9791	221.9703	4.00150	1.008665	1.007276

- وحدة الكتلة الذرية $1\text{u} = 1{,}66606 \times 10^{-27}\ kg$ $\quad 1\ an = 365{,}25\ jours$
- ثابت أفوغادرو $\mathcal{N}_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$ $\quad M(Ra) = 226{,}0\ g.mol^{-1}$
- سرعة الضوء $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ m.s^{-1}$. $\quad 1\ \text{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \text{J}$

نذكر بالعلاقة $\lambda t_{1/2} = \ln 2$ حيث λ ثابت الإشعاع و $t_{1/2}$ زمن نصف العمر.

1– البيكوريل (Becquerel) وحدة قياس مستعملة في النشاط الإشعاعي. أعط تعريفًا لها.

2– تتفكك نواة الراديوم $^{226}_{88}\text{Ra}$ تلقائيا إلى نواة رادون $^{222}_{86}\text{Rn}$ مشعة أيضًا. يرفق هذا التفكك بانبعاث إشعاع γ طول موجته $6{,}54 \times 10^{-12}\ m$.

أ) أعط تركيب نواة الراديوم.

ب) أكتب معادلة تفاعل تفكك الراديوم ثم بيّن نوع الإشعاع.

ج) اشرح إصدار الإشعاع γ المنبعث خلال تفكك الراديوم.

3– أحسب E_{lib} الطاقة المتحررة خلال تفكك نواة واحدة للراديوم، ولتكن مقدَّرة بالجول J.

4– نشاط غرام واحد من الراديوم يقدَّر بـ $A = 3{,}70 \times 10^{10}\ Bq$.

أ) حدد العدد N_0 لأنوية الراديوم المتواجدة في عينة كتلتها $1g$ من الراديوم.

ب) أحسب زمن نصف العمر $t_{1/2}$ للراديوم المشع.

ج) ما هي المدَّة المستغرقة لتفكك $\frac{3}{4}$ من أنوية الراديوم الإبتدائية.

التمرين الثاني: (06 نقاط)

يتواجد في الطبيعة نظير الفوسفور 31 بكثرة .

I. الفوسفور 32 :

الفوسفور $^{32}_{15}P$ عنصر مشع من نمط β^-، يستعمل في الطب النووي ونصف عمره $t_{1/2} = 14{,}3\ jours$ يتثبت بعد حقنه على كريات الدم الحمراء عند مريض يعاني من زيادة كريات الدم الحمراء عند نسبتها الطبيعية في الدم. عند تفككه داخل جسم الإنسان يصدر إشعاع يهدم كريات الدم الحمراء.

المعطيات: كتلة نواة الفوسفور 32: $m(^{32}_{15}P) = 5{,}31 \times 10^{-26}\ kg$

$_{11}Na$ ، $_{12}Mg$ ، $_{13}Al$ ، $_{14}Si$ ، $_{15}P$ ، $_{16}S$ ، $_{17}Cl$.

1– أ) أعط تركيب نواة الفوسفور 32.

ب) ماذا يقصد بـ"النظير"؟

ج) ما هو الجسيم المنبعث خلال تفكك من نمط β^-؟

د) أذكر قانوني الإنحفاظ خلال تفاعل نووي ثم أكتب نمذج بمعادلة تفكك الفوسفور 32 مع تحديد العنصر المتشكل.

2– يأخذ مريض محلول فوسفات الصوديوم يحتوي على كتلة $m_0 = 10 \times 10^{-9}\ g$ من الفوسفور 32.

عدد أنوية الفوسفور المتبقي خلال كل لحظة زمنية t معطى بـ: $N(t) = N_0 \times e^{-\lambda t}$.

أ) أحسب العدد الإبتدائي N_0 لأنوية الفوسفور 32 الموجودة في المحلول.

ب) عرّف زمن نصف العمر $t_{1/2}$ ثم أوجد علاقة بين $t_{1/2}$ و λ، ثم استنتج λ.

ج) عرّف النشاط $A(t)$ لعينة في اللحظة t واستنتج العلاقة بين $A(t)$ و $N(t)$.

– أحسب قيمة النشاط A_0 لعينة الفوسفور المحقونة في دم المريض.

د) حدد اللحظة الزمنية t_1 حتى يتناقص نشاط العينة إلى $\frac{1}{10}$ من نشاطه الإبتدائي.

هـ) أرسم – دون استعمال الآلة الحاسبة – منحنى تغيرات النشاط $A(t)$ بدلالة الزمن t من أجل اللحظات $(t_{1/2}، 2t_{1/2}، 3t_{1/2}، 4t_{1/2}، 5t_{1/2}، \ldots)$.

– تحقق بيانيًا من اللحظة t_1.

II. الفوسفور 30:

المعطيات: $1\text{u} = 1{,}66606 \cdot 10^{-27}\ kg$ ،$c = 3{,}00 \cdot 10^8\ m.s^{-1}$ ،$1\text{eV} = 1{,}60 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$

طاقة الربط لكل نوية للفوسفور 31: $\frac{E_l}{A} = 8{,}48\ MeV/Nucléon$.

العنصر	البروتون	النترون	$^{30}_{15}P$
الكتلة	m_p=1,007 28 u	m_n=1,008 66 u	m(^{30}P)=29,970 06 u

1– أعط تعريفًا لطاقة الربط E_l للنواة.

2– أعط عبارة النقص الكتلي Δm لنواة الفوسفور30 بدلالة عدد النيكليونات وعدد البروتونات وكتلة العناصر المعطاة في الجدول أعلاه.

– أحسب النقص الكتلي بالكيلوغرام لنواة الفوسفور 30.

3– أ) أكتب العبارة الحرفية للعلاقة التي تربط طاقة الربط والنقص الكتلي.

– أحسب طاقة الربط لنواة الفوسفور 30 بالجول ثم بالميغا إلكترون فولط.

ب) حدد طاقة الربط المتوسطة لنواة الفوسفور 30 وقارنها بطاقة الربط المتوسطة لنواة الفوسفور 31. ماذا تستنتج؟

<u>التمرين الثالث:</u> (06 نقاط)

<u>المعطيات:</u> بعض العناصر : $_{81}\mathrm{Tl}$، $_{82}\mathrm{Pb}$، $_{83}\mathrm{Bi}$، $_{85}\mathrm{At}$، $_{86}\mathrm{Rn}$.

الكتل : $\mathrm{m}(^{9}_{4}\mathrm{Be}) = 9{,}00998\ \mathrm{u}$، $\mathrm{m}(^{4}_{2}\mathrm{He}) = 4{,}00151\ \mathrm{u}$، $\mathrm{m}(^{12}_{6}C) = 11{,}99671\ \mathrm{u}$، $\mathrm{m}(^{1}_{0}\mathrm{n}) = 1{,}00866\ \mathrm{u}$. و $\mathrm{M}(^{210}\mathrm{Po}) = 210\ \mathrm{g.mol^{-1}}$.

الوحدات : $c = 3{,}00 \cdot 10^{8}\ m.s^{-1}$ ، $\mathcal{N}_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$، $1\mathrm{u} = 1{,}66 \cdot 10^{-27}\ kg$

1– أعط تركيب نواة البولونيوم 210 ($^{210}_{84}Po$).

2– أكتب معادلة تفكك نواة $^{210}_{84}Po$ واذكر قانوني الانحفاظ المستعملين. (نعتبر النواة الإبن في حالتها الأساسية).

3– من بين نظائر البولونيوم $^{212}_{84}Po$. ما المقصود بالنظائر؟

4– عرّف زمن نصف العمر $(t_{1/2})$ لنواة مشعّة.

5– أ) أكتب قانون التناقص الإشعاعي، واذكر المقصود لكل حد من حدوده.

ب) علمًا أنَّ النشاط $A(t)$ لمنبع إشعاعي يحقق : $A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$، بيّن أن النشاط $A(t)$ متناسب مع العدد $N(t)$ للأنوية المشعة في المنبع.

ج) أكتب العلاقة بين ثابت التفكك وزمن نصف الحياة، ثم أحسب قيمة ثابت التفكك λ بمقلوب الثانية للـ$^{210}_{84}Po$.

6– أ) أحسب العدد N للأنوية المتواجدة في كتلة $m = 1{,}00\ g$ للبولونيوم 210.

ب) أثبت – حسابيًا – العبارة : " غرام واحد من البولونيوم 210 يمثل نشاطًا يقدر بـ000 166 مليار بيكوريل".

7– ينتج البولونيوم 210 عن عدة انشطارات متتالية لليورانيوم 238 التي تنتهي إلى نظير الرصاص المستقر $^{206}_{82}Pb$.

هذه الإنشطارات من النمط α و β^- يمكن نمذجتها بتفاعل وحيد معادلته من الشكل:

$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\ {}^{4}_{2}He + y\ {}^{0}_{-1}e$ حيث x و y عددان صحيحان.

– ما هو عدد التفككات من النمط α ومن النمط β^- الحادثة لتحول اليورانيوم 238 إلى رصاص206؟

8– البولونيوم المشع من نمط α له عدّة استعمالات، حيث استعمله فرديريك جوليت وإيرين كوري كمنبع إشعاعي لأشعة α في تجاربهما فتم اكتشاف النشاط الإشعاعي الاصطناعي، حيث يمكن الحصول على نترونات حرة تمَّ إضافة أنوية بريليوم إلى أنوية البولونيوم 210 حسب التفاعل المنمذج بالمعادلة :

$$^{9}_{4}Be\ +\ {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{12}_{6}C\ +\ {}^{1}_{0}n.$$

أ) عبّر عن الطاقة المتحررة من هذا التفاعل (E_{lib}) انطلاقًا من المعطيات.

ب)أحسب قيمتها بالجول J.

<u>التمرين الرابع:</u> (5,5 نقاط)

إنَّ الطب النووي هو مجموعة التطبيقات حيث تستخدم مواد مشعة في التحاليل والعلاج. منذ سنة 1930 تطور الطب النووي اكتشاف نظائر جديدة منها المشعة. فالعلاج بالإشعاع يقوم على أساس إصدار أشعة موجهة لعلاج خلية أو عضو هدف حيث يستعمل الرينيوم 186 (rhénium 186) لالتهاب المفاصل والفوسفور 32 لتقليص الإنتاج المفرط لكريات الدم الحمراء.

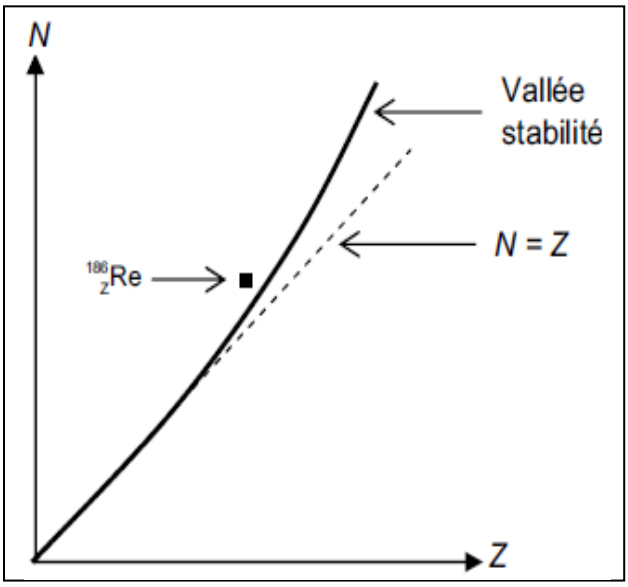
- الجزء الأول من هذا التمرين مخصص لاستعمال الرينيوم 186 والجزء الثاني لاستعمال الفوسفور 32، حيث نهتم بالجانب الفيزيائي لهذا النوع من العلاج، الجانب البيولوجي لا يؤخذ في الحساب.

<u>المعطيات:</u> بعض العناصر : $_{81}$Tl، $_{82}$Pb، $_{83}$Bi، $_{85}$At، $_{86}$Rn.

- زمن نصف العمر للرينيوم 186 : $t_{1/2}(^{186}_{z}\mathrm{Re}) = 3{,}7\ \mathrm{j}$(يوم).
- ثابت التفكك : $\lambda(^{186}_{z}\mathrm{Re}) = 2{,}2 \times 10^{-6}\mathrm{s}^{-1}$; $\lambda(^{32}_{15}\mathrm{P}) = 5{,}6 \times 10^{-7}\mathrm{s}^{-1}$.
- الكتلة المولية للرينيوم 186 : $\mathrm{M}(^{186}_{z}\mathrm{Re}) = 186\ \mathrm{g.mol}^{-1}$.
- كتل بعض الأنوية والجسيمات : $\mathrm{m}(^{32}_{15}\mathrm{P}) = 5{,}30803 \times 10^{-26}\mathrm{kg}$،
  $\mathrm{m}(^{32}_{16}\mathrm{S}) = 5{,}30763 \times 10^{-26}\mathrm{kg}$، $\mathrm{m}(^{0}_{-1}\mathrm{e}) = 9{,}1 \times 10^{-31}\mathrm{kg}$.
- سرعة الضوء في الفراغ : $\mathrm{c} = 3{,}0 \times 10^{8}\ \mathrm{m.s}^{-1}$.
- ثابت أفوغادرو : $\mathcal{N}_{\mathrm{A}} = 6{,}0 \times 10^{23}\ \mathrm{mol}^{-1}$.
- الإلكترون فولط : $1\ \mathrm{eV} = 1{,}6 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$.

حقن محلول يحتوي على الرينيوم 186:

1– الرينيوم 186 نواة مشعة من نمط β^-. في المنحنى (N,Z) في الشكل المقابل N عدد النترونات و Z عدد البروتونات، يمكن هذا المنحنى من توقيع النظائر على وادي الاستقرار، نواة $^{186}_{z}\mathrm{Re}$ تقع فوق هذا المنحنى.



أ) انطلاقا من البيان استنتج إذا كان هذا النظير يمتلك زيادة في عدد النترونات أو البروتونات بمقارنته مع نظير مستقر لنفس العنصر.

ب)كيف يسمى الجسيم المنبعث خلال إشعاع من نمط β^-؟

ج) أكتب معادلة تفكك نواة الرينيوم $^{186}_{z}\mathrm{Re}$علمًا أنَّ النواة الإبن الناتجة نظير للأسيوم يرمز لها بـ$(^{A}_{76}\mathrm{Os})$.

– بالاعتماد على قانوني الإنحفاظ حدد قيمة A و Z.

(نفرض أنَّ النواة الإبن في حالتها الأساسية).

2– يتم صنع منتوج مخصص للحقن عبارة عن محلولٌ محتوى في حوجلة حجمها $V = 10\ mL$ يمتلك نشاطًا $A_0 = 3700\ MBq$ مباشرة لحظة الانتهاء من صنعه. لماذا يتم وضع التاريخ الفعلي للحظة انتهاء الصنع و النشاط A_0 معًا على المنتوج؟

3– حساب حجم المحلول الواجب حقنه:

أ) يعطى النشاط الإشعاعي لعينة مشعة بـ: $A(t) = \lambda N(t)$ حيث $N(t)$ عدد الأنوية المشعة عند اللحظة t و λ ثابت التفكك.

– أحسب m كتلة الرينيوم 186 المتواجدة في الحوجلة السابقة (حجم$V = 10\ mL$) لحظة اكتمال صنع المحلول.

ب) بالاستعانة بالمعطيات، ما هي قيمة النشاط A_1 للعينة المحتواة في الحوجلة بعد 3,7 يوم من صنعها؟

ج) نشاط العينة المخصصة للحقن في مفاصل الكتف هي $A_{Thérapie} = 70\ MBq$، بفرض أنَّ عملية الحقن تتم بعد 3,7 يوم من صنعها. أحسب V' حجم المحلول اللازم للحقن في كتف مريض.

العلاج بالفوسفور 32 : (يوجد نشاط سابق مماثل)

التمرين الخامس: (02,5 نقاط)

لعنصر الفوسفور 30 زمن نصف عمر يقدر بـ $t_{1/2} = 156\ s$.

يكون عند اللحظة $t_0 = 0$ نشاط عينة من الفوسفور 30 ، $A_0 = 7{,}2 \cdot 10^{13}\ Bq$. وعند اللحظة t_1 يكون A_1 نشاط العينة مساوٍ لـ $9{,}0 \cdot 10^{12}\ Bq$. ويكون $A(t)$ لنشاط عينة الفوسفور30 عند اللحظة t.

1- عرّف النشاط $A(t)$ لعينة مشعة ثم أعط عبارة التناقص الإشعاعي للنشاط، مع شرح كل مقدار في العلاقة.

2- عرّف زمن نصف العمر $t_{1/2}$ وبيّن أنَّ $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$، حيث λ ثابت التفكك للعنصر المشع.

3- عبّر عن t_1 بدلالة A_0، A_1 و $t_{1/2}$ ثم أحسب قيمته.

4- بين أنه كان بالإمكان الحصول على هذه النتيجة بسهولة بحساب النسبة A_0 على A_1.

التمرين السادس: (05,5 نقاط)

سمح التعاون بين علميي مركز الدراسات النووية لبوردو (Bordeaux) والمخبر المحلي للاستهلاك ضد الغش بإيجاد تقنية لتأريخ المشروبات الكحولية. في الحقيقة، توصل المخبرين إلى وجود عنصر السيزيوم المشع (137) في بعض المشروبات الخمرية. باستثناء السيزيوم 133 المتواجد في الطبيعة، فكل نظائر السيزيوم هي نظائر اصطناعية يتحصل عليها بتفاعلات انشطار.

في سنة 2000 سمحت الدراسة التي أجريت على عدة أنواع من الخمر في منطقة بوردو بالتوصل إلى أنَّ نسبة السيزيوم 137 تختلف حسب تأريخ الخمر (انطلاقا من سنة جني العنب المستعمل في صنع الخمر).

المعطيات:

$1\ u = 1{,}66054 \times 10^{-27}\ kg$ ، $c = 3{,}0 \times 10^{8}\ m/s$ ، $1eV = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \text{J}$

$1\ u = 931{,}5\ MeV/c^2$

بعض الأنوية: اليورانيوم 235 ($^{235}_{92}\text{U}$)، السيزيوم 137 ($^{137}_{55}\text{Cs}$)، الباريوم 137 ($^{137}_{56}\text{Ba}$)
اليود 137 ($^{137}_{53}\text{I}$)، التريتيوم 97 (^{97}Y).

كتل بعض الجسيمات والأنوية بوحدة الكتلة الذرية: $m(^{235}_{92}\text{U}) = 235{,}043930$، $m_n = 1{,}00866$
$m(^{137}_{53}\text{I}) = 136{,}917877$، $m(^{97}\text{Y}) = 96{,}918129$، $m_p = 1{,}00728$، $m_e = 0{,}00055$

I- ينتج السيزيوم 137 عن انشطار نواة اليورانيوم.

1- ورد في الفقرة مفهومين فيزيائيين: "نظائر"، "إنشطار". ما المقصود بهما؟

2- معادلة لتفاعل ممكن لانشطار نواة اليوارنيوم تعطى بـ:

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{137}_{53}I + {}^{97}_{Z}Y + x\,{}^{1}_{0}n$$.

أ) حدد قيمتي Z و x.

ب) إن انشطار اليورانيوم هو تفاعل مغذى ذاتيًا. اشرح لماذا؟

ج) أعط عبارة الضياع في الكتلة Δm خلال التفاعل السَّابق وأُحسب قيمته بالـu ثم بالـkg.

د) أحسب بالجول (Joules) ثم بالـMeV الطاقة المحررة خلال انشطار نواة اليورانيوم.

نواتج الانشطار كاليود 137 هي عناصر مشعة تتحول إلى أنوية أخرى مشعة أيضًا. من بينها نجد السيزيوم 137 بعد دقائق من انشطار نواة اليورانيوم، بتفكك β^-.

3– سمِّ وأعط ترميز الجسيم المنبعث خلال تفكك من نمط β^-.

ماهو عدد التفككات من نمط β^- الحادثة للحصول على نواة السيزيوم 137 انطلاقًا من نواة اليود 137؟

II- معرفة فارق المدّة منذ صنع الخمر بالسيزيوم 137:

لعنصر السيزيوم زمن نصف عمر قدره $t_{1/2} = 30\ ans$، يتفكك إلى باريوم 137. إنَّ أغلبية الأنوية الأبناء خلال هذا التفكك تكون في حالتها المثارة. في غضون بضع دقائق تصدر أنوية الباريوم إشعاعات للعودة إلى حالتها الأساسية. يتخلص الخمر من هذا الإشعاع بسهولة حيث يخترق زجاج القارورة، فيتم اكتشافه بجهاز يقيس نشاط السيزيوم 137 للخمر. يتميز السيزيوم 137 بنشاط ضعيف لذا يعبر عنه بالميليبيكوريل (mBq) في لتر الخمر. سمحت التجارب التي أجريت سنة 2000 على عينة من الخمر في منطقة بوردو برسم المنحنى المرفق بالتمرين.

1– أي نمط من الإشعاع يصف النص السابق؟

في سنة 2010، قام مخبر الاستهلاك وكشف الغش بتحليل محتوى قارورة خمر عليها لاصقة بها سنة الصنع 1995. قام تقنيو المخبر بقياس نشاط السيزيوم 137 فوجدوا $A(2010) = 278\ mBq$ في اللتر الواحد من الخمر.

2– أكتب العبارة الحرفية لقانون التناقص الإشعاعي مع ذكر اسم كل مقدار فيزيائي في العبارة.

3– عرّف زمن نصف العمر.

نذكر أنَّ نشاط عينة من أنوية مشعة يعطى بـ $A(t) = \left|\frac{dN(t)}{dt}\right|$، والعلاقة بين ثابت التفكك لنواة مشعة وزمن نصف العمر : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$.

4– استنتج العلاقة بين النشاط $A(t)$، عدد الأنوية $N(t)$ و $\lambda(Cs)$ ثابت التفكك للسيزيوم 137.

5– أُحسب عدد أنوية السيزيوم 137 المتواجدة، سنة 2010، في لتر من الخمر المخضع للتحليل.

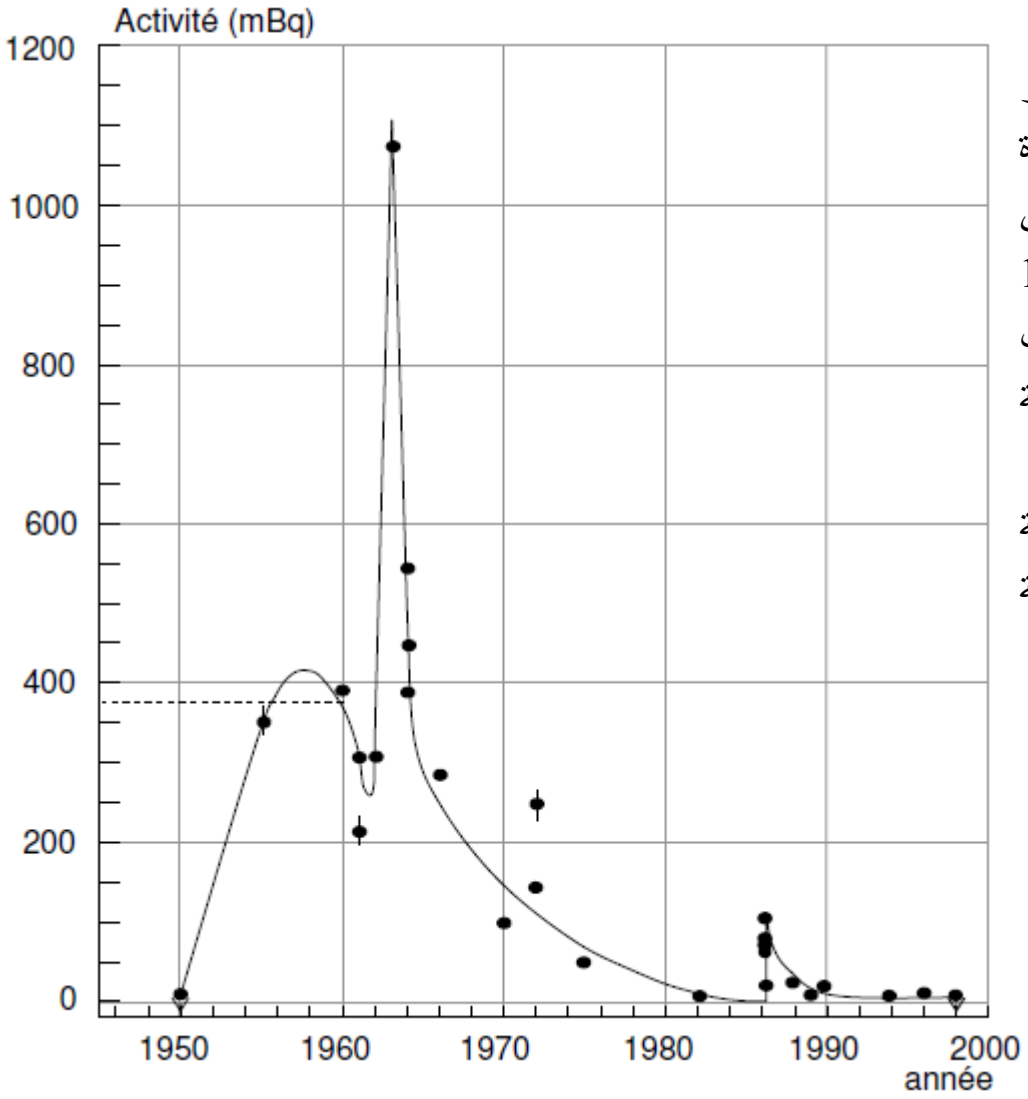
6– نأخذ سنة 2000 كأصل للتأريخ (t_0). بين أنَّ عبارة النشاط $A_0(2000)$ للخمر سنة 2000:

$$A_0(2000) = \frac{A(2010)}{e^{-\left(\frac{\ln 2}{3}\right)}}.$$

7– أحسب قيمة $A_0(2000)$ في لتر واحد من الخمر.

8– بالاستعانة بالمنحنى المرفق، استنتج سنة (أو السنوات المحتملة لصنع) هذا الخمر. هل النتيجة متطابقة مع محتوى اللاصقة؟

9– لماذا لا نستطيع استعمال هذه التقنية للتحقق من تاريخ صنع خمر جديد الصنع أو جد قديم الصنع (سنة 1920 مثلا)؟



يمثل المنحنى المقابل تطور نشاط السيزيوم 137 لعدة أنماط من الخمر المتواجد في منطقة بوردو من سنة 1950 إلى 2000. أجريت التجارب عل كل هذه الأنواع في سنة 2000.

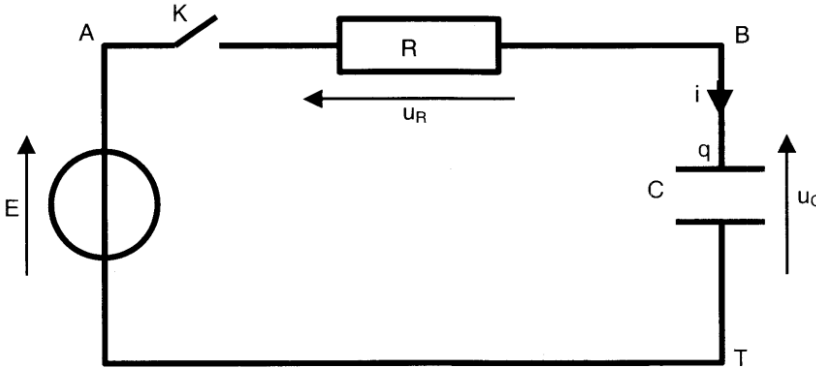
مثال: النشاط المقاس سنة 2000 لخمر صنع سنة 1960 هو 375 mBq.

سلسلة من تمارين الفيزياء – التحولات الكهربائية الرتيبة

التمرين الأوّل: (04 نقاط)

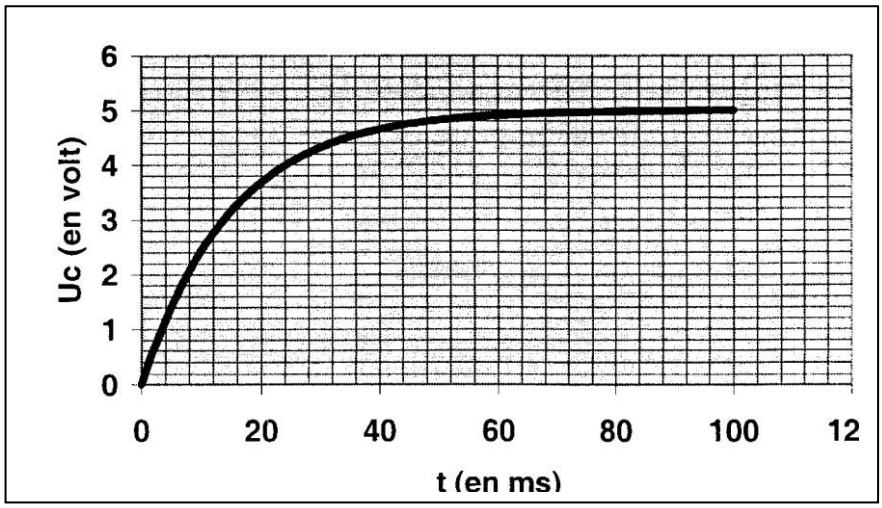
في حوزتنا ناقل أومي مقاومته $R = 150\ \Omega$ ومكثفة فارغة سعتها C مجهولة، الهدف من هذا التمرين تحديد قيمة C، لذا ندرس شحن المكثفة عبر الناقل الأومي في وجود مولد كهربائي ذو توتر $E = 5{,}1\ V$.

نحقق التركيب الموالي:



1–أعد رسم الدارة موضحًا التوصيلات الضرورية للتمكن من قياس التوتر $u_c(t)$ بين لبوسي المكثفة بدلالة الزمن (استعمل الطرفين B و T)

عند اللحظة $t = 0$، نغلق القاطعة K فنحصل على البيان الأوّل (n°1).



2– τ ثابت الزمن، باستعمال التحليل البعدي، بين أنَّ وحدة τ هي الزمن.

3–أ) بيّن أنَّ التوتر $u_c(t)$ بين لبوسي المكثفة يحقق المعادلة التفاضلية :

$$\tau.\frac{du_c}{dt} + u_c = E \qquad (1)$$

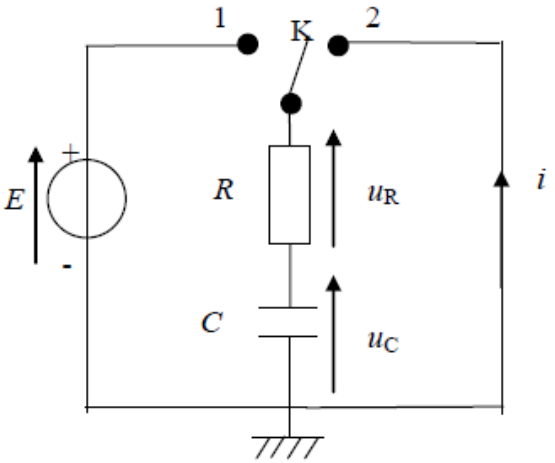
ب) تحقق من أنَّ: $u_c(t) = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ حلل للمعادلة التفاضلية (1) والشرط الإبتدائي –قبل بداية الشحن، المكثفة فارغة–.

4– حدد قيمة النسبة $\frac{u_c}{E}$ عند اللحظة $t = \tau$ ثم استعن بالبيان لتحديد قيمة τ ثم قيمة C

5– اقترح مبدءًا آخر يمكن من قياس سعة المكثفة (دون شرح).

التمرين الثاني: (03 نقاط)

لدراسة مكثفة ذات سعة C، نربطها على التسلسل في دارة بناقل أومي مقاومته $R = 1{,}0\ \Omega$(لاحظ الشكل) لتكن $t = 0$ لحظة تغيير البادلة من الوضع 1 إلى الوضع 2، فتشحن المكثفة تحت توتر $E = 2{,}5\ V$.



1– ذكّر بعبارة ثابت الزمن τ في الدّارة المدروسة، ثم بين بالتحليل البعدي أن τ وحدته الزمن.

2– تشحن المكثفة كليًّا مباشرة بعد مدّة $\Delta t = 6\ min$.

– استنتج القيمة التقريبية لـτ ثم C سعة المكثفة.

3– أ) بتطبيق قانون جمع التوترات في الدارة السابق، أوجد المعادلة التفاضلية ذات الحل $u_c(t)$.

ب) أعط عبارة التوتر u_c بين لبوسي المكثفة عند كل لحظة t.

4– استنتج العبارة الحرفية لـ$i(t)$ بدلالة E ، R و C ثم أرسم المنحنى $i = f(t)$.

<u>التمرين الثالث:</u> (07 نقاط)

I–صنع عمود كهربائي: نريد تحضير عمود مخبريًا. لهذا نحضر قضيب من الزنك وآخر من النحاس، وحجمًا $V_1 = 100\ mL$ من محلول مائي لكبريتات الزنك تركيزه المولي $C_1 = 1{,}0\ mol.L^{-1}$ وحجمًا $V_2 = 100\ mL$ من محلول كبريتات النحاس ذي التركيز المولي $C_2 = 1{,}0\ mol.L^{-1}$ وجسرًا ملحيًا.

تتم التجربة في درجة حرارة ثابتة $(25°)$ حيث ثابت التوازن للمعادلة :

$Cu^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} = Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$ مساوٍ لـ: $K = 4{,}6 \times 10^{36}$.

بعد صنع العمود يتم ربطه بدارة كهربائية تحتوي على مقاومة وقاطعة. نغلق الدارة الكهربائية عند اللحظة الزمنية $t_0 = 0\ s$.

1– أنجز مخططًا لهذا العمود عليه كافة البيانات.

2– أحسب كسر التفاعل $Q_{r,i}$ للجملة عند اللحظة t_0. استنتج اتجاه تطورها (الجملة).

3– أكتب المعادلتين النصفيتين عند كل مسرى.

4– أُنسب – مع التبرير– إلى كل المعدن القطب الذي يوافقه (الموجب والسالب).

5– نعتبر نظريًا أن العمود يتوقف باستهلاك كل كمية مادة المتفاعل المحد.

– باستعمال معادلة التفاعل عند أحد المسريين، أحسب الكمية الأعظمية للكهرباء التي ينتجها العمود.

يعطى : $\mathcal{N}_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$، الشحنة العنصرية $e = 1{,}6 \times 10^{-19}\ C$

II–شحن مكثفة: نحقق الدَّارة الكهربائية بربط العمود المدروس سابقًا على التسلسل مع مكثفة ذات سعة $C = 330\ \mu F$ وقاطعة K.

(لاحظ الشكل المرفق schéma 1)

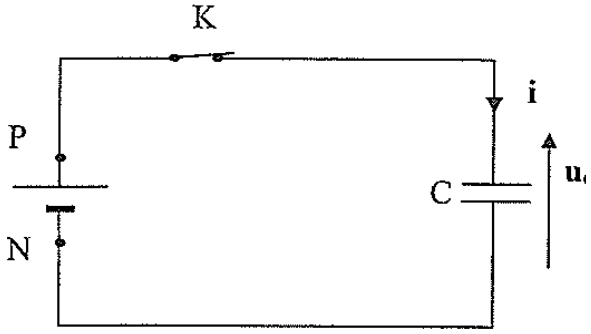
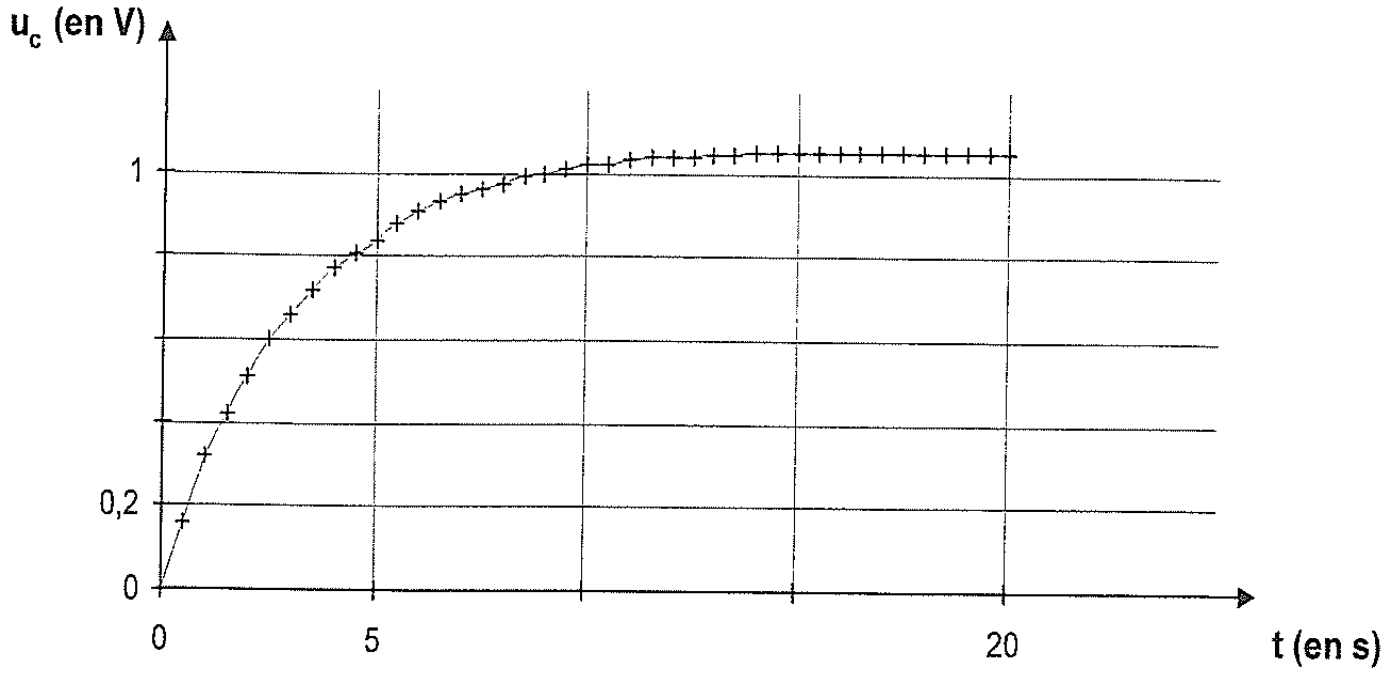


Schéma 1

لتتبع تطور شدة التيار u_c بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن، نستعمل جهاز استقبال كراسم الاهتزاز المهبطي المزود بذاكرة أو حاسب بمخرج. في اللحظة $t_0 = 0\ s$ نغلق القاطعة K فنحصل على التسجيل $u_c = f(t)$ الموضح:



لترجمة هذا المنحنى ننمذج العمود بربط مقاومة r بمولد كهربائي بتوتر ذو قوة محركة E.

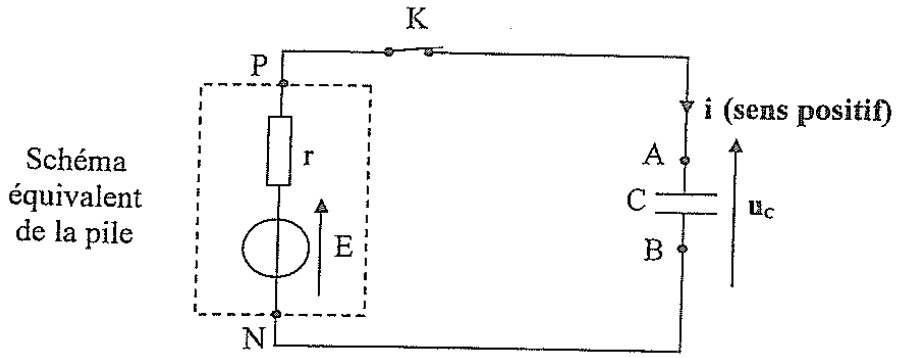


Schéma 2

1- أ)عند اللحظة $t_1 = 20\ s$ تشحن المكثفة نهائيًا. ماهي قيمة شدة التيار المار في الدارة عندئذٍ؟

ب) انطلاقا من المنحنى $u_c = f(t)$، أعط قيمة E.

2- أ) أعط العبارة الحرفية لثابت الزمن τ وبين أن وحدته الزمن.

ب) عين بيانيا قيمة τ مع ذكر الطريقة المستعملة.

ج) استنتج قيمة المقاومة الداخلية r للعمود.

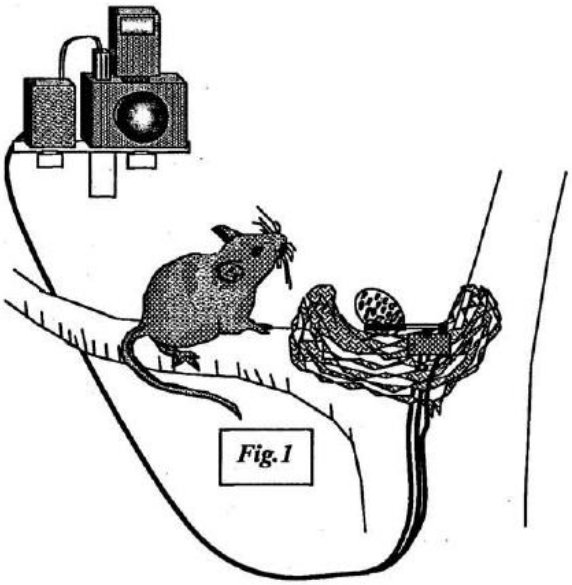
3- أ) بالاعتماد على الاتجاهات الموضحة في الدارة (schéma 2)، بين أنَّ المعادلة التفاضلية للدارة الكهربائية تحقق : $E = u_c + rC\frac{du_c}{dt}$.

ب) إنَّ حل المعادلة التفاضلية السابقة من الشكل : $u_c = E(1 - e^{-\alpha t})$.

– استنتج العبارة الحرفية لـα.

<u>التمرين الرابع:</u> (5 نقاط)

ندرس في هذا التمرين مبدأ عمل آلة التصوير الخاطفة (piège photo) التي يستعملها عالم الطيور لتحدد مفترس أحد أنواع الطيور في طريق الإنقراض.



توضع بيضة السمَّان على مقود بادلة (للبادلة مقود لتغير اتجاه التيار)، عند خطفها من طرف الحيوان المفترس يتغير وضع البادلة من 0 إلى 2 (لاحظ الشكل Fig.2) مكثفة آلة التصوير، المشحونة قبليًا، تفرغ في وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها الداخلية r. تعمل الوشيعة في الجهاز على تشغيله (أخذ الصورة).

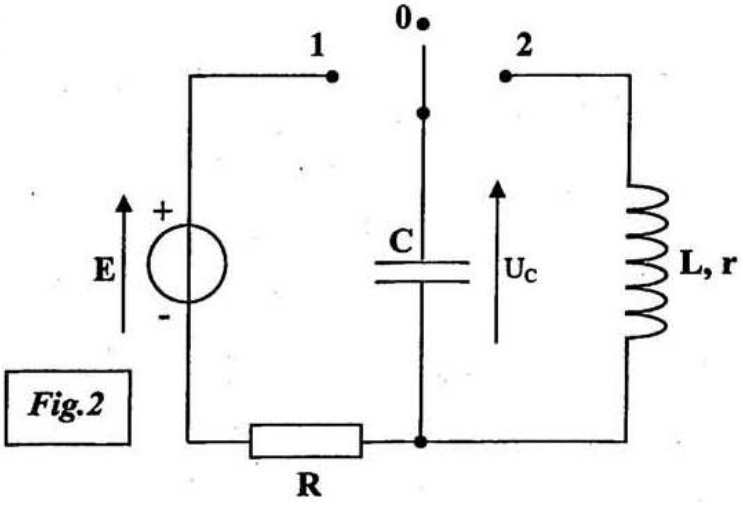


Fig.2

تحتوي الدارة الكهربائية للشحن (Fig.2) على مكثفة ذات سعة C، ناقل أومي ذو مقاومة R ومولد كهربائي ذو توتر $E = 8{,}0\ V$.

I–شحن الجهاز: نضع البادلة في الوضع 1 لمدة كافية لشحن المكثفة. عند انتهاء عملية الشحن، يتم وضع البيضة على مقود البادلة موجهة إلى الوضعية 0.

1– أ) أعد رسم مخطط الدارة بعناية ثم أبرز الاتجاه الحقيقي للتيار عند شحن المكثفة.

ب) أكتب عبارة المعادلة التفاضلية للدارة المحققة بالتوتر $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة عند الشحن ثم تحقق من أنها من الشكل : $u_c + \tau \frac{du_c(t)}{dt} = E$.

ج) استنتج عبارة الثابت τ بدلالة خصائص الدارَّة.

2– بين بالتحليل البعدي أنَّ الثابت τ موافق لزمن.

3– استنتج من المعادلة التفاضلية السابقة القيمة U_c لـ$u_c(t)$ عند بلوغه النظام الدائم.

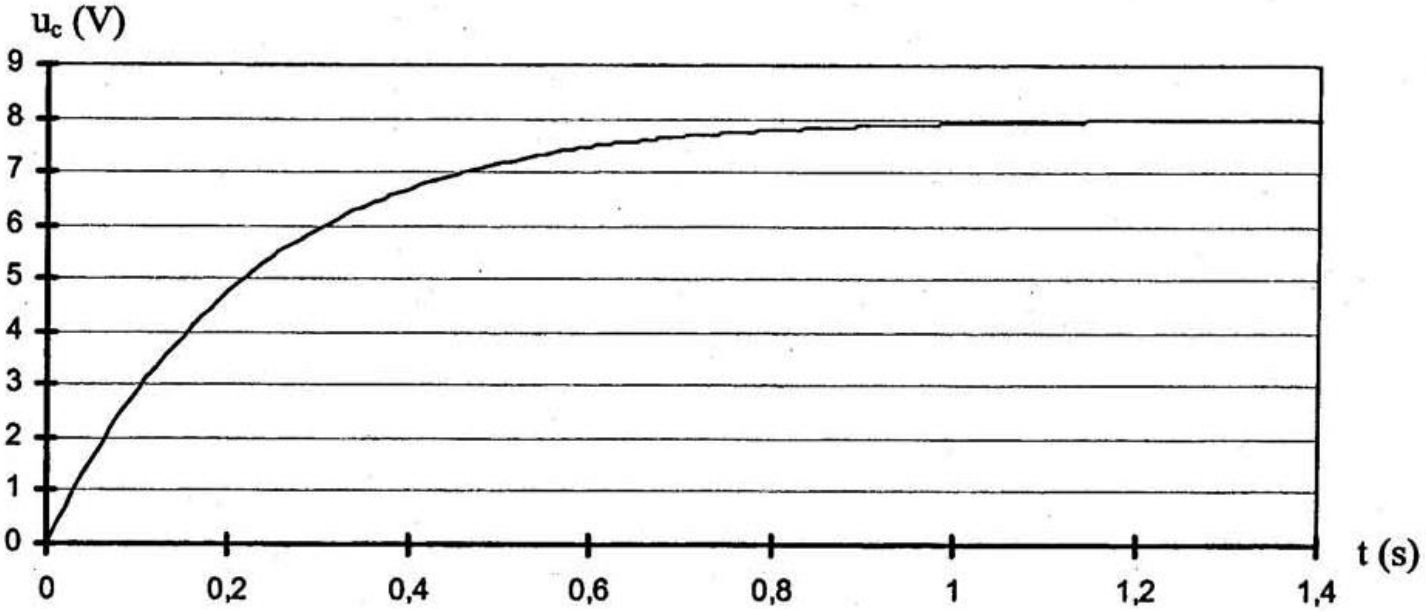
4– بين أنَّ العبارة $u_c(t) = A.(1 - e^{-t/\tau})$ حل للمعادلة التفاضلية حيث A ثابت يطلب تعيينه.

5– بيّن أنه من أجل مدة 5τ يمكن اعتبار شحن المكثفة تام.

6- تم تتبع تطور التوتر $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة فتحصلنا على البيان الموالي:

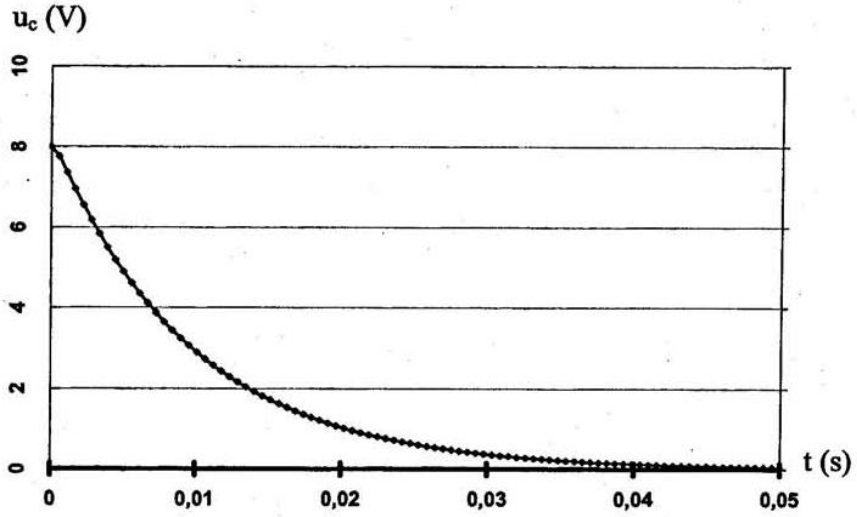
أ- عين بدقة ثابت الزمن τ بيانيًا مع شرح الطريقة المستعملة.

ب- استنتج أصغر مدة لازمة لشحن المكثفة.



II -انطلاق التصوير: عند خطف البيضة، تتغير آنيًا البادلة من الوضع 0 إلى الوضع 2.

تطور التوتر $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة عند دراسة هذا الجهاز، مكّن من الحصول على البياني التالي:



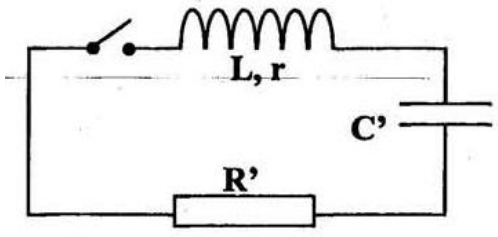
1- إنَّ تفريغ المكثفة في الوشيعة يتم دوريًا. يمثل $t_{1/2}$ زمن الاستجابة حيث يتناقص التوتر بين طرفي المكثفة إلى نصف قيمته الابتدائية.

- عين بيانيًا قيمة الزمن $t_{1/2}$.

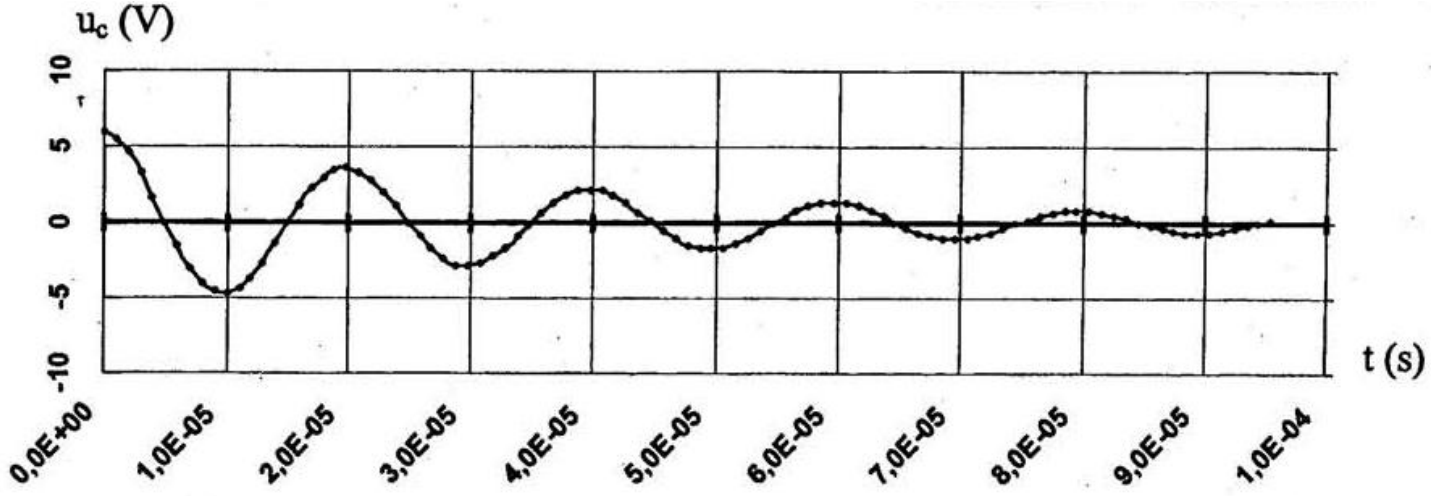
2- تتعلق فعالية جهاز التصوير بكمية الطاقة المخزنة قبليًا في المكثفة. اختر -مع التبرير- أي من خصائص الدارة يمكن التأثير عليها لزيادة كمية الطاقة المخزنة:

أ) القوة المحركة للمولد E. ب) سعة المكثفة C ج) المقاومة R.

III -تحديد L ذاتية الوشيعة: لتحديد ذاتية الوشيعة (L)، نربط الوشيعة السابقة على التسلسل مع مكثفة ذات سعة $C' = 10\ nF$ مشحونة من قبل تحت توتر $6V$، ومقاومة R' حيث: $(R' + r) = 50\ \Omega$. الدارة المحققة ممثلة في الشكل الموالي:



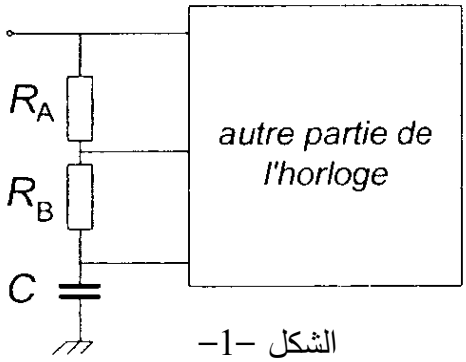
تم تسجيل تطور التوتر بين طرفي المكثفة لحظة غلق القاطعة. فتم الحصول على البيان المرافق:



1- كيف نسمّي النظام الموافق لهذا التطور للتوتر $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة؟

2- استعمل التسجيل المحصَّل عليه لتحدد قيمة L ذاتية الوشيعة مع تبرير الطريقة المستعملة.

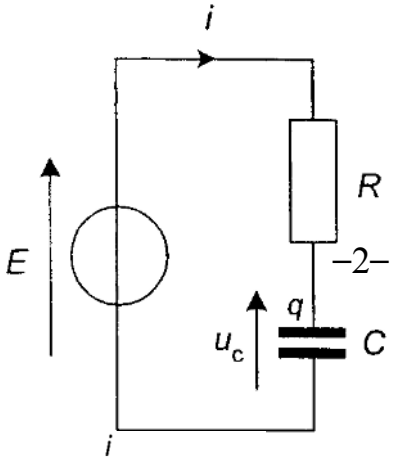
<u>التمرين الخامس:</u> (2,75 نقاط)



الشكل -1-

يستعمل الأشخاص في المناطق الريفية (والنائية) غير الموصولة بالكهرباء أجهزة تستعمل فيها البطارية. يهدف هذا التمرين إلى دراسة التطور الزمني لدارة (R, C) في ساعة حائط.

مبدأ عملها: في البداية تكون المكثفة ذات السعة C فارغة. يتم شحنها عبر ناقلين أوميين مقاومتيهما R_A و R_B (الشكل-1-) نرمز بـ E إلى التوتر بين طرفي المولد. في هذه المرحلة، نعتبر أنَّ الناقلين الأوميين والمكثفة ذات السعة $C = 22\ \mu F$ موصلين على التسلسل. الدارة المكافئة موضحة في الشكل2 حيث $R = R_A + R_B = 66k\Omega$:

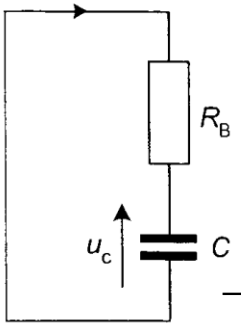


الشكل -2-

1- أعط العلاقة التي تربط بين شدة التيار $i(t)$ المار في ثنائي القطب (R, C) والشحنة $q(t)$ على لبوس المكثفة (في الشكل2)، ثمَّ التوتر $u_c(t)$ عند كل لحظة زمنية t.

2- أعط المعادلة التفاضلية للدارة بالتوتر $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة خلال شحنها.

3- عند بلوغ التوتر $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة قيمة قدرها $U_{max} = \frac{2}{3}E$، يتم تغيير الحالة الكهربائية حيث يتم تفريغ المكثفة عبر الناقل الأومي ذي المقاومة $R_B = 33\ k\Omega$ فقط. (الشكل-4-):



الشكل -4-

- أعط المعادلة التفاضلية للدارة بالتوتر $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة خلال التفريغ.

4- عند بلوغ التوتر $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة قيمة قدرها $U_{min} = \frac{1}{3}E$، يتم تغيير الحالة الكهربائية حيث يتم شحن المكثفة ثم تفريغها...وهكذا. نرمز إلى مدَّة شحن المكثفة بين U_{min} و U_{max} بـ T_1 وإلى مدة التفريغ وصولا إلى U_{min} بـ T_2.

- بيّن – دون حساب- أنّ $T_1 > T_2$.

5- مثل كيفيا تطور التوتر $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة في المجال الزمني $[0; 2T_2]$.

التمرين السَّادس: (4 نقاط) كيف نخزن الطاقة؟

I-تخزين الطاقة في وشيعة: تضمن وشيعة الإضاءة (الصورة) توزيع توتر كهربائي عالي للمولدات التي تشتغل باستعمال البنزين، حيث لها القدرة على تخزين الطاقة الكهربائية ثم إعادتها.

بغرض تخزين طاقة E_L في وشيعة مثالية (صافية) ذاتيتها L، نستعمل جهاز تغذية كهربائية مستمرة ذو توتر $U = 6{,}0\ V$، ثم نحقق التركيب المبين في الشكل-5-(Figure 5):

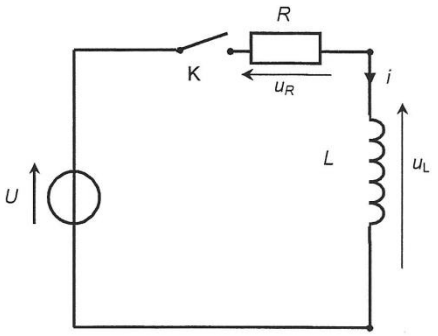


Figure 5. Circuit pour le stockage de l'énergie dans une bobine

عند اللحظة الزمنية $t = 0$، نغلق القاطعة K:

1- أعط العلاقة التي تربط u_L، L و i ثم حدد قيمة التوتر U_L في النظام الدَّائم.

2- بين أنَّ عبارة شدة التيار I في النظام الدَّائم هي: $I = \frac{U}{R}$.

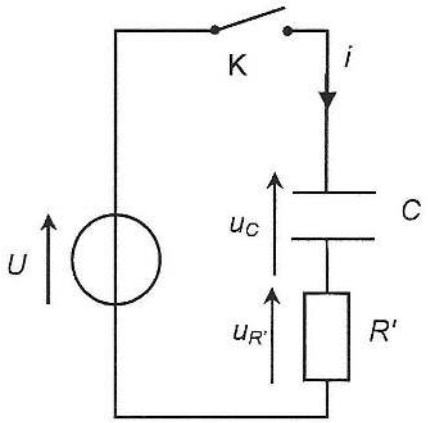
3- عبر عن الطاقة E_L المخزنة في الوشيعة في النظام الدَّائم.

4- نود تخزين طاقة $E_L = 10\ J$ عند النظام الدائم. لذا نستعمل مقاومة مساوية لـ $R = 1{,}8\ \Omega$.

- أحسب قيمة L ذاتية الوشيعة المحققة للشرط.

5- توجد وشائع ناقلة جيدة للكهرباء (Supraconductrice)، تخزن طاقة دون الحاجة لمولد حيث تحدث دارة مستقصرة، مقاومتها الداخلية مهملة. فمثلا وشيعة ذاتيتها $0{,}10\ H$ يجتازها تيار شدته $500\ A$.

- ما هي كمية الطاقة E_{Supra} المخزنة في هذه الوشيعة؟



II – تخزين الطاقة في مكثفة: نشحن مكثفة، فارغة من قبل، سعتها C بربطها على التسلسل بمقاومة R' ومولد توتره $U = 12\ V$. التركيب التجريب المحقق مبين الشكل-7-(Figure 7):

عند اللحظة الزمنية $t = 0$، نغلق القاطعة K.

1- ما هي قيمة التوتر u_c مباشرة بعد غلق القاطعة K؟ برر جوابك.

2- استنتج i_0 شدة التيار عند بداية شحن المكثفة.

3–بعد غلق القاطعة لمدة كافية، يبلغ التوتر u_c إلى نظام دائم. عرف النظام الدئم، واستنتج قيمة التوتر U_c بين طرفي المكثفة عندئذ.

4–أعط عبارة E_C الطاقة المخزنة في المكثفة عند نهاية الشحن.

5–نود تخزين طاقة $E_C = 10\,J$ عند النظام الدائم. أحسب قيمة C سعة المكثفة المحققة للشرط.

6–توجد مكثفات ذات سعات كبيرة (Supercondensateurs)، تصل سعتها إلى أكثر من $1000\,F$. نستعمل إحداها، سعتها $800\,F$ في دارَّة يجتازها توتر أعظمي $2{,}5\,V$.

– ما هي كمية الطاقة E_{Super} المخزنة في هذه المكثفة.

III –مقارنة بين خصائص تخزين الطاقة في الحالتين: بغرض مقارنة الطريقتين السابقتين للتخزين، نعطي في الجدول التَّالي، كمية الطاقة المخزنة والزمن اللازم لاستعادة هذه الطاقة المخزنة.

	وشيعة Supraconductrice	مكثفة Supercondensateur
الطاقة المخزنة	15 kJ	20 kJ
مدَّة استعادة الطاقة المخزنة	1 ms	10 s
الاستطاعة المتوسطة الموفرة	$1{,}5.10^7$ W	P_1

1–أحسب الاستطاعة المتوسطة P_1 التي توفرها المكثفة من نوع Supercondensateur.

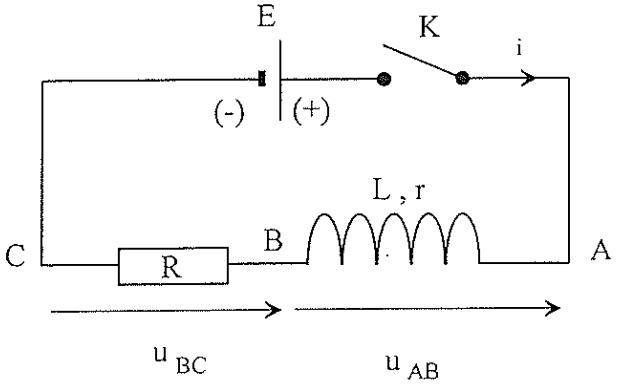
2–نستعمل مكثفات من نوع Supercondensateur في السيارات الكهربائية لتزويدها بتيار مرتفع الشدَّة عن الانطلاق. تعطي هذه المكثفة تيارًا شدته ثابتة $100\,A$ تحت توتر $2{,}5\,V$ خلال 10 ثواني.

أ) أوجد العلاقة بين استطاعة التيار P، التوتر U وشدة التيار I.

ب) استنتج عندئذ الاستطاعة المتوسطة التي توفرها هذه المكثفة.

<u>التمرين السابع:</u> (4 نقاط)

تحتوي دارة كهربائية عناصرها مربوطة على التسلسل على: مولد صافي لتيار كهربائي مستمر توتره $E = 6{,}00\,V$،قاطعة K،وشيعة $(L, r = 10{,}0\,\Omega)$ وناقل أومي مقاومته $R = 200\,\Omega$ (لاحظ المخطط) يتم ربط الدارة بجهاز موصول بالإعلام الآلي يسمح بتتبع قيم التوترين u_{AB} و u_{BC} بمرور الزمن.



عند اللحظة الزمنية $t = 0$، نغلق القاطعة K، فنحصل على المحنيين $(courbe\ 1)$ و $(courbe\ 2)$.

1–أذكر جهاز آخر يمكن من رسم البيانين السَّابقين.

2–أكتب عبارة u_{AB} بدلالة i و $\frac{di}{dt}$، وعبارة u_{BC} بدلالة i.

3–أنسب البيانين $(courbe\ 1)$ و $(courbe\ 2)$ إلى التوترين u_{AB} و u_{BC} مع التبرير.

4– أ) بتطبيق قانون جمع التوترات، حدد عبارة I_0 لشدَّة التيار الكهربائي المار في الدارة عند بلوغ النظام الدائم ثم أحسب قيمته (I_0).

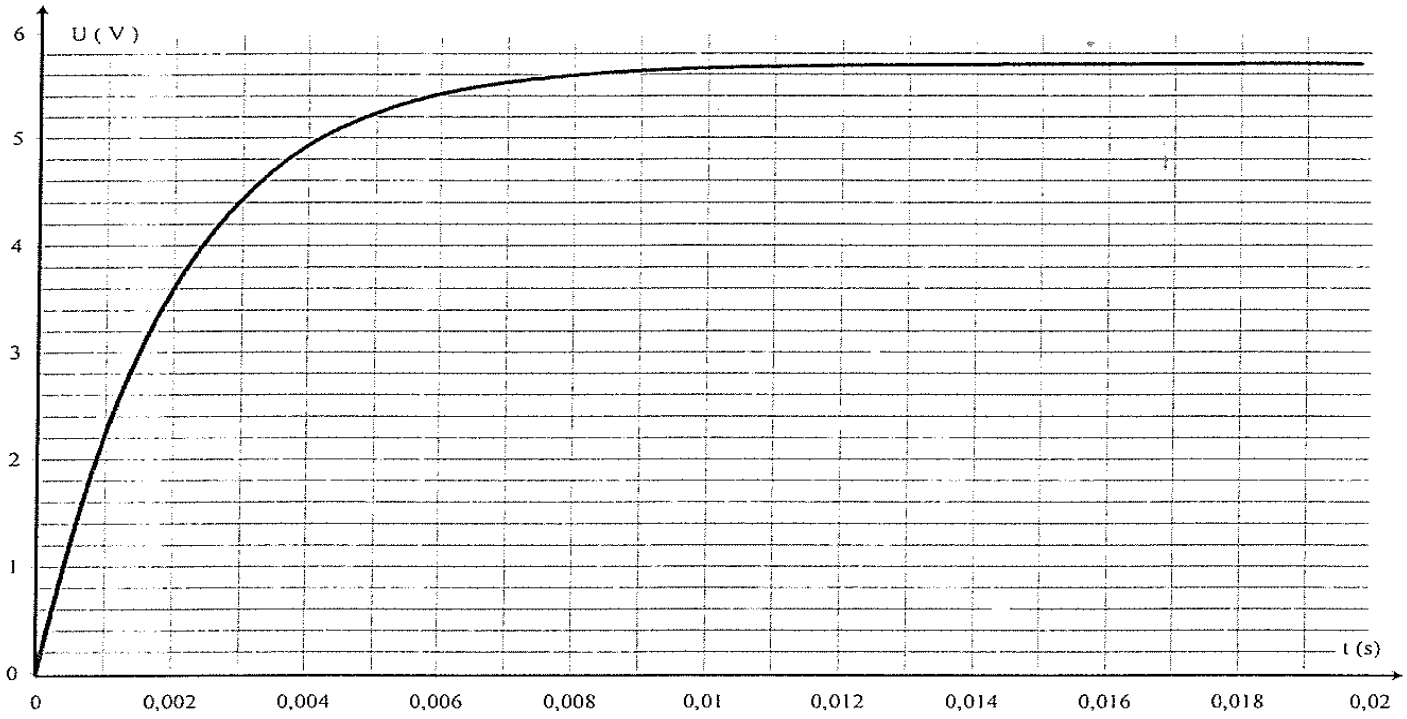
ب) استغل أحد المنحنيين للتحقق من قيمة I_0 الموجودة في السؤال السابق.

5– أ) استغل أحد المنحنيين لتحديد قيمة τ ثابت الزمن واشرح الطريقة المستعملة.

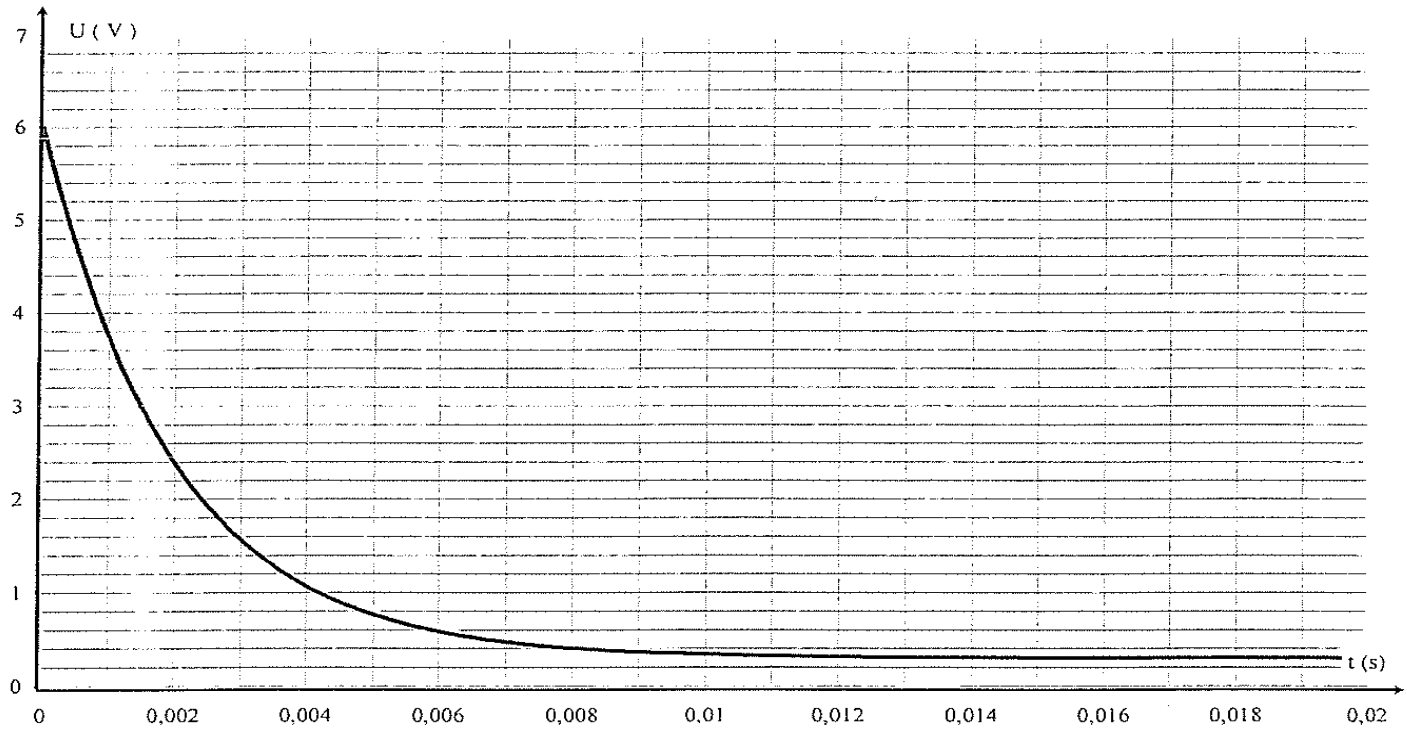
ب) ذكر بعبارة ثابت الزمن τ بدلالة خصائص الدَّارة أوثبت أنَّ له نفس وحدة الزمن.

ج) استنتج عندئذٍ قيمة ذاتية الوشيعة L.

Courbe 1

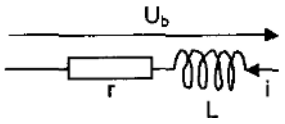


Courbe 2



التمرين الثامن: (4 نقاط)

يريد أحد التلاميذ التحقق من قيمة المقاومة الداخلية r لوشيعة ذاتيتها $250\ mH$، تنمذج بثنائي قطب(r, L) على التسلسل. التوتر بين طرفيها U_b: .

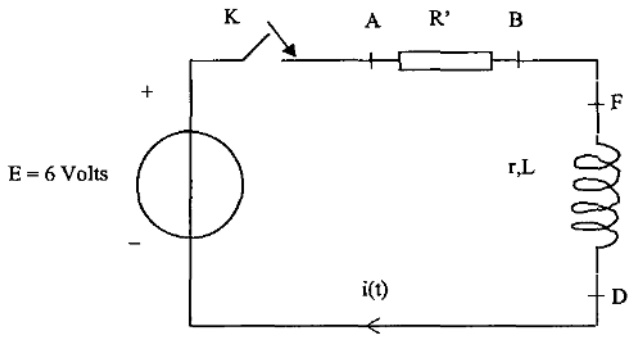


I–النظام الدائم: لقياس قيمة r، حقق التلميذ دارة كهربائية من مولد ذو توتر $E = 6{,}0\ V$، جهاز أمبيرمتر، جهاز فولطمتر، أسلاك توصيل والوشيعة السابقة.

1– أرسم مخطط الدارة الموصوف سابقًا، ثم مثل بأسهم التوترات E، U_b.

2– نتائج القياس بالجهازين تعطى النتائج: $U_b = 5{,}95\ V$ و $I_b = 410\ mA$. استنتج قيمة r_1 المقاومة الداخلية للوشيعة في هذه الحالة.

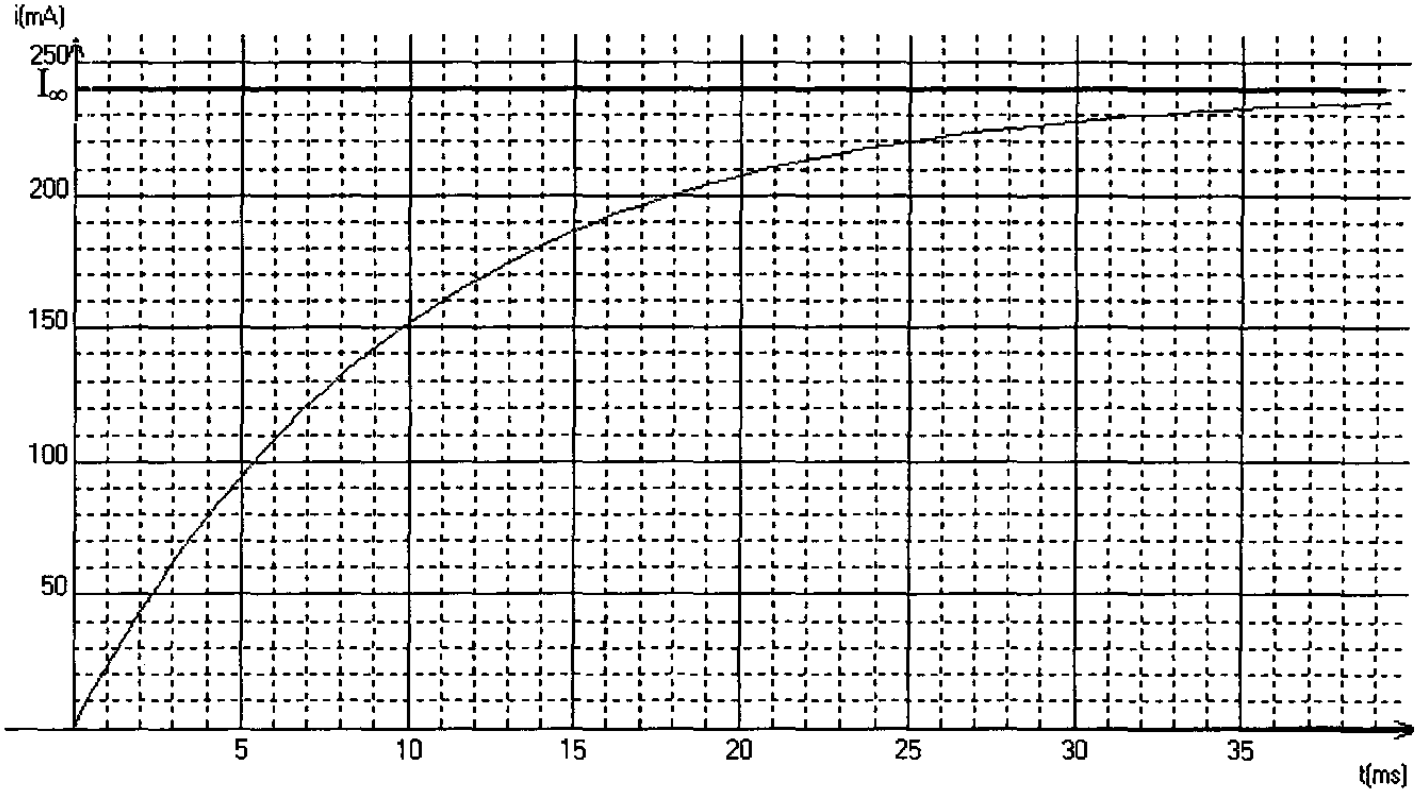
II–النظام الانتقالي: يغير التلميذ التركيب التجريبي السابق بإضافة مقاومة $R' = 10{,}0\ \Omega$ على التسلسل. يستبدل أجهزة القياس بنظام استقبال مبرمج يعطي تغيرات شدة التيار $i(t)$ بعد غلق القاطعة. توتر المولد ثابت $6{,}00\ V$.



1– ما هي الظاهرة الملاحظة عند غلق القاطعة.

2– أعد رسم المخطط الموالي ثم بين كيفية ربط الجهاز للحصول على توتر متناسب مع شدة المار في الدَّارة. برر جوابك.

3– حدد قيمة ثابت الزمن τ انطلاقا من البيان المحصل عليه بنظام الاستقبال مع شرح الطريقة المعتمدة.



4– أ) أعط العبارة الحرفية لـτ بدلالة r وR' ثم بين بالتحليل البعدي أن وحدته الزمن.

ب) للوشيعة ذاتية قيمتها $L = 250\ mH$. استنتج قيمة مقاومتها r_2.

5– نعتبر أنَّ شدة التيار $i(t)$ تبلغ قيمة حدية $I_\infty = 240\ mA$ خلال مدَّة زمنية قدرها 5τ.

أ) علق عندئذ على مراحل تغير شدة التيار المار في الدارة بدلالة الزمن.

ب) عبر عن r، مقاومة الوشيعة بدلالة E، I_∞ وR'. أحسب قيمتها r_3.

6– قارن بين القيم الثلاث المتحصل عليها للمقاومة r.

<u>التمرين التاسع:</u> (3 نقاط)

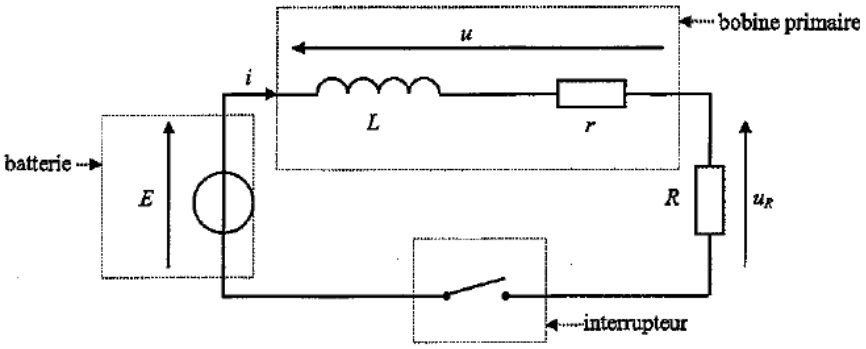
نحقق التركيب التجريبي المبين في الرسم الموالي، حيث يتم استعمال:

مولد كهربائي ذو توتر $E = 12\ V$

وشيعة $(L, r = 0{,}50\ \Omega)$،

مقاومة $R = 2{,}5\ \Omega$،

قاطعة.



I) قبل غلق القاطعة، لا يمر التيار في الدار، عند اللحظة الزمنية $t = 0$ نغلق القاطعة.

1– أعط عبارة التوتر u بين طرفي الوشيعة بدلالة r، L وi.

2– بين أنَّ المعادلة التفاضلية للدارَّة والمحققة بـ$i(t)$ من الشكل: $L\frac{di}{dt} + Ki(t) = E$ حيث K ثابت يطلب تعيين عبارته.

3– تقبل المعادلة التفاضلية السَّابقة حلا من الشكل: $i(t) = A \times (1 - e^{-Bt})$ حيث A وB ثابتان غير موجبين تمامًا.

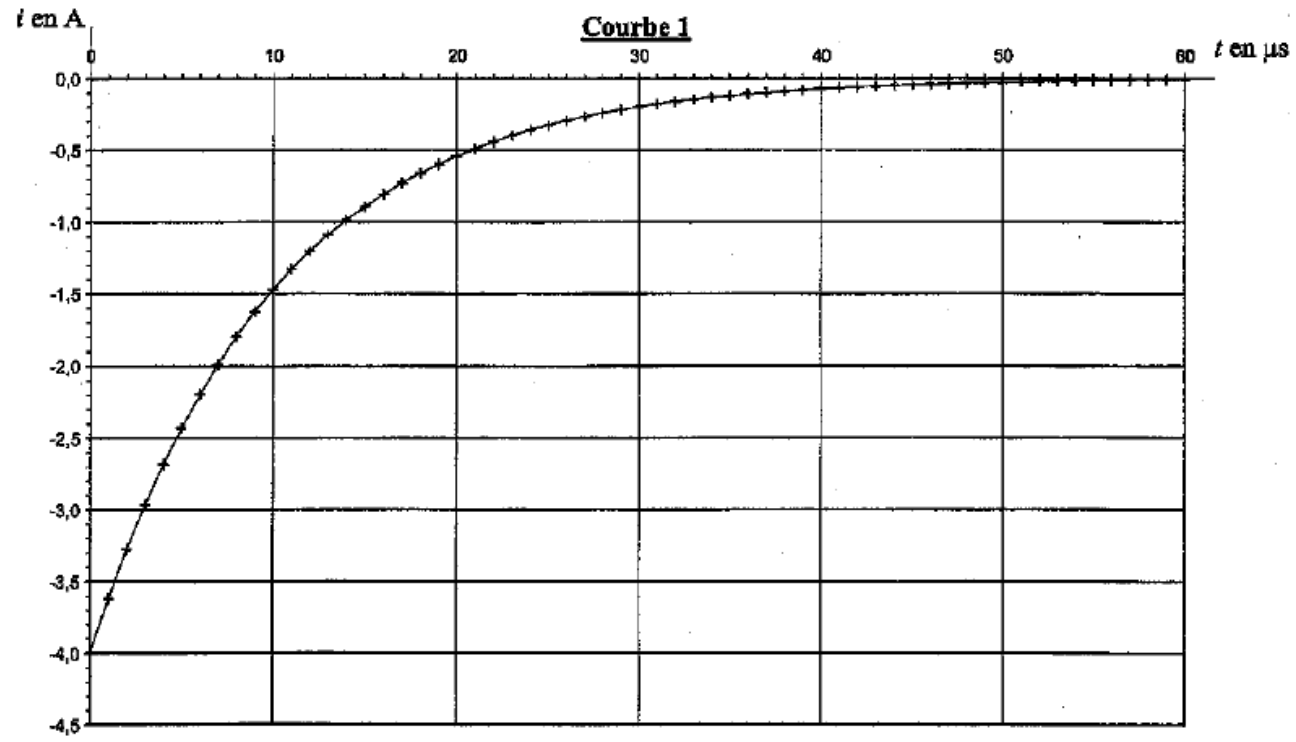
أ) باستعمال المعادلة التفاضلية بين أنَّ: $A = \frac{E}{K}$ و$B = \frac{K}{L}$.

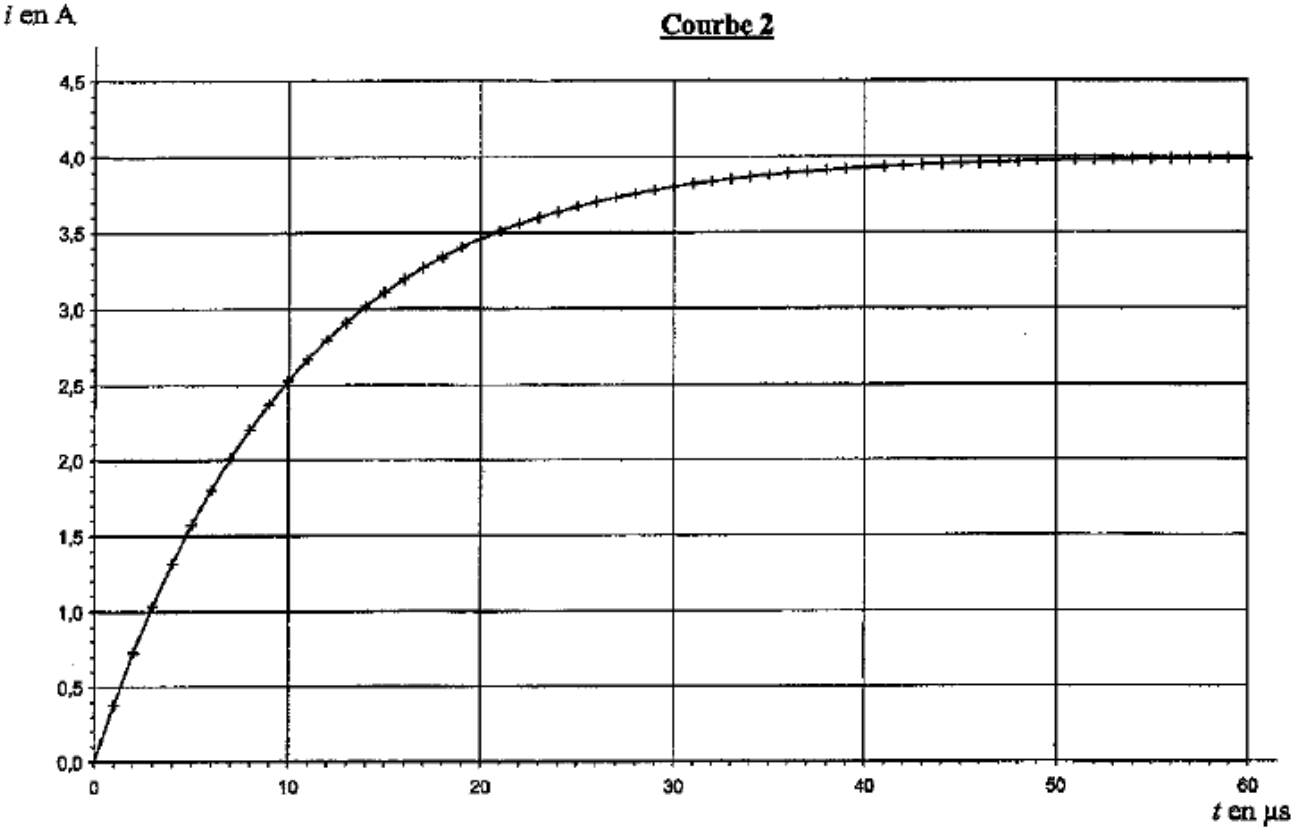
ب) أحسب قيمة A ثم بين وحدته.

4– من بين المنحنيات الثلاثة التالية، بين المنحنى الممثل لتطور شدَّة التيار i مع التبرير:

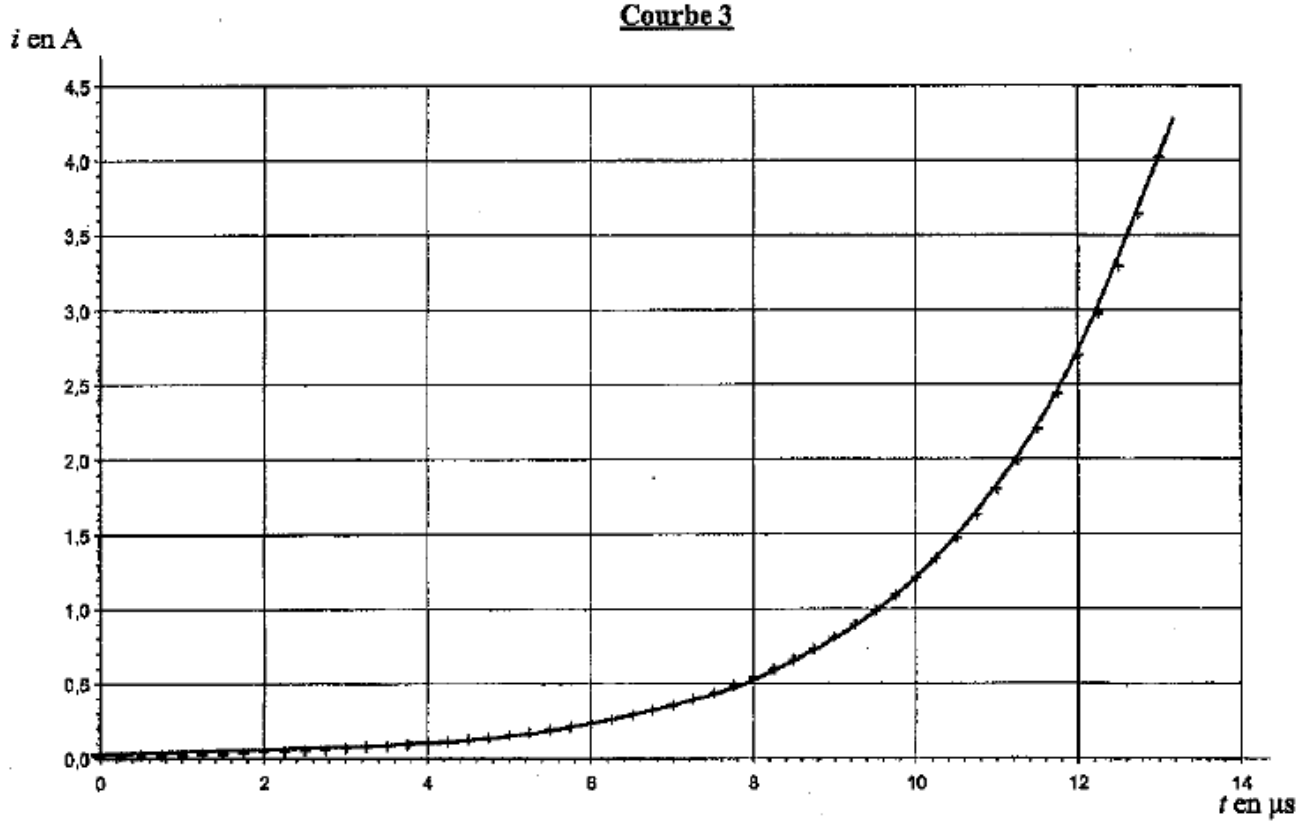
5– حدد بيانيًا قيمة ثابت الزمن τ، ثم استنتج قيمة ذاتية الوشيعة L.

6– أعط عبارة W_L الطاقة المخزنة في الوشيعة ثم أحسب قيمتها الأعظمية.


Courbe 1
i en A
t en µs
0
10
20
30
40
50
60
0,0
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
-2,5
-3,0
-3,5
-4,0
-4,5


Courbe 2
i en A
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
0
10
20
30
40
50
60
t en µs

Courbe 3



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

ثانوية عبد الرحمن بن خلدون **بلوناس عبد**

السنة الثالثة ثانوي **مادة الرياضيات**

الشعبة: علوم تجريبية

سلسلة من تمارين الفيزياء – الأحماض والأسس

التمرين الأوَّل: (04 نقاط)

I) لتحضير بروتوكول للمعايرة اللونية لمحاليل أمونياك ذات تركيز $0,1\ mol/L$، يقوم كيميائي بالمعايرة الـpH مترية لمحلول ذو تركيز معلوم. يسمح المحلول المحصل عليه باختيار الكاشف اللوني المناسب.

المعطيات: pK_A للثنائية (NH_4^+/NH_3) عند درجة الحرارة $25°C$ هو: $pK_A=9,2$.

	لون (حمضي)	مجال التغير	لون (أساسي)
القرمز النيلي	أزرق	14,0-11,6	أصفر
تيموفتالين	لا لون	9,3-10,5	أزرق
أزرق البرموتيمول	أصفر	6,0-7,6	أزرق
أخضر البروموكريزول	أصفر	3,8-5,4	أزرق

1– لتحضير محاليل الأمونياك نذيب غاز الأمونياك (النشادر) NH_3 في الماء.

أ) أكتب معادلة تفاعل شاردة الأمونيوم مع الماء وأعط عبارة ثابت الحموضة للثنائية (NH_4^+/NH_3).

ب) أعطِ مخطط التغلب النسبي للثنائية (NH_4^+/NH_3) وأذكر النوع الغالب في المحلول المدروس عند pH=10,2.

2– نريد معايرة حجم $V_S = 10,0\ mL$ من المحلول المائي للأمونياك تركيزه $C_s = 10^{-1}\ mol.L^{-1}$. نستعمل سحاحة مدرجة $25\ mL$ وحوجلات بها حمض كلور الماء $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ تراكيزها: $C_1 =$ $10^{-2}\ mol.L^{-1}$، $C_2 = 10^{-1}\ mol.L^{-1}$ و $C_3 = 1,00\ mol.L^{-1}$.

أ) أرسم مخطط للتركيب التجريبي للمعايرة المدروسة.

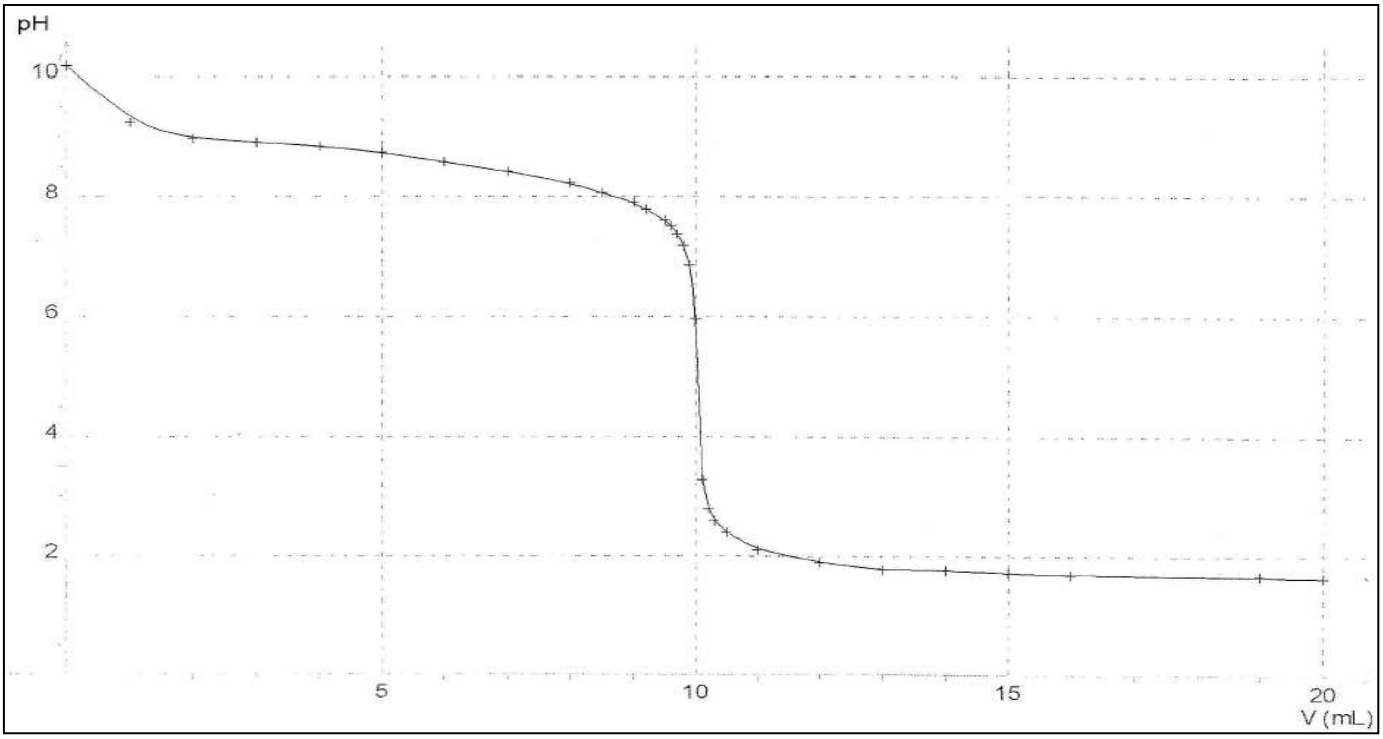
ب) أعط معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج للمعايرة.

ج) حدّد حجم التناقص من السحاحة (V_{eq}) لبلوغ التكافؤ في كل من المحاليل الثلاثة.

د) استنتج المحلول المخبري المناسب للقيام بالمعايرة.

3– يعطى المنحنى المرافق المحصل عليه أثناء هذه المعايرة.

– اقترح كاشفًا لونيًا يسمح بتحديد تكافؤ هذه المعايرة مع التبرير، ثم استنتج التغير اللوني الملاحظ.



التمرين الثاني: (04 نقاط)

المعطيات:

الكتلة المولية: $M(CH_3COOH)=60\ g.mol^{-1}$. الجداء الشاردي للماء: $K_e=1,0\times10^{-14}$

الثنائية (حمض/أساس)	(CH_3COOH/CH_3COO^-)	(H_3O^+/H_2O)	(H_2O/HO^-)
قيمة الـpK_A عند 25° C	4,8	0	14

I) نحضر محلولا S لحمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه المولي $C = 1,0 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$، بواسطة جهاز ph–متر نجد درجة حموضة المحلول pH=3,4.

1– أكتب معادلة تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء وأنشئ مخطط تغلب الثنائية حمض إيثانويك/شاردة الإثانوات ثم استنتج النوع الغالب في المحلول S.

2– أحسب التركيز المولي للمحلول S بشوارد الأكسونيوم ثم التقدم النهائي للتفاعل (يمكن إنشاء جدول تقدم التفاعل)

3– أحسب نسبة التقدم النهائي للتفاعل الحادث. ماذا تستنتج؟

II) في المخبر، مُسِحت لاصقة قارورة بها محلول مائي لحمض الإيثانويك، لتحديد تركيزه نعايره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (Na^+,HO^-) تركيزه المولي $C = 1,0 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ كما نستعن بـ:

– حوجلات عيارية 50mL و 100mL – ماصات عيارية سعتها 5mL و10mL

– بيشر سعته 100mL –أنبوب مدرج 50mL –ماء مقطر

1- نعاير حجما $V_a = 20,0\ mL$ من محلول حمض الإيثانويك بمحلول هيدروكسيد الصوديوم. يبين الجدول التالي قيم الـpH بدلالة V_b حجم هيدروكسيد الصوديوم المسكوب:

V_b(mL)	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	18,5
pH	3,4	3,9	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,75	5,9

V_b(mL)	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0
pH	6,1	6,4	8,3	10,3	10,7	10,9	11,0	11,3	11,5	11,6	11,7

أ) أكتب معادلة التفاعل الحادث بين محلول حمض الإيثانويك ومحلول هيدروكسيد الصوديوم.

ب) أعط عبارة عن ثابت التوازن للتفاعل السَّابق ثم أحسب قيمته.

ج) أرسم المنحنى البياني $\text{pH} = f(V_b)$ ثم عين بيانيا إحداثيات نقطة التكافؤ مع شرح الطريقة المستعملة.

- استنتج التركيز المولي C_a لحمض الإيثانويك المدروس.

2- في المعايرة السّابقة تكون درجة الـpH في المحلول pH=4,8 عند سكب 10,0mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم.

أ) أحسب كمية المادَّة $n_V(HO^-)$ لشوارد الهيدروكسيد المتفاعلة منذ بداية تفاعل المعايرة.

ب) انطلاقًا من قيمة الـpH، أحسب كمية المادَّة $n_R(HO^-)$ لشوارد الهيدروكسيد المتبقية في المحلول.

ج) قارن بين $n_V(HO^-)$ و $n_R(HO^-)$. كيف يمكن إذًا تصنيف التحول الموافق لهذه المعايرة حمض-أساس؟

<u>التمرين الثالث:</u> (07 نقاط)

يمكن استعمال منتجين لتنظيف آلة كهربائية لتحضير القهوة (Cafetière électrique): الأوَّل على شكل مسحوق لحمض السيتريك (حمض الليمون) و الثاني هو مسحوق لحمض السولفاميك، حيث يتم تمديد المسحوق المنظف في 0,5 L ثم وضع المحلول في الآلة وتشغيلها.

<u>المعطيات:</u>

الكتلة المولية لحمض السيتريك M_1=192 g/mol، الكتلة المولية لحمض السولفاميك M_2=97 g/mol.

1- لتحضير حجم $V_1 = 0,50\ L$ من محلول منظف، نضيف إلى كتلة $m_1 = 20,0\ g$ من حمض السيتريك. أحسب التركيز المولي C_1 للمحلول المنظف 1 بالحمض.

2- نأخذ محلولين S_1 لحمض السيتريك وآخر S_2 لحمض السولفاميك لهما نفس التركيز المولي $C = 1,00 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ ونفس الحجم $V = 1,00\ L$. عند درجة 25° C، نقيس قيمة الـpH في المحلولين فنجد 2,6 للمحلول S1 و2,0 للمحلول S2.

أ) عرف "الحمض" حسب برونشتد Brønsted واكتب معادلة تفاعل الحمض AH مع الماء.

ب) باستعمال جدول التقدم، أوجد عبارة نسبة التقدم النهائي τ_f لتفاعل الحمض AH مع الماء بدلالة pH المحلول والتركيز المولي C.

ج) نرمز بـ A_1H إلى حمض السيتريك وبـ A_2H إلى حمض السولفاميك. أحسب نسب التقدم النهائي τ_1 و τ_2 للتفاعل الحمضين على الترتيب مع الماء المعطي لـ S_1 و S_2. ماذا تستنتج من هذه النتائج؟

3- أ) أوجد عبارة ثابت الحموضة Ka_1 للثنائية (شاردة السيترات/حمض السيتريك).

ب) انطلاقا من جدول تقدم التفاعل أحسب قيمة الثابت Ka_1 ثم pKa_1.

ج) ما هي الصفة السَّائدة –حمضية أو أساسية– في المحلول S_1؟ برر جوابك.

4- لتحديد كتلة حمض السولفاميك المحتوي في مسحوق المنظف الثاني، نقوم بالمعايرة الـpH–مترية. لذا نقوم بإذابة كتلة $m = 1{,}00\ g$ من هذا المنظف في الماء المقطر لنحصل على محلول S حجمه $V = 100\ mL$.

نعاير حجمًا $V' = 20{,}0\ mL$ من المحلول S بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم (Na^+, HO^-) تركيزه المولي $C_B = 0{,}200\ mol.L^{-1}$. النتائج التجريبية كانت عند التكافؤ: $V_{éq} = 9{,}8\ mL$ و $pH_{éq}=7{,}1$.

أ) أكتب معادلة التفاعل المنمذج لتحول المعايرة.

ب) عرّف "التكافؤ" خلال تفاعل معايرة.

ج) أعط العبارة الحرفية للتركيز C_A لحمض السولفاميك المذاب بدلالة C_B ، $V_{éq}$ و V' ثم أحسب C_A.

– أحسب الكتلة m_A لحمض السولفاميك المحتوى في $m = 1{,}00\ g$ من المنظف.

د) كيس من المنظف الثاني، يحتوي على 20 g مسحوقًا، يخفف في 0,50 L من الماء. استنتج ممَّا سبق، الكتلة m_2 لحمض السولفاميك المحتوى في 20 g من المسحوق المنظف.

– أحسب التركيز المولي C_2 لحمض السولفاميك في المحلول المحضر.

<u>التمرين الرابع:</u> (04 نقاط)

عند تساقط الثلج، تبدأ الأيادي بالتجمد. يخرج المتجول في هذه الثلوج من محفظته الظهرية جيب بلاستيكي مملوء بسائل شفاف ثم يضغط على قرص معدني بداخله، عندئذ يتجمد السائل في الكيس تدريجيا محررّا حرارة. يسمى هذا الجيب بالمسخنة الكيمائية (Chaufferette chimique)، تتكون من غلاف لين من البلاستيك به محلول مائي لخلات الصوديوم بـ20% من الكتلة على الأقل. يحدث التصلب انطلاقا من وجود قرص بالداخل فترتفع حرارة المحلول. بعد الاستعمال، يمكن تجديد المسخنة الكيميائية بإذابة الصلب بالحرارة.

"مقطع من أفكار الفيزياء– من أجل العلم pour la science 2008".

المعطيات: $K_e = 10^{-14}\ /\ 25°C$. $M(CH_3COONa) = 82{,}0\ g.mol^{-1}$

I) خلات (إيثانوات) الصوديوم الصلب CH_3COONa ذو لون أبيض تفاعله مع الماء يعطى شوارد الإيثانوات CH_3COO^-.

1– لماذا تعتبر الخلات أساس حسب برونشتد؟ استنتج الثنائية (أساس/حمض) الموافقة للتفاعل الحادث.

2– نضع في بيشر حجما $V = 100\,mL$ من محلول S لإيثانوات الصوديوم كمية مادة المذاب فيه $n = 10^{-2}\,mol$، بواسطة جهاز pH–متر نجد قيمة pH المحلول S : 8,9.

تعطى معادلة التفاعل الكيميائي بين الإيثانوات والماء بـ:

$$CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} = CH_3COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)}.$$

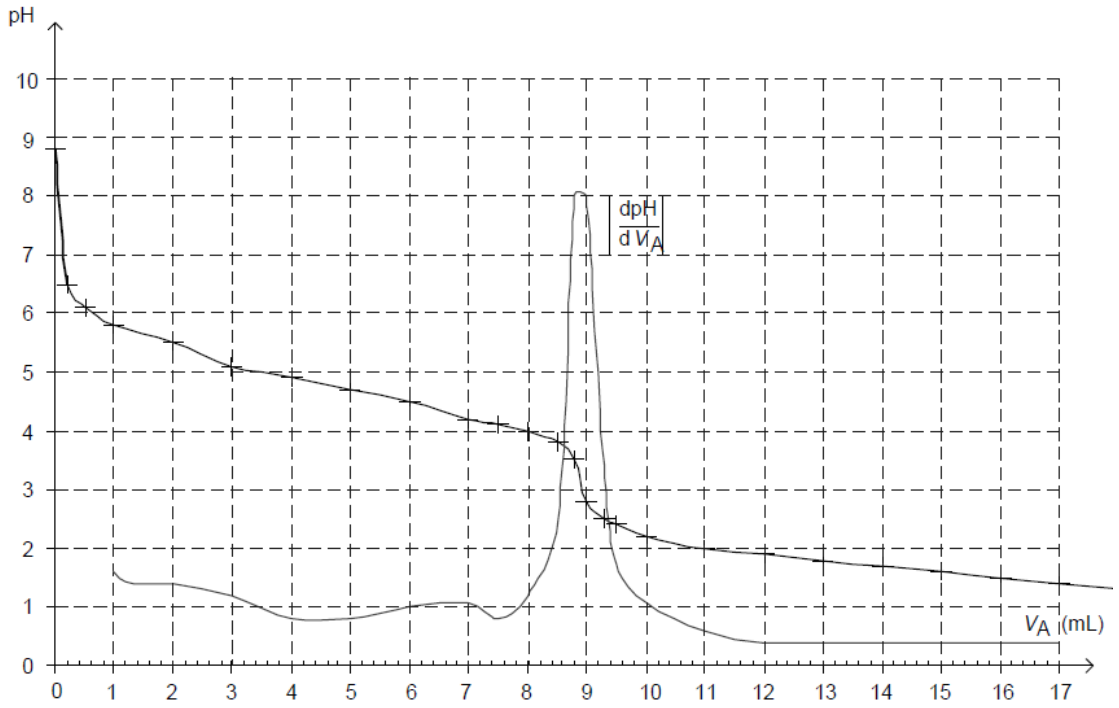
أ) أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الحاصل حيث n كمية المادة و x تقدم التفاعل.

ب) أحسب تركيز $[H_3O^+]_{éq}$ عند حدوث التوازن ثم استنتج قيمة تركيز $[HO^-]_{éq}$ عند درجة الحرارة 25° C.

ج) عرّف النسبة النهائية للتقدم ثم أحسب قيمتها من أجل التفاعل السَّابق. هل التفاعل تام؟

II) تحتوي مسخنة كيميائية على محلول مائي S_0 لإيثانوات الصوديوم $(Na^+ + CH_3COO^-)$. للمحلول حجم $V_0 = 100\,mL$ وكتلة $m = 130\,g$. يكون المحلول S_0 في المسخنة جد مركز، لمعايرته نحضر محلولا S_1 بتخفيف المحلول S_0 100 مرَّة.

1–لتحديد التركيز المولي C_0 بإيثانوات الصوديوم للمحلول الكيميائي في المسخنة، نضع حجما $V_1 = 25{,}0\,mL$ من المحلول المعايِر S_1 ثم نعايره pH–متريًا بمحلول لكلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)$ فنحصل على المنحنى المرافق pH=f(V). نرمز بـV_A لحجم محلول حمض كلور الماء المسكوب وتعطى معادلة تفاعل المعايرة بـ: $CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+ = CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$.



أ) أرسم مخططًا للمعايرة عليه كافة البيانات.

ب) عرّف التكافؤ واكتب العلاقة بين كمية مادة شوارد الإيثانوات المتواجدة ابتدائيا في البيشر $n_i(CH_3COO^-)$ وكمية مادة شوارد الأكسونيوم $n_{éq}(H_3O^+)$ عند التكافؤ.

ج) أحسب الحجم V_E للمحلول المعاير المسكوب عند التكافؤ مع شرح الطريقة المستعملة.

د) أحسب التركيز C_1 بشوارد الإيثانوات للمحلول المعايَر.

2-أ) أحسب التركيز C_0 لخلات الصوديوم في محلول المسخنة الكيميائية.

ب) أحسب كتلة إيثانوات الصوديوم في المسخنة.

ج) هل النتائج مطابقة لما هو موجود في لاصقة المسخنة الكيميائية؟

<u>التمرين الخامس:</u> (04 نقاط)

خلال حصة أعمال تطبيقية (TP)، يقترح أستاذ على تلاميذه تحديد قيمة لنسبة التقدم النهائي لتحول بإجراء قياس pH-متري وقياس بالناقلية.

I) محلول تجاري S_0 لحمض AH يحمل اللاصقة التالية:

Acide AH
c_0 = 17,5 mol.L^{-1}

R36/R38 : Irritant pour la peau et les yeux
R37 : Irritant pour les voies respiratoires

في الباقي، نرمز إلى الحمض المحتوى في القارورة بـAH وإلى أساسه المرافق بـA^-.

1- عرف كلا من الحمض والأساس حسب برونشتد.

2- ما هي الاحتياطات الواجب اتخاذها عند التعامل في مخبر مع هذا المنتوج؟

II) يضع بروفيسور 1,00 mL من المحلول S_0 لحمض AH في حوجلة عيارية حجمها $V = 500\,mL$ ويكمل الحجم بالماء المقطر فيحصل على محلل S_1.

1- حدد قيمة C_1، التركيز المولي للمحلول S_1.

2- أكتب معادلة التفاعل ثم أنشئ جدولا لتقدم التفاعل في الحالة الابتدائية، الانتقالية، النهائية والأعظمية ثم املأه بدلالة C_1، V_1، x، x_{max} أو x_f.

3- حدد قيمة التقدم الأعظمي x_{max} بفرض أن التفاعل تام.

4- بالاستعانة بالـpH-متر، يقيس التلاميذ قيمة الـpH للمحلول S_1، يشير الجهاز إلى قيمة 3,1.

أ) أحسب قيمة x_{1f} التقدم النهائي للتفاعل السَّابق.

ب) هل التفاعل بين الحمض AH والماء تام أم محدود؟ برر جوابك.

ج) عرف نسبة التقدم النهائي للتفاعل، ثم أحسب قيمتها τ_1 من أجل التفاعل السَّابق.

5- تحصل التلاميذ أثناء عمله التجريبي (TP) على نسبة التقدم النهائي لعدة تفاعلات للماء مع حمض ذو نفس التركيز C_1:

Acide contenu dans la solution	Valeur du taux d'avancement final
Acide méthanoïque HCOOH	0,072
Acide éthanoïque CH_3COOH	0,023
Acide propanoïque CH_3CH_2COOH	0,018

-تعرف على المحلول S_0.

III) يعطي البروفيسور التلاميذ محلولا مائيا S_2 للحمض السَّابق تركيزه $C_2 = 5 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$، فيجري التلاميذ قياسًا لناقلية حجم V_2 من هذا المحلول حيث تكون النتيجة: $\sigma_2 = 1{,}07 \times 10^{-2}\ \mathrm{S.m^{-1}}$.

1- أعط عبارة الناقلية النوعية σ_2 بدلالة التركيزين $[H_3O^+]_{2,f}$، λ_{A^-} و $\lambda_{H_3O^+}$.

2- أحسب قيمة التركيز النهائي بشوارد الأكسونيوم $[H_3O^+]_{2,f}$ للمحلول S_2.

3- أحسب قيمة التقدم النهائي τ_2 للتفاعل الكيميائي بين الحمض AH والماء عند تركيز C_2.

4- قارن بين τ_1 و τ_2. هل هذه النتيجة كانت متوقعة؟ اشرح.

يُعطى: $\lambda_{A^-} = 4{,}1 \times 10^{-3}\ \mathrm{S.m^2.mol^{-1}}$ ، $\lambda_{H_3O^+} = 35 \times 10^{-3}\ \mathrm{S.m^2.mol^{-1}}$

التمرين السادس: (06,5 نقاط)

التمعدن (تواجد المعادن) بـــ mg/L	
الكالسيوم Ca^{2+}: 555	المغنزيوم Mg^{2+}: 110
الصوديوم Na^+: 14	الهيدروجينوكربونات HCO_3^-: 403
pH=7,0	

يعتبر الماء عنصرًا ثمينا وأساسيا في حياتنا، فهو يستعمل في عدة ميادين من بيولوجيا، الصناعة...

I) تحمل قارورة ماء معدني لاصقة بها المعلومات التالية:

المعطيات: $\mathrm{pK_{A1}(CO_2, H_2O/HCO_3^-) = 6{,}4}$ $\quad$ $\mathrm{M(HCO_3^-) = 61\ g.mol^{-1}}$

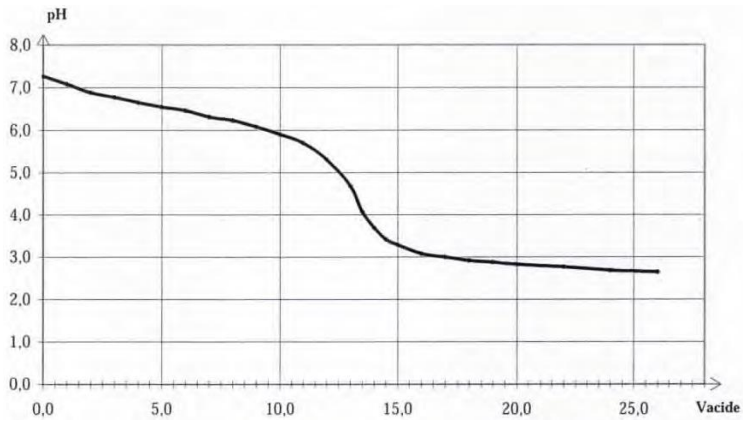
$\mathrm{pK_{A2}(HCO_3^-/CO_3^{2-}) = 10{,}3}$

1- أ) أكتب المعادلتين النصفيتين حمض-أساس لشاردة الهيدروجينوكربونات.

ب) على محور مدرج للpH، علم قيمتي الـ$\mathrm{pK_A}$. أبرز مجالات تغلب الصفة الحمضية والأساسية للثنائيتين $(CO_2, H_2O/HCO_3^-)$ و (HCO_3^-/CO_3^{2-}).

ج) بين أنَّ شاردة HCO_3^- هي النوع الغالب في الماء المعدني.

2- نأخذ حجما $V_1 = 20\ mL$ من الماء المعدني ونضيف إليه تدريجيا محلول كلور الهيدروجين HCl تركيزه $C = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$، فيحدث التفاعل المنمذج بالمعادلة:



نتائج قياس الـpH سمحت بالحصول على البيان

أ) بين أنه في حالة التوازن يكون: $Q_{r,éq} = K =$

$2{,}5 \times 10^6$. هل تتعلق هذه القيمة بالحالة الابتدائية للجملة الكيميائية؟

ب) عرّف التكافؤ ثم حدد بيانيا إحداثيي نقطة التكافؤ.

ج) أحسب تركيز شوارد الهيدروجينوكربونات في الماء المعدني وقارنها مع محتوى اللاصقة.

د) نريد معايرة شوارد الهيدروجينوكربونات لونيا. ما اسم الكاشف الملون المناسب؟ علل جوابك.

الكاشف الملون	مجال التغير
أخضر البروموكريزول	أصفر 3,8–5,4 أزرق
أزرق البروموتيمول	أصفر 6,0–7,6 أزرق
الفينولفتالين	شفاف 8,2–10,0 وردي

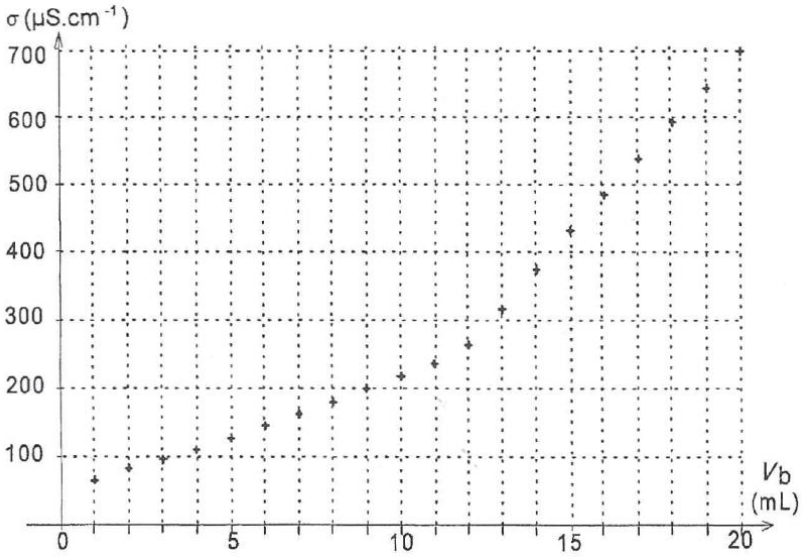
<u>التمرين السَّابع:</u> (04 نقاط)

<u>المُعطيَات:</u> عند 25°C: $K_e = 10^{-14}$ ، $\mathrm{pK_a(CH_3COOH/CH_3COO^-) = pK_{a1} = 4{,}8}$،
$\mathrm{pK_a((CH_3)_3NH^+/(CH_3)_3N) = pK_{a2} = 9{,}8}$.

نرمز للثنائية $\mathrm{((CH_3)_3NH^+/(CH_3)_3N)}$ بـ$\mathrm{(BH^+/B)}$.

I) الخل محلول مائي يحتوي على حمض الميثانويك صيغته العامَّة من الشكل CH_3COOH. نمدد محلول خل تجاري S_0 بـ20 مرَّة للحصول على محلول خل مخفف S_1.

نأخذ حجما $V_1 = 10{,}0\ mL$ من المحلول المخفف S_1 ذي التركيز $\mathrm{C_1}$ ونحقق المعايرة بالناقلية للمحلول بمحلول الصود $\mathrm{(Na^+_{(aq)}/HO^-_{(aq)})}$ تركيزه $\mathrm{C_b = 5{,}0 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}}$ فنتحصل على المنحنى الرافق:



1– أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

2– عرّف التكافؤ ثم حدّد بيانيا $\mathrm{V_E}$ حجم هيدروكسيد الصوديوم الواجب سكبه عند التكافؤ.

3– أوجد التركيز المولي C_0 لمحلول الخل التجاري S_0.

II) محلول مائي لثلاثي ميثيل–أمين حجمه $\mathrm{V = 50\ mL}$ وتركيزه المولي $\mathrm{C = 10^{-2}\ mol.L^{-1}}$. نقيس درجة حموضته فنجد pH=10,9. معادلة تفاعله مع الماء:

$$(CH_3)_3N_{(aq)} + H_2O_{(l)} = (CH_3)_3NH^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}\ .$$

1– أحسب ،عند التكافؤ، التركيز $[HO^-]_{éq}$ وكمية المادة $n(HO^-)_{éq}$ لشوارد الهيدروكسيد في المحلول.

2– أحسب كمية المادة n_0 الابتدائية لثلاثي ميثيل–أمين.

3– أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الحادث.

4– أ) استنتج التقدم النهائي x_f والتقدم الأعظمي x_{max} للتفاعل.

ب) أحسب النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_f. هل التفاعل تام؟

5– بين أنَّ النسبة $\frac{[(CH_3)_3NH^+]_{éq}}{[(CH_3)_3N]_{éq}}$ مساوية لـ $\frac{x_f}{n_0-x_f}$ ثم أحسبها.

II) نضيف الخل إلى المحلول المائي لثلاثي ميثيل–أمين، بواسطة جهاز pH–متر نجد $pH=6,5$.

1– أكتب معادلة التفاعل حمض–أساس الحادث عند إضافة الخل.

2– أعط العبارة الحرفية لثابت الحموضة K_{a2} للثنائية $((CH_3)_3NH^+/(CH_3)_3N)$.

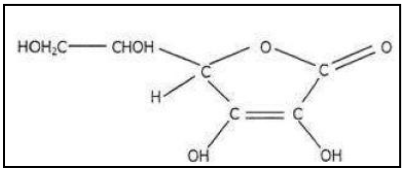
استنتج عبارة النسبة $\frac{[(CH_3)_3NH^+]_{éq}}{[(CH_3)_3N]_{éq}}$ بدلالة pK_{a2} و pH.

3– أحسب قيمة هذه النسبة.

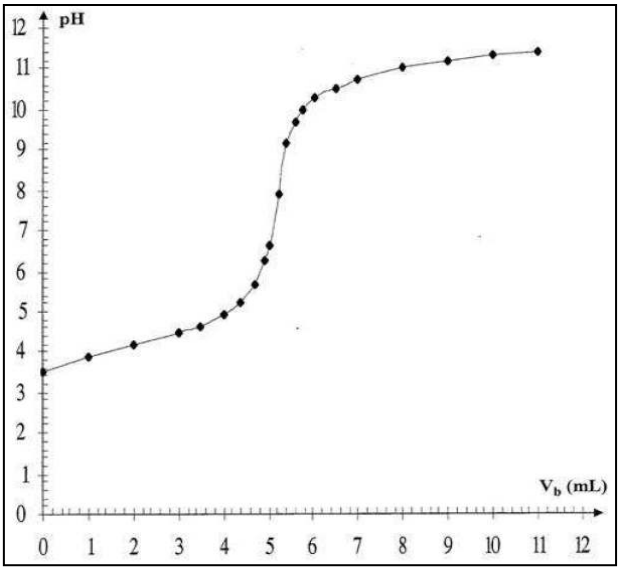
<u>التمرين الثامن:</u> (03 نقاط)

تستعمل وردة النسرين في العلاج ضد الإرهاق وتقوية الجهاز المناعي. تحتوي على فيتامينات A، B وC (حمض الأسكوربيك) حيث توجد في الصيدليات على شكل كبسولات. في هذا التمرين نرمز إلى حمض الأسكوربيك بـAH. نريد مقارنة نسبة الفيتامين C في كبسولة من السنورودو (منتوج طبيعي)، وقرص من Laroscorbine 500® (منتوج صناعي)، لذا نعاير كمية حمض الأسكوربيك في كبسولة.

<u>البروتوكول التجريبي:</u> في حوجلة عيارية سعتها 100,0 mL نذيب في الماء، محتوى كبسولة من السنورودو.



نحقق المعايرة الـpH–مترية لمحتوى الحوجلة بالاستعانة بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 0,10\ mol.L^{-1}$. صيغة حمض الأسكوربيك:



1– بالاستعانة بالصيغة المعطاة لحمض الأسكوربيك أوجد كتلته المولية M_{AH}.

2– أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

3– عرف التكافؤ ثم أعط العلاقة بين كميات المادة للمتفاعلات عند التكافؤ.

4– مكنت متابعة المعايرة بجهاز الـpH–متر بالحصول على المنحنى التالي:

أ) عين إحداثيي نقطة التكافؤ مع شرح الطريقة المستعملة.

ب) استنتج m_{AH} كتلة حمض الأسكوربيك المتواجدة في الكبسولة.

5- يحتوي قرص® Laroscorbine 500 على 500 mg من حمض الأسكوربيك. أي من المنتوجين أغنى بالفيتامين C؟ (الطبيعي أم المصنَّع)

يُعطى: الكتل المولية $(g.mol^{-1})$: $M(H) = 1$، $M(C) = 12$، $M(O) = 16$.

التمرين التاسع: (04 نقاط)

I) تتناقص درجة حموضة الماء المقطر المعرَّض للهواء لمدة كافية (تحت درجة حرارة 25°C) إلى القيمة 5,7 ثم تستقر، حيث يتفكك الماء تدريجيًا وببطء إلى ثاني أكسيد الكربون. نرمز بـ CO_2, H_2O إلى ثاني أكسيد الكربون المنحل في الماء المقطر وبـ HCO_3^- إلى شاردة الهيدروجينوكربونات.

تُعطى: الثنائية $(CO_2, H_2O / HCO_3^-)$ ، الجداء الشاردي للماء (25°C): $K_e = 10^{-14}$.

1- إنَّ معادلة التفاعل بين ثاني أكسيد الكربون المذاب والماء تكتب من الشكل:

$$CO_2, H_2O + H_2O_{(l)} = HCO_3^-{}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}.$$

أعط الثنائيات (أساس/حمض) المشاركة في هذا التفاعل.

2- عبر عن ثابت الحموضة K_A الموافق للمعادلة السَّابق ثم بين أنَّ:

$$pH = pK_A + \log\left(\frac{[HCO_3^-]_f}{[CO_2, H_2O]_f}\right) \quad \text{العلاقة (1)}$$

3- علمًا أنَّ $pK_A = 6,4$، أوجد النسبة $\frac{[HCO_3^-]_f}{[CO_2, H_2O]_f}$ لهذا الماء المقطر ثم استنتج النوع المتغلب.

4- أرسم مخطط تغلب الصفتين الحمضية والأساسية الموافقة للنوعين CO_2, H_2O و HCO_3^-.

5- أنشئ جدول التقدم للتفاعل الحادث بدلالة V (حجم الماء المقطر) و C (تركيزه المولي بثاني أكسيد الكربون المنحل).

6- أحسب التركيز $[HCO_3^-]_f$ ثم استنتج قيمة $[CO_2, H_2O]_f$ باستعمال عبارة ثابت الحموضة.

استنتج التركيز C.

II) إنَّ قيمة الضغط الجوي $1,013 \times 10^5\ Pa$ والنسبة المتوسطة لكمية الـ CO_2 في الهواء 0,038%.

1- في وسط غازي كالهواء، تشارك جميع الغازات في الضغط الجوي بنسب متناسبة مع كميات مادتها. (فمثلا إذا كانت 20% من كمية الهواء أكسجينًا، فالضغط الجزئي للأكسجين $-P_{O_2}-$ يمثل 20% من ضغط الهواء).

- أوجد P_{CO_2} الضغط الجوي لغاز الـ CO_2.

2- عند بلوغ التكافؤ يتناسب الضغط الجزئي للغاز المنحل في الماء مع تركيزه، في حالة غاز CO_2 يكون:
$[CO_2, H_2O]_f = kP_{CO_2}$ حيث : $k = 3{,}4 \times 10^{-7}\ mol.L^{-1}.Pa^{-1}$.
- أحسب التركيز $[CO_2, H_2O]_f$ في المحلول المائي عند التوزان.

3- قارن القيمة السَّابقة مع نتيجة السؤال **I**) 6- ثم بين -دون حساب- إذا كان هواء المخبر أين تم تحضير الماء المقطر يملك نسبة ثاني أكسيد كربون أصغر أو أكبر من 0,038%.

التمرين الأوّل: (06 نقاط)

يقدر ارتفاع صاروخ أريان Ariane بـ47,4 m ويزن 208 tonnes عند الإقلاع، يتكون من 3 أجزاء.

يشتغل الجزء الأول لمدة 145 s ومجهز بـ4 محركات مغذاة بواسطة غاز بيروكسيد الأزوت N_2O_4 (كتله قبل الانطلاق 147,5 tonnes). نعتبر أنَّ $\vec{F}$ قوة المحركات التي تدفع بالصاروخ نحو الأعلى ثابتة خلال اشتغال الجزء الأول، قيمتها $F = 2445\ kN$.

بإمكان صاروخ أريان أن يحمل إلى الفضاء قمر اصطناعي كتلته 4850 kg ليضعه في مسار دائري منخفض على بعد 200 km، أو قمر صناعي جيومستقر كتلته 965 kg.

I) ندرس حركة الصاروخ في المعلم الأرضي الذي نعتبره غاليليًا ونفرض أنَّ حقل الجاذبية $\vec{g}$ ثابت شدته $g_0=9,8\ m.s^{-2}$ ،نختار محورًا (Oz) شاقولي موجه نحو الأعلى لدراسة الحركة.

1) مثل في رسم القوتين المؤثرتين على صاروخ *Ariane* عند صعوده شاقوليا. (نهمل الاحتكاك ودافعة أرخميدس في الهواء).
2) حدد بدلالة m (كتلة الصاروخ *Ariane*) وشدتي القوتين السَّابقتين قيمة التسارع a.
3) أ- لتكن m_1 كتلة الصاروخ لحظة الإقلاع. أحسب القيمة العددية للتسارع a_1 لحظة الإقلاع.
   ب- أحسب التسارع a_2 للصاروخ لحظة نفاذ كمية غاز بيروكسيد الآزوت.
   جـ- هل حركة الصاروخ متسارعة بانتظام؟
4) نعتبر أنَّ $\overrightarrow{V_e}$ سرعة قذف غاز بيروكسيد الآزوت تعطى بالعلاقة: $\overrightarrow{V_e} = \frac{\Delta t}{\Delta m}\vec{F}$.
   أ- أوجد بالتحليل البعدي وحدة V_e في الجملة الدولية $(S.I)$ ثم أحسب القيمة العددية لـV_e.
   ب- ما إشارة المقدار $\left(\frac{\Delta t}{\Delta m}\right)$؟ استنتج جهة الشعاع $\overrightarrow{V_e}$.

II). ندرس حركة قمر اصطناعي S، كتلته m_s مساره دائري (نصف قطره r، مركزه هو O مركز الأرض)، نعتبر أنَّ الأرض كرة كتلتها M_T ونصف قطرها R_T.

1) أعط خصائص شعاع التسارع $\vec{a}$ للقمر S.
2) نضع $r=h+R_T$ لما يكون القمر S على ارتفاع h من سطح الأرض، ولتكن $\overrightarrow{F_S}$ القوة التي تطبقها الأرض على القمر وتتعلق بقيمة الجاذبية في موضع القمر، نضع $\overrightarrow{F_S} = m_S.\vec{g}(h)$. حيث $g(h)$ قيمة الجاذبية في موضع القمر S.
   - عبر عن $g(h)$ بدلالة M_T، R_T، h وG ثم بدلالة R_T، h و$g(0)$.
3) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في المسار الدائري، استنتج v_S سرعة القمر S بدلالة g_0، R_T و h ثم دوره T_S.
4) أحسب v_s و T_s علمًا أنَّ: $g_0=9,8\ m.s^{-2}$ ، $h=200\ km$ و $R_T=6400\ km$.

التمرين الثاني: (04,5 نقاط)

I. يقفز مضلي فرنسي من جبل بكندَا على علو $40\ 000\ m$ من سطح الأرض ليبلغ سرعة الصوت v_s بعد حوالي 30 ثانية، عند سقوطه تتزايد قيمة شدة الرياح تدريجيا فيفتح مضلته على ارتفاع $1000\ m$.

1) أ- عبر عن شدة القوة $\vec{F}$ التي تطبقها الأرض على المضلي وتجهيزاته بدلالة: M_T كتلة الأرض، G ثابت الجذب العام، R_T نصف قطر الأرض، m كتلة الجملة و h ارتفاع المضلي عن سطح الأرض.

ب- استنتج العبارة الحرفية لشدة جاذبية الأرض g على ارتفاع h من سطح الأرض ثم أحسب قيمتها على ارتفاع $40\ km$.

2) في بداية السقوط يكاد الضغط الجوي ينعدم لذا نهمل تأثيره على المضلي، ونعتبر أنَّ g ثابتة مقدارها $9,7N/kg$، والسرعة الابتدائية منعدمة:

أ- متى نقول عن سقوط أنه حر؟

ب- أوجد العبارة الحرفية لتسارع المضلي وتجهيزه خلال السقوط.

جـ- عبر عن السرعة v بدلالة مدة السقوط t ثم تحقق من t_1 المدة اللازمة لبلوغ المضلي سرعة الصوت.

د- أوجد الدَّالة f التي تحقق $x=f(t)$ حيث x المسافة المقطوعة منذ بداية السقوط.

استنتج h_1 ارتفاع المضلي عن سطح الأرض عن بلوغه سرعة الصوت.

II. نعتبر أنَّ كتلة الجملة {مضلي+تجهيز}: $m=80\ kg$. نفرض أنَّ المضلي يقفز من منطاد ساكن دون سرعة ابتدائية على ارتفاع $1000\ m$، تمر حركة الجملة بطورين.

1) خلال الطور الأول، نعتبر أنَّ للهواء تأثير على حركة الجملة يمكن نمذجته بالقوة $F=kv^2$ حيث $k=0,28\ SI$ نهمل دافعة أرخميدس ونعتبر أنَّ قيمة الجاذبية الأرضية ثابتة $g_0=9,8\ N.kg^{-1}$:

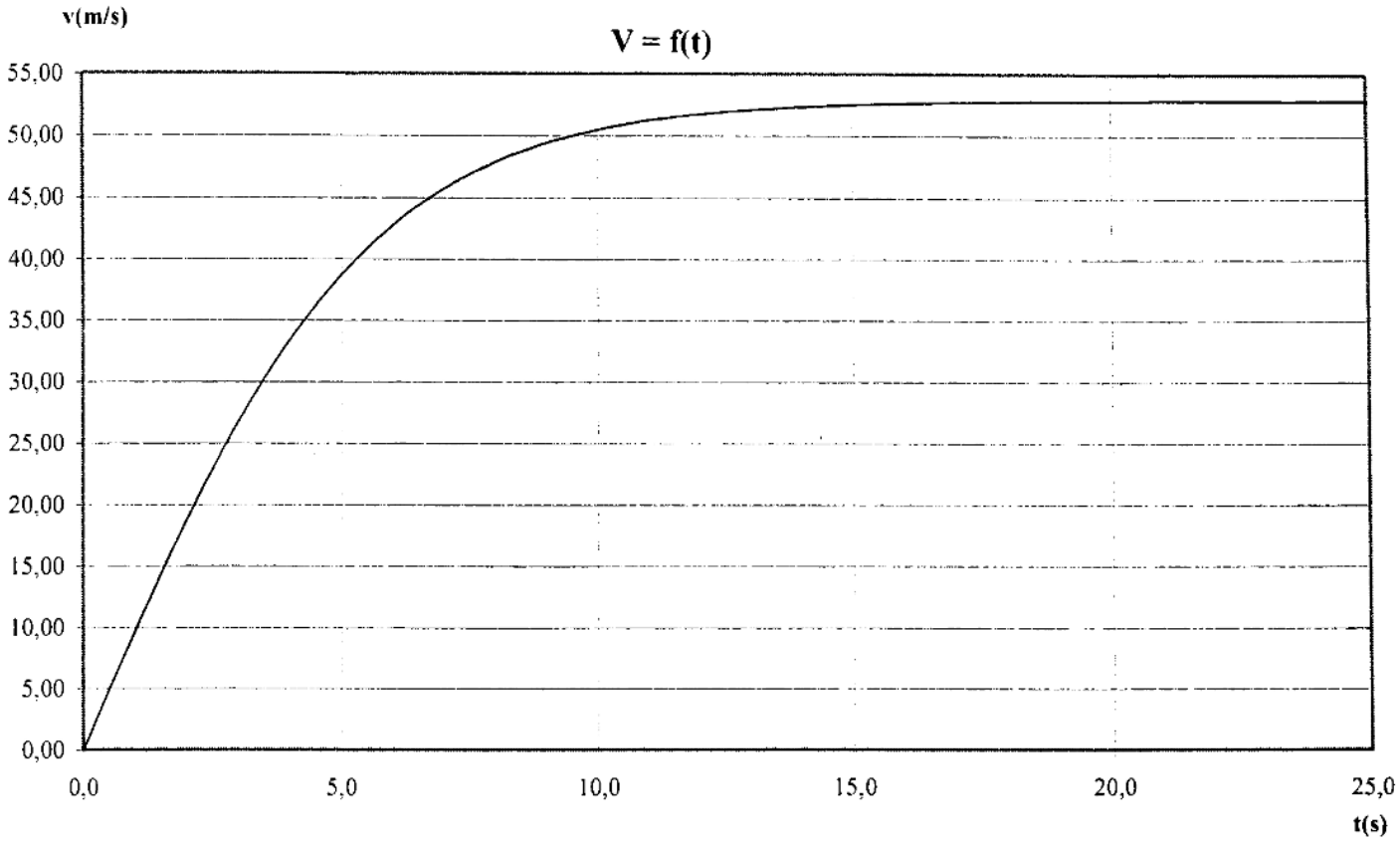
أ- أوجد وحدة المقدار k في جملة الوحدات الدولية $(S.I)$.

ب- بين أنَّ المعادلة التفاضلية لتطور سرعة الجملة بدلالة الزمن من الشكل: $\frac{dv}{dt}=9,8-0,0035v^2$.

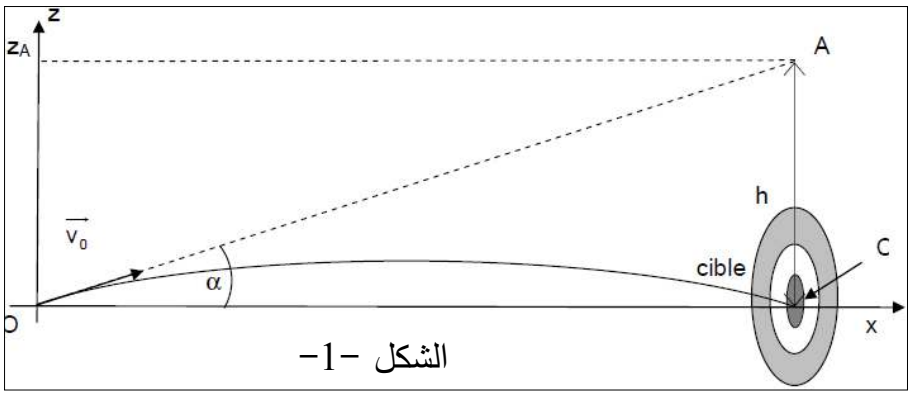
جـ-يمثل البيان المرفق تطور السرعة بدلالة الزمن، انطلاقا من البيان (الصفحة التالية):

- قيمة السرعة الحدية v_{lim} و τ الزمن المميز للحركة.
- بين كيف يمكن التحقق من قيمة شدة الجاذبية g_0.

المعطيات: $M_T=5,97.10^{24}\ kg$ ، $R_T=6,37.10^3\ km$ ، $G=6,67.10^{-11}\ S.I$ ، $v_s=1067\ km/h$.



التمرين الثالث: (04 نقاط)



الشكل –1–

I. ندرس في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليًا حركة سهم (رمح) ننمذجه بنقطة مادية، كتلته m (لاحظ الشكل –1–). نعتبر أنَّ حقل الجاذبية مواز للمحور (Oz)، وشدتها $g=9,8\ m.s^{-2}$ ونهمل تأثير الهواء ودافعة أرخميدس و $OC=70\ mètres$، $\alpha=4°$.

1) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد عبارة شعاع التسارع $\vec{a}$ للسهم.

2) أ– نرمز بـα إلى الزاوية التي يصنعها شعاع السرعة الابتدائية $\overrightarrow{v_0}$ للسهم مع المحور الأفقي (Ox)، بين أنَّ المعادلات الزمنية لحركة مركز عطالة السهم: $\begin{cases} x(t) = (v_0 \cos\alpha).t & (1) \\ z(t) = -\frac{1}{2}g.t^2 + (v_0 \sin\alpha).t & (2) \end{cases}$.

ب– استنتج معادلة لمسار السهم.

II. بقذف السهم بسرعة ابتدائية $70m/s$ تدوم مدة حركته حتى ارتطامه بالهدف النقطة C حوالي ثانية واحدة $(1s)$.

1) لتكن t_C اللحظة الزمنية التي يبلغ فيها الرمح النقطة C.

أ– عبر عن t_C بدلالة v_0، α وx_C فاصلة النقطة C.

ب– تحقق حسابيًا من تطابق النتائج بين القيم العددية المعطاة في الجزئين I وII.

2) لتكن A (هدفًا آخر) نقطة تقاطع حامل شعاع السرعة الإبتدائية $\overrightarrow{v_0}$ وحامل الارتفاع h المار من C (لاحظ الشكل)، عند بلوغ السهم للهدف A يسقط من ارتفاع h (AC).

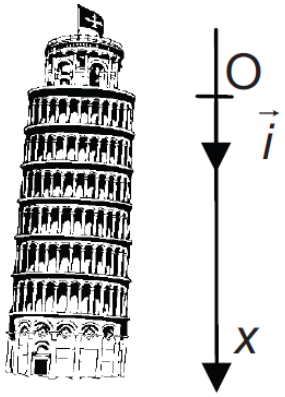
أ- ما هي الفرضية التي تسمح باعتبار أنَّ السهم يبلغ النقطة A بالحفاظ على نفس الشروط الإبتدائية للقذف؟ وضح عندئذ – مع التعليل- طبيعة حركة السهم.

ب- نعتبر أنَّ مدة بلوغ السهم النقطة A والنقطة C هي نفسها (t_C).

عبر في هذه الشروط عن مسافة السقوط h بدلالة v_0، t_C و α.

جـ- باستعمال المعادلة الزمنية (2)، بين أنَّ الارتفاع h في هذه الشروط مساوٍ لـ: $\frac{1}{2}gt^2$.

التمرين الرابع: (05,5 نقاط)



قام العالم غاليلي بدراسة سقوط عدة أجسام مختلفة من قمة برج بيزا (*tour de Pise*)، حيث توصل إلى عدة نتائج حول السقوط الشاقولي لكرية حديدية في الهواء، تسقط دون سرعة إبتدائية. في هذا التمرين نختار 3 مقتطفات من كتب لغاليلي.

لهذه الدراسة اختار المعلم الأرضي – الذي نعتبره غاليليًا- ونرفق به المحور (Ox) الموجه نحو الأسفل (لاحظ الشكل)، نعتبر أنَّ قيمة الجاذبية ثابتة $g=9,8\ m.s^{-2}$.

I. المقتطف 1: "نعتبر أنَّ حركة الأجسام الثقيلة غير منتظمة: بانطلاقها من السكون، تتسارع هذه الأجسام باستمرار (...). ففي مجالات زمنية متساوية ، وإذا انطلق جسم من السكون، فإنه إذا قطع مسافة ما ولتكن مقدار ذراع* في الزمن الأول، فإنه يقطع منها 3 في الزمن الثاني و5 في الثالث (...) وهكذا، حسب متتالية الأعداد الفردية" * ذراع، $aune=1,14\ m$.

تحرر الكرية من النقطة O فاصلتها $x_0=0$ عند اللحظة الزمنية $t_0=0$، نهمل تأثير الهواء ودافعة أرخميدس.

1) بين أنَّ المعادلة الزمنية لحركة G مركز عطالة الكرية من الشكل: $x(t)=\frac{1}{2}gt^2$.

2) لتكن x_1 المسافة المقطوعة خلال مدة τ، x_2 المدة الزمنية المقطوعة خلال مدة 2τ وهكذا.

- عبر عن h_1، h_2 و h_3 بدلالة g و τ حيث: $h_n=x_n-x_{n-1}$.

3) هل النتائج المتحصل عليها في السؤال I.2) مطابقة لمحتوى المقتطف 1؟

المقتطف 2: "نبحث عن معرفة الزمن المستغرق لوصول كرية من حديد إلى الأرض تسقط من ارتفاع مئة كود*. يقول أرسطو " كرية حديدية وزنها مئة ليفر* وتسقط من ارتفاع 100 كود، تصل إلى الأرض قبل كرية حديدية تزن ليفر واحد وتسقط من ارتفاع كود واحد"، وأقول لكم –أنا- أنها تصل في نفس الوقت.

بينت تجاربي المكررة أنَّ كرية وزنها 100 ليفر تستغرق 5 ثواني للسقوط من ارتفاع 100 كود"

الكود: وحدة لقياس الطول $1\ coudée=57\ cm$ ، الليفر *(la livre)* : وحدة لقياس الكتلة.

1) من بين النظريات التالية، أربط كل نظرية بصاحبها (أرسطو أو غاليلي):

مدة السقوط : أ- تزداد بازدياد كتلة الجسم ب- تتناقص بازدياد الكتلة الجسم جـ- مستقلة عن كتلة الجسم.

2) أحسب Δt المدة اللازمة لحركة كرية تسقط من ارتفاع 100 كود $(h=57m)$.

– هل هذه النتيجة مطابقة لمحتوى النص؟ كيف تفسر ذلك (التطابق أو الاختلاف)؟

II. المقتطف 3: "بالقيام بالتجارب، ستلاحظون أنَّ الكرية الأثقل تسبق الكرية الأخف بمقدار أصبعين، أي مباشرة لمس الكرية الأثقل للأرض تبقى مسافة أصبعين بينهما".

نعتبر أنه خلال سقوط كرية شاقوليا تؤثر عليها 3 قوى: الثقل $\vec{P}$، دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$ وقوة الاحتكاك $\vec{f}$.

لقوة الاحتكاك شدة : $f = \frac{1}{2}\pi R^2.\rho_{air}.K.v^2$ حيث v سرعة مركز عطالة الكرية، R نصف قطرها، K ثابت دون وحدة.

المعطيات:

$\rho_{air} = 1{,}29\ kg.m^{-3}$ ،الكتلة الحجمية للحديد $\rho_{fer} = 7{,}87.10^3\ kg.m^{-3}$، حجم الكرة: $V_s = \frac{4}{3}\pi R^3$.

1) أرسم (دون سلم رسم) القوة المؤثرة على الكرية خلال سقوطها.

2) أوجد العبارة الحرفية لكل من شدة الثقل P ودافعة أرخميدس Π ثم استنتج أنه يمكن إهمال دافعة أرخميدس.

3) أ– بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد العبارة الحرفية لـ$\frac{dv}{dt}$ مشتقة سرعة الكرية بالنسبة للزمن.

ب– استنتج العبارة الحرفية للسرعة الحدية v_{lim} بدلالة ρ_{air}، ρ_{fer}، R، g و K.

جـ– أوجد بالتحليل البعدي وحدة v_{lim} انطلاقا من عبارتها الحرفية.

4) لتكن كريتين B_1 و B_2 من الحديد، وزنيهما على الترتيب m_1= 1 livre و m_2=100 livres ونصفي قطريهما R_1=2,2 cm و R_2=10,1 cm على الترتيب. نرمز بـv_{1lim} و v_{2lim} إلى السرعة الحدية التي تبلغها كل من الكريتين B_1 وB_2 على الترتيب.

– عبر عن النسبة $\frac{v_{2lim}}{v_{1lim}}$ بدلالة R_1 و R_2. ماذا تستنتج؟

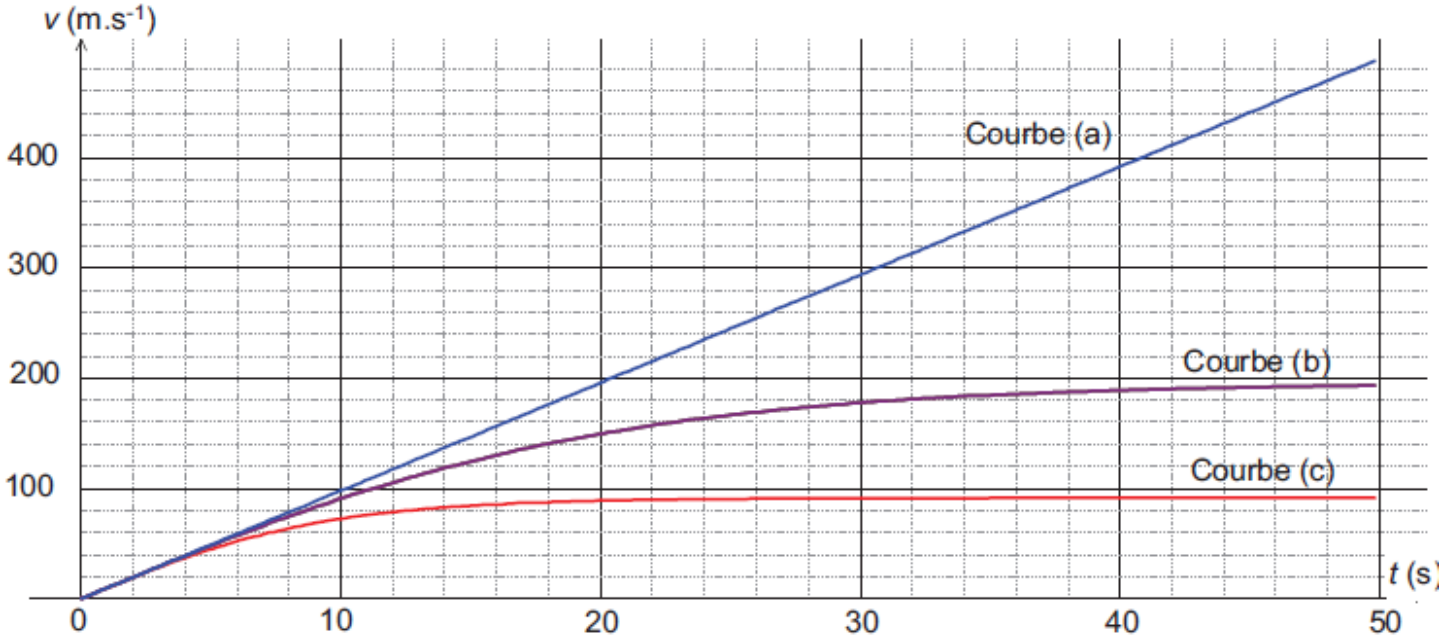
5) يسمح برمجي إعلام آلي بمتابعة تطور السرعة $v(t)$ والوضع $x(t)$ كرية أثناء سقوطها في 3 وضعيات:

– سقوط B_1 في الهواء(c و c'). – سقوط B_2 في الهواء(b و b'). – السقوط الحر (a و a').

أ– اشرح سبب إرفاق المنحيين b و c بالكريتين B_1 وB_2.

ب– ارتفاع السقوط $57\ m$. أوجد بيانيا اللحظة t_{sol} التي تلمس فيها الكرية الأولى الأرض. هل هي الكرية B_1 أم الكرية B_2؟

جـ– أحسب بعد الكرية الأخرى عن الأرض خلال هذه اللحظة (t_{sol}). هل النتيجة موافقة لمحتوى المقتطف3؟



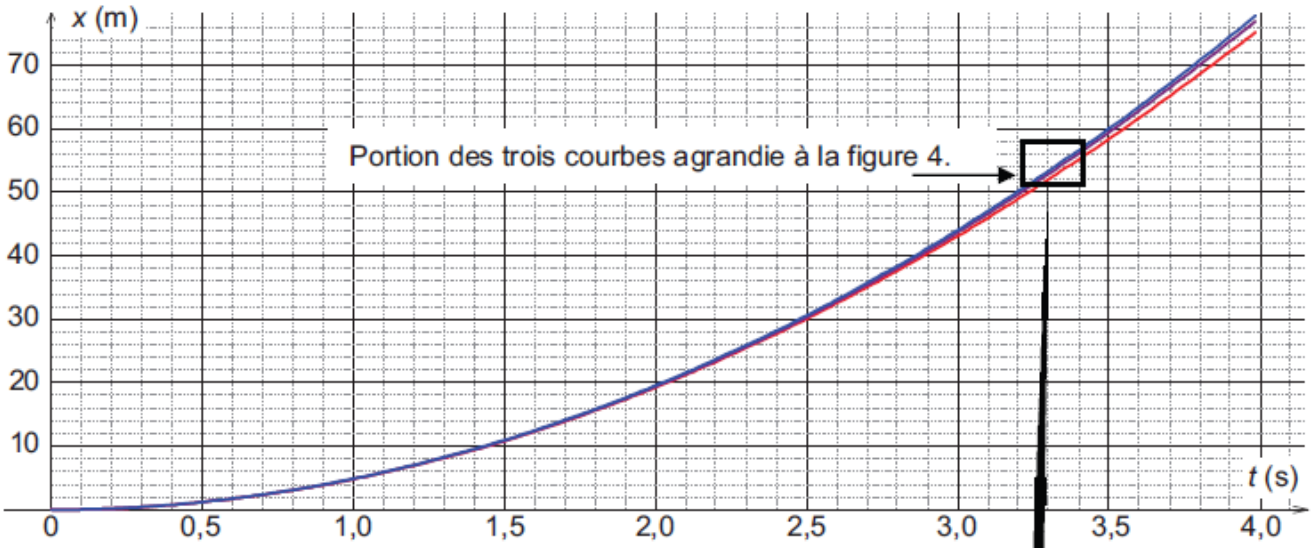


Figure 3. Évolution des positions