باكالوريا 2023

المراجعة النهائية

4 مواضيع في مادة العلوم الفيزيائية

الأستاذ: بلال زرفاوي

الموضوع - 1 -

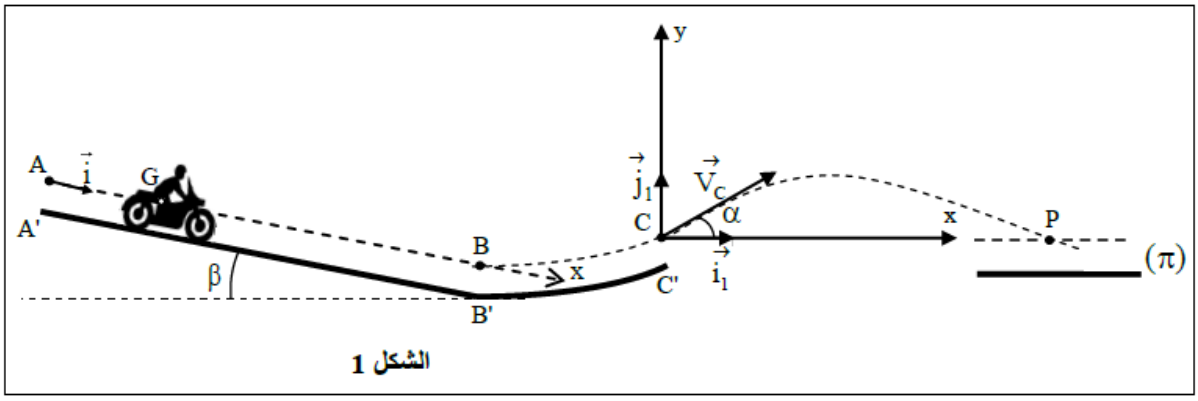
التمرين الأول

يعتبر القفز الطولي بواسطة الدراجة النارية مسابقة رياضية، حيث يشكل التحدي الحقيقي فيها إنجاز قفزة لأبعد مسافة ممكنة انطلاقا من مكان معين.
يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة مركز العطالة G لمجموعة (S) مكونة من دراجة نارية و سائقها على حلبة سباق. تتكون حلبة السباق من:

- جزء مستقيم مائل $A'B'$ بزاوية β بالنسبة للمستوي الأفقي.
- منصة $B'C'$ للقفز، دائرية الشكل.
- منطقة (π) للسقوط، مستوية و أفقية (الشكل 1)

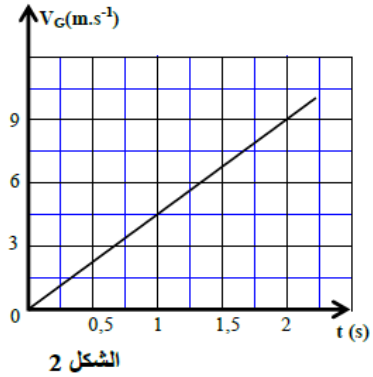
نهمل جميع الاحتكاكات و ندرس حركة مركز العطالة G للمجموعة (S) في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا.
معطيات:

- شدة الجاذبية: $g = 10m/s^2$.
- الزاوية : $\beta = 10^\circ$.
- كتلة المجموعة (S) : $m = 190kg$.



الشكل 1

I. دراسة الحركة على الجزء $A'B'$.
عند لحظة نعتبرها مبدأ للأزمنة $t = 0$ ، تنطلق المجموعة (S) ، بدون سرعة ابتدائية، من موضع يكون فيه مركز العطالة G منطبقا مع النقطة A .
تخضع المجموعة أثناء حركتها على الجزء $A'B'$ ، بالإضافة إلى ثقلها و تأثير المستوي المائل، لقوة $\vec{F}$ محركة ثابتة، حاملها موازي لمسار G و لها نفس جهة الحركة.
ندرس حركة G في المعلم $(A, \vec{i})$ في هذه المرحلة.



الشكل 2

1. بين أن عبارة التسارع a_G تكتب بالشكل: $a_G = \frac{F}{m} + g\sin\beta$.
2. يمثل منحنى الشكل 2 تغيرات السرعة اللحظية v_G لمركز العطالة G بدلالة الزمن.
   باستغلال هذا المنحنى، جد قيمة التسارع a_G .
3. استنتج الشدة F للقوة المحركة.
4. أكتب العبارة العددية للمعادلة الزمنية $x = f(t)$ لحركة G .
5. علما أن : $AB = 36m$ ، حدد t_B لحظة مرور G من النقطة B .
6. احسب السرعة v_B لمركز العطالة G في النقطة B .

II. دراسة حركة G خلال مرحلة القفز .
في لحظة نعتبرها مبدأ جديدا للأزمنة $t = 0$ ، تغادر المجموعة (S) منصة القفز ، عند مرور G من النقطة C ، بسرعة v_C يصنع شعاعها زاوية $\alpha = 18^\circ$ مع الخط الأفقي. تسقط المجموعة (S) في موضع حيث ينطبق G مع النقطة P . نعتبر أن المجموعة (S) تخضع لثقلها فقط خلال مرحلة القفز.
ندرس حركة في المعلم $(C, \vec{i}_1, \vec{j}_1)$.

1. بين أن المعادلتين التفاضليتين اللتين تحققهما الاحداثيتان $x_G(t)$ و $y_G(t)$ لمركز العطالة G هما:

$$\frac{dx_G}{dt} = v_C.\cos\alpha \quad \text{و} \quad \frac{dy_G}{dt} = -g.t + v_C.\sin\alpha$$.

2. تكتب العبارة العددية لكل من المعادلتين الزمنيتين $x_G(t)$ و $y_G(t)$ لحركة G كما يلي:

$x_G(t) = 19{,}02.t$ و $y_G(t) = -5.t^2 + 6{,}18.t$ (x_G و y_G بالمتر m و t بالثانية s)

- تحقق أن سرعة G في النقطة C هي: $v_C = 20m/s$.

3. تعتبر القفزة ناجحة إذا تحقق الشرط $CP \geq 30m$.

أ. بين أن القفزة المنجزة في هذه الحالة غير ناجحة.

ب. حدد السرعة الدنيا $v_{\min}$ التي يجب أن يمر بها G من النقطة C لكي تكون القفزة ناجحة.

التمرين الثاني

النشادر NH_3 غاز قابل للذوبان في الماء. ينتج عن ذوبانه محلول نائي قاعدي. تستعمل بعض المحاليل التجارية للنشادر كمواد منظفة بعد تخفيفها.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة محلول مائي للنشادر.

نخفف 100 مرة محلولا تجاريا (S_0) للنشادر ذي التركيز c_0 ، فنحصل محلول مائي (S_b) حجمه V .

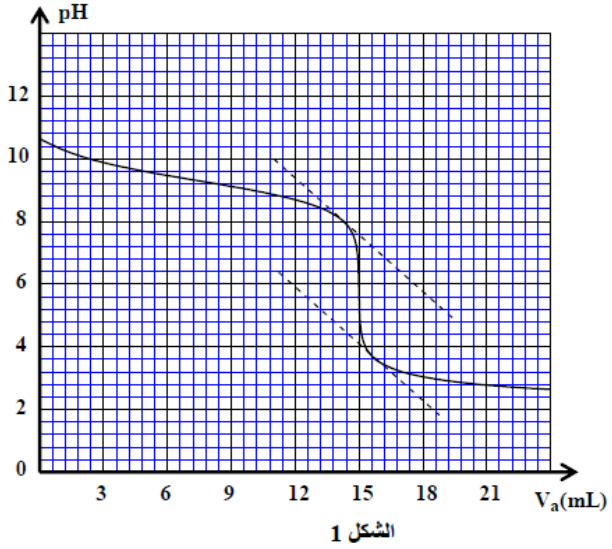
معطيات:

- جميع القياسات تمت عند درجة الحرارة $25^\circ C$.
- الجداء الشاردي للماء: $K_e = 10^{-14}$.

1. معايرة المحلول (S_b) .

نعاير حجما $V_b = 15mL$ من المحلول المائي (S_b) ذي التركيز c_b بواسطة محلول مائي لحمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)$ (S_a) تركيزه $c_a = 10^{-2}\,mol/L$.

يمثل منحنى الشكل1 تغيرات pH المزيج بدلالة الحجم V_a المضاف من المحلول (S_a) : $pH = f(V_a)$.



الشكل 1

أ. أكتب معادلة التفاعل الحاصل أثناء المعايرة.

ب. أكتب، عند التكافؤ، العلاقة بين c_b و c_a و V_b و V_{aE} ، حيث V_{aE} الحجم المضاف من المحلول (S_a) عند التكافؤ.

ج. بين أن تركيز المحلول (S_b) هو $c_b = 10^{-2}\,mol/L$ ثم استنتج c_0 .

د. من بين الكواشف الملونة التالية، اختر الكاشف الملون المناسب لإنجاز هذه المعايرة، معللا جوابك.

الكاشف الملون	الهيليانتين	أحمر الميثيل	فينول فتالين
مجال التغير اللوني	3,1 – 4,4	4,2 – 6,2	8,2 – 10

2. دراسة المحلول (S_b) .

أعطى قياس pH المحلول (S_b) القيمة $pH = 10{,}6$.

أ. أكتب معادلة التفاعل بين النشادر و الماء.

ب. احسب التركيز المولي الفعلي لشوارد الهيدروكسيد HO^- في المحلول (S_b) .

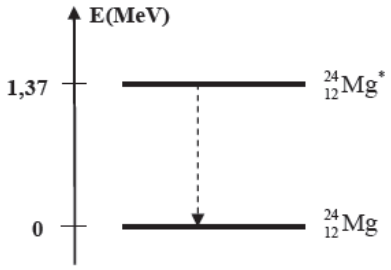
ج. احسب نسبة التقدم النهائي τ لهذا التفاعل

د. تحقق أن كسر التفاعل عند التوازن هو $Q_{r,éq} = 1{,}656.10^{-5}$.

هـ. استنتج قيمة pKa للثنائية NH_4^+ / NH_3 .

التمرين الثالث

ينتج عن تفكك نواة الصوديوم $^{24}_{11}Na$ نواة المغنزيوم $^{24}_{12}Mg$ و جسيمة X .



1. تعرف على الجسيمة X ثم حدد نمط التفكك النووي للصوديوم24.
2. احسب بالوحدة $J/nucléon$ طاقة الربط لكل نكليون للنواة $^{24}_{12}Mg$.
3. عندما تكون نواة المغنزيوم24 في حالة إثارة، يصاحب انتقالها إلى الحالة الأساسية انبعاث إشعاع كهرومغناطيسي كما هو مبين في مخطط الطاقة أفله.

- احسب التردد ν للإشعاع المنبعث.

معطيات:

- ثابت بلانك: $h = 6{,}62.10^{-34}\ J.s$.
- كتلة النواة $^{24}_{12}Mg$: $23{,}97846u$.
- كتلة النواة $^{24}_{11}Na$: $23{,}98493u$.
- كتلة الإلكترون: $0{,}00055u$.
- كتلة البروتون: $1{,}00728u$.
- كتلة النيترون: $1{,}00866u$.
- $1u = 931{,}5MeV/c^2$ ، $1MeV = 1{,}6.10^{-13}\ J$.

الموضوع - 2 -

التمرين الأول

يهدف هذا التمرين إلى:

- دراسة المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.
- تحديد درجة نقاوة حمض.

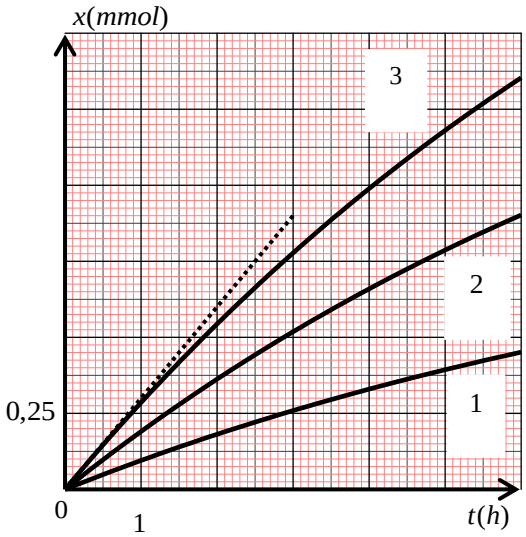
I. دراسة المتابعة الزمنية لتحول كيميائي.

لمتابعة التفاعل التام بين الماء الأكسيجيني $H_2O_{2(aq)}$ و شوارد اليود $I^-_{(aq)}$ زمنيا، ننجز أكسدة شوارد اليود بواسطة الماء الأكسيجيني في وسط حمضي، و نتابع التقدم x للتفاعل في ظروف تجريبية مختلفة، وذلك بإنجاز ثلاث تجارب في وجود شوارد $H_3O^+_{(aq)}$ بوفرة (الحجم الكلي للمزيج هو نفسه بالنسبة للتجارب الثلاث $V=100mL$).

المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحول المدروس تكتب: $H_2O_{2(aq)}+2I^-_{(aq)}+2H_3O^+_{(aq)}\rightarrow I_{2(aq)}+4H_2O_{(l)}$

مكنت النتائج المدونة في الجدول أسفله من تمثيل المنحنيات 1 ، 2 و 3 الواردة في الشكل- 1- و التي تبرز عاملين حركيين.

التجربة	أ	ب	ج
$[H_2O_2]_0(mol/L)$	10^{-2}	2.10^{-2}	10^{-2}
$[I^-]_0(mol/L)$	2.10^{-2}	4.10^{-2}	2.10^{-2}
$\theta(^0C)$	20	20	32



الشكل - 1 -

1. أذكر طريقة فيزيائية و أخرى كيميائية تمكننا من متابعة هذا التحول زمنيا.
2. حدد الثنائيتين $Ox/\mathrm{Re}d$ الداخلتين في التفاعل المذكور.
3. اعتمادا على معطيات الجدول:
   - 1.3- أذكر العاملين الحركيين الموضحين و تأثيرهما على السرعة الحجمية للتفاعل.
   - 2.3- اعتمادا على جدول تقدم التفاعل، حدد بالنسبة للتجربتين 1 و 2،قيمتي التقدم النهائي x_f .
   - 3.3- أنسب كل منحنى للتجربة الموافقة له، مع التعليل.
4. بالنسبة لحالة المنحنى 3:
   - 1.4- حدد بالوحدة $(mol/L.h)$ ، قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t=0$.
   - 2.4- كيف تتوقع أن تكون قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t=5h$ ؟ فسر توقعك مجهريا.
   - 3.4- استنتج سرعة تشكل ثنائي اليود عند اللحظة $t=0$.
   - 4.4- عرف زمن نصف التفاعل و حدد بيانيا قيمته.

II. تحديد درجة نقاوة حمض الفاليريك.

حمض البنتانويك المسمى كذلك بحمض الفاليريك و المستخرج من نبتة الفاليران، حمض كربوكسيلي صيغته $C_4H_9CO_2H$ يستعمل هذا الحمض أساسا في اصطناع نكهات و مرطبات و مواد كيميائية زراعية.

1. نتوفر على محلول مائي (S_A) لحمض البنتانويك تركيزه المولي $C_A=1.10^{-2}mol/L$ و له $pH=3,4$.
   - 1.1- أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحول الكيميائي بين حمض البنتانويك و الماء.
   - 2.1- احسب قيمة نسبة التقدم النهائي τ_f لهذا التفاعل، ماذا تستنتج؟
   - 3.1- عبر بدلالة τ_f و C_A ، عن ثابت التوازن K .
   - 4.1- حدد قيمة pKa الثنائية $C_4H_9CO_2H_{(aq)}/C_4H_9CO_2^-{}_{(aq)}$.
2. نتوفر على قارورة تحتوي على حمض الفاليريك، للبحث عن نقاوة هذا الحمض، نأخذ الحجم $V_0=2mL$ من حمض الفاليريك و نفرغه في حوجلة عيارية حجمها $1000mL$.نقوم بإضافة الماء المقطر إلى غاية خط العيار فنتحصل على محلول مائي (S_1) تركيزه المولي C_1 .

نعاير الحجم $V_1 = 10mL$ من المحلول (S_1) بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_B = 2.10^{-2} mol/L$. الحجم المضاف عند التكافؤ هو $V_{BE} = 9mL$.

1.2- أكتب معادلة التفاعل الحادث أثناء المعايرة، أذكر خصائصه.

2.2- حدد قيمة C_1 .

3.2- احسب قيمة كمية المادة n_1 لحمض الفاليريك الموجود في المحلول (S_1) .

4.2- كمية المادة n_0 لحمض الفاليريك في الحجم V_0 هي $n_0 = 1{,}82.10^{-2} mol$.

نرمز بـ d لدرجة نقاوة هذا الحمض معبر عنها بنسبة مئوية $\%$ حيث: $d = 100.\frac{n_1}{n_0}$.

- احسب درجة نقاوة حمض الفاليريك الموجود في القارورة.

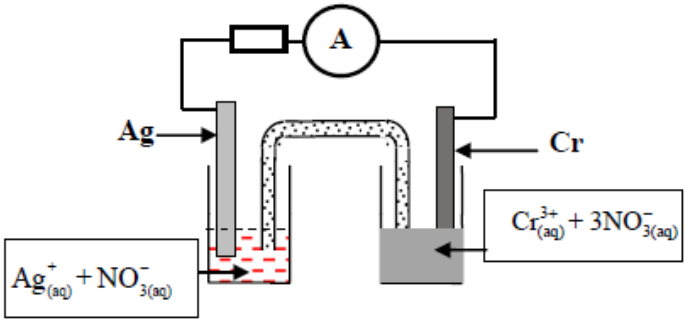
التمرين الثاني

الجزآن I وII مستقلان.

I. دراسة عمود فضة – كروم

يتكون العمود الكهربائي الممثل في الشكل أسفله من:

- مسرى من الكروم Cr مغمور في محلول مائي لنترات الكروم الثلاثي $(Cr^{3+} + 3NO_3^-)$.
- مسرى من الفضة Ag مغمور في محلول مائي لنترات الفضة $(Ag^+ + NO_3^-)$.
- جسر ملحي يربط المحلولين.



نربط ناقلا أوميا على التسلسل مع أمبير – متر و نقوم بربطها بقطبي العمود (الشكل)

يشير الأمبير متر إلى مرور تيار كهربائي في الدارة شدته ثابتة، و نلاحظ بعد اشتغال العمود لمدة Δt ، تناقصا في كتلة مسرى الكروم و ترسبا على مسرى الفضة.

1. عين المسرى الذي يلعب دور المصعد، علل إجابتك.
2. مثل الرمز الاصطلاحي لهذا العمود.
3. أكتب المعادلتين النصفيتين عند المسريين مستعينا بالثنائيتين : Cr^{3+}/Cr ، Ag^+/Ag
ثم المعادلة الإجمالية أثناء اشتغال العمود.
4. حدد قيمة التغير Δm في كتلة مسرى الكروم، علما أن كمية الكهرباء Q المستعملة خلال المدة Δt هي: $Q = 5{,}79C$.

معطيات: $F = 96500C.mol^{-1}$ ، $M(Cr) = 52g.mol^{-1}$

II. تصنيع فيرومون.

تتواصل بعض الحشرات كالنمل و النحل فيما بينها بواسطة مواد كيميائية تسمى الفيرومونات قصد الدفاع عن النفس أو ....إلخ.

يهدف هذا الجزء من التمرين إلى تصنيع فيرومون (P).

يمكن تصنيع الفيرومون (P) في المختبر بتفاعل حمض الإيثانويك CH_3COOH ، نرمز له بـ (A) و الكحول (B) ذي الصيغة $C_5H_{11}-OH$.

1. حدد العائلة الكيميائية التي ينتمي إليها الفيرومون (P) .
2. اكتب معادلة التفاعل الحادث بين (A) و (B) ، ثم اذكر خصائصه.
3. نمزج الحجم $V_A = 28,6mL$ من الحمض (A) النقي مع الكمية $n_B = 0,50mol$ من الكحول (B) و نضيف بضع قطرات من حمض الكبريت، ثم نسخن المزيج التفاعلي بواسطة تجهيز التسخين المرتد لمدة كافية. عند التوازن، وبعد القيام بمختلف العمليات المخبرية اللازمة، تحصلنا على الكتلة $m_P = 43,50g$ من الفيرومون (P) .

1.3- ما الفائدة من استخدام التسخين المرتد و من إضافة حمض الكبريت.

2.3- مستعينا بجدول تقدم التفاعل، حدد التركيب المولي للمزيج التفاعلي عند حالة التوازن.

3.3- احسب ثابت التوازن K و r مردود تفاعل تصنيع الفيرومون (P) ، ثم استنتج صنف الكحول (B) .

4.3- اكتب الصيغة نصف المنشورة و الاسم النظامي لكل من الكحول (B) و الفيرومون (P) علما أن السلسلة الفحمية للكحول (B) خطية غير متفرعة.

5.3- للحصول على 100% كمردود لتصنيع الفيرومون (P) ، نستعمل كلور الإيثانويل عوض حمض الإيثانويك.

- اكتب، مستعملا الصيغ نصف المفصلة، معادلة التفاعل الحاصل.

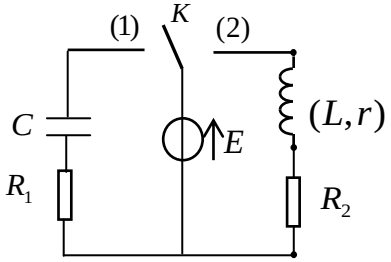
معطيات:

- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك: $M(CH_3COOH) = 60g/mol$
- الكتلة الحجمية لحمض الإيثانويك: $\rho = 1,05g/mL$
- الكتلة المولية للفيرومون (P): $M(P) = 130g/mol$

التمرين الثالث

لغرض معرفة سلوك و مميزات كل من مكثفة و وشيعة ، نحقق التركيب التجريبي المبين في الشكل أسفله، و المتكون من:

مولد توتر مثالي قوته المحركة E - مكثفة فارغة سعتها C ـ وشيعة مقاومتها r و ذاتيتها L - ناقلين أوميين مقاومتها $R_1 = 4k\Omega$ و $R_2 = 55\Omega$ - بادلة K



الجزء الأول: نضع في اللحظة $t = 0$ البادلة في الوضع (1).

1- أ. ما هي الظاهرة التي تحدث في الدارة؟

ب. انقل مخطط الدارة على ورقة الإجابة و بين عليه كيفية ربط راسم الاهتزاز ذو ذاكرة لمشاهدة التوتر بين طرفي المكثفة.

2- الدراسة التجريبية مكنت من رسم البيان $U_C = f(t)$ الموضح في الشكل (1) .

أ. بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر بين طرفي المكثفة تكتب بالشكل:

$$\frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{1}{R_1 C} U_C(t) = \frac{E}{R_1 C}$$

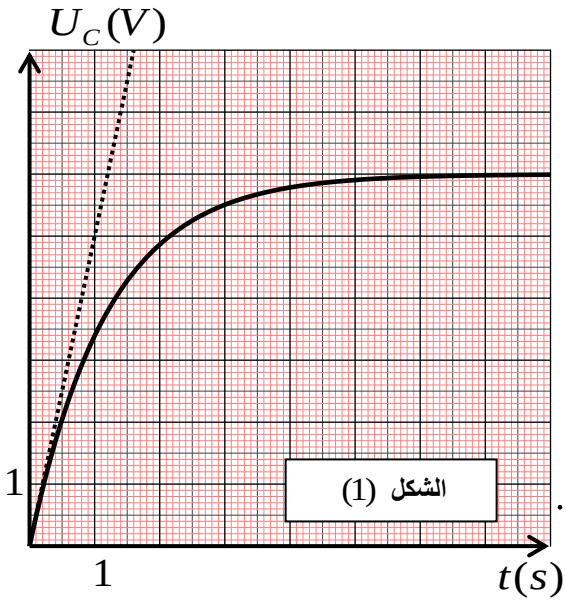
ب. المعادلة التفاضلية تقبل العبارة: $U_C(t) = A - Ae^{\frac{-t}{R_1 C}}$ حلا لها.

- حدد عبارة الثابت A .

ج. اعتمادا على بيان الشكل (1) .

- بين أن: $E = 6V$.

- جد قيمة: τ_1 (ثابت الزمن) ، C ، $E_{C\max}$ (الطاقة الأعظمية المخزنة في المكثفة).



3- نربط مكثفة أخرى سعتها C' مع المكثفة السابقة، فيأخذ ثابت الزمن القيمة $\tau_1' = 2,4s$.

- اذكر طريقة ربط المكثفتين، مع التعليل، ثم احسب قيمة C' .

الجزء الثاني: نؤرجح البادلة K إلى الوضع (2) ،عند لحظة نعتبرها مبدأ جديدا للزمن $t = 0$.

1- انقل مخطط الدارة على ورقة الإجابة و بين عليه: جهة التيار و التوترين U_{R_2} و U_b.

2- جد المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار المار في الدارة.

3- تعطى عبارة حل المعادلة التفاضلية بالشكل: $i(t) = I_0(1 - e^{\frac{-t}{\tau_2}})$.

حيث τ_2 ثابت الزمن و I_0 شدة التيار الأعظمية في الدارة.

أ. بالتحليل البعدي، بين أن ثابت الزمن يقدر في جملة الوحدات الدولية بالثانية.

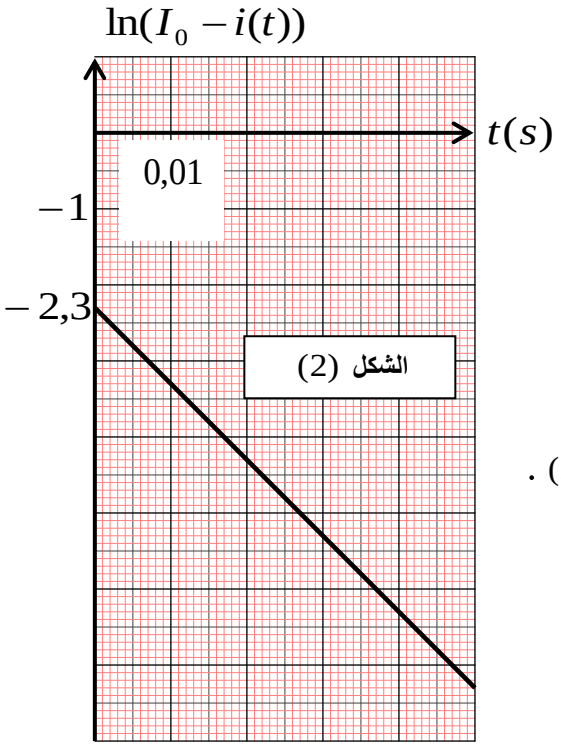
ب. بين أنه يمكن كتابة العبـــارة: $\ln(I_0 - i(t)) = -\frac{1}{\tau_2}.t + \ln I_0$.

4- بواسطة برمجية مناسبة تم رسم البيان $\ln(I_0 - i(t)) = g(t)$ الموضح في الشكل (2) .

أ. بالاستعانة ببيان الشكل (2) احسب قيمة:

- I_0 ، τ_2 ، r و L.

ب. احسب قيمة الطاقة المخزنة في الوشيعة عند اللحظة $t = 0,06s$.



الموضوع - 3 -

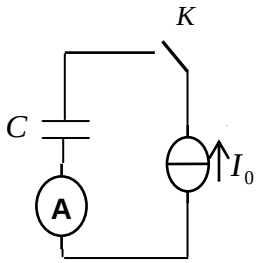
التمرين الأول

تتكون الدارت الكهربائية لمجموعة من الأجهزة الكهربائية من مكثفات و وشائع و نواقل أومية..... إلخ

الجزء الأول: ثنائي القطب (RC)

I. تحديد سعة مكثفة.

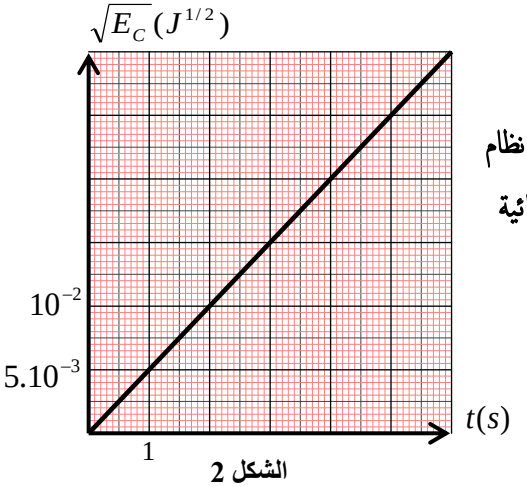
ننجز التركيب التجريبي المبين في الشكل 1، و المتكون من:



الشكل 1

- مولد مثالي للتيار.
- أمبير متر.
- قاطعة K.

نغلق القاطعة K في اللحظة $t=0$، فيشير جهاز الأمبير متر إلى القيمة $I_0=10\mu A$ ، بواسطة نظام إعلام آلي مناسب تم رسم بيان الشكل 2 الممثل لـ $\sqrt{E_C}=f(t)$ حيث E_C هي الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة في اللحظة t.



الشكل 2

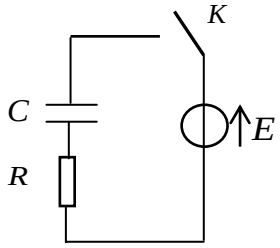
1. أ. أكتب عبارة الطاقة المخزنة في المكثفة بدلالة شحنتها q و سعتها C.

ب. بين أنه يمكن كتابة العلاقة: $\sqrt{E_C}=\dfrac{I_0}{\sqrt{2.C}}.t$.

2. بين أن: $C=2\mu F$.

II. شحن مكثفة تحمل شحنة ابتدائية.

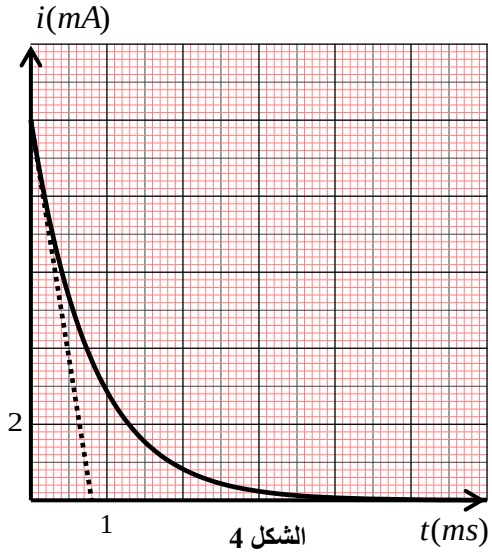
ننجز التركيب التجريبي المبين في الشكل 3، و المتكون من:



الشكل 3

- مولد مثالي للتوتر قوته المحركة $E=8V$.
- ناقل أومي مقاومته R.
- المكثفة السابقة،حيث التوتر الابتدائي بين طرفيها $U_C=U_0$ مع $0\langle U_0\langle E$.
- قاطعة K.

عند لحظة نعتبرها مبدأ جديدا للأزمنة $t=0$، نغلق القاطعة K، فيمر في الدارة تيار كهربائي شدته اللحظية $i(t)$ ، يمثل الشكل 4 تغيرات $i(t)$ بدلالة الزمن.



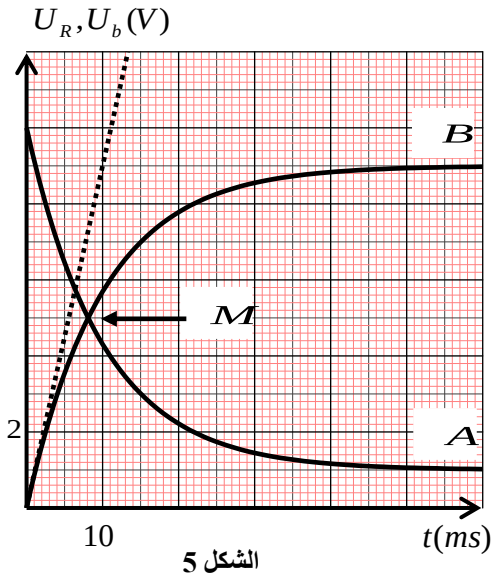
الشكل 4

1. أكتب المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار $i(t)$.
2. حدد المقاومة R للناقل الأومي.
3. حدد قيمة U_0.
4. جد بدلالة C ، E و U_0 عبارة الطاقة الكهربائية E_{el} المكتسبة من طرف المكثفة خلال مدة النظام الانتقالي، ثم أحسب قيمتها.
5. أذكر طريقة ربط مكثفة أخرى سعتها C' مع المكثفة السابقة لجعل مدة النظام الانتقالي مساوية لـ $8ms$، ثم احسب C'، مع التعليل.

الجزء الثاني: ثنائي القطب (RL)

ننجز تركيب تجريبي متكون من: مولد مثالي للتوتر قوته المحركة E' ، وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها r ،ناقل أومي مقاومته $R=90\Omega$ ،قاطعة K .

نغلق القاطعة K عند لحظة $t=0$ نعتبرها مبدأ للأزمنة. بواسطة راسم الاهتزاز ذو ذاكرة تمت معاينة البيانين A و B الممثلين لتطور التوتر بين طرفي الناقل الأومي بدلالة الزمن $U_R=f(t)$ و التوتر بين طرفي الوشيعة بدلالة الزمن $U_b=f(t)$ (الشكل 5)



الشكل 5

1. أرسم مخطط الدارة الكهربائية الموافقة (الربط على التسلسل) و بين عليها:
   - الجهة الاصطلاحية لمرور التيار الكهربائي.
   - سهم التوترين U_R و U_b .
   - مدخلي راسم الاهتزاز ذو ذاكرة لمعاينة $U_R(t)$ و $U_b(t)$.
2. بين معللا جوابك، المنحنى الموافق للتوتر $U_R(t)$ و المنحنى الموافق للتوتر $U_b(t)$.
3. باستغلال المنحنيين، حدد قيمة r .
4. بين أن $L=1H$.
5. يتقاطع المنحنيان A و B عند اللحظة t_M.
   - بين أن: t_M. $L=\dfrac{R+r}{\ln(\dfrac{2R}{R-r})}$ ، ثم تحقق من قيمة L المحسوبة سابقا.
6. في حالة إدراج نواة حديدية داخل الوشيعة في التركيب التجريبي السابق.
   - كيف تتأثر قيمة كل من: ثابت الزمن τ و الشدة الأعظمية للتيار I_{max} ؟علل.

التمرين الثاني

حمض الميثانويك $HCOOH$ مادة طبيعية ينتجها النمل و النحل كما يمكن تصنيعه في المخابر ليستخدم في صناعة النسيج و الصباغة و المبيدات... يوجد هذا الحمض في الحالة السائلة عند الظروف العادية.

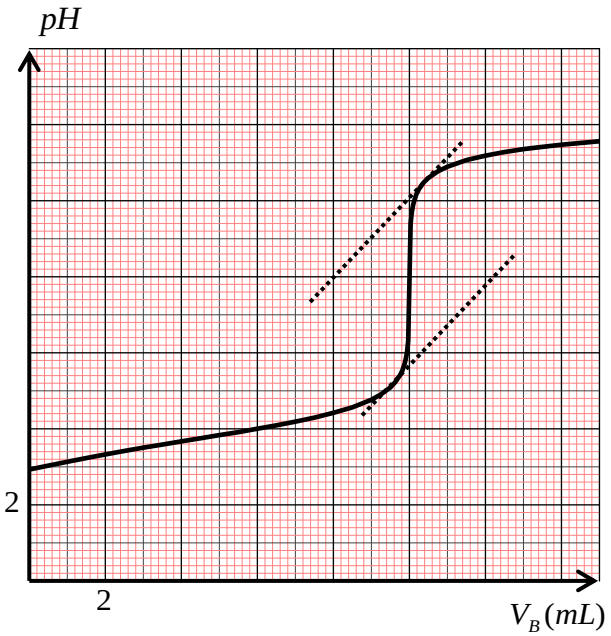
تحمل لصاقة لمحلول تجاري (S_0) لحمض الايثانويك المعلومات التالية:
- الكتلة المولية: $M(HCOOH)=46g/mol$.
- الكتلة الحجمية: $\rho=1{,}15kg/L$.
- درجة النقاوة: $p=$ ٪ (الكتابة غير واضحة)

I. نحضر محلولا مائيا (S) لحمض الميثانويك تركيزه المولي c و حجمه $V_S=2L$. و ذلك بإضافة الحجم $V_0=1mL$ من المحلول التجاري (S_0) ذي التركيز المولي c_0 إلى الماء المقطر. أعطى قياس pH المحلول (S) القيمة $pH=2{,}9$.
1. أكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل حمض الميثانويك مع الماء.
2. أنشئ جدول تقدم التفاعل الحادث.
3. عبر عن pH المحلول بدلالة pKa الثنائية $HCOOH/HCOO^-$ و تركيز النوعين الكيميائيين $HCOOH$ و $HCOO^-$ في المحلول.
4. أ. بين أن نسبة التقدم النهائي للتفاعل تكتب على الشكل $\tau_f=\dfrac{1}{1+10^{pKa-pH}}$.

   ب. احسب قيمة τ_f و دون استنتاجك.

   يعطى: $pKa(HCOOH/HCOO^-)=3{,}8$.

II. نأخذ حجما $V_A=40mL$ من المحلول (S) ، و نضيف إليه تدريجيا محلولا مائيا (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه المولي $c'=0{,}04mol/L$. نسجل قيم pH المزيج التفاعلي بدلالة الحجم V_B للمحلول (S_B) المضاف.تم رسم منحنى تغيرات pH المزيج التفاعلي بدلالة V_B (الشكل)



1. أكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل المعايرة.
2. عين الحجم V_{BE} لمحلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند التكافؤ، و احسب قيمة c ، ثم استنتج قيمة c_0 .
3. أ. احسب m الكتلة النقية لحمض الميثانويك الموجودة في الحجم V_0 .
   ب. احسب m' كتلة حجم قدره V_0 من المحلول التجاري (S_0) .
   ج. احسب درجة النقاوة p .
4. بالنسبة لحجم V_B مضاف قبل التكافؤ $(V_B \langle V_{BE})$:
   و بالاستعانة بجدول تقدم تفاعل المعايرة:
   أ. أثبت العبارة: $V_B.10^{-pH} = K_a.(V_{BE} - V_B)$ حيث $V_B \neq 0$
   ثم تحقق من قيمة $pKa(HCOOH / HCOO^-)$.
   ب. بين أنه يمكن كتابة عبارة تقدم تفاعل المعايرة x_f بالشكل :
   $$x_f = c'V_B - Ke.10^{pH}(V_A + V_B)$$
   ج. من أجل الإضافة $V_B = 8mL$.
   - احسب قيمة x_f و قيمة τ_f ، ماذا تستنتج؟
   - احسب النسبة $\frac{[HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f}$ ، ثم حدد النوع الكيميائي المتغلب في المزيج التفاعلي.

التمرين الثالث

يعتمد إنتاج الطاقة في المفاعلات النووية على الانشطار النووي لليورانيوم ^{235}U ، إلا أنه خلال تفاعلات الانشطار تنتج بعض الأنوية المشعة التي قد تضر بالبيئة. تجرى حاليا أبحاث حول كيفية تطوير إنتاج الطاقة النووية باعتماد الاندماج النووي لنظيري الهيدروجين ^2H و ^3H .

معطيات:

النواة/ الجسيم	^{235}U	^{146}Ce	^{85}Se	نيترون
الكتلة بوحدة u	234,9934	145,8782	84,9033	1,00866

$1MeV = 1{,}6.10^{-13}J$ ، $N_A = 6{,}023.10^{23}mol^{-1}$.

I. الانشطار النووي.

يؤدي تفاعل الانشطار النووي الذي يحدث في قلب مفاعل نووي، إثر تصادم نواة اليورانيوم ^{235}U بنيترون، إلى تكوّن نواة السيريوم ^{146}Ce و نواة السيلينيوم ^{85}Se و عدد من النيترونات ذلك وفق المعادلة التالية:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{146}_{58}Ce + ^{85}_{Z}Se + x\,^{1}_{0}n$$

1. عرّف الانشطار النووي، وبرر استخدام النيترون في قذف الأنوية.
2. حدد قيمة العددين Z و x .
3. أ. احسب بـ MeV الطاقة المحررة من انشطار نواة واحدة من اليورانيوم ^{235}U .
   ب. استنتج الطاقة E' الناتجة عن انشطار كتلة من اليورانيوم ^{235}U قدرها $m = 1g$.
4. تتحول تلقائيا نواة السيريوم ^{146}Ce إلى نواة براسيوديميوم $^{146}_{59}\mathrm{Pr}$ مع انبعاث جسيمة $^{A}_{Z}X$.
   أ. عرّف النواة المشعة.
   ب. اكتب معادلة التحول النووي الحادث محددا نمطه، اذكر بعض خصائصه.

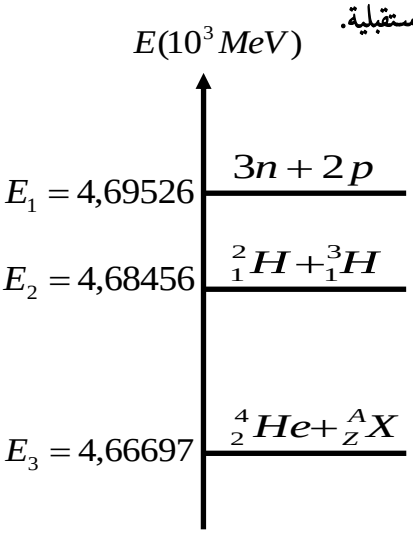
ج. احسب المدة الزمنية اللازمة لتفكك $99\,\%$ من عينة من أنوية السيريوم ^{146}Ce ، علما أن ثابت النشاط الإشعاعي لنواة السيريوم هي: $\lambda = 5{,}13.10^{-2}\ \text{min}^{-1}$.

II. الاندماج النووي.

يعتبر خليط الدوتيريوم $^{2}_{1}H$ و التريتيوم $^{3}_{1}H$ وقودا لتفاعلات الاندماج في المفاعلات النووية المستقبلية.

يؤدي تفاعل اندماج الدوتيريوم و التريتيوم إلى تكون الهيليوم $^{4}_{2}He$ و جسيمة $^{A}_{Z}X$.

1. عرّف الاندماج النووي.
2. اكتب معادلة التفاعل لهذا الاندماج محددا الجسيمة $^{A}_{Z}X$.
3. باستعمال مخطط الحصيلة الطاقوية في الشكل المقابل، احسب بالوحدة MeV .



أ. طاقة الربط E_l لنواة الهيليوم.

ب. الطاقة المحررة E_{lib} عن تفاعل هذا الاندماج.

4. احسب الطاقة المحررة E_T عند انجاز تفاعل الاندماج ب $1mol$ من الدوتيريوم و $1mol$ من التريتيوم.
5. تستخدم الوحدة tep $(tonne\ \ d'équivalent\ \ pétrole)$ كوحدة للطاقة في الصناعة و الاقتصاد. تمكن هذه الوحدة من مقارنة الطاقات الناتجة من مختلف المصادر.

$1tep$ يمثل $4{,}2.10^{10}\ J$ كطاقة محررة من تفاعل احتراق طن واحد من البترول.

نرمز بـ n لعدد أطنان البترول التي يجب إحراقه للحصول على طاقة مكافئة لتلك المحررة من اندماج $2g$ من الدوتيريوم و $3g$ من التريتيوم.

- جد قيمة n .

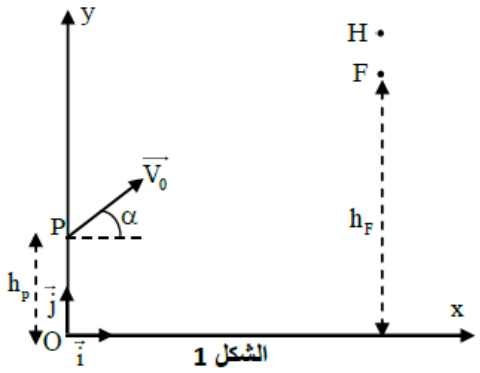
6. قدم مبررين لاعتماد الاندماج النووي عوض الانشطار النووي في إنتاج الطاقة.

الموضوع - 4 -

التمرين الأول

ندرس في هذا التمرين حركة سقوط جسمين (A) و (B) في معلم $(O,\vec{i},\vec{j})$ مرتبط بمرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا. توجد النقطة O على سطح الأرض (الشكل 1).

نهمل دافعة أرخميدس أمام القوى الأخرى و نأخذ شدة الجاذبية $g=10m.s^{-2}$.



الشكل 1

I. دراسة سقوط شاقولي لجسم.

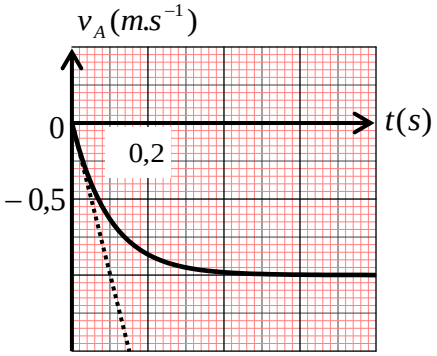
في لحظة $t=0$ نعتبرها مبدأ للأزمنة، نطلق بدون سرعة ابتدائية من نقطة H جسما صلبا (A) كتلته $m_A=0,5kg$ و مركز عطالته G_A.

يخضع الجسم (A) ، بالإضافة إلى ثقله، إلى قوة الاحتكاك مع الهواء $\vec{f}=-k.\vec{v}_A$ ، حيث $\vec{v}_A$ شعاع السرعة للمركز G_A عند لحظة t و k ثابت موجب.

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن،بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة الجسم v_A على المحور (Oy) تكتب بالشكل:

$$\frac{dv_A}{dt}+\frac{1}{\tau}v_A=-g$$

حيث τ يمثل الزمن المميز للحركة.



الشكل 2

2. يمثل منحنى الشكل 2 تطور v_A بدلالة الزمن.

- حدد قيمة السرعة الحدية v_{Alim} للجسم (A).
- حدد τ و استنتج قيمة k.

II. دراسة حركة قذيفة.

عند اللحظة التي يمر فيها مركز العطالة G_A للجسم (A) من نقطة F توجد على ارتفاع $h_F=18,5m$ من سطح الأرض، نرسل من النقطة P ذات الاحداثيتين $(0,h_P)$ قذيفة (B) كتلتها $m_B=0,5kg$ و مركز عطالتها G_B ، بسرعة ابتدائية $\vec{v}_0$ تصنع زاوية α $(0\langle\alpha\langle\frac{\pi}{2})$ مع المحور الأفقي. نعتبر هذه اللحظة مبدأ جديدا للأزمنة $t=0$ بالنسبة لحركة كل من (A) و (B) .

نهمل الاحتكاكات بالنسبة لحركة القذيفة (B) و يعطى: $h_P=1,8m$ ، $v_0=20m.s^{-2}$.

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أكتب المعادلتين الزمنيتين $x_B(t)$ و $y_B(t)$ لحركة (B) بدلالة α و t .
2. لتكن النقطة S ذروة مسار (B) ، بين أن إحداثيتي النقطة S هما: $x_S=20\sin\alpha$ و $y_S=20\sin^2\alpha+1,8$.

III. يلتقي الجسمان (A) و (B) في النقطة S (نعتبر أن G_A ينطبق مع G_B في S)

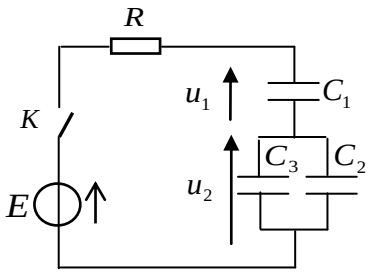
- حدد الزاوية α الموافقة، علما أن الجسم (A) يمر من النقطة F بسرعته الحدية v_{Alim} و أن حركتي (A) و (B) تتمان في نفس المستوي.

التمرين الثاني

ننجز الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل 1، و المتكونة من:

مولد مثالي للتوتر قوته المحركة E ، ناقل أومي مقاومته $R = 1k\Omega$ ، مكثفات فارغة حيث: $C_1 = 2C_2 = C_3$ ، قاطعة K .

نغلق القاطعة K في اللحظة $t = 0$.



الشكل 1

3. بين أن العلاقة بين التوترين u_1 و u_2 تكتب على الشكل التالي: $u_1 = \frac{C_1}{C_2 + C_3} u_2$.

4. بين أن المعادلة التفاضلية التي يخضع لها التوتر u_1 بين طرفي المكثفة C_1 تكتب على الشكل التالي:

$$u_1 + \frac{3RC_1}{5}\frac{du_1}{dt} = \frac{3}{5}E$$

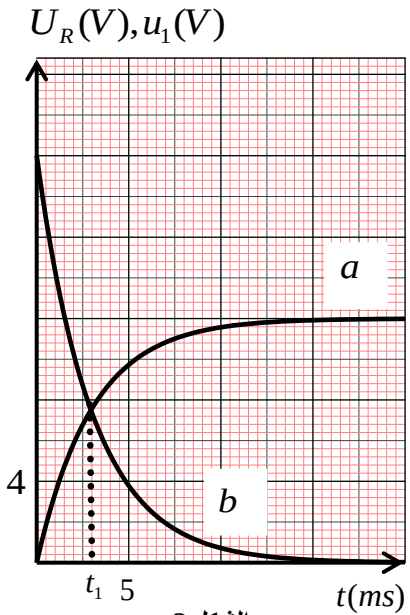
5. يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل التالي: $u_1(t) = A(1 - e^{-\lambda t})$.

أ. جد عبارة كل من A و λ بدلالة ثوابت الدارة.

ب. ما هو المدلول الفيزيائي للثابت A .

6. بين أن التوتر بين طرفي الناقل الأومي يكتب بالشكل: $u_R(t) = Ee^{-\lambda t}$.

7. نعاين بواسطة راسم الاهتزاز ذو ذاكرة التوترين $u_1(t)$ و $u_R(t)$ فنحصل على البيانين a و b الممثلين في الشكل 2 .



الشكل 2

أ. أنسب لكل توتر المنحنى الموافق له مع التعليل.

ب. حدد بيانيا قيمتي A و E .

8. أ. بين أن سعة المكثفة المكافئة للدارة تعطى بالعلاقة: $C_{eq} = \frac{3}{5}C_1$.

ب. بين أن t_1 اللحظة التي يتقاطع فيها البيانان تحقق العلاقة: $t_1 = \tau \ln\frac{8}{3}$ ، حيث τ ثابت الزمن.

ج. احسب قيمة τ ، علما أن: $t_1 = 2{,}9425ms$.

د. حدد قيم كل من C_1 ، C_2 و C_3 .

التمرين الثالث

بهدف متابعة تطور التفاعل التام و البطيء بين ايثانوات الايثيل $C_4H_8O_2$ و محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ عند درجة الحرارة $20^\circ C$ ، حضر الأستاذ حجما $V_0 = 200mL$ من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي c_0 في بيشر ، وفي اللحظة $t = 0$ أضاف حجما $V_1 = 1mL$ من ايثانوات الايثيل كتلته الحجمية $\rho = 0,9g.mL^{-1}$ فحصل على مزيج (S) حجمه الكلي $V_T = V_0 + V_1 \approx V_0$.

كلف الأستاذ التلاميذ بمتابعة تطور المزيج التفاعلي بهدف تعيين زمن نصف تفاعله $t_{1/2}$.

معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث هـــي: $C_4H_8O_2 + OH^- = C_2H_3O_2^- + C_2H_6O$

قام التلاميذ بإجراء قياسات تجريبية سمحت بالحصول على جدول القياسات التالي:

$t(\min)$	0	2	4	6	8	10	12	14	16
$\ln(\frac{c_0}{[OH^-]})$	0	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4

1. أنشئ جدول تقدم التفاعل.
2. حدد قيمة c_0 إذا علمت أنه في نهاية التفاعل كانت كتلة ايثانوات الايثيل المتبقية هي $m_f = 0,88g$.
3. أكتب عبارة $[OH^-](t_{1/2})$ بدلالة c_0.
4. أ- ارسم المنحنى $\ln(\frac{c_0}{[OH^-]}) = f(t)$.

   ب- بين أن زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ يكتب بالعبارة: $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{a}$ ، حيث a ميل البيان.

   ج- استنتج قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.
5. جد التركيب المولي للمزيج عند اللحظة $t = 10\min$.
6. نعيد التجربة السابقة عند الدرجة $40^\circ C$ ، و نسمي $t'_{1/2}$ زمن نصف التفاعل.

- اختر الجواب الصحيح مبررا إجابتك:

أ. $t'_{1/2} < t_{1/2}$

ب. $t'_{1/2} = t_{1/2}$

ج. $t'_{1/2} > t_{1/2}$

يعطى: $M_{C_2H_8O_2} = 44g/mol$

بالتوفيق في امتحان شهادة الباكالوريا