

دورة: ماي 2023

المدة: ثلاث ساعات ونصف

المادة: علوم فيزيائية

المستوى: الثالثة ثانوي (علوم تجريبية)

اختبار البكالوريا التجريبي

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

الموضوع الأول

يحتوي الموضوع الأول على (04) صفحات (من الصفحة 1 من 8 إلى الصفحة 4 من 8)

الجزء الأول: (13 نقطة)

التمرين الأول: (6 نقاط)

هدف التمرين: دراسة حركة جسم نقطي على مستوي وكذا حركة قذفه في مجال الثقالة المنتظم.

تتشكل لعبة أطفال من مستوي (AB) أملس طوله d , يميل عن الأفق بزاوية α قابلة للضبط بين 10° و 80° عن طريق تحريك الموضع A شاقولياً، وأيضاً جهاز استقبال للكروية طوله $L = 0,5 \text{ m}$ الذي يأخذ وضعاً شاقولياً والموجود على الحلبة وفي المستوي (O, \vec{i}, \vec{j}) حسب الشكل 1.

الجزء الأول: دراسة حركة الكروية على المسار (AB) في المعلم (A, \vec{k})

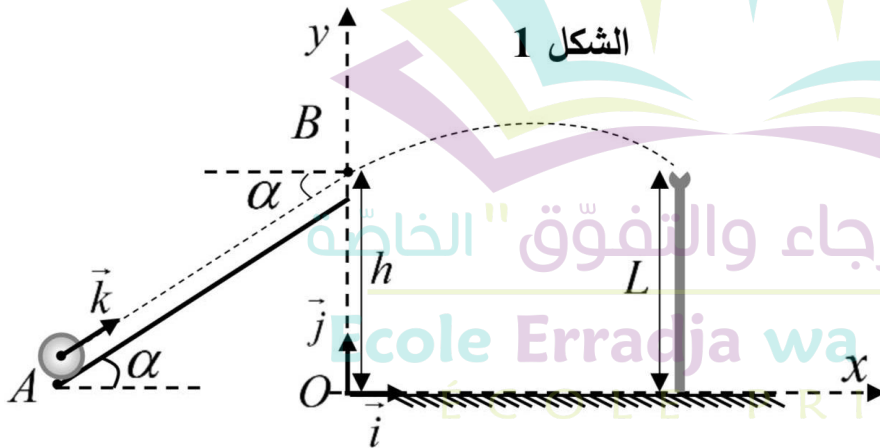
نقوم بإرسال كروية صغيرة (G) من البلاستيك

نعتبرها نقطية كتلتها m من الموضع A

المحدد بالزاوية α_0 بسرعة ابتدائية v_A لتصل

إلى الموضع B بسرعة v_B ترتفع عن سطح

الحلبة ب h . (كل التأثيرات مع الهواء مهملة)



الشكل 1

1. مثل القوى الخارجية المؤثرة على مركز عطالة الكروية (G).

2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الكروية (G), جد العبارة

الزمنية للسرعة $v_G(t)$ بدلالة كل من: α , t , g و v_A .

3. دراسة حركة الكروية (G) على المسار (AB), مكننتنا من الحصول على

البيان $v_G = f(t)$ الممثل لتغيرات سرعة الكروية v_G بدلالة الزمن.

(الشكل 2)

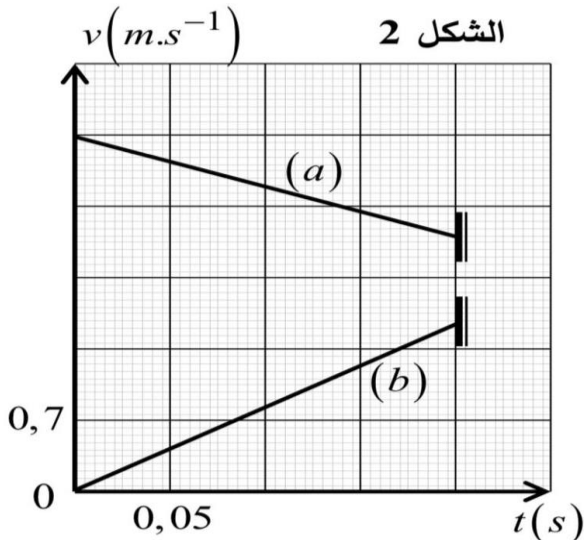
1.3 من بين البيانيين (a) و (b), حدّد البيان الممثل لتغيرات $v_G = f(t)$

و الذي يُناسب دراسة هذه الحركة، مع التعليل.

2.3 استنتج كلا من: الزمن المستغرق لوصول الكروية (G) إلى

الموضع B, v_B و d .

3.3 احسب قيمة الزاوية α_0 .



الجزء الثاني: دراسة حركة الكرة في المعلم (O, \vec{i}, \vec{j})

تكتب عبارة شعاع الموضع لحركة مركز عطالة الكرة (G) في المعلم (O, \vec{i}, \vec{j}) بالعبارة التالية:

$$\vec{OG} = (v_B \cdot \cos \alpha \cdot t) \cdot \vec{i} + (-4, 9 \cdot t^2 + v_B \cdot \sin \alpha \cdot t + 0, 5) \cdot \vec{j}$$

1. أثبت صحة عبارة شعاع موضع حركة مركز عطالة الكرة (G) .

2. استخرج معادلة مسار الحركة $y = F(x)$.

3. نريد للكرة أن تسقط على جهاز الإستقبال الذي يوجد على مسافة $OS = x_S = 0,5 \text{ m}$, يتحقق ذلك بالنسبة للزاويتين

α_1 و α_2 . جد قيمة كل من α_1 و α_2 .

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha, \quad \pi^2 \approx 10, \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2 \text{ يعطى:}$$

التمرين الثاني: (7 نقاط)

تمكّن الفيزيائي جوزيف هنري من التعرف على الظواهر المرتبطة بوجود الوشيعية في دارة كهربائية وتمكّن من اكتشاف ذاتيتها سنة 1932 ولتشيده أعطي اسم هنري (*Henry*) لوحدها.

هدف التمرين: تحديد مميزات وشيعة ومعرفة الظواهر المرتبطة بها.

في حصّة الأنشطة التجريبية طلب الأستاذ من أفواج تلاميذه تركيب الدارة الكهربائية الموضحة على الشكل 3 لدراسة استجابة ثنائي القطب RL أثناء غلق وفتح القاطعة (K) وذلك بواسطة راسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة.

1. غلق القاطعة:

1.1. اعط تفسيراً للظاهرة التي تحدث في الدارة.

2.1. أثناء متابعة الأستاذ لعمل الأفواج لاحظ على شاشة راسم الإهتزاز الشكل 4.

1.2.1. أي المنحنيين (a) أو (b) , يمثل التوتر الكهربائي بين طرفي الناقل الأومي $u_R(t)$ ؟

2.2.1. أحد المنحنيين لا يؤكد الظاهرة، عيّنه ثم بين ما يجب على أعضاء الفوج القيام به لتصليح الخلل.

3.1. بتطبيق قانون جمع التوترات، استخرج المعادلة التفاضلية الموافقة لتطور شدة التيار $i(t)$ في هذه الدارة.

4.1. المعادلة التفاضلية السابقة، تقبل حلاً من الشكل: $i(t) = A + Be^{-\frac{t}{\alpha}}$ حيث B, A و α ثوابت يُطلب تعيين عبارتها بدلالة مميزات الدارة.

5.1. بين المدلول الفيزيائي للثابت α وكذا تجانسه مع الزمن.

6.1. بالإعتماد على منحنيات الشكل 4، استنتج قيم كلا من:

- القوة المحركة الكهربائية E للمولد. - المقاومة الداخلية r للوشيعية. - الذاتية L للوشيعية.

2. فتح القاطعة:

تفاعلاً أعضاء الأفواج بحدوث شرارة كهربائية لحظة فتح القاطعة.

1.2. وضح كيفية تفادي هذا النوع من الشرارات عملياً، مدعماً إجابتك بمخطط نظامي للدارة.

3.2. بواسطة راسم الإهتزاز المهبطي وبرمجية إعلام آلي تحصلنا على المنحنى البياني

الممثل بالشكل 5. تُعطى عبارة شدة التيار اللحظية بالعبارة التالية: $i(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ حيث I_0 شدة التيار الأعظمية في الدارة و τ ثابت زمني.

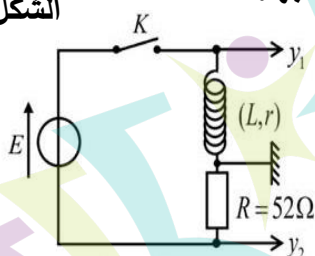
1.3.2. بين أن عبارة $i(t)$ تتوافق مع المنحنى البياني.

2.3.2. بالإعتماد على البيان، جد قيمتي I_0 و τ .

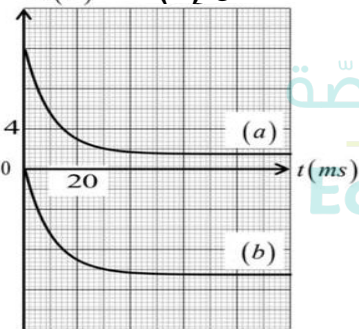
3.3.2. احسب قيمة الطاقة المخزنة في الوشيعية لحظة فتح القاطعة.

4.3.2. احسب قيمة الطاقة المُبدّدة بفعل جول في هذه الدارة بعد مرور مدة 80 ms من فتح القاطعة.

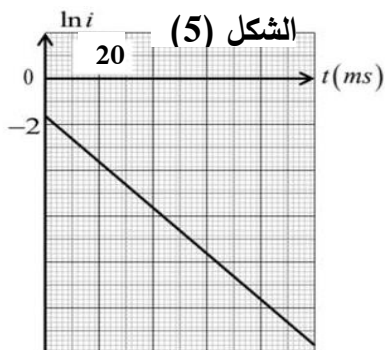
الشكل (3)



الشكل (4)



الشكل (5)



الجزء الثاني: (7 نقاط)

التمرين التجريبي:

يُعتبر حمض اللاكتيك من المركبات العضوية عديدة الإستعمال في عمليات نزع الترسبات الكلسية و تحديد جودة حليب البقر. يُعطى:

- ◀ الصيغة الكيميائية الجزيئية لحمض اللاكتيك: $C_3H_6O_3$, و نرمر لها اختصارًا بالرمز AH .
- ◀ الكتلة المولية الجزيئية لحمض اللاكتيك: 90 g/mol .
- ◀ الكتلة المولية الجزيئية لكاربونات الكالسيوم: 100 g/mol .
- ◀ ثابت الغازات المثالية: $R = 8,31 \text{ SI}$
- ◀ ثابت التفكك الذاتي للماء في شروط التجربة: $pK_e = 14$

الجزء (I): يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة حركية تفاعل حمض اللاكتيك مع ملح كاربونات الكالسيوم

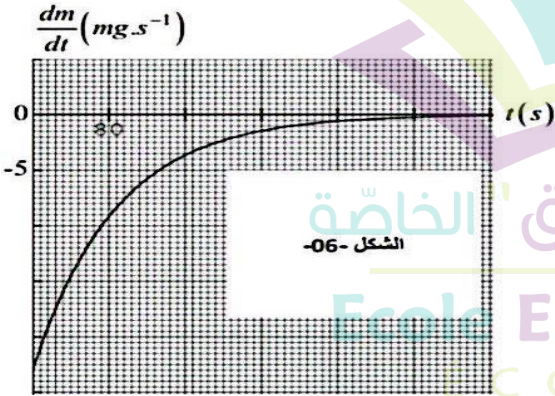
عند اللحظة $t = 0$ نأخذ عينة من كاربونات الكالسيوم $CaCO_3(s)$ كتلتها m_0 , نضعها في حوالة ونضيف لها حجما

$V_a = 200 \text{ mL}$ من حمض اللاكتيك تركيزه المولي $C_a = 0,6 \text{ mol/L}$ ، فنشكّل بذلك مزيجا ستوكيومتريا يُمكن نمذجة

تفاعله التام بالمعادلة الكيميائية التالية: $CaCO_3(s) + 2AH(aq) = 2A^-(aq) + CO_2(g) + 2H_2O(l)$

نصل الحوالة بعد سدّها بإحكام إلى إناء زجاجي سعته $V' = 1 \text{ L}$ بواسطة أنبوب مهمل الحجم، ونزوّد الإناء بمقياس الضغط. تحت ضغط غير مرتفع ودرجة حرارة عادية $T_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, ينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون من المزيج فيتجه نحو الإناء الزجاجي ويضغط على كبسولة مقياس الضغط.

1. أنجز جدول تقدّم هذا التفاعل.
2. احسب قيمة التقدّم الأعظمي x_{max} ثم استنتج قيمة m_0 .
3. مثلنا بواسطة برنامج إعلام آلي خاص التغير اللحظي لكتلة كاربونات الكالسيوم بدلالة الزمن $\frac{dm}{dt} = f(t)$ في الشكل 06.



1.3. عرّف بالسرعة الحجمية للتفاعل ثم بين أنّها تُعطى بالعلاقة:

$$v_{vol} = -\frac{1}{M.V_a} \cdot \frac{dm}{dt}$$

2.3. احسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند كل من اللحظتين:

$$t_1 = 0 \text{ s} \text{ و } t_2 = 80 \text{ s}$$

3.3. برّر على المستوى المجهرى تطوّر هذه السرعة.

4. أعدنا نفس التفاعل السابق في درجة حرارة $T_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ و سجّلنا قيم الضغط P الناشئ في الإناء عند لحظات مختلفة ثم

مثلنا البيان $P = g(t)$ و مثلنا المماس لهذا البيان عند اللحظة

$t = 0$ مثلما هو موضح بالشكل 07.

1.4. عبّر عن الضغط P بدلالة x, T_2, R, V' تقدّم التفاعل و P_{air} ضغط الهواء في الإناء الزجاجي. علما أن: $P = P_{air} + P_{CO_2}$ و

P_{CO_2} ضغط الغاز المنطلق عن التفاعل.

2.4. استنتج من البيان قيمة P_{air} ضغط الهواء في الإناء الزجاجي.

3.4. بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تُعطى بالعلاقة:

$$v_{vol} = \frac{V'}{R.V_a.T_2} \cdot \frac{dP}{dt}$$

4.4. أشرح سبب اختلاف قيمة هذه السرعة مع القيمة المحسوبة في نفس اللحظة في السؤال السابق 2.3.

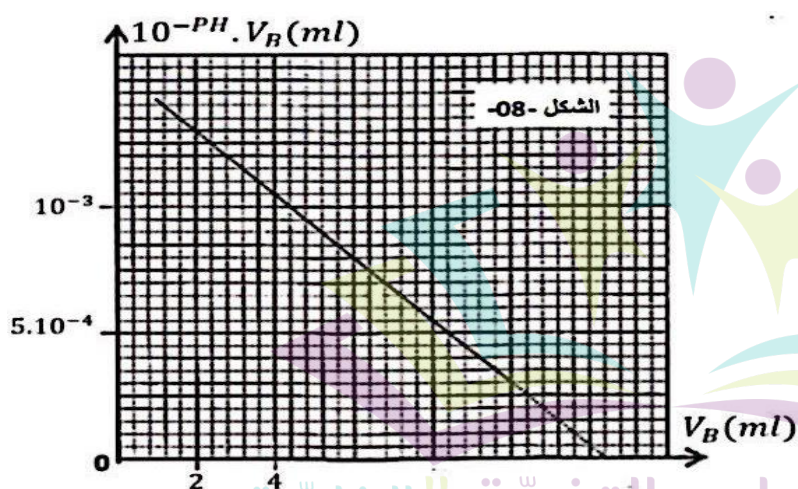
1.5. بين أنه عند زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ يكون الضغط: $P_{1/2} = \frac{P_{air} + P_f}{2}$. حيث P_f الضغط في الإناء في نهاية التفاعل.

2.5. استنتج قيمة $t_{1/2}$ ثم وضّح أهميته.

الجزء (II): يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة معايرة حمض اللاكتيك بواسطة هيدروكسيد الصوديوم.

نتوفر في المخبر على حليب بقر لم يخضع لأي معالجة. ونفترض أن حمضية الحليب ناتجة فقط عن تواجد حمض اللاكتيك. لتحديد حموضة حليب بقر متوفر لدى مخبر الكيمياء، نُنجز معايرة باستعمال مقياس pH . ولهذا نقوم بصبّ حجم قدره $V_A = 25 \text{ mL}$ من الحليب (S_A) في بيشر ثم نضيف إليه تدريجيا حجما V_B من المحلول (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم ($Na^+ + OH^-$) ذي التركيز $C_B = 0,05 \text{ mol/L}$. نُسجل قيم pH المزيج التفاعلي بعد كل إضافة. نرمز ب V_{BE} لحجم المحلول (S_B) المُضاف عند التكافؤ و ب K_a لثابت حموضة الثنائية (AH/A^-).

1. بين كيف يمكن تحقيق قياس pH المزيج التفاعلي تجريبيا.
2. نمذج التحول الكيميائي الحاصل أثناء المعايرة بمعادلة.
3. أوجد تعبير C_A التركيز المولي لحمض اللاكتيك بدلالة كل من V_{BE} و V_A , C_B .
4. أثبت العلاقة: $10^{-pH} \cdot V_B = K_a \cdot (V_{BE} - V_B)$ مع: $0 < V_B < V_{BE}$.
5. يُمثل منحنى الشكل 08 تغيرات $10^{-pH} \cdot V_B$ بدلالة V_B أي: $10^{-pH} \cdot V_B = g(V_B)$.



اعتمادًا على هذا المنحنى، أوجد كلا من:

- 1.5 الحجم V_{BE} مُستنتجا التركيز C_A .
- 2.5 قيمة pKa الثنائية (AH/A^-).

6. يُعبّر في الصناعة الغذائية عن حمضية الحليب بدرجة دورنيك ($D^\circ \text{ Dornic}$) حيث درجة واحدة D° تُوافق 100 mg من حمض اللاكتيك لكل لتر واحد من الحليب. كما يعتبر الحليب طريا إذا كانت حمضيته تتراوح بين $15 D^\circ$ و $18 D^\circ$. هل يمكن اعتبار الحليب المدروس طريا؟ علّل جوابك.

انتهى الموضوع الأول

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع الثاني على (04) صفحات (من الصفحة 5 من 8 إلى الصفحة 8 من 8)

الجزء الأول: (13 نقطة)

التمرين الأول: (6 نقاط)

يعتبر تفعيل مجال التحولات النووية، التلقائية منها أو المفتعلة من طرف الإنسان محط أنظار قطاعات إنتاج الطاقة. لكن بقدر ما أنتج المجال من إيجابيات أبدى من بعده سلبيات مسّت سلامة الإنسان وبيئته.
هدف التمرين: دراسة استغلال الطاقة النووية لتفاعل الإنشطار و كذا مدى خطورة تفكك بعض الأنوية الناتجة عنه.
يُعطى:

المكافئ الطاقوي: $1 u = 931,5 \text{ Mev}/c^2$

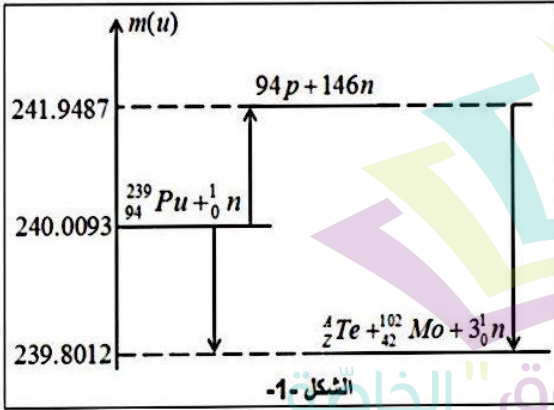
عدد أفوغادرو $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

طاقة الربط لكل نوية لنواة $^{102}_{42}\text{Mo}$: $E_{l/A} = 8,35 \text{ Mev}/\text{nuc}$

$1 \text{ an} = 365 \text{ jours}$

$1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

(I) يُعتمد في إنتاج الطاقة لدى بعض المفاعلات النووية على انشطار البلوتونيوم $^{239}_{94}\text{Pu}$. معادلة أحد تفاعلات الإنشطار التي تحدث هي:



مثّلنا في الشكل 01 مخططا لحصيلة الكتلة لتفاعل انشطار نواة واحدة من البلوتونيوم $^{239}_{94}\text{Pu}$.

1. عرّف بتفاعل الإنشطار النووي.

2. باستخدام قانوني الإنحفاظ حدّد قيمتي A و Z .

3. اعتمادا على مخطط الحصيلة الكتلية، أحسب:

1.3 الطاقة المحرّرة عن انشطار 1 Kg من البلوتونيوم $^{239}_{94}\text{Pu}$.

2.3 طاقة التماسك E_l للنواة $^{4}_{2}\text{Te}$ ثم قارن استقرار النواتين $^{4}_{2}\text{Te}$ و $^{102}_{42}\text{Mo}$.

$^{102}_{42}\text{Mo}$

4. يستهلك المفاعل النووي 10^3 Kg من البلوتونيوم $^{239}_{94}\text{Pu}$ في كل سنة باستطاعة كهربائية قدرها $P = 9 \cdot 10^8 \text{ W}$.

- احسب مردود هذا المفاعل النووي.

5. الديناميت مادة كيميائية تُستعمل في أعمال الهدم و شقّ الطرقات في الجبال. عند انفجارها تُحرّر طاقة مُشابهة لطاقة انشطار البلوتونيوم $^{239}_{94}\text{Pu}$. بحيث أن 1 Kg من الديناميت يحترق $7,5 \text{ MJ}$ ميغاجول.

- احسب كتلة الديناميت التي تحرر نفس الطاقة التي يحترقها انشطار 1 Kg من البلوتونيوم $^{239}_{94}\text{Pu}$. ماذا تستنتج؟

(II) إن الأنوية الناتجة عن تفاعل الانشطار هي أنوية مشعة، تُعطي أنوية أخرى بدورها مشعة. من بين هذه الأنوية نواة السيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$ المشعة للنمط β^- لتنتج نواة باريوم Ba في حالة مثارة.

نتوفر على عيّنة من السيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$ كتلتها عند اللحظة $t = 0$ هي m_0 . تصبح كتلة هذه العيّنة $m = \frac{m_0}{8}$ بعدة مدّة 90 ans .

1. ما المقصود من عبارة: "تنتج نواة باريوم في حالة مثارة"؟

2. اكتب معادلة تفكك السيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$.

3. عرّف بزمّن نصف العمر $t_{1/2}$ ثم عيّن قيمته بالنسبة للسيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$.

4. يتسرّب السيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$ من أماكن إجراء التجارب النووية، فيصيب الخضر، الفواكه، الحيوان والإنسان عن طريق دورة التغذية. في أحد مستودعات مصنع خل التفاح سنة 2023، وُجد قارورة خل مكتوب على بطاقتها: "تاريخ الصنع: جانفي 1990". فقام تقني بقياس نشاط السيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$ فيها فكان 400 mBq .

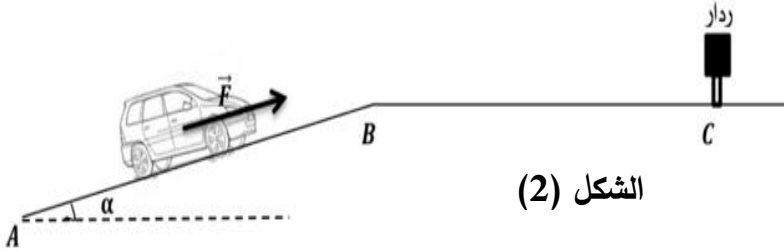
5. اكتب قانون النشاط الإشعاعي $A(t)$ ثم احسب النشاط الإشعاعي الإبتدائي A_0 .

6. احسب عدد الإشعاعات γ المُنبعثّة من القارورة منذ تاريخ الصنع حتى تاريخ القياس.

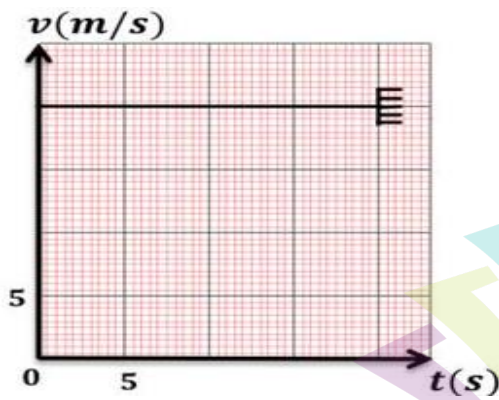
التمرين الثاني: (7 نقاط)

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة جملة ميكانيكية على مستو مائل وأفقي و كذا تحليل سلوك مكثفة أثناء تفريغها.
يُعطى: ثابت الجاذبية الأرضية $g = 10 \text{ N/kg}$
(I) دراسة الحركة على المستوي المائل

سيارة كتلتها $m = 4000 \text{ Kg}$ تصل إلى الموضع A بسرعة v_A حيث A هي بداية طريق مائل عن المستوي الأفقي بزواوية $\alpha = 20^\circ$, لتواصل بعد ذلك حركتها باتجاه الموضع B أعلى المستوي المائل مثلما يوضحه الشكل 02. تخضع الجملة أثناء حركتها إلى قوى احتكاك يمكن نمذجتها بقوة وحيدة \vec{f} شدتها ثابتة 400 N .



الشكل (2)



الشكل (3)

يمثل الشكل 03 مخطط السرعة للسيارة بين A و B .

1. أتمم تمثيل القوى المؤثرة على السيارة حيث نعتبر \vec{F} هي القوة التي يؤثر بها محرك السيارة وشدتها ثابتة.
2. باستعمال البيان، حدّد مايلي:

1.1. طبيعة الحركة.

2.2. المسافة المقطوعة AB .

3. بتطبيق أحد قوانين نيوتن في مرجع مناسب، عبّر عن شدة القوة F بدلالة كل α ، g ، m و f ثم احسب قيمتها.

(II) دراسة الحركة على المستوي الأفقي

تواصل السيارة حركتها على الطريق الأفقي BC بتسارع ثابت $a = 2,5 \text{ m/s}^2$ وبعد قطع مسافة $BC = 200 \text{ m}$ تمرّ أمام رادار. و بعد مدّة من السير صادف السائق حاجز للدرك الوطني، أوقفوه و أبلغوه أنه قد تجاوز السرعة المحددة في الإشارة ب 100 km.h^{-1} عند الموضع C و عليه دفع غرامة مالية.

تقدّم السائق بشكوى مفادها أن هناك خطأ في اشتغال الرادار و أنه لم يتجاوز السرعة 100 km.h^{-1} .

1. ما طبيعة حركة السيارة على هذا الجزء؟
2. باعتبار مبدأ الفواصل و الأزمنة عند النقطة B ، جد المعادلتين الزمنيتين $v(t)$ و $x(t)$ الموافقتين لسرعة و فاصلة السيارة على الترتيب ثم ارمس كيفيا مخطط السرعة $v = f(t)$.
3. تأكد إذا تجاوز السائق السرعة المحددة أم لا.

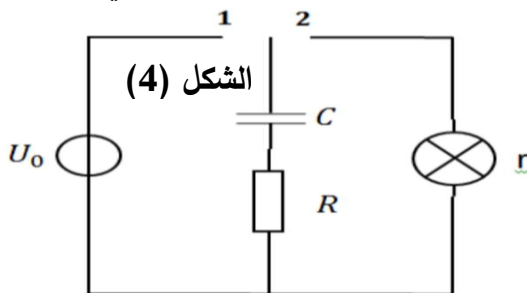
(III) دراسة طريقة اشتغال الرادار

يُرسل الرادار أمواجاً كهرومغناطيسية باتجاه الطريق فتتبعكس على السيارات المارة و تعود إلى الرادار، فإذا سرعة السيارة تفوق السرعة المحددة يقوم الرادار بالتقاط صورة واضحة للوحة ترقيم السيارة و ذلك باستعمال الإضاءة القوية لمصباح آلة تصوير (flash).

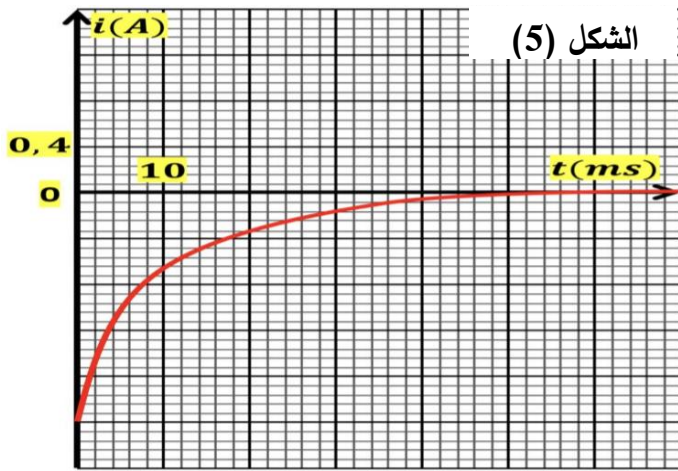
يعمل تجهيز مناسب على تفريغ مكثفة مشحونة تحت توتر $U_0 = 200 \text{ V}$ في المصباح خلال مدّة زمنية قدرها 50 ms و هي المدّة الزمنية اللازمة لأخذ الصورة.

القيمة المسجلة على المكثفة هي $C = 100 \mu\text{F}$. و بسبب كثرة استعمال الرادار يمكن لسعة المكثفة أن تتناقص و بالتالي يمكن للمكثفة أن تتفرّغ بسرعات أقل من السرعة المحددة.

عملاً بشكوى السائق قام أحد تقنيي الدرك الوطني بربط مكثفة فارغة سعتها C مع مولد توتر مثالي قوته المحركة الكهربائية U_0 ، بادلة، مصباح مقاومته الداخلية r و ناقل أومي مقاومته $R = 90 \Omega$ ، كما هو موضّح في الشكل 04. بعد وضع البادلة في الوضع (1) لمدة كافية لشحن المكثفة، ننقل البادلة إلى الوضع (2) عند اللحظة $t = 0$ و بواسطة برمجية خاصة على الحاسوب تحسّل على منحنى الشكل 05 الممثل لتغيّرات شدة التيار i بدلالة الزمن.



الشكل (4)



3.3. هل فعلا هناك خلل في الرادار أم هو تلاعب من طرف السائق للتهرب من دفع الغرامة المالية؟ علل.

1. اكتب المعادلة التفاضلية التي تُحَقِّقها شدّة التيار في حالة وضعية البادلة عند (2).
2. حلّ هذه المعادلة التفاضلية هو: $i(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ حيث I_0 شدّة التيار الأعظمية في الدّارة و τ ثابت زمني.
 - 1.2. جد عبارة τ بدلالة مميزات الدارة ثم أثبت كلا من مدلوله الفيزيائي و تجانسه مع الزمن.
 - 2.2. جد عبارة I_0 بدلالة كل من R , U_0 و r .
 3. بالإعتماد على بيان الشكل 05:
 - 1.3. جد قيمتي I_0 و τ .
 - 2.3. استنتج مقاومة المصباح r و سعة المكثفة C .
 - 3.3. هل فعلا هناك خلل في الرادار أم هو تلاعب من طرف السائق للتهرب من دفع الغرامة المالية؟ علل.

الجزء الثاني: (7 نقاط)

التمرين التجريبي:

كُتِبَ على ملصقة قارورة ماء جافيل المعلومات التالية:

- يُحفظ في مكان بارد بعيدا عن الأشعة الضوئية.
- لا يُمزج مع منتجات أخرى.
- يُنتج غازًا سامًا عند ملامسته لمحلول حمضي.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركية تفكك ماء جافيل و كذا تحديد بعض من سلوكاته في الأوساط الحمضية.

المعطيات :

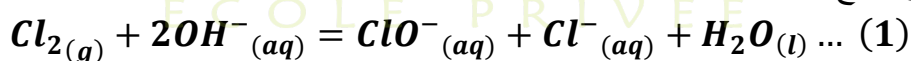
الحجم المولي للغازات عند الشروط العادية: $V_M = 25 \text{ L/mol}$

الحجم المولي للغازات عند الشرطين النظاميين: $V_M = 22,4 \text{ L/mol}$

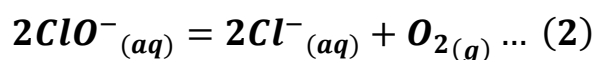
الكتلة المولية الذرية لعنصر الكلور: $Cl: 35,5 \text{ g/mol}$

ثابت الحموضة لثنائية شاردة الهيوكلوريت: $pK_a (HClO/ClO^-) = 7,3$

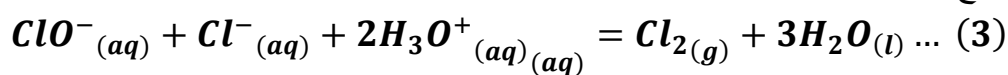
ماء الجافيل هو محلول مائي يحتوي على شوارد الهيوكلوريت ClO^- . نحصل عليه بإذابة غاز ثنائي الكلور في محلول هيدروكسيد الصوديوم ويُنمذج التفاعل بالمعادلة التالية:



في الشروط العادية و في وجود الضوء تُؤكسد شوارد الهيوكلوريت ClO^- ببطء جزيئات الماء H_2O مما يُفقد ماء الجافيل فعاليته تدريجيا (بضع أشهر) و يُنمذج التفاعل بالمعادلة التالية:



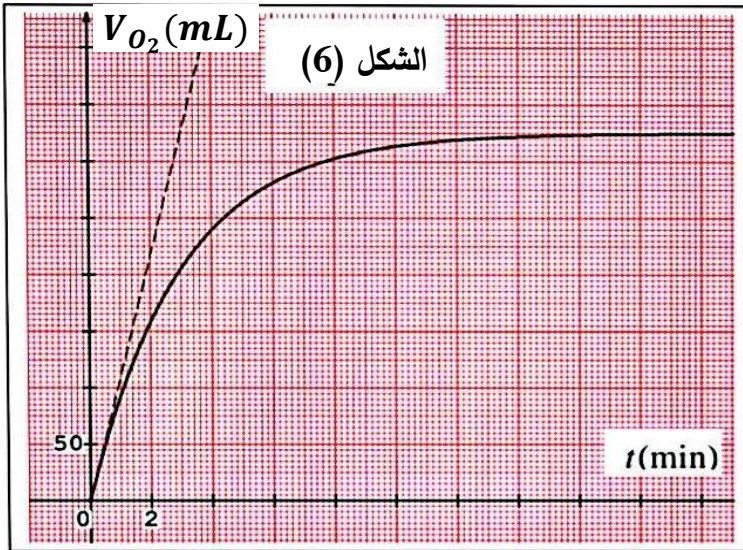
في وسط حمضي يُنمذج تفاعل ماء الجافيل بالمعادلة التالية:



(I) دراسة التفاعل (2):

نُحضر في الشروط العادية محلولًا مائيًا (S) لماء الجافيل حجمه V وتركيزه المولي C وفي اللحظة $t = 0$ نظيف له كمية قليلة من شوارد الكوبالت CO^{3+} كوسيط لهذا التفكك.

بواسطة تجهيز مخبري مناسب يسمح بقياس حجم غاز ثنائي الأوكسجين المنطلق V_{O_2} عند لحظات زمنية مختلفة تحصلنا على المنحنى البياني $V_{O_2} = f(t)$ المبين في الشكل 6.



الشكل (6)

1. كيف لك أن تبرّر على أن التفاعل الحادث هو ضمن تحولات الأوكسدة الإرجاعية؟ وضح الثنائيتين (Ox/Red) الداخلتين فيه.

2. شكّل جدول تقدّم هذا التفاعل.

3. اكتب علاقة تقدّم التفاعل $x(t)$ بدلالة كل من الحجم V_{O_2} والحجم المولي للغازات V_m .

4. باعتبار التفكك تاماً، عين قيمة التقدّم الأعظمي x_{max} .

5. من خلال معالجة النتائج التجريبية المحصّل عليها بواسطة جهاز الحاسوب، تمكّننا من تحديد السرعة الحجمية لتفكك ماء الجافيل لحظة انطلاق التفاعل:

$$v_{vol}(ClO^-) = 6,65 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

1.5. عرّف بالسرعة الحجمية لتفكك ماء الجافيل ثم بيّن أن عبارتها اللحظية تعطى بالعلاقة:

$$v_{vol}(ClO^-) = \frac{2}{V \cdot V_m} \cdot \frac{dV_{O_2}}{dt}$$

2.5. تأكّد بالحساب أن حجم المحلول (S) هو 130 mL ثم استنتج قيمة تركيزه C.

2.6. اشرح المقصود من العبارة: " لا يُمزج مع منتجات أخرى ".

(II) دراسة التفاعل (1):

المحلول السابق (S) حُضّر انطلاقاً من محلول تجاري (S₀) لماء جافيل درجته الكلورومتريّة Chl و تركيزه المولي C_0 و ذلك بتمديد حجم V_0 من المحلول (S₀) ثلاث مرات.

علماً أن الدرجة الكلورومتريّة توافّق حجم غاز ثنائي الكلور Cl_2 مقدّر باللتر و مقاساً في الشرطين النظاميين و اللازم لتحضير 1 L من ماء جافيل وفق التفاعل (1).

1. بيّن أن الدرّجة الكلورومتريّة للمحلول (S₀) يمكن التعبير عنها بالعلاقة: $Chl = C_0 \cdot V_m$.

2. أوجد قيمة Chl المحلول التجاري لماء الجافيل المدروس.

(III) دراسة التفاعل (3):

إن شاردة الهيوكلوريت ClO^- تُعتبر أيضاً الأساس المرافق لحمض الهيوكلوريد $HClO$.

1. اكتب معادلة تفاعل شاردة الهيوكلوريت مع الماء، مستنتجاً لثنائيتين (أساس/حمض) المشاركتين فيه.

2. جد عبارة pH المزيج التفاعلي بدلالة ثابت الحموضة pKa لثنائية شاردة الهيوكلوريت.

3. حدّد على سلم pH مجالي تغلب الصفتين الحمضية $HClO$ و القاعدية ClO^- .

4. في معظم المسابح يُضاف ماء الجافيل لقتل البكتيريا الضّارة بفضل شوارد الهيوكلوريت ClO^- ، و لكي يكون التطهير فعالاً، يجب المحافظة على قيمة pH الماء بين 7,0 و 7,6. لماذا في رأيك؟

5. لكي لا يُشكّل ماء المسبح أي خطر، يجب أن يكون التركيز الكتلي لعنصر الكلور في شاردة الهيوكلوريت ClO^- محصوراً بين $0,5 \text{ mg} \cdot L^{-1}$ و $1 \text{ mg} \cdot L^{-1}$.

- علماً أن التركيز المولي لشاردة الهيوكلوريت في عيّنة ماء مأخوذة من مسبح هي: $[ClO^-] = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$.

تحقق أن ماء هذا المسبح يُوافق التركيز المطلوب من عنصر الكلور.

انتهى الموضوع الثاني