الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات

امتحان بكالوريا التعليم الثانوي — دورة: 2024

الشعبة: رياضيات، تقني رياضي

اختبار في مادة: العلوم الفيزيائية — المدة: 04 سا و30 د

على المترشّح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

الموضوع الأول

يحتوي الموضوع على (05) صفحات (من الصّفحة 1 من 10 إلى الصّفحة 5 من 10)

الجزء الأول: (14 نقطة)

التّمرين الأول: (04 نقاط)

جامع الجزائر

يُعَدُّ جامع الجزائر من أهمّ المنشآت المعماريّة في الجزائر، فهو ثالث أكبر مسجد في العالم، يتّسع لأكثر من 120 ألف مُصلٍّ ومن معالمه المميّزة مئذنته (صومعته) الّتي تُعَدُّ الأعلى في العالم.

يهدف هذا التّمرين إلى تحديد ارتفاع مِئْذَنَةِ جامع الجزائر بطريقتين.

بعد زيارة مدرسيّة لجامع الجزائر، طلب الأستاذ عند عودة تلاميذه إلى الثّانوية تحديد ارتفاع مئذنة جامع الجزائر بطريقتين مختلفتين حسب ما درسوه في وحدة تطوّر جملة ميكانيكيّة.

معطيات:

- نهمل تأثير دافعة أرخميدس وقوى الاحتكاك مع الهواء؛
- نعتبر الكرية المعدنيّة نقطة ماديّة؛
- شدّة شعاع حقل الجاذبيّة الأرضيّة: $g = 9,80\,m\cdot s^{-2}$

الطّريقة الأولى:

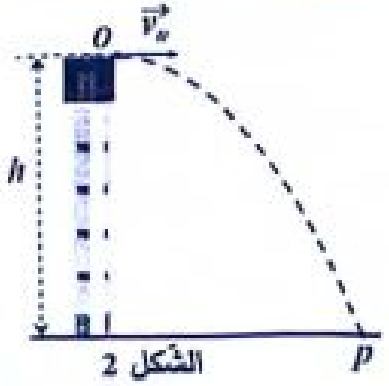
تُترَكُ كُرية معدنيّة كتلتها m لتسقط في الهواء شاقوليًا في لحظة $t = 0$ نعتبرها مبدأ للأزمنة وبدون سرعة ابتدائيّة من النّقطة O أعلى المئذنة والّتي تمثّل مبدأ المحور (Oy) الموجّه نحو الأسفل والمرتبط بمرجع الدّراسة كما في الشّكل 1.

الشّكل 1

1. ما نوع هذا السّقوط؟ برّر إجابتك.
2. بتطبيق القانون الثّاني لنيوتن، جِدْ المعادلة التّفاضليّة الّتي تحقّقها الفاصلة $y(t)$ لموضع الكرية.
3. علما أنّ سرعة ارتطام الكرية بسطح الأرض تساوي $72,11\,m\cdot s^{-1}$.

جد h ارتفاع المئذنة.

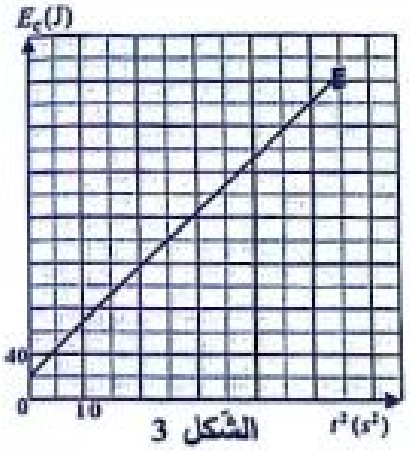
الطّريقة الثّانية:



الشّكل 2

تُقذف الكُرية السّابقة في لحظة $t=0$ نعتبرها مبدأ للأزمنة وبسرعة ابتدائيّة أفقيّة $\vec{v}_0$ من النّقطة O أعلى المئذنة لترتطم بسطح الأرض في نقطة P (الشّكل 2).

المنحنى البياني $E_c = f(t^2)$ (الشّكل 3) يمثّل تطوّر الطّاقة الحركيّة للكرية بدلالة مربّع الزّمن بين لحظتي قذف الكرية وارتطامها بسطح الأرض.



الشّكل 3

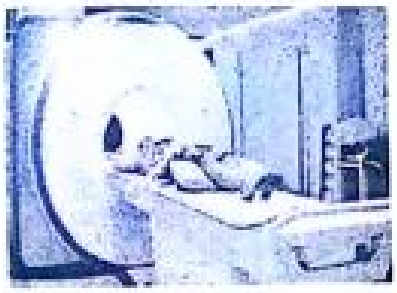
1. تُعطى العبارة اللحظيّة للطّاقة الحركيّة $E_c(t)$ للكرية:

$$E_c(t)=\frac{1}{2}m\,g^2\,t^2+\frac{1}{2}m\,v_0^2$$

باستغلال المنحنى البياني (الشّكل 3)، تحقّق أنّ: كتلة الكرية $m=100\,g$

2. بتطبيق مبدأ انحفاظ الطّاقة على الجملة (كرية) بين الموضعين O و P، واستغلال المنحنى البياني (الشّكل 3)، استنتج ارتفاع مِئذنة جامع الجزائر (h).

التّمرين الثّاني:(04 نقاط)



يستعمل أخِصّائيّ الطّب النّووي الثّاليوم 201 في تقنيّات التّصوير النّووي للقلب. يُحقَنُ المريض بجرعة من محلول كلور الثّاليوم 201، ليقوم بعدها بجهد بدني يتمّ خلاله تسجيل صور لقلبه.

يهدف التّمرين إلى دراسة عيّنة مُشعّة من الثّاليوم مُستخدمة في التّصوير الطّبي.

معطيات:

- زمن نصف العمر: $t_{1/2}\left(^{201}_{81}\mathrm{Tl}\right)=73\,heures$ ؛ $t'_{1/2}\left(^{203}_{81}\mathrm{Tl}\right)=294\,heures$ ؛
- ثابت أفوغادرو: $N_A=6{,}02\times10^{23}\,mol^{-1}$ ؛
- الكتلة المولية للثّاليوم 201 : $M=201\,g\cdot mol^{-1}$

1. نواة الثّاليوم 201 ذات نمط إشعاعي β^-، تتفكّك معطية نواة الزّئبق Hg مع إصدار إشعاع γ.

1.1. عرّف النّشاط الإشعاعي.

2.1. اكتُب معادلة تفكّك نواة الثّاليوم 201 .

2. تلقّت مصالح الطّب النّووي لمستشفى يوم الأربعاء على السّاعة 8 صباحا قارورة من محلول كلور الثّاليوم 201 نشاطها $153{,}9\times10^6\,Bq$ ليتم استعمالها لإجراء عملية تصوير لمريض يوم الخميس على السّاعة 8 صباحا حيث يتلقّى المريض حقنة من المحلول المشع نشاطها $11\times10^7\,Bq$.

1.2. احسب قيمة النّشاط $A(t)$ للمحلول المشع لحظة استعماله.

2.2. هل نشاط العيّنة كاف لإجراء عمليّة التّصوير الطّبي للمريض؟

3. في الحقيقة محلول الثاليوم المستقبل يوم الأربعاء الساعة 8 صباحا يحتوي على نظير آخر هو الثاليوم 202 حيث أنّ النسبة بين A_{02} نشاط الثاليوم 202 و A_{01} نشاط الثاليوم 201 في المحلول هذا اليوم تساوي $\frac{A_{02}}{A_{01}} = 0,005$.

1.3. بالاعتماد على قانون تناقص النشاط الإشعاعي، بيّن أنّ النسبة $\frac{A(^{202}_{81}\mathrm{Tl})}{A(^{201}_{81}\mathrm{Tl})}$ تكتب في كل لحظة بالعلاقة:

$$\frac{A(^{202}_{81}\mathrm{Tl})}{A(^{201}_{81}\mathrm{Tl})} = 0,005 \times e^{1,982\times10^{-6}t}$$

2.3. لا يُمكن استخدام هذا المحلول إلاّ إذا كانت النسبة بين نشاط الثاليوم 202 ونشاط الثاليوم 201 أقل من 2%.

جِدْ المدّة الزّمنيّة الّتي من أجلها تصبح القارورة غير صالحة للاستخدام.

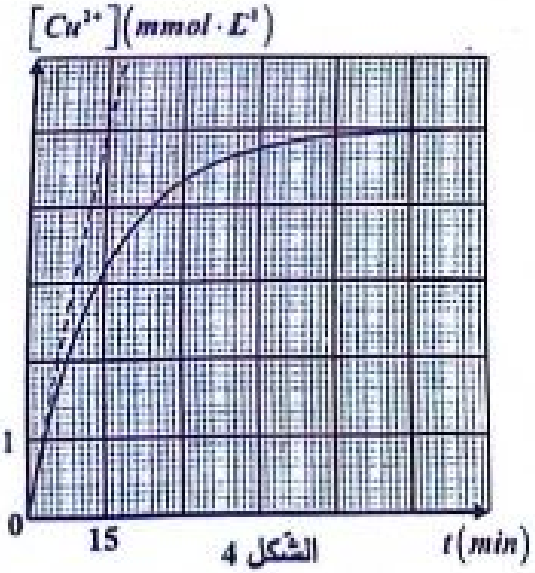
التّمرين الثّالث:(06 نقاط)

يهدف هذا التّمرين إلى الدّراسة الحركيّة لتفاعل أكسدة-إرجاع واشتغال عمود.

أولا: الدّراسة الحركيّة لتفاعل أكسدة-إرجاع

تعطى: الكتلة المولية للنحاس: $M(\mathrm{Cu}) = 63,5\,g\cdot mol^{-1}$

في اللّحظة $t=0$، نضع في بيشر محلولا عديم اللّون لنترات الفضّة $\left(Ag^+(aq)+NO_3^-(aq)\right)$ حجمه $V=100\,mL$ وتركيزه المولي c ثُمّ نغمس فيه سلكا من النّحاس النّقي كتلته $m=6,35\,g$. نلاحظ تلوّن المحلول تدريجيّا باللّون الأزرق وظهور شعيرات من الفضّة على السّلك النّحاسي.



الشّكل 4

يُنمذج التّحول الكيميائي الحادث بتفاعل كيميائي معادلته:

$$\mathrm{Cu}(s)+2\,\mathrm{Ag}^+(aq)=\mathrm{Cu}^{2+}(aq)+2\,\mathrm{Ag}(s)$$

1. على ماذا يدُلّ ظهور اللّون الأزرق؟

2. المتابعة الزّمنيّة لهذا التّفاعل الكيميائي مكّنتنا من الحصول على المنحنى البياني المُمثِّل لتطوّر التّركيز المولي لشوارد النّحاس الثّنائي بدلالة الزّمن $[Cu^{2+}]=f(t)$ (الشّكل 4).

1.2. صنّف التّحوّل من حيث المدّة الزّمنيّة المستغرقة لحدوثه.

2.2. أنشِئ جدولا لتقدّم التّفاعل الحادث.

3.2. حَدِّدْ قيمة التّقدّم النّهائي للتّفاعل ثُمّ استنتج المتفاعل المحد.

3. احْسُبْ السّرعة الحجميّة للتّفاعل في اللّحظة $t=0$.

ثانيا: اشتغال عمود

إنّ التّغيّر في الطّاقة الدّاخلية لجملة كيميائيّة خلال تفاعل أكسدة-إرجاع بتحويل إلكتروني مباشر لا يمكن الاستفادة منه عمليّا، لذلك نلجأ إلى تحقيق تحويل إلكتروني غير مباشر في الأعمدة الكهروكيميائيّة.

معطيات:

- ثابت التّوازن الكيميائي للتّفاعل الحادث $\mathrm{Pb}^{2+}(aq)+\mathrm{Sn}(s)=\mathrm{Pb}(s)+\mathrm{Sn}^{2+}(aq)$ هو $K=2,18$؛
- الكتلة المولية للرّصاص: $M(\mathrm{Pb}) = 207,2\,g\cdot mol^{-1}$.

نُحقّق عند درجة حرارة $25^{\circ}C$ عمودا كهروكيميائيا يتشكّل من نصفين:

- النّصف الأول: صفيحة من الرّصاص Pb مغمورة في محلول نترات الرّصاص $\left(Pb^{2+}(aq)+2NO_3^-(aq)\right)$ حجمه $V_1=50mL$ وتركيزه المولي بشوارد الرّصاص $\left[Pb^{2+}\right]=3\times10^{-2}mol\cdot L^{-1}$.
- النّصف الثّاني: صفيحة من القصدير Sn مغمورة في محلول نترات القصدير $\left(Sn^{2+}(aq)+2NO_3^-(aq)\right)$ حجمه $V_2=50mL$ وتركيزه المولي بشوارد القصدير $\left[Sn^{2+}\right]=2\times10^{-2}mol\cdot L^{-1}$.

توصل نصفي العمود عن طريق جسر ملحي يحتوي على محلول نترات البوتاسيوم $\left(K^+(aq)+NO_3^-(aq)\right)$، ونربط بين طرفي العمود المتشكّل ناقلا أوميّا وقاطعة K.

نغلق القاطعة K في اللّحظة $t=0$، فيسري في الدّارة تيار كهربائي شدّته ثابتة.

1. احسب كسر التّفاعل الابتدائي $Q_{r,i}$.
2. استنتج جهة التطوّر التّلقائي للجملة الكيميائيّة أثناء اشتغال العمود.
3. اكتب المعادلتين النّصفيتين للتّفاعلين الحادثين بجوار المسريين.
4. أعط الرّمز الاصطلاحي لهذا العمود.
5. بعد مدّة زمنية Δt من اشتغال العمود يصبح:

$\left[Pb^{2+}\right]=1,572\times10^{-2}mol\cdot L^{-1}$ و $\left[Sn^{2+}\right]=3,428\times10^{-2}mol\cdot L^{-1}$

1.5. احسب قيمة كسر التفاعل Q_r في هذه اللّحظة.

2.5. هل يستمر اشتغال العمود بعد مرور هذه المدّة الزّمنية؟ برّر إجابتك.

الجزء الثّاني: (06 نقاط)

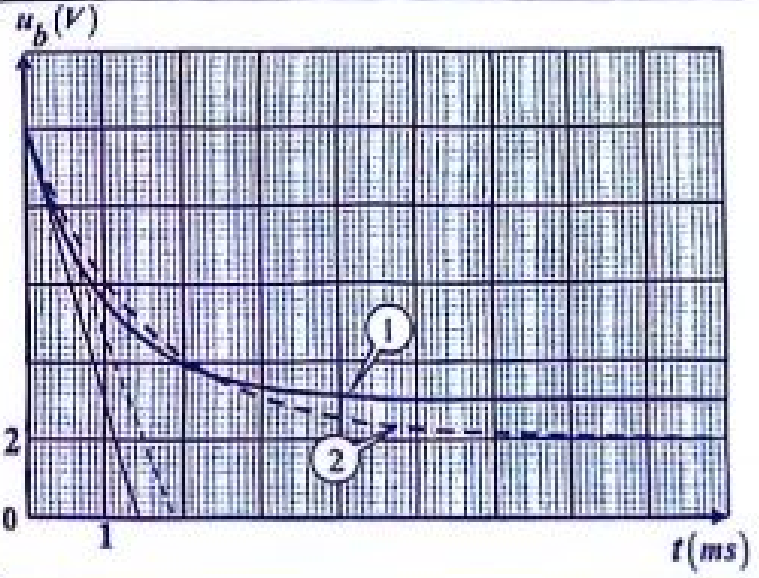
التّمرين التّجريبي:(06 نقاط)

يهدف هذا التّمرين إلى إبراز تأثير ذاتيّة وشيعة على مدّة بلوغ النّظام الدّائم.

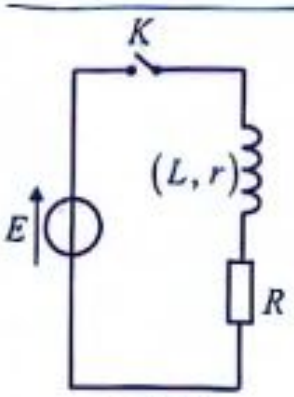
الوثيقة 01: الوسائل الضّرورية

- مولد توتّر كهربائي مثالي قوّته المحرّكة الكهربائيّة E
- ناقل أومي مقاومته $R_1=70\Omega$
- ناقل أومي مقاومته $R_2=80\Omega$
- وشيعة ذاتيتها L_1 ومقاومتها $r_1=30\Omega$
- وشيعة ذاتيتها L_2 ومقاومتها $r_2=20\Omega$
- أسلاك توصيل
- قاطعة K
- تجهيز التّجريب المدعّم بالحاسوب

الوثيقة 02: تطوّر $u_b(t)$ التوتّر بين طرفي الوشيعة التحريضيّة



1. نُحقّق دارة كهربائيّة كما في الشّكل 5.



الشّكل 5

نغلق القاطعة K في اللّحظة $t=0$.

1.1. أعد رسم الدّارة الكهربائيّة مبيّنا عليها جهة التيّار وأسهم مختلف التّوتّرات الكهربائيّة.

2.1. بتطبيق قانون جمع التّوتّرات، جِد المعادلة التفاضليّة الّتي تُحقّقها $i(t)$ شدّة التيّار المار في الدّارة.

3.1. تقبلُ المعادلة التّفاضليّة حلاً من الشّكل: $i(t)=I_0\left(1-e^{-\frac{1}{\tau}\cdot t}\right)$ ،

حيث: I_0 الشدّة العظمى للتيّار الكهربائي المار في الدّارة و τ ثابت الزّمن.

بيّن أنّ التوتّر الكهربائي بين طرفي الوشيعة يكتب بالعبارة: $u_b(t)=I_0\left(r+Re^{-\frac{1}{\tau}\cdot t}\right)$

2. بغرض إبراز تأثير ذاتيّة وشيعة على مدّة بلوغ النّظام الدّائم في دارة RL على التّسلسل، نتابع تطوّر $u_b(t)$ التّوتّر الكهربائي بين طرفي الوشيعة التّحريضيّة للدّارة السّابقة (الشّكل 5) باستعمال الوسائل المذكورة في الوثيقة01 وهذا بإنجاز التّجربتين 01 و 02 المواليتين:

	الوشيعة	النّاقل الأومي	المولد
التّجربة رقم 01	$b_1(L_1\ ,\ r_1=30\Omega)$	$R_1=70\,\Omega$	E(V)
التّجربة رقم 02	$b_2(L_2\ ,\ r_2=20\Omega)$	$R_2=80\,\Omega$	E(V)

نغلق القاطعة K في لحظة نعتبرها مبدأ للأزمنة $t=0$ في كلّ تجربة، ونتابع تطوّر التوتّر $u_b(t)$ بين طرفي الوشيعة عن طريق تجهيز التّجريب المدعّم بالحاسوب $(ExAO)$ فنتحصّل على المنحنيين ① و ② (الوثيقة 02).

1.2. اشرح معتمدا على الوثيقة 02، كيف يتطوّر $u_b(t)$ التوتّر بين طرفي الوشيعة.

2.2. هل نتحصّل على نفس شدّة التيّار الكهربائي في النّظام الدّائم في التّجربتين؟ علّل.

3.2. المنحنى① يوافق $u_{b_1}(t)$ (التجربة رقم 01). علّل.

4.2. حدّد بيانيا قيمة كلّ من:

- E القوّة المحرّكة الكهربائيّة للمولّد.
- ثابتي الزّمن τ_1 (التّجربة رقم 01) و τ_2 (التّجربة رقم 02).

5.2. استنتج قيمتي L_1 و L_2.

6.2. برّر سبب تأخّر بلوغ النّظام الدّائم في التّجربة رقم 02 عن التّجربة رقم 01.

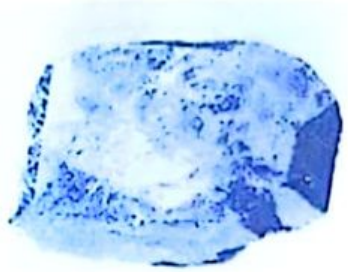
انتهى الموضوع الأول

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع على (05) صفحات (من الصّفحة 6 من 10 إلى الصّفحة 10 من 10)

الجزء الأول: (14 نقطة)

التّمرين الأول: (04 نقاط)



صخرة المونازايت

الثّوريوم عنصر معدنيّ مشعّ رمزه الكيميائي Th وعدده الشّحني 90، يحتلّ المرتبة التّاسعة والثّلاثين من حيث نسبة تواجده في القشرة الأرضيّة. توجد أكبر التّرسبات لأكسيد الثّوريوم في صخور المونازايت. للثّوريوم عدّة نظائر منها الثّوريوم 232 وهو نظير طبيعي مشعّ نصف عمره حوالي 14 مليار سنة، فهو النّظير الأول في عائلته الإشعاعيّة.

يهدف هذا التّمرين إلى دراسة بعض الخواص الإشعاعيّة لعنصر الثّوريوم.

معطيات:

- زمن نصف عمر اليورانيوم 234: $t_{1/2}\left(^{234}_{92}U\right) = 2,455\times10^{5}\,ans$ ؛
- $1u = 931,5\,MeV/c^2$ ؛ $m(^{1}_{0}n) = 1,00866u$ ؛
-

النّظير	$^{233}_{92}U$	$^{137}_{54}Xe$	$^{94}_{38}Sr$
الكتلة (u)	233,03963	136,91156	93,91536

1. الثّوريوم 232 والانشطار النّووي

1.1. نقذف نواة الثّوريوم 232 بنيترون فينتج النّظير $^{A}_{Z}X$ وفق معادلة التّفاعل التّالي:

$$^{232}_{90}Th + ^{1}_{0}n = ^{A}_{Z}X \quad \ldots\ldots (1)$$

1.1.1. عرّف تفاعل الانشطار النّووي.

2.1.1. هل التّفاعل رقم (1) هو تفاعل انشطار نوويّ؟ برّر إجابتك.

3.1.1. أكمل المعادلة رقم (1).

2.1. يتفكّك النّظير $^{A}_{Z}X$ بدوره تفكّكين متتاليين ومتماثلين، فينتج النّظير $^{233}_{92}U$.

ينشطر اليورانيوم $^{233}_{92}U$ عند قذفه بنيترون وفق المعادلة التّالية:

$$^{233}_{92}U + ^{1}_{0}n = ^{137}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 3^{1}_{0}n \quad \ldots\ldots (2)$$

احسب الطّاقة المتحرّرة عن انشطار النّواة $^{233}_{92}U$.

2. الثّوريوم 230 والتّأريخ

ينتج الثّوريوم 230 عن تفكّك اليورانيوم 234 ويتواجد النّظيران السّابقان في التّرسبّات البحريّة في المحيطات والبحار.

تستخدم النّسبة بين النّظيرين في تحديد عمر الصّخور والتّرسبّات البحريّة.

1.2. اكتب معادلة تفكّك اليورانيوم 234 وحدّد نمط التّفكّك الحادث.

2.2. تحتوي عيّنة من صخرة مرجانيّة في اللّحظة t على عدد من أنوية الثّوريوم 230 $N(^{230}_{90}Th)$ وعدد من أنوية اليورانيوم 234 $N(^{234}_{92}U)$ ، علما أنّ أنوية الثّوريوم 230 $N(^{230}_{90}Th)$ تنتج فقط عن تفكّك أنوية اليورانيوم 234 المتواجدة في الصّخرة.

1.2.2. نذكّر بقانون التّناقص الإشعاعي.

2.2.2. بيّن أنّ النّسبة بين عدد أنوية الثّوريوم 230 $N(^{230}_{90}Th)$ إلى عدد من أنوية اليورانيوم 234 $N(^{234}_{92}U)$ تعطى بالعبارة: $\frac{N(^{230}_{90}Th)}{N(^{234}_{92}U)} = e^{\lambda t} - 1$

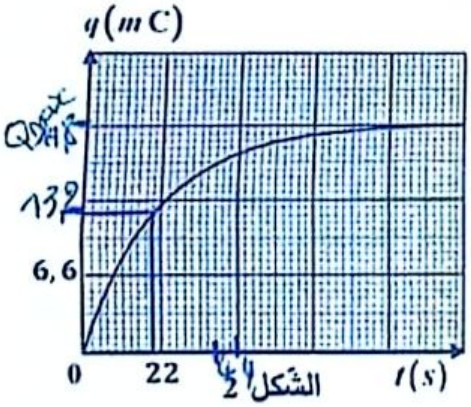
3.2.2. احسب عمر الصّخرة المرجانيّة من أجل: $\frac{N(^{230}_{90}Th)}{N(^{234}_{92}U)} = \frac{3}{4}$

التّمرين الثّاني: (04 نقاط)

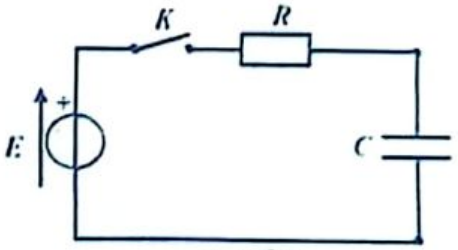
تستخدم المكثّفات في عدّة أجهزة كهربائيّة بسبب قدرتها على تخزين الطّاقة الكهربائيّة منها أجهزة الإنذار المتعلّقة بفتح وغلق الأبواب.

تتكوّن الدّارة الكهربائيّة المُبيّنة في **الشّكل 1** من مكثّفة سعتها $C = 2,2\,mF$ غير مشحونة، ناقل أومي مقاومته R ومولّد توتّر ثابت قوّته المحرّكة الكهربائيّة E . نربط الدّارة بجهاز $ExAO$ (التّجريب المدعّم بالحاسوب) لمعاينة تطوّر الشّحنة الكهربائيّة $q(t)$ للمكثّفة بدلالة الزّمن.

في لحظة $t = 0$ نغلق القاطعة، فنتحصّل على المنحنى المبيّن في **الشّكل 2**.



الشّكل 2



الشّكل 1

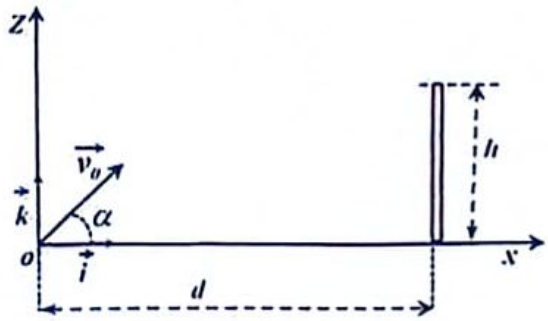
1. أعد رسم الدّارة الكهربائيّة (**الشّكل 1**) ومثّل عليها اتّجاه مرور التيّار الكهربائي والتّوتّرات الكهربائيّة بأسهم.
2. بتطبيق قانون جمع التّوتّرات، بيّن أنّ المعادلة التّفاضليّة الّتي تحقّقها الشّحنة $q(t)$ للمكثّفة تكتب كما يلي:
$a\frac{dq(t)}{dt} + q(t) - b = 0$ حيث: a و b ثابتين يطلب إيجاد عبارة كلّ منهما وإعطاء مدلولهما الفيزيائي.
3. تأكّد أنّ المعادلة الزمنيّة لتطوّر الشّحنة $q(t) = b(1 - e^{-\frac{t}{a}})$ هي حلّ المعادلة التفاضليّة.
4. استنتج بيانيا قيمة τ ثابت الزّمن للدّارة.
5. اكتب عبارة الطّاقة المخزّنة في المكثّفة خلال عمليّة الشّحن بدلالة $q(t)$ و C ، ثمّ احسب قيمتها عندما تبلغ شحنة المكثّفة 89% من شحنتها الأعظميّة.
6. تتحكم الدّارة السّابقة في تشغيل جهاز إنذار لثلاّجة حيث تصدر صوتا عند بقاء بابها مفتوحا لمدّة معيّنة، فبمجرد فتح باب الثلاّجة تشحن المكثّفة وعندما يبلغ التّوتّر بين طرفيها 8V يصدر جهاز الإنذار صوتا مُنبّهًا.
بالاعتماد على المنحنى البياني (**الشّكل 2**)، جد المدّة الزّمنيّة Δt القصوى الّتي تسمح بفتح باب الثلاّجة دون انطلاق صفّارة الإنذار.

التّمرين الثّالث :(06 نقاط)

خلال مقابلة لكرة القدم قام لاعب بتنفيذ ضربة جزاء، حيث وضع الكرة في موضع التّنفيذ O مبدأ المعلم $(O,\vec{i},\vec{k})$ في لحظة نعتبرها مبدأ للأزمنة $t=0$ وقذفها بسرعة ابتدائيّة شعاعها $\vec{v_0}$، حاملها يصنع مع الأفق زاوية $\alpha=64^\circ$ وقيمتها $12\,m\cdot s^{-1}$ (الشّكل 3).

معطيات:

- تأثير الهواء مهمل؛
- شدّة شعاع حقل الجاذبيّة الأرضيّة: $g=9,80\,m\times s^{-2}$؛
- كتلة الكرة: $m=450g$ ؛ $cos(64°)=0,44$ ؛
- ارتفاع قائم المرمى: $h=2,44\,m$ ؛
- بُعد نقطة تنفيذ ضربة الجزاء عن خط المرمى: $d=11\,m$.



الشّكل 3

1. دراسة حركة مركز عطالة الكرة

نعتبر الكرة نقطة ماديّة مركز عطالتها G.

1.1. بتطبيق القانون الثّاني لنيوتن على G مركز عطالة الكرة في مرجع مناسب:

1.1.1. جد العبارة الشعاعيّة $\vec{a}_G$ لتسارع مركز عطالة الكرة في المعلم $(O,\vec{i},\vec{k})$.

2.1.1. اكتب المعادلتين الزّمنيّتين $x(t)$ و $z(t)$ لحركة مركز عطالة الكرة.

3.1.1. بيّن أنّ معادلة مسار مركز عطالة الكرة تعطى بالعبارة:

$$z(x)=-0,176\,x^2+2,05\,x$$

2.1. نسمّي A الموضع الّذي تَعْبُر من خلاله الكرة المستوي الشّاقولي المحصور بين قائم المرمى والعارضة الأفقيّة.

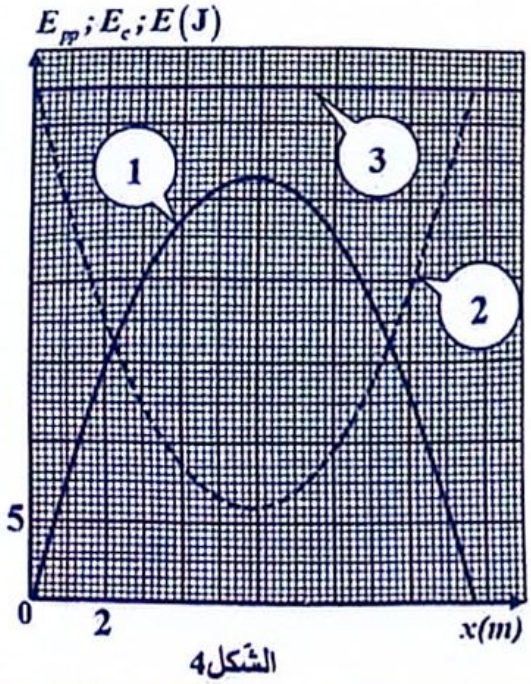
1.2.1. حدّد الشرطين اللّذين تحقّقهما احداثيتي النّقطة $A(x_A,z_A)$ لكي يسجّل الهدف مباشرة.

2.2.1. باستغلال المعطيات السّابقة، هل يمكن تسجيل الهدف؟

2. الدّراسة الطّاقويّة

نعتبر الجملة (كرة + أرض) ونختار مرجع الطّاقة الكامنة الثّقالية المستوي الأفقي المنطبق على أرضية الملعب $(E_{PP}=0)$.

يمثّل الشّكل 4 منحنيات E_c الطّاقة الحركيّة، E_{pp} الطاقة الكامنة الثّقاليّة والطّاقة الكليّة للجملة $E=E_c+E_{pp}$.



الشّكل4

1.2. ارفق كل منحنى من منحنيات الطّاقة (الشّكل 4) بشكل الطّاقة الموافقة له مع التّعليل.

2.2. بيّن أنّ طاقة الجملة (كرة + أرض) محفوظة.

3.2. اعتمادا على المنحنيات البيانيّة (الشّكل 4)، جد احداثيتي نقطة الذّروة $S(x_S,z_S)$ أعلى نقطة تصلها الكرة.

4.2. حدّد بيانيا قيمة الطّاقة الحركيّة للكرة عند مرورها بنقطة الذّروة S، ثمّ استنتج سرعة مرورها بهذه النّقطة.

الجزء الثّاني: (06 نقاط)

التّمرين التّجريبي: (06 نقاط)

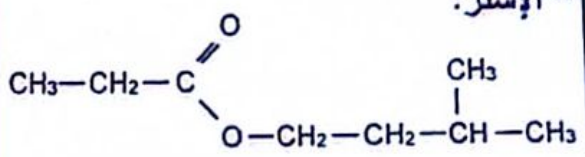
مُعَطِّرُ المشمش، إستر عضوي كثير الاستعمال في الصّناعات الغذائيّة حيث يدخل في صناعة العصائر والمثلّجات والبسكويت والحلويات...، يتميّز بتحمّله لدرجة حرارة كبيرة عند الطّبخ ودرجة برودة عند التّجميد.

يهدف التّمرين إلى دراسة:

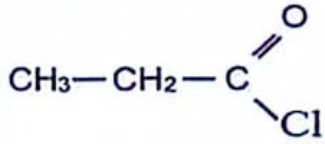
- **تحضير إستر وتحسين مردوده.**
- **تأثير عملية تخفيف محلول على نسبة التقدّم النّهائي وثابت الحموضة.**

الوثيقة 01: الصّيغ الجزيئيّة المفصّلة

- **الإستر:**



- **كلور البروبانويل:**



الوثيقة 02: الوسائل الضّروريّة

- حمض عضوي
- كحول
- حمض الكبريت المركّز
- حجر الخفان
- دورق كروي (بالون)
- مبرّد
- حامل
- مقعد ذو رافعة
- مسخّن كهربائي

معطيات:

- كلّ المحاليل مأخوذة عند $25^{\circ}C$ ونهمل التّفكك الذّاتي للماء؛
- الكتل المولية الذرية: $M(C)=12\,g\cdot mol^{-1}$ ؛ $M(O)=16\,g\cdot mol^{-1}$ ؛ $M(H)=1\,g\cdot mol^{-1}$

أولا: تحضير إستر وتحسين مردوده

لتحضير $0{,}134\,mol$ من مُعَطِّر المشمش (إستر) مخبريّا، نجري التّسخين المرتد تحت درجة حرارة ثابتة لـ $14{,}8\,g$ من حمض عضوي مع $0{,}2\,mol$ من كحول، في وجود قطرات من حمض الكبريت المركّز وحبّات من حجر الخفان.

1. ارسم بالاعتماد على **الوثيقة 02**، شكلا تخطيطيّا يجسّد تحضير الإستر عن طريق التّسخين المرتدّ.
2. استخرج اعتمادا على **الوثيقة 01**، الصّيغة الجزيئيّة نصف المفصّلة لكل من الحمض العضوي والكحول.
3. اكتب معادلة التّفاعل الكيميائي المنمذج للتّحول الحادث، واذكر خصائصه.
4. اذكر سببا يُبَيِّنُ أنّ حمض الكبريت المركّز المستعمل في تحضير الإستر يلعب دور وسيط.
5. احسب كميّة مادة الحمض العضوي المستعملة وقارنها بكمية مادّة الكحول. ماذا تستنتج؟
6. احسب مردود التّفاعل.
7. لتحسين مردود تفاعل الأسترة الحادث يمكن استبدال الحمض العضوي بكلور البروبانويل **(الوثيقة 01)**.
   1.7. اكتب المعادلة الكيميائيّة للتّفاعل المنمذج للتّحول.

2.7. اذكر خصائص التّفاعل. ملاعب

8. اقترح طريقة أخرى لتحسين مردود تصنيع الإستر المدروس. نزع أحد النواتج

ثانيا: تأثير التّخفيف على نسبة التقدّم النّهائي وثابت الحموضة

نحضّر باستعمال الحمض العضوي السّابق محلولين مائيّين مخفّفين (S_1) و (S_2) بنفس الحجم وتركيزين موليّين مختلفين. نقيس قيمة pH المحلولين ونضع النّتائج في الجدول الآتي:

المحلول	التركيز المولي $c\left(mol\cdot L^{-1}\right)$	pH	τ_f	k_a
(S_1)	$1,0\times10^{-2}$	3,44		
(S_2)	$1,0\times10^{-3}$	3,96		

1. اكتب معادلة انحلال الحمض العضوي في الماء.

2. تُعطى عبارة ثابت الحموضة k_a بالعلاقة التالية: $k_a=\dfrac{c\,\tau_f^2}{1-\tau_f}$

حيث: τ_f نسبة التّقدم النّهائي و c التّركيز المولي للمحلول الحمضي.

أكمل الجدول أعلاه.

3. استنتج تأثير c التّركيز المولي الابتدائي للمحلول الحمضي على قيمة كل من ثابت الحموضة k_a ونسبة التقدّم النّهائي للتفاعل τ_f

$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$

انتهى الموضوع الثاني