الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية

الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات
امتحان بكالوريا التعليم الثانوي — دورة: 2019
الشعبة: رياضيات، تقني رياضي
اختبار في مادة: العلوم الفيزيائية — المدة: 04 سا و 30 د

## على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

## الموضوع الأول

**يحتوي الموضوع الأول على 05 صفحات (من الصفحة 1 من 9 إلى الصفحة 5 من 9)**

### التمرين الأول: (04 نقاط)

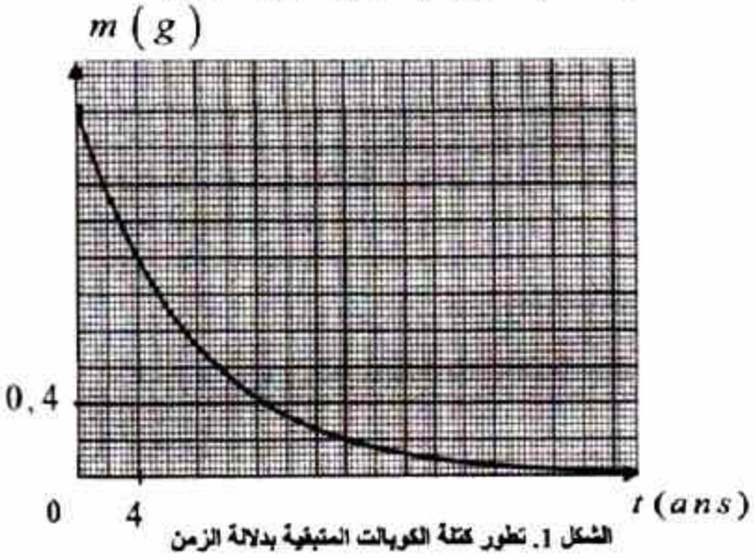
للنشاط الإشعاعي عدة استعمالات من بينها المجال الطبي حيث يستعمل في تشخيص مختلف الأمراض وعلاجها. من بين التقنيات المعتمدة في العلاج بالإشعاع النووي، قذف الورم السرطاني للمصاب بالإشعاع المنبعث من أنوية الكوبالت $^{60}_{27}Co$ قصد تدميره، تصبح العينة غير صالحة للاستعمال إذا تناقص نشاطها الإشعاعي $A(t)$ الى 25% من نشاطها الإشعاعي الابتدائي $A_0$ .

**يهدف هذا التمرين إلى دراسة النشاط الإشعاعي للكوبالت $^{60}_{27}Co$ .**

**المعطيات:**

- ثابت أفوغادرو $N_A = 6,023\times10^{23}\,mol^{-1}$ ؛
- $1an = 365\,jours$ .

1. في اللحظة $t=0$، تم تحضير عيّنة من الكوبالت $^{60}_{27}Co$ كتلتها $m_0$ ونمط تفككه الإشعاعي $\beta^-$ .
   1.1. عرّف كل من النواة المشعّة، الإشعاع $\beta^-$ .
   2.1. اكتب معادلة التفكك النووي لنواة الكوبالت $^{60}_{27}Co$ محدّدا النواة الناتجة من بين النواتين $^{28}_{}Ni$ ، $^{26}_{}Fe$
2. يمثل المنحنى المبين في الشكل 1 تطور كتلة عيّنة الكوبالت المتبقية خلال الزمن $m = f(t)$ .



الشكل 1. تطور كتلة الكوبالت المتبقية بدلالة الزمن

   1.2. باستعمال قانون التناقص الإشعاعي $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ تأكد أنّ كتلة عيّنة الكوبالت المتبقية تكتب على الشكل: $m(t) = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$
   2.2. من الشكل 1 حدّد الكتلة $m_0$ للعينة الابتدائية للكوبالت.
   3.2. عرّف زمن نصف العمر $t_{1/2}$ واستنتج قيمته.

4.2. أثبت أن عبارة ثابت النشاط الإشعاعي $\lambda$ تكتب على الشكل $\lambda = \frac{ln2}{t_{1/2}}$ ثم احسب قيمته في جملة الوحدات الدولية $(S.I)$.

5.2. احسب $N_0$ عدد الأنوية المشعّة الابتدائية الموجودة في العيّنة عند اللحظة $t = 0$.

6.2. جِد قيمة النشاط الإشعاعي الابتدائي $A_0$.

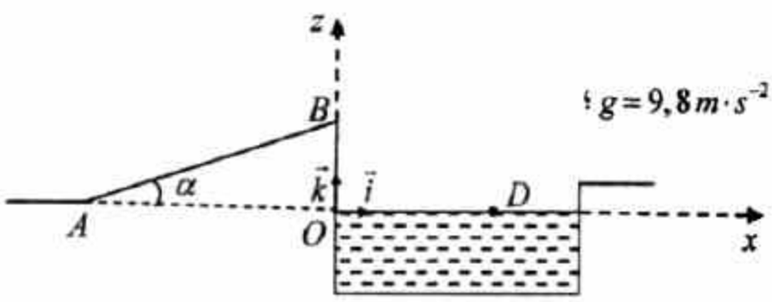
7.2. حدّد بيانياً المدة الزمنية التي من أجلها تصبح عيّنة الكوبالت $^{60}_{27}Co$ غير صالحة للاستعمال.

**التمرين الثاني: (04 نقاط)**

يوضح الشكل 2 مضمار القفز الطويل في الألعاب المائية، حيث يصل المتزحلق الى النقطة $A$ بداية المستوي المائل $AB$ ويواصل حركته إلى النقطة $B$ ليقفز في النهاية الى النقطة $D$ من سطح ماء لمسبح.

**المعطيات:**

- شدة شعاع حقل الجاذبية الأرضية: $g = 9,8\,m\cdot s^{-2}$؛
- كتلة المتزحلق $m = 80\,kg$.



الشكل 2. مضمار القفز الطويل في الألعاب المائية

1. يمُر المتزحلق (الرياضي + لوازمه) من النقطة $A$ بداية مستوي مائل $AB$ زاوية ميله $\alpha = 20°$ بسرعة $v_A = 10\,m\cdot s^{-1}$، يُواصل حركته وفق المسار $AB$ فيَصِلُ إلى النقطة $B$ بسرعة $v_B = 8\,m\cdot s^{-1}$.

1.1. بفرض أنّ قوى الاحتكاك وكل تأثيرات الهواء على المتزحلق مهملة.

1.1.1. أحص ومثل القوى الخارجية المطبقة على مركز العطالة $G$ للجملة {المتزحلق} خلال المسار $AB$.

2.1.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت أنّ المعادلة التفاضلية للسرعة $v(t)$ تكتب كما يلي:

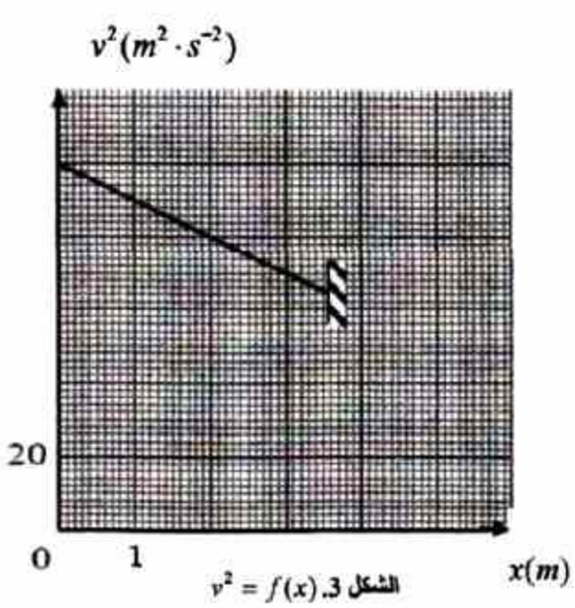
$$\frac{dv}{dt} + g\cdot sin\alpha = 0$$

3.1.1. احسب قيمة التسارع $a_G$ خلال المسار $AB$.

2.1. الدراسة التجريبية لحركة المتزحلق مكنّت باستعمال برمجية مناسبة من رسم البيان $v^2 = f(x)$ الشكل 3.

حيث: $x$ يمثل المسافة المقطوعة وفق المستوي المائل.

بتوظيف بيان الشكل 3:



الشكل 3. $v^2 = f(x)$

1.2.1. عيّن طول مسار المستوي المائل $AB$.

2.2.1. جِد التسارع التجريبي $a'_G$ لمركز عطالة المتزحلق، هل قيمتي التسارعين $a_G$ و $a'_G$ متساويين؟

3.2.1. إذا كان الجواب بـ: "لا"، ضع تخمينا لذلك واحسب المقدار الفيزيائي المميّز لهذا التخمين.

2. يغادر المتزحلق الموضع $B$ بسرعة $v_B$ عند لحظة نعتبرها مبدأ للأزمنة $t=0$ ليسقط في نقطة $D$ من سطح ماء المسبح، أنظر الشكل 2.

1.2. بيّن أن معادلة مسار حركة مركز عطالة المتزحلق في المعلم $(O,\vec{i},\vec{k})$ الذي يعتبر عطاليا تكتب على الشكل: $z=ax^2+bx+c$ محدّدا عبارات الثوابت $a$، $b$ و $c$ وقيمة ارتفاع المستوي المائل $z_0=OB$.

2.2. احسب المسافة الأفقية $OD$.

## التمرين الثالث: (06 نقاط)

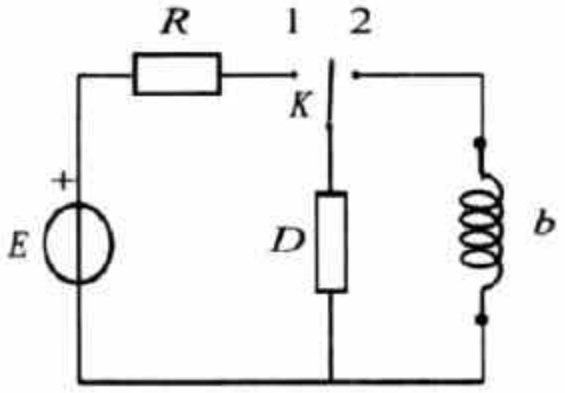
يعتمد تشغيل انارة سلالم العمارات على دارات كهربائية تحتوي مصابيح ومؤقتة تنظم وتتحكم في مدة اشتعال المصابيح.

**يهدف هذا التمرين إلى دراسة ثنائيات قطب واهتزاز جملة كهربائية.**

1. احدى هذه الدارات الكهربائية التي تتحكم في المؤقتة

مُبيّنة في الشكل 4 والتي تتكوّن من:

- مولد كهربائي توتره ثابت $E$.
- ناقل أومي مقاومته $R=100\ \Omega$.
- ثنائي قطب $D$ مجهول يمكن أن يكون: ناقل أومي، مكثفة أو وشيعة.
- وشيعة $b$ ذاتيتها $L$ ومقاومتها $r$ مهملة.
- بادلة $K$ وأسلاك توصيل.



الشكل 4

1.1. نضع البادلة في الوضع (1) عند اللحظة $t=0$، نعاين بواسطة برمجية مناسبة التطور الزمني لشدة التيار الكهربائي $i=f(t)$ المار بالدارة الكهربائية كما هو موضح في الشكل 5.

1.1.1. حدّد طبيعة ثنائي القطب $D$ مع التعليل.

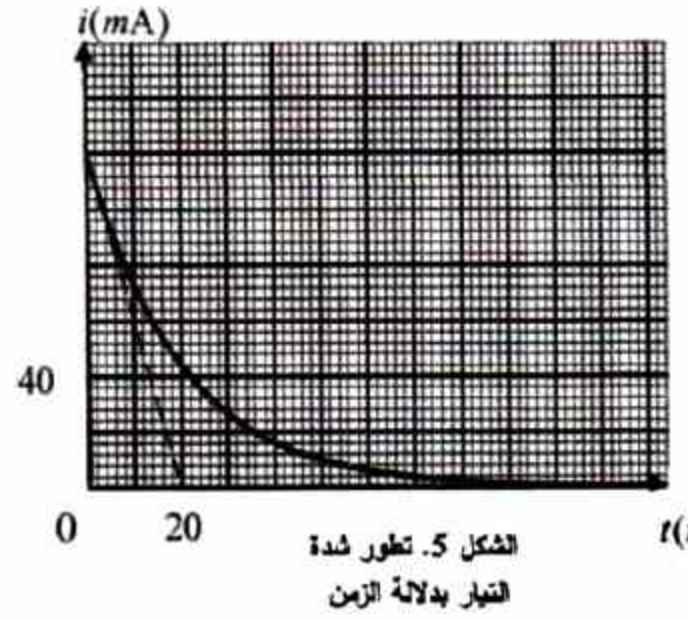
2.1.1. كم يكون التوتر الكهربائي الأعظمي $U_{D_{max}}$ بين طرفي ثنائي القطب $D$؟

2.1. نعتبر الآن أنّ ثنائي القطب $D$ مكثفة سعتها $C$.

1.2.1. تأكد أنّ المعادلة التفاضلية للتوتر $u_C$ بين طرفي المكثفة تكتب على الشكل الآتي:

$\frac{du_C}{dt}+A\cdot u_C=B$ حيث: $A$ و $B$ ثابتين.

جد العبارة الحرفية لكل من الثابتين $A$ و $B$.



الشكل 5. تطور شدة التيار بدلالة الزمن

2.2.1. المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي $u_C$ تقبل إحدى الحلول الآتية:

$u_C = E(1-e^{-t/RC})$ ، $u_C = E\cdot e^{-t/RC}$ ، $u_C = CE(1-e^{-t/RC})$. حدّد الحلّ المناسب مع التعليل.

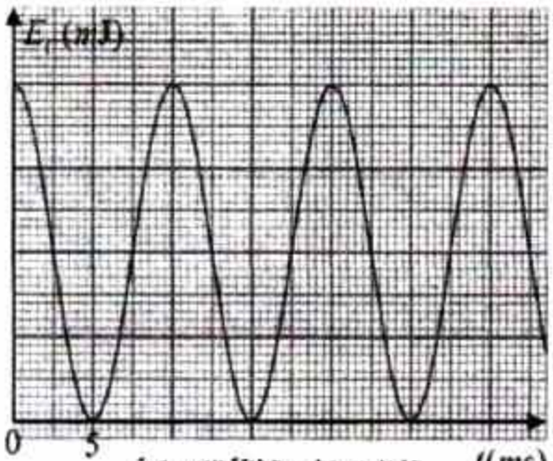
3.2.1. جد قيمة كل من: ثابت الزمن $\tau$، سعة المكثفة $C$.

2. عندما يبلغ التوتر الكهربائي $u_C$ بين طرفي المكثفة قيمته العظمى $U_{C_{max}}$، نضع البادلة في الوضع (2) في لحظة نعتبرها مبدأ للأزمنة $t=0$.

1.2. بتطبيق قانون جمع التوترات، جِد المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة الكهربائية $q(t)$ للمكثفة.

2.2. إنّ حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل: $q(t)=Q_0\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$ حيث $Q_0$ تمثل الشحنة الأعظمية للمكثفة، $T_0$ الدور الذاتي لاهتزازات الدارة الكهربائية و $\varphi$ الصفحة الابتدائية. جِد العبارة الحرفية لكل من الثابتين $Q_0$ و $T_0$.

3.2. الدراسة الطاقوية مكنتنا من تمثيل تطور الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة بدلالة الزمن $E_C = g(t)$ كما يوضحه الشكل 6.



الشكل 6. تطور الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة بدلالة الزمن

1.3.2. باستعمال المنحنى $E_C = g(t)$،

تأكد من أن الوشيعة صافية $(r=0)$.

2.3.2. احسب الطاقة الكهربائية العظمى $E_{C_{max}}$ المخزنة في المكثفة.

3.3.2. عيّن بيانيا قيمة الدّور الذاتي $T_0$ للدارة المهتزة ثم استنتج قيمة الذاتية $L$ للوشيعة.

**التمرين التجريبي: (06 نقاط)**

توجد الإسترات العضوية في مختلف الصناعات الغذائية، النسيجية، العطرية... إلخ، من بينها إيثانوات الإيثيل ذو الصيغة الكيميائية $CH_3COOC_2H_5$.

**يهدف هذا التمرين إلى تحضير إيثانوات الإيثيل في المخبر انطلاقا من تفاعل حمض عضوي وكحول.**

**المعطيات:** $M(CH_3COOC_2H_5) = 88\ g\cdot mol^{-1}$

1. نشكل مزيج متساوي المولات من حمض عضوي $(A)$ وكحول $(B)$ بإضافة قطرات من حمض الكبريت المركز عند درجة حرارة ثابتة $100^0C$ لاصطناع إيثانوات الإيثيل.

1.1. حدّد الصيغة الجزيئية نصف المفصلة مع التسمية لكل من الحمض العضوي $(A)$ والكحول $(B)$.

2.1. اكتب معادلة التفاعل الحادث بين كل من الحمض $(A)$ والكحول $(B)$، اذكر خصائصه.

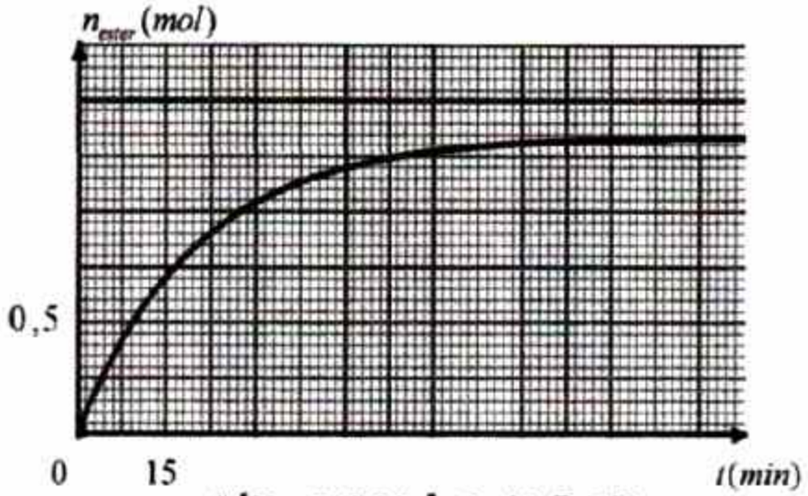
3.1. اختر قيمة ثابت التوازن $K$ لهذا التحوّل من بين القيم الآتية: $K=4$، $K=2,25$، $K=10^{-3}$ مع التعليل.

4.1. إنّ متابعة كمية مادة الإستر المتشكل في التحول السابق مكنّت من الحصول على الشكل 7 الذي يمثل تطور كمية مادة الإستر المتشكل في المزيج بدلالة الزمن $n_{ester} = f(t)$.

بالاعتماد على الشكل 7:

1.4.1. بيّن أنّ الكمية الابتدائية للمتفاعلين:

$n_0(A) = n_0(B) = 2mol$.



الشكل 7. تطور كمية مادة الإستر بدلالة الزمن

2.4.1. استنتج مردود التفاعل $r\%$.

5.1. أذكر طريقتين يمكن من خلالهما تحسين مردود هذا التفاعل.

2. نأخذ كتلة $m$ من الإستر السابق ونضعها في حجم $V = 100\,mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم $\left(Na^+(aq) + HO^-(aq)\right)$ تركيزه المولي $c = 10^{-2}\,mol\cdot L^{-1}$ وبالتسخين المرتد يحدث التفاعل التام المنمذج بالمعادلة الآتية:

$$CH_3COOC_2H_5(\ell) + HO^-(aq) = CH_3COO^-(aq) + C_2H_5OH(\ell)$$

إنّ المتابعة الزمنية لهذا التفاعل سمحت بحساب التركيز المولي لشوارد الهيدروكسيد $\left[HO^-(aq)\right]$ في الوسط التفاعلي في لحظات مختلفة والمسجّلة في الجدول الآتي:

| $t(min)$ | 0 | 5 | 10 | 30 | 50 | 70 | 90 | 110 | 120 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\left[HO^-\right] mmol\cdot L^{-1}$ | 10,00 | 8,00 | 6,00 | 2,50 | 1,00 | 0,40 | 0,10 | 0,04 | 0,04 |
| $x(mmol)$ | | | | | | | | | |

1.2. اقترح طريقة تمكّننا من المتابعة الزمنية لهذا التحول الكيميائي.

2.2. أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل.

3.2. أثبت أنّ عبارة تقدم التفاعل $x(t)$ تعطى بالعلاقة الآتية: $x(t) = 10^{-3} - 0{,}1\times\left[HO^-\right]$ حيث $x$ بـ $(mol)$.

4.2. أكمل الجدول السابق ثم ارسم منحنى تطور تقدم التفاعل بدلالة الزمن $x = f(t)$.

5.2. عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم حدّد قيمته.

6.2. احسب السرعة الحجمية للتفاعل $v_{VOL}$ عند اللحظتين $t = 0$ و $t = 70\,min$، كيف تتطور هذه السرعة؟

انتهى الموضوع الأول

## الموضوع الثاني

**يحتوي الموضوع الثاني على 04 صفحات (من الصفحة 6 من 9 إلى الصفحة 9 من 9)**

**التمرين الأول: (04 نقاط)**

يُعتبر البلوتونيوم من المعادن الثقيلة غير الطبيعية والذي يتم الحصول عليه في المفاعلات النووية إنطلاقا من اليورانيوم 238. تضم عائلة البلوتونيوم أكثر من 15 نظيرا من بينها البلوتونيوم 241.

نواة البلوتونيوم $^{241}_{94}Pu$ نواة انشطارية وذلك عند قذفها بنيترون كما أنها نواة مشعة تصدر جسيمات $\beta^-$ وإشعاعات $\gamma$.

**يهدف التمرين إلى دراسة تفكك نواة البلوتونيوم 241 وانشطارها.**

**المعطيات:**

$m_n = 1,00866\,u$ ; $m_p = 1,00728\,u$ ; $m\left(^{241}Pu\right) = 241,00514\,u$ ; $m\left(^{141}Cs\right) = 140,79352\,u$

$E_l\left(^{98}Y\right) = 832,91\,MeV$ ; $1u = 931,5\,MeV/c^2$ ; $N_A = 6,023\times10^{23}\,mol^{-1}$

| العنصر | اليورانيوم | النيبتونيوم | البلوتونيوم | الأميريكيوم |
|---|---|---|---|---|
| رمز النواة | $_{92}U$ | $_{93}Np$ | $_{94}Pu$ | $_{95}Am$ |

**1. دراسة تفكك نواة البلوتونيوم 241:**

1.1. عرّف كل من: نواة انشطارية، نواة مشعة.

2.1. أعط تركيب نواة البلوتونيوم 241.

3.1. اكتب معادلة التفكك الإشعاعي لنواة البلوتونيوم 241 باعتبار النواة البنت المتشكلة تكون في حالة إثارة.

4.1. فسّر إصدار نواة البلوتونيوم 241 لإشعاعات $\gamma$.

**2. انشطار نواة البلوتونيوم 241:**

يمكن نمذجة تفاعل الانشطار النووي بالمعادلة الآتية:

$$^{241}_{94}Pu + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{55}Cs + ^{98}_{39}Y + 3\,^{1}_{0}n$$

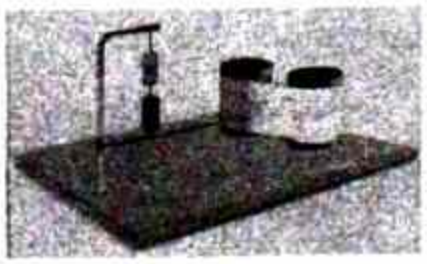
1.2. احسب طاقة الربط لكل من النواتين $^{241}_{94}Pu$ و $^{141}_{55}Cs$ ثم حدّد أيهما أكثر استقرار.

2.2. احسب الطاقة المحررة $E_{lib}$ من انشطار نواة البلوتونيوم 241.

3.2. مثل مخطط الحصيلة الطاقوية لتفاعل انشطار نواة البلوتونيوم 241.

4.2. احسب مقدار الطاقة المحررة $E'_{lib}$ عن انشطار $1g$ من البلوتونيوم 241.

**التمرين الثاني: (04 نقاط)**



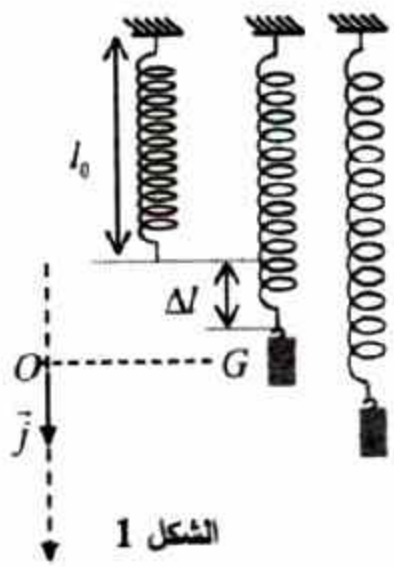
لقياس شدة الزلزال يستعمل راسم اهتزاز ميكانيكي والذي يحتوي على نواس مرن شاقولي.

**يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة مركز عطالة جسم صلب معلق بنابض مرن.**

**المعطيات:**

- تهمل جميع قوى الاحتكاك؛
- شدة شعاع حقل الجاذبية الأرضية $g = 9,8\,N\cdot kg^{-1}$
- $\pi^2 \approx 10$

يتكون نواس مرن شاقولي من جسم صلب $(S)$ كتلته $m = 25g$ ونابض مرن طوله وهو فارغ $l_0$ حلقاته غير متلاصقة مهمل الكتلة وثابت مرونته $k$ الشكل 1.



الشكل 1

لدراسة حركة مركز العطالة $G$ للجسم $(S)$، نختار معلما $(O,\vec{j})$ مرتبط بمرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا.

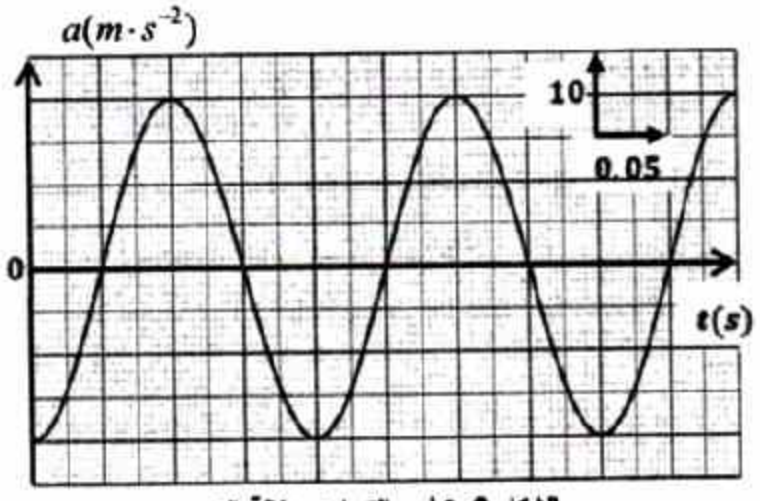
عند التوازن ينطبق $G$ مع النقطة $O$ مبدأ المعلم.

1. عبّر عن طول النابض $l_e$ عند التوازن بدلالة $g, k, l_0$ و $m$.

علما أن: $\Delta l_e = l_e - l_0$.

2. انطلاقا من وضع التوازن $O$، نزيح الجسم $(S)$ شاقوليا نحو الأسفل بمسافة $Y_m$ في الاتجاه الموجب ونحرره في اللحظة $t = 0$ دون سرعة ابتدائية.

يمثل الشكل 2 تطور التسارع $a$ لحركة مركز العطالة $G$ للجسم بدلالة الزمن $a = f(t)$.



الشكل 2. تطور التسارع بدلالة الزمن

1.2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، جِد المعادلة التفاضلية التي تحققها فاصلة المتحرك $y(t)$.

2.2. يكتب حل المعادلة التفاضلية السابقة على الشكل:

$$y(t) = Y_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$$

1.2.2. جِد عبارة الدور الذاتي $T_0$ بدلالة $m$ و $k$.

2.2.2. حدّد قيمة كل من $T_0$، $\varphi$ و $Y_m$.

3.2.2. استنتج قيمة ثابت مرونة النابض $k$.

**التمرين الثالث: (06 نقاط)**

الجزءان الأول والثاني مستقلان.

**الجزء الأول: دراسة تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء**

1. في درجة الحرارة $25°C$، نقيس $pH$ محاليل مائية لحمض الإيثانويك ذات تراكيز مولية $c$ مختلفة، فنجد النتائج المبينة في الجدول الآتي:

| رمز المحلول | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | $S_4$ |
|---|---|---|---|---|
| $c(mol\cdot L^{-1})$ | $1,0\times10^{-2}$ | $1,0\times10^{-3}$ | $1,0\times10^{-4}$ | $1,0\times10^{-5}$ |
| $pH$ | 3,4 | 3,9 | 4,4 | 4,9 |

1.1. اكتب معادلة التفاعل المنمذج لانحلال حمض الإيثانويك في الماء.

2.1. بالاستعانة بجدول التقدم، جد النسبة النهائية لتقدم التفاعل $\tau_f$ بدلالة $c$ و $pH$.

3.1. احسب قيمة $\tau_f$ من أجل المحلول $S_1$، ماذا تستنتج؟

4.1. من أجل المحاليل الحمضية الممددة $\left(c\le 5,0\times10^{-2}mol\cdot L^{-1}\right)$ يمكن اعتماد الفرضية التالية: تركيز الأساس المرافق للحمض المنحل في الماء مهمل مقارنة بتركيز المحلول $c$.

1.4.1. بيّن في هذه الحالة أنه يعبر عن $pH$ المحلول بالعلاقة التالية: $pH=\frac{1}{2}(pKa-logc)$

2.4.1. مثّل المنحنى البياني $pH=f(-logc)$.

3.4.1. استنتج القيمة العددية لثابت الحموضة $pKa$ للثنائية: $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$

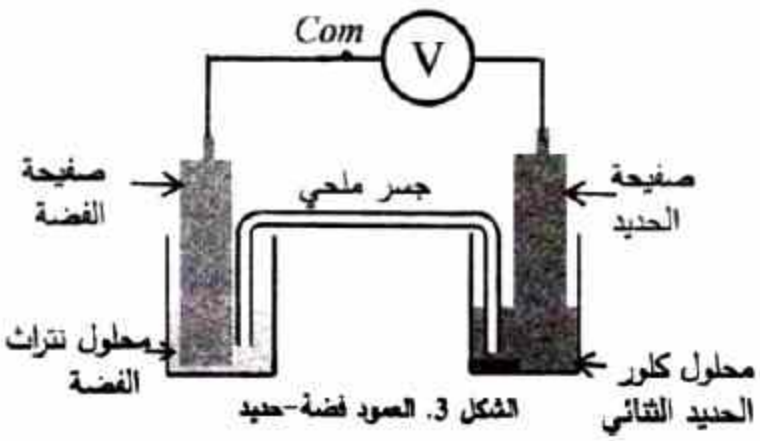
## الجزء الثاني: دراسة العمود فضة-حديد

### المعطيات:

- الثنائيتان المشاركتان في التفاعل هما: $Ag^+(aq)/Ag(s)$ ، $Fe^{2+}(aq)/Fe(s)$
- ثابت فاراداي $1F=96500C\cdot mol^{-1}$

ننجز العمود فضة-حديد باستعمال الأدوات والمواد لتالية:

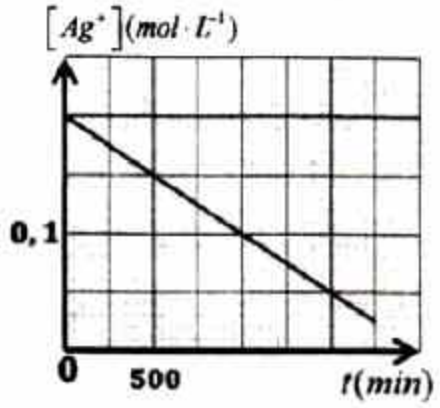
- بيشر يحتوي على حجم $V_1=100mL$ من محلول مائي لنترات الفضة $\left(Ag^+(aq)+NO_3^-(aq)\right)$ تركيزه المولي $c_1$.
- بيشر يحتوي على نفس الحجم $V_2=V_1$ من محلول مائي لكلور الحديد الثنائي $\left(Fe^{2+}(aq)+2Cl^-(aq)\right)$ تركيزه المولي $c_2=c_1$.
- صفيحة من الفضة وصفيحة من الحديد.
- جسر ملحي.



الشكل 3. العمود فضة-حديد

نربط قطبي العمود بجهاز الفولطمتر كما هو موضح في الشكل 3، فيشير إلى توتر كهربائي قيمته $U_0=-1,24V$

1. ماذا تمثل القيمة التي يشير إليها جهاز الفولطمتر؟
2. اكتب الرمز الاصطلاحي للعمود المدروس.
3. اكتب المعادلتين النصفيتين الالكترونيتين للأكسدة والإرجاع الحادثتين عند المسريين ثم استنتج معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث أثناء اشتغال العمود.
4. يمثل الشكل 4 بيان تطور التركيز المولي $[Ag^+]$ بدلالة الزمن $t$.



الشكل 4. تطور $[Ag^+]$ بدلالة الزمن

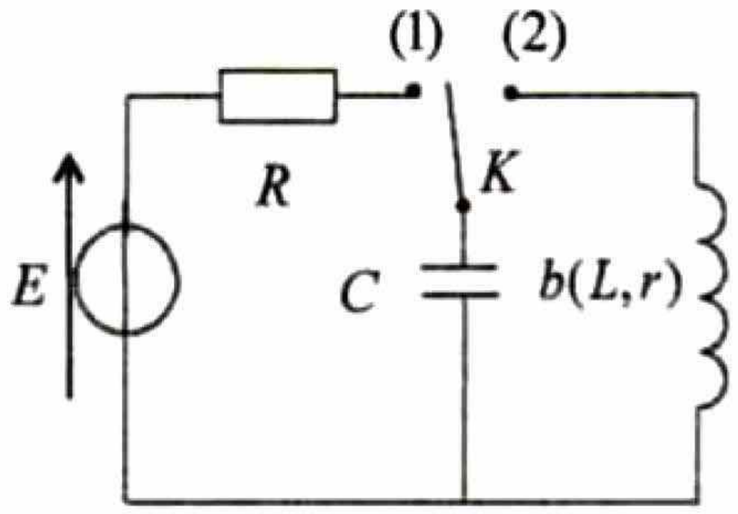
1.4. بيّن أن: $[Ag^+]=C_1-\frac{I}{V_1F}t$

2.4. بالاستعانة بالبيان، حدّد قيمة شدة التيار الكهربائي $I$ وكذا التركيز المولي الابتدائي لمحلول نترات الفضة $c_1$.

**التمرين التجريبي: (06 نقاط)**

ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 5 والمتكون من العناصر الكهربائية التالية:

- مولد توتر كهربائي ثابت قوته المحركة الكهربائية $E=6\,V$
- ناقل أومي مقاومته $R$
- مكثفة سعتها $C$
- وشيعة $b$ ذاتيتها $L$ ومقاومتها $r$
- بادلة $K$

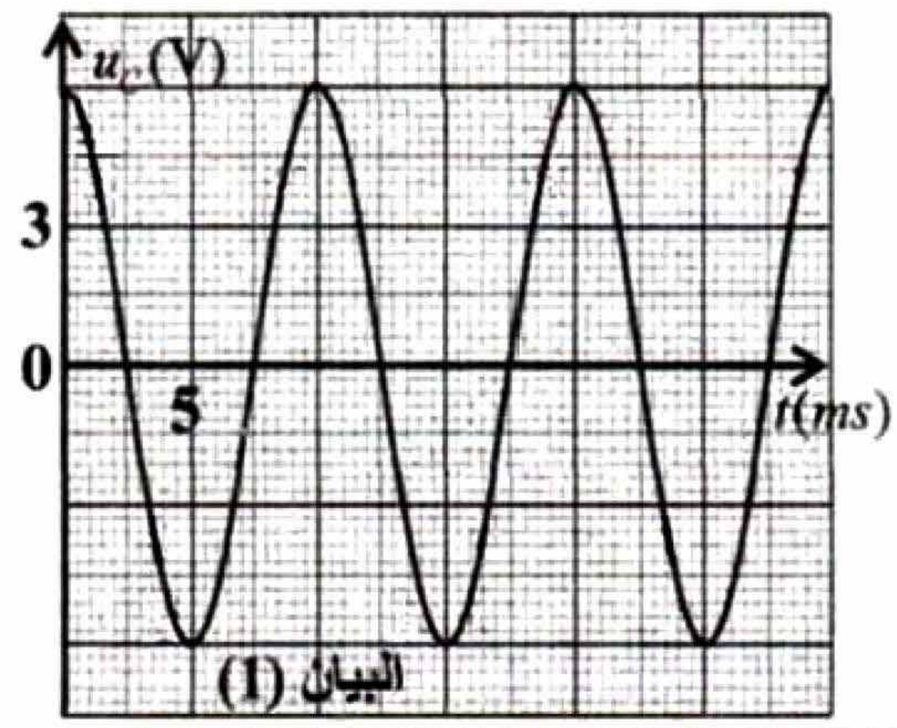


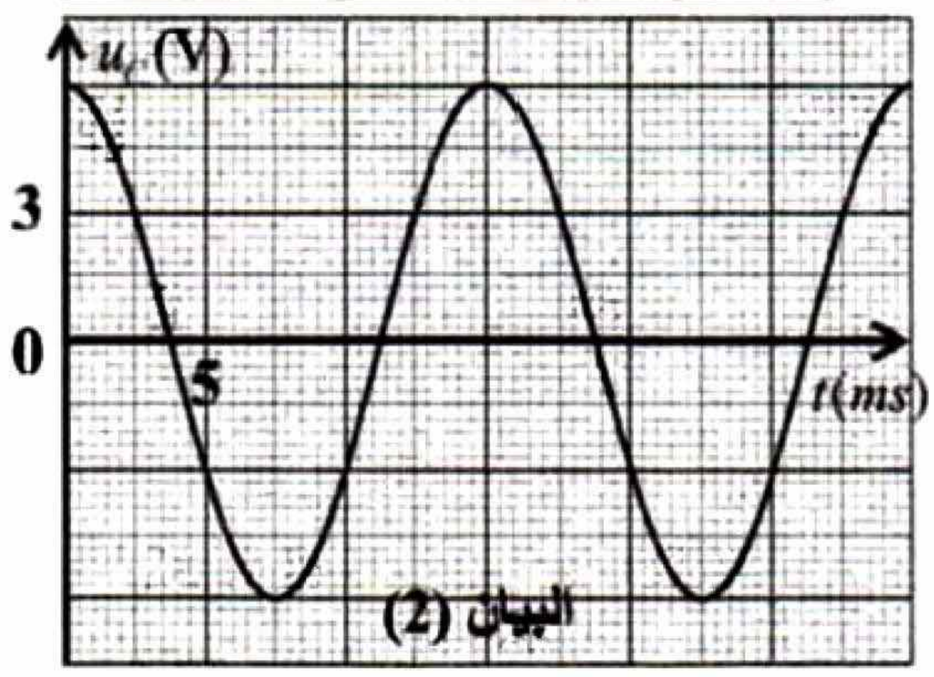

الشكل 5

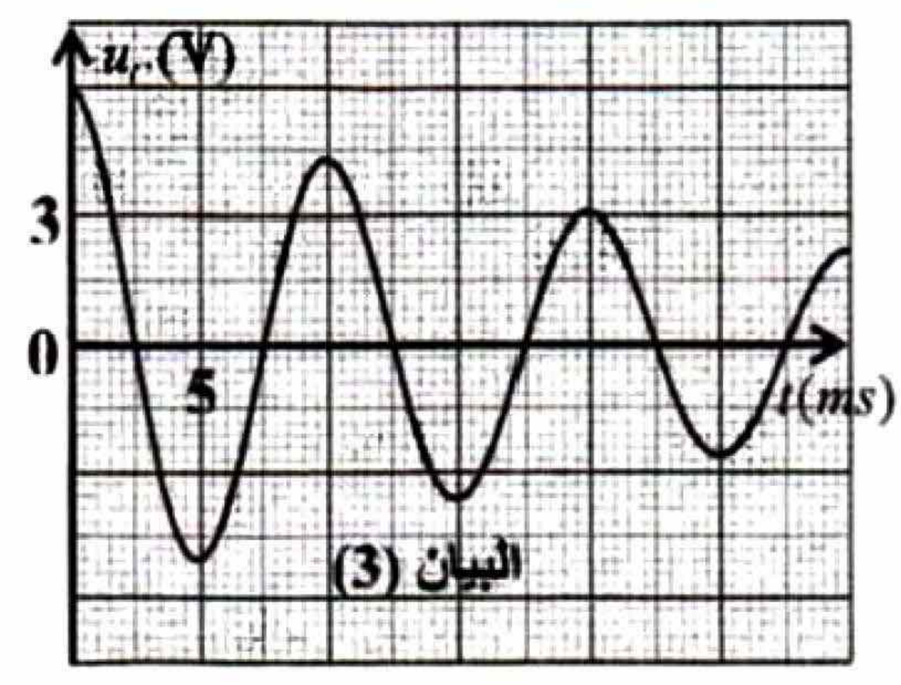
1. نضع البادلة في الوضع (1) فتشحن المكثفة كليا وتخزن كمية من الكهرباء قدرها: $Q_0=1,32\times10^{-4}C$. احسب الطاقة الأعظمية التي تخزنها المكثفة في نهاية عملية الشحن واستنتج سعة المكثفة.
2. نُنجز ثلاث تجارب باستعمال في كل مرة إحدى الوشائع الثلاث $b_1$ ، $b_2$ و $b_3$ ذات المميزات التالية:

$b_1(L_1=260\,mH, r_1=0)$ ، $b_2(L_2=115\,mH, r_2=0)$ ، $b_3(L_3, r_3=10\Omega)$.

في كل تجربة نشحن المكثفة كليا ونضع البادلة في الوضع (2)، يسمح تجهيز $ExAO$ بالحصول على البيانات التالية للتوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن $u_C(t)$.




1.2. حدّد نمط الاهتزازات الذي يبينه البيان(1) والبيان(3).

2.2. أرفق كل بيان بالوشيعة التي توافقه في التجربة مع التعليل.

3.2. نعتبر حالة تفريغ المكثفة في الوشيعة $b_2(L_2=115\,mH, r_2=0)$

1.3.2. جِد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة $u_C(t)$.

2.3.2. يعطى حل المعادلة التفاضلية بالشكل:

$$u_C(t)=U_{C_{max}}\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$$

جِد قيمة كل من: $U_{C_{max}}$ ، $T_0$ ، $\omega_0$ و $\varphi$.

3.3.2. بيّن أن الطاقة الكلية للدارة $L,C$ ثابتة، احسب قيمتها.

4.2. فسّر لماذا تتناقص سعة الاهتزازات في البيان (3).

**انتهى الموضوع الثاني**