★

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة الاستدراكية 2018

-الموضوع-

RS27ST

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والإمتحانات والتوجيه

المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الإنجاز	3
الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم والتكنولوجيات بمسلكيها (باللغتين العربية والفرنسية)	المعامل	5

- **La calculatrice scientifique non programmable est autorisée**
- **On donnera les expressions littérales avant toutes applications numériques**

Le sujet d'examen comporte quatre exercices : un exercice en chimie et trois exercices en physique

- **Chimie : L'acide éthanoïque et ses utilisations (7 points)**
- **Physique : (13 points)**
  - **Exercice 1 : Datation par la méthode Uranium-Thorium (3 points)**
  - **Exercice 2 : Étude de la réponse d'un dipôle (5 points)**
  - **Exercice 3 : Étude du mouvement d'un cycliste dans un circuit (5 points)**

Barème	Sujet

Chimie (7 points) : L'acide éthanoïque et ses utilisations

L'acide éthanoïque de formule CH_3COOH ***représente le principal constituant du vinaigre commercial après l'eau. Il est utilisé comme réactif dans de nombreuses synthèses organiques comme celle qui conduit à l'éthanoate d'éthyle.***
Le degré d'acidité d'un vinaigre est donné en degré (°).
Cet exercice se compose de 3 parties indépendantes et vise :
- l'étude d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque ;
- la détermination du degré d'acidité (titre) d'un vinaigre commercial ;
- l'étude de la synthèse de l'éthanoate d'éthyle à partir de l'acide éthanoïque.
Données :
- Le degré d'acidité d'un vinaigre est égal à la masse, en grammes d'acide pur contenue dans 100 *mL* de ce vinaigre.
- $pK_A(CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)) = 4,8$ à $25°C$; $M(CH_3COOH) = 60\ g.mol^{-1}$

<u>Partie 1</u> : Etude d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque

La mesure du pH d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque, à $25°C$, a donné $pH = 3,0$.

0,5 **1.** Écrire l'équation chimique modélisant la transformation entre l'acide éthanoïque et l'eau.

0,5 **2.** Déterminer l'espèce du couple $(CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq))$ qui prédomine dans la solution. Justifier.

1 **3.** Déterminer la valeur du quotient de réaction $Q_{r,éq}$ à l'état d'équilibre du système chimique.

0,5 **4**. La valeur de $Q_{r,éq}$ est-elle modifiée si on dilue la solution d'acide éthanoïque? Justifier.

<u>Partie 2</u> : Détermination du degré d'acidité d'un vinaigre commercial

L'étiquette d'une bouteille de vinaigre commercial indique $6°$. La concentration molaire en acide éthanoïque dans ce vinaigre est C_0.

On se propose de doser par pH-métrie ce vinaigre afin de déterminer son degré d'acidité. Pour cela, on prépare une solution aqueuse (S_1) par dilution 10 fois du vinaigre commercial et on prélève un volume $V_A = 25\ mL$ de la solution diluée (S_1) de concentration molaire C_A $\left(C_A = \frac{C_0}{10}\right)$ que l'on dose avec une solution aqueuse (S_2) d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B = 2,5.10^{-1} mol.L^{-1}$.

À l'équivalence, le volume de la solution (S_2) ajouté est $V_{B,E} = 10\ mL$.

0,5 **1.** Écrire l'équation de la réaction qui a eu lieu lors du dosage, supposée totale.

0,75 **2.** Calculer la valeur de C_A. En déduire la valeur de C_0.

0,75 **3.** Vérifier la valeur du degré d'acidité du vinaigre indiquée sur l'étiquette de la bouteille.

<u>Partie 3</u> : Synthèse de l'éthanoate d'éthyle à partir de l'acide éthanoïque

Dans un ballon, on introduit un mélange équimolaire de $n_1 = 0,3\ mol$ d'acide éthanoïque et $n_2 = 0,3\ mol$ d'éthanol et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. À l'état d'équilibre du système chimique, la quantité de matière d'ester formé est : $n_f(ester) = 0,2\ mol$.

La synthèse de l'éthanoate d'éthyle est modélisée par la réaction d'équation :

$$CH_3COOH_{(\ell)} + C_2H_5OH_{(\ell)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_{5(\ell)} + H_2O_{(\ell)}$$

0,75 **1.** Identifier les groupes caractéristiques des molécules organiques figurant dans l'équation de la réaction de synthèse.

0,25 **2.** Donner les caractéristiques de cette réaction.

0,5 **3.** Déterminer la valeur du rendement de cette synthèse.

0,5 **4.** Déterminer la valeur de la constante d'équilibre K associée à l'équation chimique de la réaction d'estérification.

0,5 **5.** pour synthétiser l'éthanoate d'éthyle par une transformation rapide et totale, il est possible de remplacer l'acide éthanoïque par l'un de ses dérivés.
Donner la formule semi-développée de ce dérivé.

Physique (13 points)

Exercice 1 (3 points) : Datation par la méthode Uranium-Thorium

Les sédiments marins contiennent du thorium $^{230}_{90}Th$ ***et de l'uranium*** $^{234}_{92}U$ ***avec des pourcentages différents selon leurs âges. Le thorium*** $^{230}_{90}Th$ ***présent dans ces sédiments provient de la désintégration spontanée de l'uranium*** $^{234}_{92}U$ ***au cours du temps.***
Le but de l'exercice est l'étude de la désintégration de l'uranium $^{234}_{92}U$ **.**
Données :
Energies de masse des nucléons et du noyau de l'uranium 234:

	92 protons	142 neutrons	Noyau $^{234}_{92}U$
Énergie de masse en (MeV)	86321,9	133418,5	218009,1

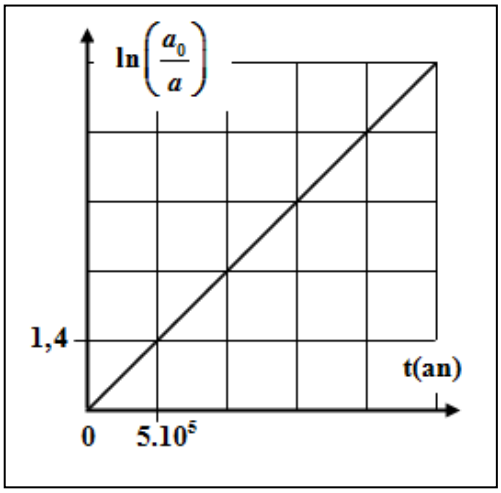
0,5 **1.** Donner la composition du noyau de thorium $^{230}_{90}Th$.

0,75 **2.** Écrire l'équation de désintégration du noyau d'uranium $^{234}_{92}U$. Identifier le type de cette désintégration.

0,75 **3.** Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.
L'énergie de liaison du noyau $^{234}_{92}U$ vaut :

A	$1,65.10^3 MeV$	**B**	$1,73.10^3 MeV$	**C**	$1,85.10^3 MeV$	**D**	$1,98.10^3 MeV$

4. On considère un échantillon de sédiment marin qui s'est formé à l'instant $t_0 = 0$. Cet échantillon contient N_0 noyaux d'uranium et pas de noyaux de thorium.
On désigne par a_0 l'activité radioactive de l'échantillon à l'instant $t_0 = 0$ et par a l'activité radioactive de l'échantillon à l'instant t.
La courbe ci-contre représente les variations de $ln\left(\frac{a_0}{a}\right)$ en fonction du temps.



0,5 **4.1**. Déterminer graphiquement en unité (an^{-1}) la valeur de la constante radioactive λ de l'uranium 234.

0,5 **4.2**. L'étude de l'échantillon à l'instant t_1 (âge de l'échantillon) a montré que $\frac{a_0}{a} = \sqrt{2}$.
Déterminer en unité (an) la valeur de t_1 âge de l'échantillon.

Exercice 2 (5 points) : Étude de la réponse d'un dipôle

Les circuits électriques ou électroniques comportent des condensateurs et des bobines dont les comportements diffèrent selon leurs usages.
Cet exercice vise :
- l'étude de la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ascendant;
- l'étude des oscillations électriques libres et l'échange énergétique dans un circuit RLC série.

On réalise le montage électrique représenté dans la figure (1) constitué des éléments suivants :
- un générateur idéal de tension de force électromotrice E ;
- un condensateur de capacité C initialement non chargé;
- une bobine $(L, r = 0)$;
- deux conducteurs ohmiques de résistances respectives $R_1 = 6\ k\Omega$ et R_2 ;
- un interrupteur K .

1. Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ascendant

À l'instant $t_0 = 0$, on place l'interrupteur en position (1). La figure (2) représente la variation de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.

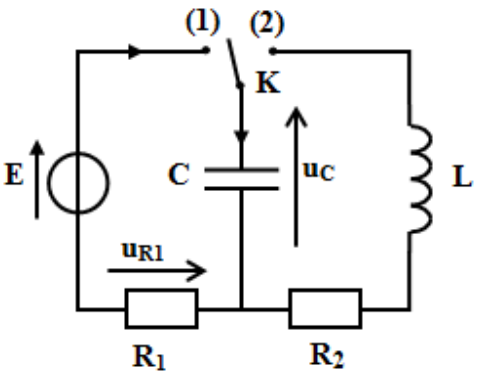


Figure (1)

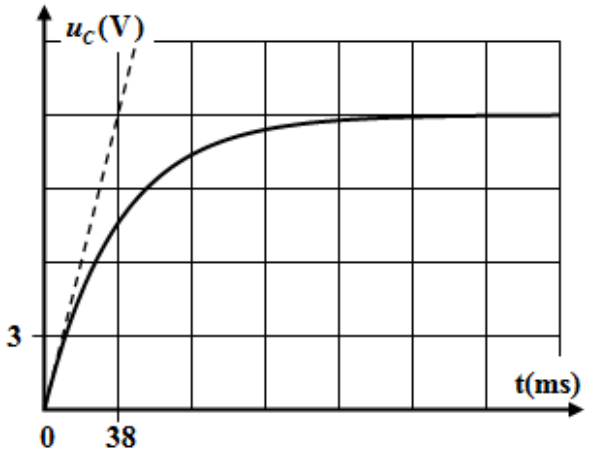


Figure (2)

0,75 **1.1.** Montrer que l'équation différentielle vérifiée par u_C s'écrit : $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{\tau}.u_C = \frac{E}{\tau}$ avec τ une constante positive. Donner l'expression de τ .

0,75 **1.2.** Déterminer graphiquement les valeurs de E et τ .

0,25 **1.3.** Vérifier que $C \simeq 6{,}3\ \mu F$.

2. Étude des oscillations électriques libres et échange énergétique

Lorsque le régime permanent est atteint, on bascule l'interrupteur K en position (2) à l'instant $t_0 = 0$.

La courbe de la figure (3) représente la variation de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.

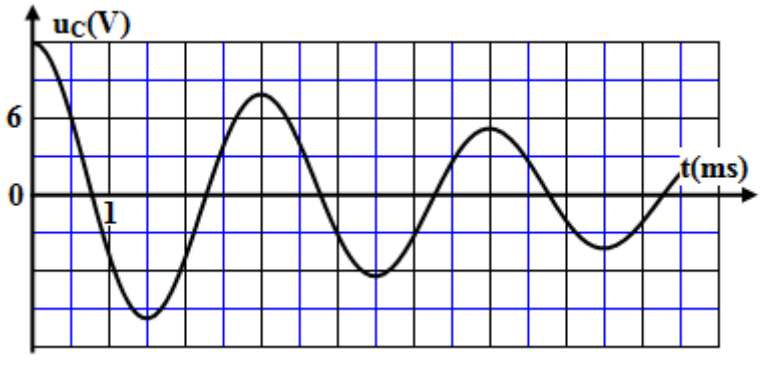


Figure (3)

0,5 **2.1.** Justifier la nature des oscillations électriques dans le circuit.

0,5 **2.2.** Déterminer la valeur de la charge Q_0 du condensateur à l'instant $t_0 = 0$.

0,25 **2.3.** Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période T des oscillations.

0,5 **2.4.** En considérant que la pseudo-période T est égale à la période propre de l'oscillateur (LC), déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine (On prend $\pi^2 = 10$).

2.5. Les courbes de la figure (4) représentent les variations en fonction du temps de l'énergie électrique $\mathscr{E}_e$ emmagasinée dans le condensateur, l'énergie magnétique $\mathscr{E}_m$ emmagasinée dans la bobine et l'énergie totale $\mathscr{E}$ du circuit, tel que $\mathscr{E} = \mathscr{E}_e + \mathscr{E}_m$.

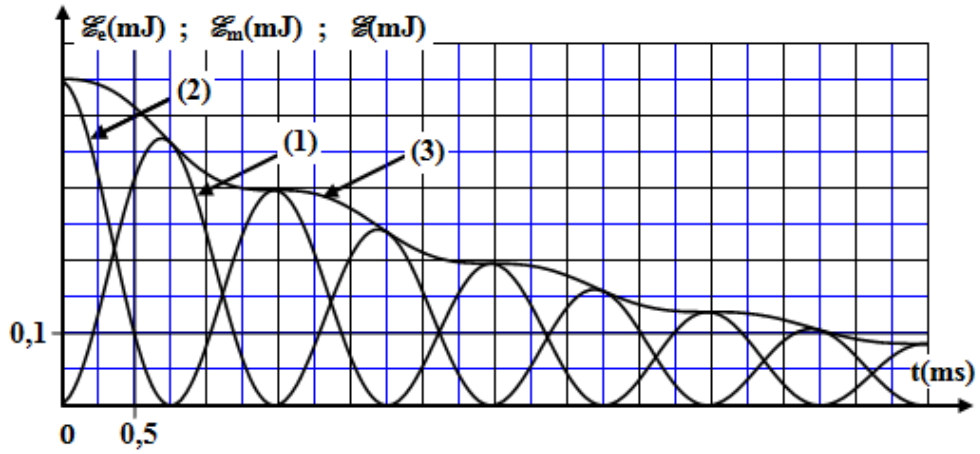


Figure (4)

0,5 **2.5.1**. Identifier, en justifiant la réponse, la courbe qui correspond à l'énergie magnétique $\mathscr{E}_m$.

1 **2.5.2**. Déterminer, entre les instants $t_0 = 0$ et $t_1 = 3\,ms$, la variation $\Delta\mathscr{E}$ de l'énergie totale du circuit.

Exercice 3 (5 points) : Étude du mouvement d'un cycliste dans un circuit

La course à bicyclette sur des circuits fermés est devenue un sport très populaire. Plusieurs compétitions s'organisent chaque année avec des circuits fermés qui comprennent des obstacles. Cet exercice vise l'étude du mouvement du centre d'inertie d'un système {Cycliste - Bicyclette} dans un circuit fermé de la région de l'Atlas (figure 1).

Au cours de sa participation à une course dont le circuit est représenté sur la figure (1), un cycliste parcourt une partie de ce circuit constituée d'un tronçon AB rectiligne horizontal, d'un tronçon BC curviligne qui s'ouvre sur une fosse de largeur L et d'un tronçon DE horizontal (figure 2).

Figure (1)

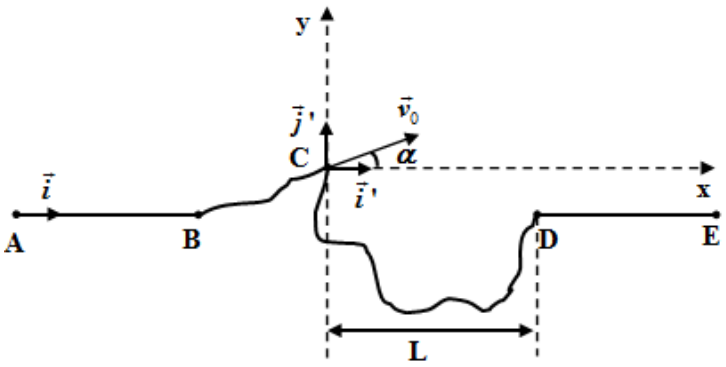


Figure (2)

Le mouvement sur le tronçon AB se fait avec des frottements modélisés par une force $\vec{f}$ constante de sens opposé au sens du vecteur vitesse. L'ensemble {Cycliste - Bicyclette} constitue un système de masse m et de centre d'inertie G.

1. Mouvement du cycliste sur le tronçon AB

Le cycliste exerce entre A et B un effort modélisé par une force $\vec{F}$ horizontale supposée constante de même sens que le mouvement de G.

Le cycliste démarre sans vitesse initiale de la position A. Pour étudier le mouvement de G, on choisit le repère $(A,\vec{i})$ lié à la Terre supposé Galiléen. On choisit à $t_0 = 0$, $x_G = x_A = 0$.

Données :

$m = 70\ kg$; $g = 10\ m.s^{-2}$; $F = 180\ N$; $f = 80\ N$; $AB = 60\ m$

1 **1.1**. En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'expression de l'accélération du mouvement de G s'écrit : $a = \dfrac{F - f}{m}$.

0,5 **1.2**. Déterminer, en justifiant la réponse, la nature du mouvement de G .

0,5 **1.3**. Calculer la valeur de t_B, instant de passage de G par B.

0,5 **1.4.** Déterminer la valeur de la vitesse v_B de G lors de son passage par B.

0,75 **1.5.** Déterminer l'intensité de la force $\vec{R}$ exercée par le plan sur le système au cours de son mouvement sur le tronçon AB.

2. Mouvement du cycliste durant la phase du saut

Le cycliste quitte le tronçon BC en C avec une vitesse $\vec{v}_0$ qui fait un angle α avec le plan horizontal (voir figure 2- page 5/12).

Au cours du saut, le système {Cycliste - Bicyclette} n'est soumis qu'à son poids. On étudie le mouvement de G, dans un repère orthonormé $(C,\vec{i}',\vec{j}')$ lié à la Terre supposé Galiléen. On choisit l'instant de passage de G en C comme nouvelle origine des dates $t_0 = 0$.

Les équations horaires du mouvement de G lors de la chute libre s'écrivent:

$$x_G(t) = (v_0.\cos\alpha).t \quad ; \quad y_G(t) = -\frac{1}{2}g.t^2 + (v_0.\sin\alpha).t$$

Au cours du mouvement, G atteint le sommet de la trajectoire à l'instant $t_S = 0{,}174\ s$ et puis le système tombe sur le sol à l'instant $t_P = 1\ s$.

Données:

$\alpha = 10°$; $L = 8\ m$; $g = 10\ m.s^{-2}$

0,5 **2.1.** Montrer que $v_0 = 10\ m.s^{-1}$.

0,5 **2.2**. Le cycliste a-t-il dépassé la fosse ? justifier.

0,75 **2.3**. Déterminer les coordonnées du vecteur vitesse $\vec{v}_P$ de G à l'instant t_P.

- يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة
- تعطى التعابير الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية

يتضمن موضوع الامتحان أربعة تمارين: تمرين في الكيمياء وثلاثة تمارين في الفيزياء

- **الكيمياء: حمض الإيثانويك واستعمالاته (7 نقط)**
- **الفيزياء: (13 نقطة)**
  - **التمرين 1: التأريخ بالطريقة أورانيوم - ثوريوم (3 نقط)**
  - **التمرين 2: دراسة استجابة ثنائي القطب (5 نقط)**
  - **التمرين 3: دراسة حركة دراج في مدار (5 نقط)**

التنقيط	الموضوع

الكيمياء (7 نقط): حمض الإيثانويك واستعمالاته

يشكل حمض الإيثانويك ذو الصيغة CH_3COOH المكون الأساسي للخل التجاري بعد الماء. ويستعمل هذا الحمض كمتفاعل في العديد من تفاعلات تصنيع المركبات العضوية مثل التي تؤدي إلى تصنيع إيثانوات الإيثيل. تعطى درجة الحمضية لخل معين بالوحدة (°).

يتكون هذا التمرين من ثلاثة أجزاء مستقلة ويهدف إلى:

- **دراسة محلول مائي لحمض الإيثانويك؛**
- **تحديد درجة الحمضية لخل تجاري؛**
- **دراسة تصنيع إيثانوات الإيثيل انطلاقا من حمض الإيثانويك.**

معطيات:

- **درجة الحمضية خل تجاري هي الكتلة بالوحدة (g) للحمض الخالص الموجود في $100\ mL$ من هذا الخل؛**
- **عند درجة الحرارة $25°C$ ، $pK_A(CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)) = 4,8$ ؛**
- **$M(CH_3COOH) = 60\ g.mol^{-1}$.**

الجزء 1: دراسة محلول مائي لحمض الإيثانويك

أعطى قياس pH محلول مائي لحمض الإيثانويك عند $25°C$ ، القيمة $pH = 3,0$.

0,5 **1.** أُكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحول الحاصل بين حمض الإيثانويك والماء.

0,5 **2.** حدد بالنسبة للمزدوجة $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$ النوع المهيمن في المحلول. علل جوابك.

1 **3.** أوجد قيمة $Q_{r,éq}$ خارج التفاعل عند حالة توازن المجموعة الكيميائية.

0,5 **4.** هل تتغير قيمة $Q_{r,éq}$ عند تخفيف محلول حمض الإيثانويك؟ علل جوابك.

الجزء 2: تحديد درجة الحمضية لخل تجاري

تشير اللصيقة المثبتة على قارورة لخل تجاري إلى $6°$. نعتبر C_0 التركيز المولي لحمض الإيثانويك في هذا الخل.

نريد معايرة هذا الخل بواسطة قياس pH من أجل تحديد درجة حمضيته. لهذا الغرض نحضر محلولا مائيا (S_1) بتخفيف الخل التجاري 10 مرات، ونأخذ حجما $V_A = 25\ mL$ من المحلول المخفف (S_1) ذي التركيز المولي C_A $(C_A = \frac{C_0}{10})$ ، ونعايره بواسطة محلول مائي (S_2) لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_B = 2,5.10^{-1} mol.L^{-1}$. عند التكافؤ، الحجم المضاف من المحلول (S_2) هو $V_{B,E} = 10\ mL$.

0,5 **1.** أُكتب معادلة التفاعل الحاصل أثناء المعايرة والذي نعتبره كليا.

0,75 **2.** أُحسب قيمة C_A . اِستنتج قيمة C_0 .

0,75 **3.** تحقق من قيمة درجة حمضية الخل المشار إليها على اللصيقة.

الجزء 3: تصنيع إيثانوات الإيثيل انطلاقا من حمض الإيثانويك

ندخل في حوجلة، خليطا متساوي المولات مكونا من $n_1 = 0,3\ mol$ من حمض الإيثانويك و $n_2 = 0,3\ mol$ من الإيثانول وبعض القطرات من حمض الكبريتيك المركز. عند حالة توازن المجموعة الكيميائية، كمية مادة الإستر المتكون هي $n_f(ester) = 0,2\ mol$.

ننمذج تصنيع إيثانوات الإيثيل بتفاعل كيميائي معادلته الكيميائية:

$$CH_3COOH_{(\ell)} + C_2H_5OH_{(\ell)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_{5(\ell)} + H_2O_{(\ell)}$$

0,75 **1.** تعرف على المجموعات المميزة للجزيئات العضوية الواردة في معادلة هذا التفاعل.

0,25 **2.** أعط مميزتي هذا التفاعل.

0,5 **3.** حدد قيمة مردود هذا التصنيع.

0,5 **4.** أوجد قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بالمعادلة الكيميائية لتفاعل الأسترة.

0,5 **5.** لتصنيع إيثانوات الإيثيل عن طريق تفاعل سريع وتام، يمكن تعويض حمض الإيثانويك بأحد مشتقاته.
أعط الصيغة نصف المنشورة لهذا المشتق.

الفيزياء (13 نقطة)

التمرين 1 (3 نقط): التأريخ بالطريقة أورانيوم - ثوريوم

تحتوي الترسبات البحرية على الثوريوم $^{230}_{90}Th$ والأورانيوم $^{234}_{92}U$ بنسب مختلفة وذلك حسب أعمارها. ينتج الثوريوم $^{230}_{90}Th$ المتواجد في هذه الترسبات عن التفتت التلقائي للأورانيوم $^{234}_{92}U$ خلال الزمن.
يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفتت الأورانيوم $^{234}_{92}U$.

معطيات:

- طاقات الكتلة للنويات ونواة الأورانيوم $^{234}_{92}U$:

	92 بروتون	142 نوترون	النواة $^{234}_{92}U$
طاقة الكتلة بالوحدة (MeV)	86321,9	133418,5	218009,1

0,5 **1.** أعط تركيب نواة الثوريوم $^{230}_{90}Th$.

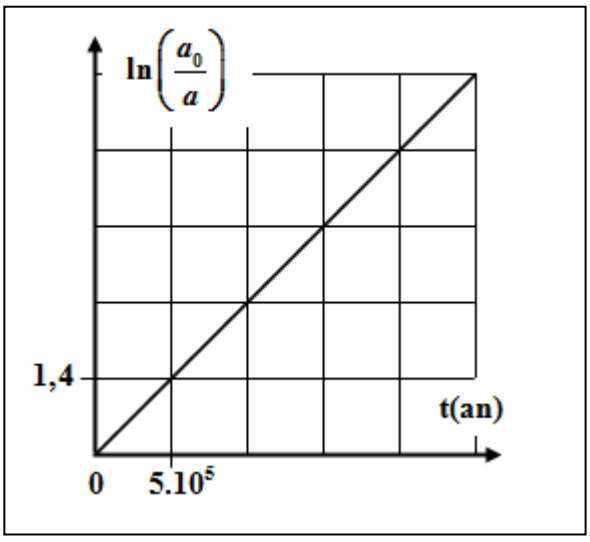
0,75 **2.** أُكتب معادلة تفتت نواة الأورانيوم $^{234}_{92}U$. تعرف على طراز هذا التفتت.

0,75 **3.** أُنقل على ورقة تحريرك، رقم السؤال وأُكتب الحرف الموافق للاقتراح الصحيح.
طاقة الربط للنواة $^{234}_{92}U$ هي:

أ	$1,65.10^3 MeV$	ب	$1,73.10^3 MeV$	ج	$1,85.10^3 MeV$	د	$1,98.10^3 MeV$

4. نعتبر عينة من ترسب بحري تكوّن عند اللحظة $t_0 = 0$. تحتوي هذه العينة على N_0 نوى الأورانيوم ولا تحتوي على نوى الثوريوم.
نعتبر a_0 النشاط الإشعاعي للعينة عند اللحظة $t_0 = 0$ و a النشاط الإشعاعي للعينة عند لحظة t .

يمثل المنحنى جانبه تغيرات $ln\left(\frac{a_0}{a}\right)$ بدلالة الزمن.



0,5 **1.4.** حدد مبيانيا بالوحدة (an^{-1}) قيمة λ الثابتة الإشعاعية للأورانيوم 234.

0,5 **2.4.** بينت دراسة العينة عند اللحظة t_1 (عمر العينة) أن $\frac{a_0}{a} = \sqrt{2}$. حدد قيمة t_1 عمر العينة بالوحدة (an) .

التمرين 2 (5 نقط): دراسة استجابة ثنائي القطب

تحتوي الدارات الكهربائية أو الإلكترونية على مكثفات ووشيعات، حيث يختلف سلوكها حسب استعمالاتها.

يهدف هذا التمرين إلى:

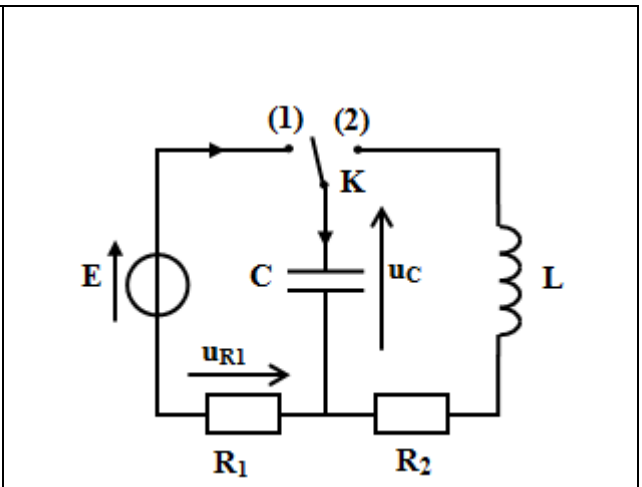
- **دراسة استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر صاعدة؛**
- **دراسة التذبذبات الكهربائية الحرة والتبادل الطاقي في دارة RLC على التوالي.**

ننجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل (1) والمتكون من العناصر التالية:

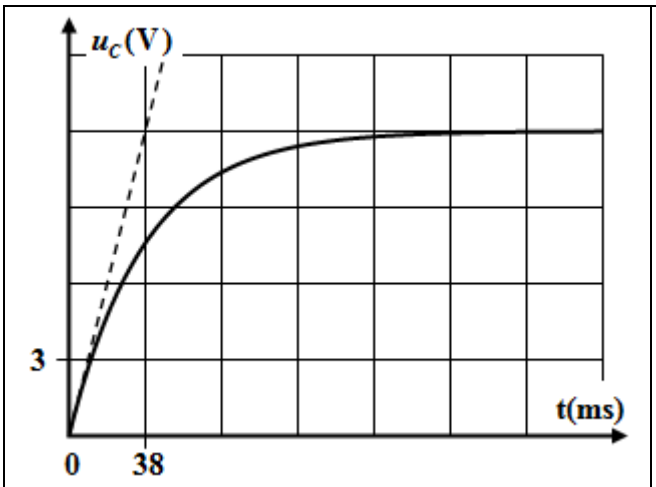
- مولد مؤمثل للتوتر قوته الكهرمحركة E؛
- مكثف سعته C غير مشحون بدئيا؛
- وشيعة $(L\ ;\ r=0)$؛
- موصلان أوميان مقاومتاهما على التوالي $R_1 = 6\ k\Omega$ و R_2؛
- قاطع التيار K.

1. استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر صاعدة

عند اللحظة $t_0 = 0$، نضع قاطع التيار في الموضع (1). يمثل الشكل (2) تغيرات التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف.



الشكل (1)



الشكل (2)

0,75 **1.1.** بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C تكتب $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{\tau}.u_C = \frac{E}{\tau}$ حيث τ ثابتة موجبة. أعط تعبير τ.

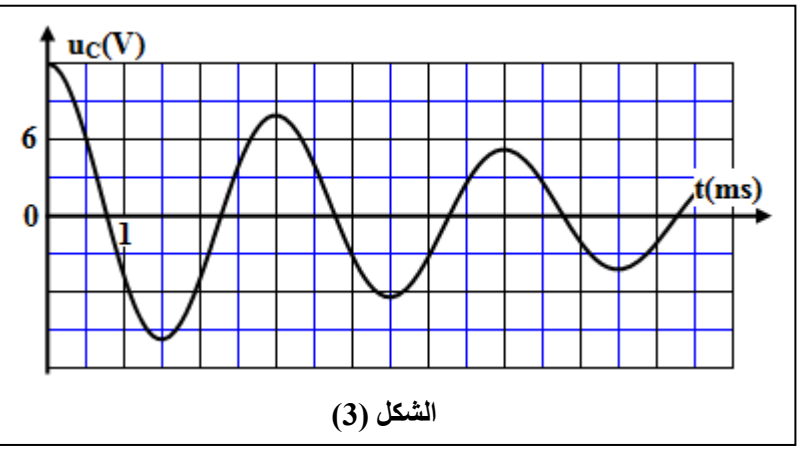
0,75 **2.1.** حدد مبيانيا قيمتي E و τ.

0,25 **3.1.** تحقق أن $C \simeq 6{,}3\ \mu F$.

2. دراسة التذبذبات الكهربائية الحرة والتبادل الطاقي

عند تحقق النظام الدائم، نؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع (2) عند اللحظة $t_0 = 0$.

يمثل منحنى الشكل (3) تغيرات التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف.



الشكل (3)

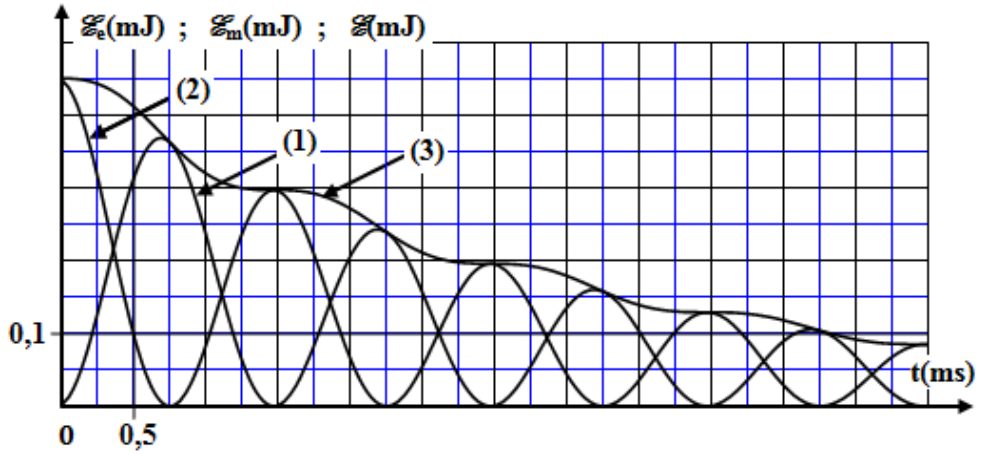
0,5 **1.2.** علل طبيعة التذبذبات الكهربائية في الدارة.

0,5 **2.2.** حدد قيمة الشحنة Q_0 للمكثف عند اللحظة $t_0 = 0$.

0,25 **3.2.** عين مبيانيا قيمة شبه الدور T للتذبذبات.

0,5 **4.2.** باعتبار شبه الدور T يساوي الدور الخاص للمتذبذب (LC) ، حدد قيمة معامل التحريض L للوشيعة (نأخذ $\pi^2 = 10$).

5.2. تمثل منحنيات الشكل (4) التغيرات بدلالة الزمن للطاقة الكهربائية $\mathscr{E}_e$ المخزونة في المكثف والطاقة المغنطيسية $\mathscr{E}_m$ المخزونة في الوشيعة والطاقة الكلية $\mathscr{E}$ للدارة، حيث $\mathscr{E} = \mathscr{E}_e + \mathscr{E}_m$.



الشكل (4)

0,5 **1.5.2.** تعرف على المنحنى الموافق للطاقة المغنطيسية $\mathscr{E}_m$. علل جوابك.

1 **2.5.2.** حدد قيمة التغير $\Delta\mathscr{E}$ للطاقة الكلية للدارة بين اللحظتين $t_0 = 0$ و $t_1 = 3\ ms$.

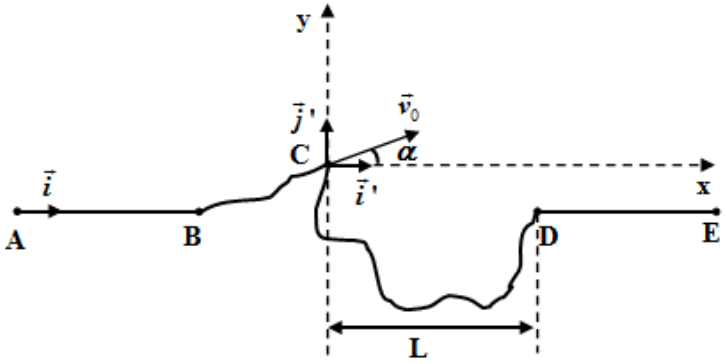
التمرين 3 (5 نقط) : دراسة حركة دراج في مدار

أصبح السباق بالدراجات في حلبات مغلقة من أهم الرياضات الشعبية حيث تنظم سنويا عدة مسابقات في مدارات مغلقة تتضمن عدة حواجز.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة مركز قصور المجموعة {الدراج ـ الدراجة} في مدار مغلق يوجد بمنطقة الأطلس (الشكل 1).

خلال مشاركته في سباق على المدار الممثل في الشكل (1)، قطع دراج جزءا من هذا المدار مُكوّن من مقطع AB مستقيمي وأفقي ومقطع BC منحني ينفتح على خندق عرضه L ، يليه مقطع أفقي DE (الشكل 2).

الشكل (1)



الشكل (2)

تتم الحركة على المقطع AB باحتكاك ننمذجه بقوة $\vec{f}$ ثابتة منحاها عكس منحى متجهة السرعة.
يُكون {الدراج - الدراجة} مجموعة كتلتها m ومركز قصورها G.

1. حركة الدراج على المقطع AB

يبذل الدراج بين A و B مجهودا ننمذجه بقوة $\vec{F}$ أفقية نعتبرها ثابتة ولها نفس منحى حركة G.
ينطلق الدراج من الموضع A بدون سرعة بدئية.
لدراسة حركة G، نختار معلما $(A,\vec{i})$ مرتبطا بالأرض نعتبره غاليليا. نأخذ عند $t_0 = 0$: $x_G = x_A = 0$.

معطيات:

$$m = 70\ kg \quad ; \quad g = 10\ m.s^{-2} \quad ; \quad F = 180\ N \quad ; \quad f = 80\ N \quad ; \quad AB = 60\ m$$

1.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن تعبير تسارع حركة G يكتب: $a = \dfrac{F - f}{m}$. — **1**

2.1. حدد، معللا جوابك، طبيعة حركة G. — **0,5**

3.1. أُحسب قيمة t_B لحظة مرور G من B. — **0,5**

4.1. أوجد قيمة v_B سرعة G عند مروره من B. — **0,5**

5.1. أوجد شدة القوة $\vec{R}$ المطبقة من طرف السطح على المجموعة أثناء حركتها على المقطع AB. — **0,75**

2. حركة الدراج خلال مرحلة القفز

يغادر الدراج المقطع BC عند الموضع C بسرعة $\vec{v}_0$ تكون زاوية α مع المستوى الأفقي (أُنظر الشكل 2- الصفحة 12/11). خلال القفز، تخضع المجموعة {الدراج - الدراجة} لوزنها فقط.
ندرس حركة G في معلم متعامد وممنظم $(C,\vec{i}',\vec{j}')$ مرتبط بالأرض نعتبره غاليليا، ونختار لحظة مرور G من C أصلا جديدا للتواريخ $t_0 = 0$.
تكتب المعادلات الزمنية لحركة G أثناء السقوط الحر كما يلي:

$$x_G(t) = (v_0.\cos\alpha).t \quad ; \quad y_G(t) = -\frac{1}{2}g.t^2 + (v_0.\sin\alpha).t$$

خلال حركة المجموعة، يمر G من قمة المسار عند اللحظة $t_S = 0{,}174\ s$ وبعدها تسقط المجموعة على سطح الأرض عند اللحظة $t_P = 1\ s$.

معطيات:

$$\alpha = 10° \quad ; \quad L = 8\ m \quad ; \quad g = 10\ m.s^{-2}$$

1.2. بيّن أن قيمة السرعة v_0 هي $v_0 = 10\ m.s^{-1}$. — **0,5**

2.2. هل تجاوز الدراج الخندق؟ علل جوابك. — **0,5**

3.2. حدد إحداثيتي متجهة السرعة $\vec{v}_P$ لمركز القصور G عند اللحظة t_P. — **0,75**