

Remarques importantes :

- L'épreuve est composée d'une seule page. Elle est rédigée en français et elle est traduite en arabe (voir verso de la feuille).
- Les réponses doivent être mentionnées sur la fiche de réponse donnée au candidat.
- Le candidat doit se concentrer sur le sujet d'examen sans poser aucune question concernant son contenu.

Electricité (QCM : Marquez la bonne réponse sur la fiche de réponse)

Le montage, schématisé sur la Figure 1, comporte :

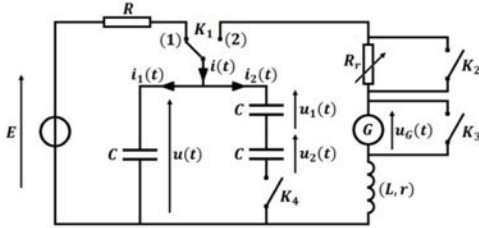


Figure 1.

- Un générateur idéal de tension de force électromotrice $E = 12V$;
- Un conducteur ohmique de résistance R ;
- Trois condensateurs identiques de capacité C ;
- Un conducteur ohmique de résistance réglable R_r ;
- Un générateur G de tension proportionnelle à l'intensité du courant : $u_G = k_0 i(t)$;
- Une bobine d'inductance L et de résistance r non négligeable ;
- Des interrupteurs K_1, K_2, K_3 et K_4 .

A un instant choisi comme origine des dates ($t = 0$), la tension $u(t = 0) = 0V$, l'interrupteur K_1 est mis sur la position (2) et l'interrupteur K_4 est fermé.

1. Trouver l'expression de $(i_1(t), i_2(t))$ en fonction de $i(t)$.
2. L'équation différentielle vérifiée par la tension $u(t)$ s'écrit sous la forme : $\beta RC \frac{du(t)}{dt} + u(t) = E$. Donner la valeur de β .
3. Préciser, en fonction des paramètres du circuit, l'expression de (α, τ) pour que la solution de l'équation différentielle précédente s'écrit sous la forme : $u(t) = \alpha(1 - e^{-t/\tau})$.
4. Déduire la valeur initiale de l'intensité $i_1(t = 0)$ en fonction des paramètres du circuit.
5. La courbe d'évolution de l'intensité $i_2(t)$ a une tangente à l'instant $t = 0$ d'équation : $y = at + b$ avec $a = -20/3$ [mA/ms] et $b = 10$ [mA]. Préciser la valeur numérique de $(i(t = 0), \tau)$.
6. Déduire la valeur de (R, C) .

On fixe la valeur de $R_r = 50 \Omega$. A un instant choisi comme nouvelle origine des dates ($t = 0$), l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur, ayant à ses bornes la tension $u(t)$, est $E_e(t = 0) = 0.18 mJ$. L'intensité du courant $i(t = 0) = 0 A$, l'interrupteur K_1 est mis sur la position (2) et l'interrupteur K_4 est ouvert. Les interrupteurs K_2 et K_3 sont fermés.

7. Préciser, en fonction des paramètres du montage, les expressions de A et B , pour que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u(t)$ soit de la forme :

$$\frac{d^2 u(t)}{dt^2} + A \frac{du(t)}{dt} + Bu(t) = 0$$

8. L'évolution de la tension $u(t)$ est pseudopériodique, sa valeur maximale est $12V$ et elle a une pseudopériode supposée égale à la période propre $T_0 = 10 ms$. Trouver la valeur de (L, C) .

On prend : $\pi^2 = 10$.

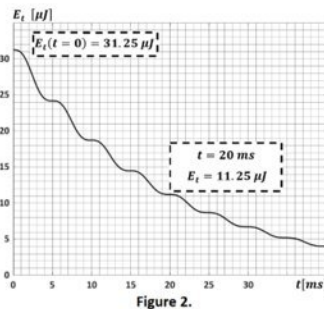


Figure 2.

9. A un instant choisi comme nouvelle origine des dates ($t = 0$), l'intensité du courant $i(t = 0) = 0 A$ et on ouvre l'interrupteur K_2 . La courbe sur la Figure 2 représente l'évolution de l'énergie totale E_t du circuit en fonction du temps. Déterminer la valeur de l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine (en μJ) à l'instant $t = 0$.
10. Déterminer la valeur de la tension $u(t)$ à l'instant $t = 0$.
11. Déterminer la valeur (en μJ) de l'énergie dissipée par effet Joule à l'instant $t = 20 ms$.
12. Etablir l'expression de la dérivée par rapport au temps de l'énergie totale E_t du circuit en fonction du courant $i(t)$ et des paramètres du montage.
13. La tangente à la courbe (Figure 2) au point $(20 ms, 11.25 \mu J)$ est horizontale. Quelle est la valeur de la tension $u(t)$ à l'instant $t = 20 ms$?
14. Déterminer l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine (en μJ) à l'instant $t = 20 ms$.

Ondes et Décroissance radioactive (QCM : Marquez la bonne réponse sur la fiche de réponse)

Données : la vitesse de propagation de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8 m.s^{-1}$, la demi-vie du carbone $^{14}_6C$ est de 5 600 années.

- La longueur d'onde de la lumière orange dans le vide est $\lambda_0 = 624 nm$ (On donne : $1 THz = 10^{12} Hz$).
15. La valeur de la fréquence f (en THz) de cette radiation est d'environ :
16. Lorsque cette onde traverse un bloc de diamant d'indice $n = 2,418$, sa longueur d'onde :
17. La longueur d'onde λ (en nm) de cette radiation dans ce bloc de diamant vaut environ :
18. La vitesse v (en m/s) de propagation de cette lumière dans ce bloc de diamant a pour valeur environ :

On éclaire un cheveu fin d'épaisseur $e = 2,4 mm$, avec un laser émettant une lumière rouge de longueur d'onde $\lambda = 600 nm$. On observe sur un écran placé à une distance $D = 2 m$ du cheveu une tache centrale de largeur L .

19. La fréquence (en Hz) de l'onde lumineuse émise par ce laser vaut :
20. Lorsque cette lumière rouge se propage dans le verre (indice de réfraction 1,5), la fréquence de cette onde :
21. L'écart angulaire θ entre le milieu de la tache centrale et la première tache sombre est donné par (on considère que θ est petit et exprimé en radian) :
22. L'écart angulaire θ augmente quand :
23. La valeur de l'écart angulaire θ en degré est :
24. La largeur de la tache centrale (en cm) a pour valeur :
25. En utilisant un laser émettant une lumière bleue, l'écart angulaire θ :

Dans une cuve à onde, un vibreur produit dans un point S , situé à la surface libre de l'eau, une onde périodique de fréquence $f = 4 Hz$, de hauteur maximale $0,2 m$ et de vitesse de propagation $v = 4 m.s^{-1}$. Cette onde est décrite par l'équation suivante : $z(t) = A \cos(\frac{2\pi}{T}(t - \tau))$ tel que $z(t)$ est l'élongation d'un point M de la surface d'eau distant horizontalement de x du point S , A et T sont respectivement l'amplitude et la période propre de l'onde.

26. Le retard τ est exprimé par la relation suivante :
27. La vitesse de déplacement vertical $v_v(t)$ (en m/s) à l'instant $t = 4 s$ et à un point M de la surface de l'eau distant de $4 m$ du point S vaut :

28. On émet, à l'aide d'un haut-parleur, un signal sonore sinusoïdal. L'onde se propage à la vitesse $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$. Cette onde se réfléchit sur un obstacle situé à une distance notée d de la source. L'écho de l'onde sonore est entendu $0,3 \text{ s}$ après l'émission du signal. Donner la valeur (en m) de d :
29. Une substance radioactive contient de l'Iode 131 de demi-vie 8 jours et du Césium 137 de demi-vie 30 ans. La part de l'activité radioactive due à l'Iode est de 200 kBq et celle due au césium est de 50 kBq . Quelle sera l'activité (en kBq) de cette substance dans 10 mois (1 mois = 30 jours) ?
30. Pour un être vivant, on définit le rapport $r = \frac{N_{C14}}{N_{C12}} = 10^{-12}$ avec N_{C14} et N_{C12} sont respectivement le nombre d'atomes de carbone 14 et le nombre d'atomes de carbone 12. Après sa mort, ce rapport r décroît et atteint pour un cas d'étude la valeur $0,125 \cdot 10^{-12}$. Combien d'années se sont écoulées depuis la mort de l'être vivant objet de l'étude ?

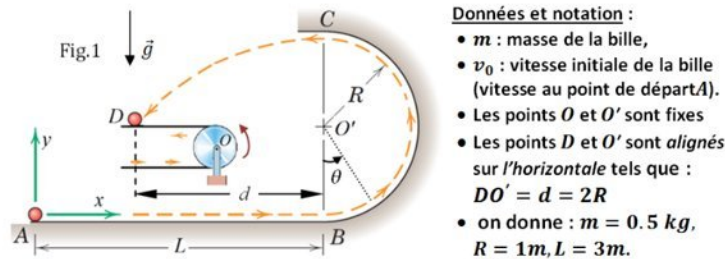
Mécanique

On suppose que l'accélération de la pesanteur est constante et égale à $g = 10 \text{ m/s}^2$, dirigée vers le bas.

Les problèmes I et II sont indépendants.

Problème I (Rédaction : On écrit seulement le résultat final sur la fiche de réponse).

Une bille métallique représentée par un point matériel de masse m passe par le chemin $ABCD$ (Fig.1) tel que : la portion AB est rectiligne horizontale de longueur L ; BC est demi-circulaire de rayon R et la portion CD est parabolique. Placée au point D , la bille est ensuite transférée vers son lieu final via une chaîne destinée à cette fonction. La position géométrique du point D est définie dans le repère fixe (A, x, y) par les distances données L, d et R . L'étude sera abordée en deux parties 1 et 2, en tenant compte ou non des frottements.



Partie 1 : Dans cette partie, les frottements sont négligés, la bille fait son départ du point A avec une vitesse initiale v_0 . **Déterminer :**

- la vitesse v_C de la bille au point C en fonction de v_0, g et R .
- la vitesse v_C nécessaire pour que la bille se positionne au point D, en fonction de g et R (On pourra choisir le repère fixe (C, x', y') tel que $x' = -x$ et $y' = -y$)
- la valeur de $v_0(\text{m/s})$ permettant de positionner la bille en D.
- la valeur du temps en seconde, $t = t_{AB} + t_{CD}$, mis par la bille sur les deux portions de trajet AB et CD, respectivement.

Partie 2 : Dans cette partie, les frottements sont considérés le long du trajet de la bille qui fait départ du point A avec une vitesse initiale v_0 . L'action de frottement est notée $\vec{f}$, cette action s'oppose au mouvement de la bille telle que :

- Sur le trajet AB, cette force $\vec{f}$ est horizontale et constante, d'intensité $f = 2 \text{ N}$ (N : Newton)
- Sur le trajet BC, cette force s'exprime sous la forme : $\vec{f} = -k\vec{v}/\|\vec{v}\|$, où k est un coefficient constant connu ($k = 2 \text{ N}$), elle est portée par la tangentielle à l'arc du demi-cercle BC, mais opposée à la vitesse
- Sur le trajet CD, la force de frottement $\vec{f} = f\vec{y}$, où f est l'intensité de cette force constante connue ($f = 2 \text{ N}$).

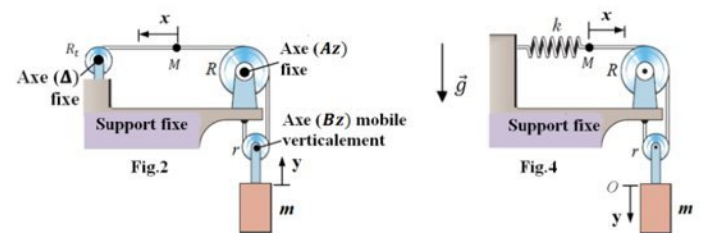
- Sur le trajet AB, exprimer l'accélération γ de la bille en fonction de f et m .
- Exprimer la vitesse v_B de la bille en B en fonction de f, m, L et v_0 .
- Sur le trajet CD, calculer la vitesse $v_C(\text{m/s})$ en C permettant de positionner la bille au point D.
- Sur le trajet BC, calculer la somme des travaux $W(\text{Joule})$ de la force de frottement et du poids de la bille entre les points B et C, en admettant que le travail de la force de frottement $\vec{f}$ vaut $-2\pi \text{ Joule}$.
- Calculer la vitesse $v_0(\text{m/s})$ permettant de positionner la bille en D.
- Si le temps mis par la bille entre les points A et B fait 25% du temps total t_t nécessaire entre A et D, calculer le temps t_t (en seconde) .

Problème II (QCM : Marquez la bonne réponse sur la fiche de réponse) :

Un système de monte-charge (Fig.2) est composé d'un moteur d'axe fixe Δ , qui fait tourner la poulie (même axe Δ) de rayon R_t , d'un câble inextensible sans masse et de deux poulies d'axes $(A, \vec{z})$ et $(B, \vec{z})$, parallèles et horizontaux (Fig.2), l'ensemble est destiné à soulever la masse m tel que :

- Le câble s'enroule sans glisser sur les gorges des poulies
- Poulie d'axe $(A, \vec{z})$, son axe est fixe : Rayon R , Moment d'inertie J par rapport à son axe de rotation, la poulie tourne sans frottement par rapport à son axe, sa vitesse est notée $\dot{\theta}$.
- Poulie d'axe $(B, \vec{z})$: Rayon r , Masse *négligée*, la poulie tourne sans frottement par rapport à son axe, et peut translater verticalement.
- Pour faire monter la masse m d'une hauteur h donnée, la poulie d'axe Δ est animée en rotation selon le schéma de la figure 3 représentant la variation de sa vitesse ω en fonction du temps.

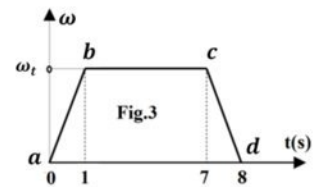
Soit le point M du câble pointé sur la Figure 2. Lors du mouvement, on désigne par x le déplacement du point M , par y le déplacement vertical de la masse m et celui de la poulie d'axe $(B, \vec{z})$, à l'instant $t = 0$: $x = 0$ et $y = 0$. On admet le long du problème la relation entre x et y telle que : $x = 2y$. Pour les applications numériques : $m = 25 \text{ kg}$; $R_t = 0,2 \text{ m}$; $R = 0,25 \text{ m}$; $J = 0,2 \text{ kgm}^2$; $\omega_t = 4\pi \text{ rad/s}$.



- Lors de la phase d'accélération (a-b) (Fig.3), calculer l'accélération $\gamma(\text{m/s}^2)$ de la masse m .
- Calculer la distance $h(\text{m})$ parcourue par la masse durant les 8 s (Fig.3).
- Lors de la phase (b-c) (Fig.3), calculer la tension $T(\text{N})$ du câble.
- Lors de la montée de la masse dans la phase (a-b), calculer la tension $T(\text{N})$ du câble attaché à la poulie de rayon R_t .

Dans la suite, on considère la figure 4. Pour analyser l'influence des états de marches – arrêts du moteur sur la dynamique du système, on a remplacé une partie du câble par un ressort de raideur $k = 10^4 \text{ N/m}$ selon la figure 4. Le reste du câble est inchangé en conservant toutes les hypothèses initialement considérées. On écarte la masse m de sa position d'équilibre "O" vers le bas d'une distance $y(t = 0) = 0,1 \text{ m}$, puis on l'abandonne sans vitesse initiale. On considère le point "O" à l'équilibre comme origine des ordonnées y . **Déterminer :**

- l'allongement du ressort Δl_0 à l'état d'équilibre du système en fonction de m, g et k .
- l'énergie potentielle totale E_p du système en fonction de $k, m, g, \Delta l_0$ et x , en considérant que l'énergie potentielle due à la pesanteur est nulle à l'état d'équilibre du système.
- la valeur de la période propre $T_0(\text{s})$ du système.
- la valeur de l'énergie mécanique $E_m(\text{Joule})$ du système à $t = T_0/4$.



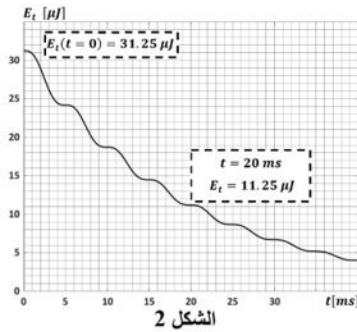
ملاحظات هامة:

- يتألف موضوع الامتحان من صفحة واحدة، فهو مخزّر باللغة العربية و مترجم إلى اللغة الفرنسية (انظر ظهر الورقة).

- تكتب الأجوبة في ورقة الإجابة التي تُمنح للمرشح.

- على المترشح التركيز على موضوع الامتحان دون طرح أي استفسار يتعلق بمضمونه.

9- عند لحظة $(t = 0)$ نتخذها أصلا جديدا للتواريخ، شدة التيار تساوي $i(t = 0) = 0A$ و نفتح قاطع التيار K_2 . يمثل منحنى الشكل 2 تغيرات الطاقة الكلية $E_t(t)$ للدارة بدلالة الزمن. أوجد قيمة الطاقة المغناطيسية E_m المخزونة في الوشعة (μJ) عند اللحظة $(t = 0)$.



- 10- أوجد قيمة التوتر $u(t)$ عند اللحظة $(t = 0)$.
- 11- أوجد قيمة الطاقة المبذولة بمفعول جول (μJ) عند اللحظة $(t = 20ms)$.
- 12- أوجد تعبير المشتقة بالنسبة للزمن للطاقة الكلية $E_t(t)$ للدارة بدلالة شدة التيار $i(t)$ و بارامترات الدارة.
- 13- المستقيم المماس للمنحنى (الشكل 2) عند النقطة $(t = 20ms, 11.25 \mu J)$ أفقي. ماهي قيمة شدة التوتر $u(t)$ عند اللحظة $t = 20ms$ ؟
- 14- أوجد قيمة الطاقة المغناطيسية E_m المخزونة في الوشعة (μJ) عند اللحظة $(t = 20ms)$.

الموجات و التناقص الإشعاعي (OCM) : نختار الجواب الصحيح من بين الأجوبة المُشار إليها في ورقة الإجابة

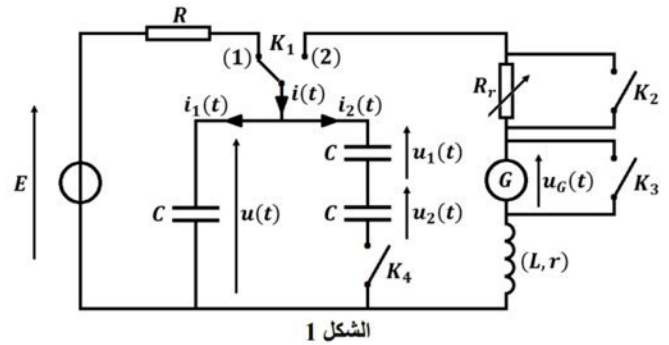
معطيات : سرعة انتشار الضوء في الفراغ هي: $c = 3.10^8 m.s^{-1}$ ، عمر النصف للربون ^{14}C هو 5600 سنة.

- قيمة طول الموجة للضوء البرتقالي في الفراغ هي $\lambda_0 = 624 nm$ (نعطي: $10^{12} Hz = 1 THz$).
- 15- قيمة التردد f (ب THz) لهذا الإشعاع هي تقريبا:
- 16- عندما تنتشر هذه الموجة في كتلة من الماس معامل انكسارها $n = 2,418$ ، فإن طولها الموجي:
- 17- قيمة طول الموجة λ (ب nm) لهذا الإشعاع في هذه الكتلة من الماس هي تقريبا:
- 18- قيمة سرعة انتشار هذا الضوء v (ب m/s) في هذه الكتلة من الماس هي تقريبا:

- نضيء شعرة رقيقة سمكها $e = 2,4 mm$ بواسطة إشعاع لآزر يبعث ضوءا أحمر طول موجته في الفراغ $\lambda = 600 nm$. نلاحظ على شاشة موضوعة على مسافة $D = 2 m$ من الشعرة بقعة مركزية عرضها L .
- 19- قيمة تردد الضوء (ب Hz) المنبعث من هذا المنبع هي:
- 20- عندما ينتشر هذا الضوء الأحمر في الزجاج (معامل انكساره 1,5)، فإن تردد هذه الموجة:
- 21- تعبير الفرق الزاوي θ بين وسط البقعة المركزية وأول بقعة مظلمة هو (تعتبر θ زاوية صغيرة معبر عنها بالراديان) :
- 22- الفرق الزاوي θ يزداد عندما:
- 23- قيمة الفرق الزاوي θ بالدرجة هي:
- 24- قيمة عرض البقعة المركزية (ب cm) هي:
- 25- باستخدام منبع لآزر ينبعث منه ضوء أزرق، فإن الفرق الزاوي θ :

الكهرباء (OCM) : نختار الجواب الصحيح من بين الأجوبة المُشار إليها في ورقة الإجابة

نتجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1.



يتكون هذا التركيب من:

- مولد مؤمّن للتوتر قوته الكهرمحركة $E = 12V$;
 - موصل أومي ذي مقاومة R ;
 - ثلاث مكثفات بنفس السعة C ;
 - موصل أومي ذي مقاومة R_r قابلة للضبط;
 - مولد G ذي توتر يتناسب اطرادا مع شدة التوتر $u_G = k_0 i(t)$;
 - وشعة معامل تحريضها L ومقاومتها r غير مهمة;
 - قواطع للتيار K_1, K_2, K_3, K_4 .
- عند لحظة $(t = 0)$ نتخذها أصلا للتواريخ، شدة التوتر $u(t = 0) = 0V$ ، نوزج قاطع التيار K_1 الى الموضع (1) ونغلق قاطع التيار K_4 .

- 1- أوجد تعبير $(i_1(t), i_2(t))$ بدلالة $i(t)$.
- 2- المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التوتر اللحظية $u(t)$ تكتب على الشكل : $\beta RC \frac{du(t)}{dt} + u(t) = E$ أوجد قيمة β .
- 3- أعط، بدلالة بارامترات الدارة، تعبير (α, τ) ، ليكتب حل المعادلة التفاضلية السابقة على الشكل: $u(t) = \alpha(1 - e^{-t/\tau})$.
- 4- استنتج القيمة البدئية لشدة التيار $i_1(t = 0)$ بدلالة بارامترات الدارة.
- 5- معادلة مماس منحنى i_2 بدلالة الزمن عند اللحظة $(t = 0)$ هي: $y = at + b$ مع $a = -20/3 [mA/ms]$ و $b = 10 [mA]$. أعط قيمة $(i(t = 0), \tau)$.
- 6- استنتج قيمة (R, C) .

نضبط مقاومة الموصل الأومي $R_r = 50 \Omega$. عند لحظة $(t = 0)$ نتخذها أصلا جديدا للتواريخ، قيمة الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف ذي التوتر $u(t)$ هي: $E_e(t = 0) = 0.18 mJ$. شدة التيار $i(t = 0) = 0A$ ، نوزج قاطع التيار K_1 الى الموضع (2)، نفتح قاطع التيار K_4 ونغلق قاطعي التيار K_2 و K_3 .

7- أوجد، بدلالة بارامترات الدارة، تعبير A و B ، لتكتب المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u(t)$ على الشكل التالي:

$$\frac{d^2 u(t)}{dt^2} + A \frac{du(t)}{dt} + Bu(t) = 0$$

- 8- تبين معاينة المنحنى الممثل لتغيرات التوتر $u(t)$ أن نظام التذبذب شبه دوري و أن قيمة $u(t)$ القصوى هي: $12V$. نعتبر أن شبه الدور للتذبذبات يساوي الدور الخاص: $T_0 = 10 ms$ أوجد قيمة (L, C) . نأخذ: $\pi^2 = 10$.

في حوض الموجات، يحدث هزاز في نقطة S من السطح الحر للماء موجة متوالية ترددها $f = 4 \text{ Hz}$ ، علوها الأقصى $0,2 \text{ m}$ وسرعة انتشارها $v = 4 \text{ m.s}^{-1}$. يُعبر عن هذه الموجة بالمعادلة الآتية: $z(t) = A \cos(\frac{2\pi}{T}(t - \tau))$ حيث إن $z(t)$ هي استطالة نقطة M من سطح الماء تبعد أفقياً عن النقطة S بالمسافة x ، A و T هما على التوالي وسع ودور الموجة.

26- يُعبر عن التأخر الزمني τ بالعلاقة الآتية:

27- قيمة سرعة الحركة الرأسية $v_v(t)$ (ب m/s) عند اللحظة $t = 4 \text{ s}$ وعند نقطة M من سطح الماء تبعد عن S ب 4 m هي :

28- نبعث إشارة صوتية جيبيّة عن طريق مكبر للصوت. تنتشر هذه الموجة بسرعة $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$. تنعكس هذه الموجة على عائق يقع على مسافة d من المنبع. يتم سماع صدى الموجة الصوتية بعد $0,3 \text{ s}$ من إرسال الإشارة. أعط قيمة d (ب m):

29- تحتوي مادة مشعة على اليود 131 وله عمر النصف 8 أيام والسيزيوم 137 وله عمر النصف 30 عاماً. حصة النشاط الإشعاعي الناتجة عن اليود هي 200 kBq ، والناتجة عن السيزيوم هي 50 kBq . ما هي قيمة النشاط الإشعاعي (ب kBq) لهذه المادة بعد 10 شهور (شهر واحد = 30 يوم)؟

30- بالنسبة لكانن حي، نُعرف النسبة r بالعلاقة: $r = \frac{N_{C14}}{N_{C12}} = 10^{-12}$ حيث أن N_{C14} و N_{C12} هما على التوالي عدد ذرات الكربون 14 و عدد ذرات الكربون 12 . بعد وفاته، تتناقص هذه النسبة وتساوي في دراسة حالة $0,125 \cdot 10^{-12}$. كم سنة مرت على وفاة الكائن الحي محل الدراسة؟

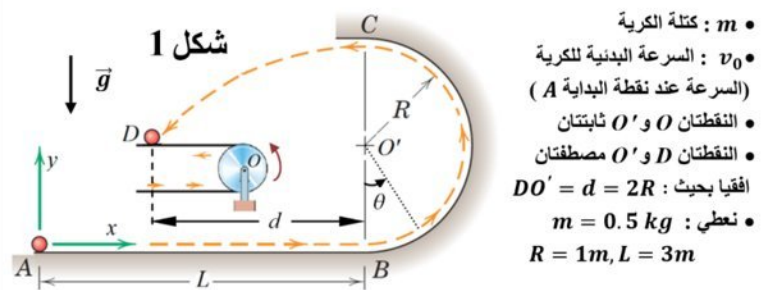
الميكانيك

نفترض أن شدة مجال الثقالة تبقى ثابتة وقيمتها $g = 10 \text{ m/s}^2$ متجهة الى الأسفل.

المسائلان I و II مستقلتان.

المسألة I - تحرير: نكتب فقط النتيجة النهائية في ورقة الإجابة:

كرية معدنية ممثلة بنقطة مادية كتلتها m تمر عبر المسار $ABCD$ (الشكل 1) حيث : الجزء AB مستقيم أفقي بطول L ؛ BC : نصف دائري شعاعه R والجزء CD شكله شلجي.



عند وصولها النقطة D، يتم نقل الكرية إلى موقعها النهائي عبر ناقل مخصص لهذا الغرض. يتم تحديد الموقع الهندسي للنقطة D في المرجع الثابت (A, x, y) بالمسافات المعطاة L, d, R . ستتم الدراسة في جزأين 1 و 2، مع مراعاة الاحتكاك أو إهماله.

الجزء 1: في هذا الجزء، يتم إهمال الاحتكاكات، تقوم الكرية بمغادرة النقطة A بسرعة بدنية v_0 . حدد :

- 31- سرعة الكرية v_c عند النقطة C بدلالة v_0 و g و R .
- 32- السرعة v_c اللازمة للكرية لوضعها عند النقطة D بدلالة g و R (يمكن اختيار المرجع الثابت (C, x', y') بحيث $x' = -x$ و $y' = -y$).
- 33- قيمة السرعة البدنية $v_0(m/s)$ التي تسمح بوضع الكرية عند النقطة D.
- 34- المدة الزمنية اللازمة للثانية (s) لحركة الكرية على المسارين AB و CD على التوالي : $t = t_{AB} + t_{CD}$.

الجزء 2 : في هذا الجزء، يتم اعتبار الاحتكاكات على طول مسار الكرية التي تنطلق دائماً من النقطة A بسرعة بدنية v_0 . نفترض أن الاحتكاكات تكافئ قوة $\vec{f}$ تؤثر عكس منحى الحركة بحيث :

- على المسار AB ، هذه القوة $\vec{f}$ أفقية وثابتة، شدتها تساوي $f = 2N$ (نيوتن).
- على المسار BC ، يتم التعبير عن هذه القوة بالصيغة $\vec{f} = -k\vec{v}/\|\vec{v}\|$ ، حيث k هو معامل ثابت معروف ($k = 2N$)، و هي موجهة عكس السرعة مماسياً لنصف الدائرة BC .
- على المسار CD ، قوة الاحتكاك ثابتة و نكتب على الشكل $\vec{f} = f\vec{y}$ ، حيث f هي شدة هذه القوة ($f = 2N$).

35- عبر عن تسارع الكرية γ في المسار AB بدلالة f و m .

36- عبر عن السرعة v_B للكرية في النقطة B بدلالة f و m, L, v_0 .

37- احسب السرعة $v_c(m/s)$ في النقطة C للسماح للكرية بوضعها عند النقطة D (اعتبر المسار CD).

38- في المسار BC ، احسب مجموع الأشغال $W(\text{Joule})$ لقوة الاحتكاك ووزن الكرية بين النقطتين B و C، باعتبار أن شغل قوة الاحتكاك $\vec{f}$ يساوي $-2\pi \text{ Joule}$.

39- احسب السرعة $v_0(m/s)$ التي تسمح بوضع الكرية عند النقطة D.

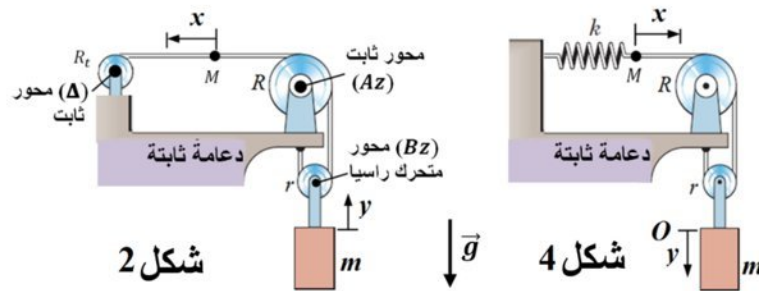
40- إذا كانت المدة الزمنية التي تستغرقها الكرية بين النقطتين A و B هي 25% من إجمالي المدة t_t اللازمة بين A و D، فاحسب t_t بالثانية (s).

المسألة II (OCM) : نختار الجواب الصحيح من بين الأجوبة المشار إليها في ورقة الإجابة :

يتكون نظام رفع حمولة من محرك ذي محور أفقي ثابت A، يقوم بتدوير البكرة (نفس المحور Δ) التي شعاعها R_t (الشكل 2) وكابل ذي كتلة مهملة وغير قابل للإمتداد وبكرتين ذات المحاور (AZ) و (BZ) متوازيين وأفقين، يهدف النظام إلى رفع الكتلة m ، حيث :

- يلف الكابل دون انزلاق على مجريي البكرات
- البكرة ذات المحور (AZ) ، محورها ثابت، شعاعها R ، عزم قصورها بالنسبة لمحور دورانها J ، حركة دوران البكرة حول محورها دون احتكاك، ونرمز ب θ سرعة دورانها.
- البكرة ذات المحور (BZ) ، كتلتها مهملة، شعاعها r ، حركة دوران البكرة حول محورها دون احتكاك، يمكن للمحور (BZ) الحركة رأسياً.
- لرفع الكتلة m لارتفاع معين h ، يتم تحريك البكرة ذات المحور Δ وفقاً لمخطط سرعتها الزاوية ω الذي تم رسمه بدلالة الزمن (الشكل 3).

لنعتبر النقطة M من الكابل، المشار إليها في الشكل 2. خلال الحركة، يُعبر x عن إزاحة النقطة M، و يُعبر y عن إزاحة الكتلة m وكذلك عن إزاحة البكرة (BZ) ، عند اللحظة $(t = 0)$: $y = 0$ و $x = 0$. نغلب العلاقة بين x و y حيث $x = 2y$. التطبيقات العددية : $m = 25 \text{ kg}$; $R_t = 0,2 \text{ m}$; $R = 0,25 \text{ m}$; $J = 0,2 \text{ kgm}^2$; $\omega_t = 4\pi \text{ rad/s}$



- 41- خلال مرحلة التسارع (a-b) (الشكل 3)، احسب التسارع $\gamma (m/s^2)$ للكتلة m .
- 42- احسب المسافة المقطوعة $h(m)$ من طرف الكتلة خلال ثمان ثواني (8s) (الشكل 3).
- 43- خلال المرحلة (b-c) (الشكل 3)، احسب توتر الكابل $T(N)$.

44- عند ارتفاع الكتلة في المرحلة (a-b)، احسب توتر الكابل $T(N)$ ، المشدود إلى البكرة التي شعاعها R_t .

في ما يلي، نعتبر الشكل 4. لدراسة تأثير حالة تردد "تشغيل-توقيف" المحرك على ديناميات النظام، تم استبدال جزء من الكابل بنابض صلابته $k = 10^4 \text{ N/m}$ ، وفقاً للشكل 4. تبقى بقية الكابل دون تغيير عن طريق الاحتفاظ بجميع الفرضيات التي تم العمل بها في بداية المسألة. نزيح الكتلة m عن حالة توازن "O" إلى الأسفل بمسافة $y(t = 0) = 0,1 \text{ m}$ ، ثم نحررها دون سرعة بدنية. نعتبر النقطة "O" عند التوازن كاصل للأرأتيب y . حدد :

- 45- إطالة النابض Δl_0 عند التوازن بدلالة g و k و m .
- 46- طاقة الوضع الإجمالية للنظام بدلالة $x, \Delta l_0, g, m, k$ ، مع الأخذ في الاعتبار أن حالة التوازن حالة مرجعية بالنسبة لطاقة الوضع الثقالية.
- 47- قيمة الدور الخاص $T_0(s)$ للنظام.
- 48- قيمة الطاقة الميكانيكية $E_m(\text{Joule})$ للنظام عند اللحظة $t = T_0/4$.

Nom :

Prénom :

Code Massar :

Le candidat doit obligatoirement cocher (comme suit ■) son code Massar sur la grille ci-contre →

☐ A	☐ K	☐ 0	☐ 0	☐ 0	☐ 0	☐ 0	☐ 0	☐ 0	☐ 0	☐ 0	☐ 0
☐ B	☐ L	☐ 1	☐ 1	☐ 1	☐ 1	☐ 1	☐ 1	☐ 1	☐ 1	☐ 1	☐ 1
☐ C	☐ M	☐ 2	☐ 2	☐ 2	☐ 2	☐ 2	☐ 2	☐ 2	☐ 2	☐ 2	☐ 2
☐ D	☐ N	☐ 3	☐ 3	☐ 3	☐ 3	☐ 3	☐ 3	☐ 3	☐ 3	☐ 3	☐ 3
☐ E	☐ O	☐ U	☐ 4	☐ 4	☐ 4	☐ 4	☐ 4	☐ 4	☐ 4	☐ 4	☐ 4
☐ F	☐ P	☐ V	☐ 5	☐ 5	☐ 5	☐ 5	☐ 5	☐ 5	☐ 5	☐ 5	☐ 5
☐ G	☐ Q	☐ W	☐ 6	☐ 6	☐ 6	☐ 6	☐ 6	☐ 6	☐ 6	☐ 6	☐ 6
☐ H	☐ R	☐ X	☐ 7	☐ 7	☐ 7	☐ 7	☐ 7	☐ 7	☐ 7	☐ 7	☐ 7
☐ I	☐ S	☐ Y	☐ 8	☐ 8	☐ 8	☐ 8	☐ 8	☐ 8	☐ 8	☐ 8	☐ 8
☐ J	☐ T	☐ Z	☐ 9	☐ 9	☐ 9	☐ 9	☐ 9	☐ 9	☐ 9	☐ 9	☐ 9

QCM : 1 point pour une réponse juste, 0 pour une réponse fausse ou plus d'une réponse ou pas de réponse.

Question 1

- | | |
|---|---|
| ☐ $(\frac{1}{4}i(t), \frac{3}{4}i(t))$ | ☐ $(\frac{1}{3}i(t), \frac{1}{3}i(t))$ |
| ☐ $(\frac{1}{2}i(t), \frac{1}{2}i(t))$ | ☐ $(\frac{2}{3}i(t), \frac{1}{3}i(t))$ |

Question 2

- | | | | |
|--|----------------------------|--|--|
| ☐ $\frac{1}{2}$ | ☐ 3 | ☐ $\frac{3}{2}$ | ☐ $\frac{2}{3}$ |
|--|----------------------------|--|--|

Question 3

- | | |
|---|--|
| ☐ $(E, \frac{2}{3}RC)$ | ☐ $(\frac{2E}{3}, \frac{3}{2}RC)$ |
| ☐ $(\frac{E}{3}, \frac{2}{3}RC)$ | ☐ $(E, \frac{3}{2}RC)$ |

Question 4

- | | | | |
|--|---|--|--|
| ☐ $\frac{3E}{2R}$ | ☐ $\frac{E}{2R}$ | ☐ $\frac{2E}{3R}$ | ☐ $\frac{E}{R}$ |
|--|---|--|--|

Question 5

- | | |
|---|---|
| ☐ $(30mA, 0,15ms)$ | ☐ $(10mA, 0,15ms)$ |
| ☐ $(30mA, 1,5ms)$ | ☐ $(10mA, 1,5ms)$ |

Question 6

- | | |
|---|--|
| ☐ $(400\Omega, 0,25\mu F)$ | ☐ $(400\Omega, 2,5\mu F)$ |
| ☐ $(1,2k\Omega, 2,5\mu F)$ | ☐ $(1,2k\Omega, 0,25\mu F)$ |

Question 7

- | | |
|--|--|
| ☐ $A = \frac{r}{L}, B = \frac{1}{LC}$ | ☐ $A = \frac{L}{r}, B = LC$ |
| ☐ $A = \frac{r}{L}, B = LC$ | ☐ $A = \frac{L}{r}, B = \frac{1}{LC}$ |

Question 8

- | | |
|---|--|
| ☐ $(1mH, 0,25\mu F)$ | ☐ $(1H, 2,5\mu F)$ |
| ☐ $(1H, 0,25\mu F)$ | ☐ $(1mH, 2,5\mu F)$ |

Question 9

- | | | | |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| ☐ 16,625 | ☐ 11,25 | ☐ 0 | ☐ 31,25 |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|

Question 10

- | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| ☐ 2,5V | ☐ 5V | ☐ 0,5V | ☐ 0V |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|

Question 11

- | | | | |
|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| ☐ 8 | ☐ 11,25 | ☐ 20 | ☐ 0 |
|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------|

Question 12

- | | |
|--|---|
| ☐ $-R_r i^2(t)$ | ☐ $-(R_r + r)i^2(t)$ |
| ☐ $(R_r - r)i^2(t)$ | ☐ $(R_r + r)i^2(t)$ |

Question 13

- | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ☐ 2,5V | ☐ 3V | ☐ 0V | ☐ 4V |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|

Question 14

- | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| ☐ 10 | ☐ 20 | ☐ 0 | ☐ 11,25 |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|

Question 15

- | | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ☐ 481 | ☐ 4810 | ☐ 48,1 | ☐ 4,81 |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|

Question 16

- | | |
|------------------------------------|--|
| ☐ Augmente | ☐ Reste constante |
| ☐ Est nulle | ☐ Diminue |

Question 17

- | | | | |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| ☐ 0 | ☐ 258 | ☐ 624 | ☐ 1509 |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|

Question 18

- | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| ☐ 3.10^8 | ☐ 12.10^7 | ☐ 72.10^7 | ☐ 12.10^8 |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|

Question 19

- | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ☐ 5.10^{15} | ☐ 4.10^{14} | ☐ 4.10^{15} | ☐ 5.10^{14} |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|

Question 20

- | | |
|-----------------------------------|--|
| ☐ Augmente | ☐ Est nulle |
| ☐ Diminue | ☐ Reste constante |

Question 21

- | | | | |
|---|---|--|--|
| ☐ $\frac{\lambda}{2e}$ | ☐ $\frac{2\lambda}{e}$ | ☐ $\frac{e}{\lambda}$ | ☐ $\frac{\lambda}{e}$ |
|---|---|--|--|

Question 22

- | | |
|-------------------------------------|--|
| ☐ D augmente | ☐ e augmente |
| ☐ e diminue | ☐ λ diminue |

Question 23

- | | | | |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| ☐ 1,4 | ☐ 0,25 | ☐ 2,5 | ☐ 0,014 |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|

Question 24

- | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| ☐ 0,573 | ☐ 5,73 | ☐ 0,1 | ☐ 0,01 |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|

Question 25

- | | |
|-----------------------------------|---|
| ☐ Est nul | ☐ Reste constant |
| ☐ Augmente | ☐ Diminue |

Question 26

- | | | | |
|---|--|---|--|
| ☐ $\frac{x}{2v}$ | ☐ $f \frac{x^2}{v^2}$ | ☐ $\frac{2x}{v}$ | ☐ $\frac{x}{v}$ |
|---|--|---|--|

Question 27

- | | | | |
|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| ☐ 4 | ☐ 0 | ☐ 5,03 | ☐ 10,03 |
|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|

Question 28

- | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| ☐ 51 | ☐ 102 | ☐ 112 | ☐ 61 |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|

Question 29

- | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| ☐ 49 | ☐ 59 | ☐ 100 | ☐ 134 |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|

Question 30

- | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ☐ 3868 | ☐ 7296 | ☐ 16800 | ☐ 38683 |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|

Important : Pour les questions 31 à 40, écrire la réponse finale. Ne pas toucher à la case (elle est réservée au correcteur). 1,5 Points pour chaque réponse juste

Question 31

- | | |
|--------------------------|---------------|
| ☐ | $v_c =$ |
|--------------------------|---------------|

Question 32

- | | |
|--------------------------|---------------|
| ☐ | $v_c =$ |
|--------------------------|---------------|

Question 33

- | | |
|--------------------------|---------------|
| ☐ | $v_0 =$ |
|--------------------------|---------------|

Question 34

- | | |
|--------------------------|-------------|
| ☐ | $t =$ |
|--------------------------|-------------|

Question 35

- | | |
|--------------------------|------------------|
| ☐ | $\gamma =$ |
|--------------------------|------------------|

Question 36

- | | |
|--------------------------|---------------|
| ☐ | $v_B =$ |
|--------------------------|---------------|

Question 37

- | | |
|--------------------------|---------------|
| ☐ | $v_c =$ |
|--------------------------|---------------|

Question 38

- | | |
|--------------------------|-------------|
| ☐ | $W =$ |
|--------------------------|-------------|

Question 39

- | | |
|--------------------------|---------------|
| ☐ | $v_0 =$ |
|--------------------------|---------------|

Question 40

- | | |
|--------------------------|---------------|
| ☐ | $t_t =$ |
|--------------------------|---------------|

Question 41

- | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| ☐ 1,57 | ☐ 1,256 | ☐ 2,5 | ☐ 0,62 |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|

Question 42

- | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| ☐ 4,39 | ☐ 8,79 | ☐ 17,59 | ☐ 11 |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|

Question 43

- | | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| ☐ 250 | ☐ 500 | ☐ 100 | ☐ 125 |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|

Question 44

- | | | | |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ☐ 125 | ☐ 153,2 | ☐ 140,7 | ☐ 148,7 |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|

Question 45

- | | | | |
|--|---|--|---|
| ☐ $\frac{2k}{mg}$ | ☐ $\frac{mg}{k}$ | ☐ $\frac{mg}{2k}$ | ☐ $\frac{k}{mg}$ |
|--|---|--|---|

Question 46

- | | |
|---|---|
| ☐ $\frac{1}{2}k(\Delta l_0)^2 + \frac{mgx}{2}$ | ☐ $\frac{1}{2}k(x + \Delta l_0)^2 + \frac{mgx}{2}$ |
| ☐ $\frac{1}{2}k(x + \Delta l_0)^2 - \frac{mgx}{2}$ | ☐ $\frac{1}{2}k(\Delta l_0)^2 - \frac{mgx}{2}$ |

Question 47

- | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ☐ 0,38s | ☐ 0,19s | ☐ 5,18s | ☐ 0,16s |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|

Question 48

- | | | | |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| ☐ 100,39 | ☐ 401,5 | ☐ 200,78 | ☐ 0 |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|