وزارة التربية والتعليم العالي
المديرية العامّة للتربية
دائرة الامتحانات الرسميّة

امتحانات الشهادة الثانوية العامة
فرع علوم الحياة

دورة العام 2022 العاديّة
الأربعاء 29 حزيران 2022

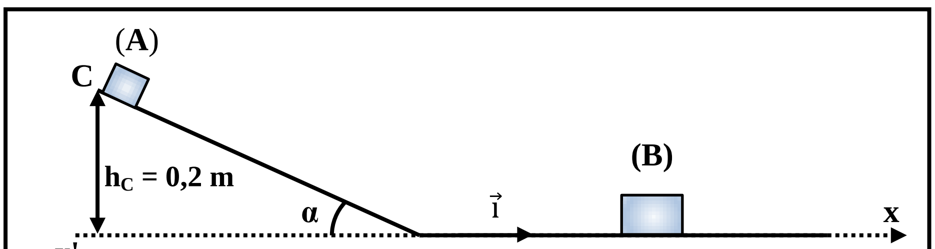
مسابقة في مادة الفيزياء	الاسم:
المدة: ساعة ونصف	الرقم:

Cette épreuve est formée de trois exercices obligatoires réparties sur trois pages.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Exercice 1 (6pts) Vérification du principe d'interaction

Le but de cet exercice est de vérifier le principe d'interaction entre deux blocs. Dans ce but, on dispose de deux blocs (A) et (B), assimilés à des particules, de masses respectives $m_A = 200$ g et $m_B = 800$ g.
(A) et (B) peuvent se déplacer, sans frottement, sur une glissière CDE située dans un plan vertical.
Cette glissière est formée de deux parties : la première CD, est rectiligne et inclinée d'un angle α avec l'horizontale et la deuxième DE, est rectiligne et horizontale.
Le bloc (A) est lâché sans vitesse initiale du point C, situé à une altitude $h_C = 0{,}2$ m au-dessus d'un axe horizontal x'x, confondu avec DE, et de vecteur unitaire $\vec{i}$ (Doc. 1).

Prendre :
- le plan horizontal contenant x'x comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10$ m/s^2.



Doc. 1

1) L'énergie mécanique du système [(A), glissière, Terre] est conservée entre C et D. Pourquoi ?

2) Déduire que la valeur de la vitesse de (A) au point D est $V_A = 2$ m/s.

3) (A) continue son mouvement avec la vitesse $\overrightarrow{V_A} = 2\,\vec{i}$ (m/s) tout le long de DE jusqu'à ce qu'il entre en collision élastique et frontale avec (B) initialement au repos.
Montrer que les vitesses de (A) et (B) juste après la collision sont respectivement
$\overrightarrow{V'_A} = -1{,}2\,\vec{i}$ (m/s) et $\overrightarrow{V'_B} = 0{,}8\,\vec{i}$ (m/s).

4) La durée de la collision est $\Delta t = 0{,}1$ s, donc $\dfrac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} \cong \dfrac{d\vec{P}}{dt}$.
Appliquer, durant Δt, la deuxième loi de Newton :

4.1) sur (B) pour déterminer la force $\vec{F}_{A/B}$ exercée par (A) sur (B) ;

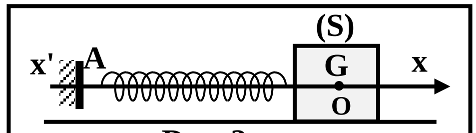
4.2) sur (A) pour déterminer la force $\vec{F}_{B/A}$ exercée par (B) sur (A).

5) Déduire que le principe d'interaction est vérifié.

Exercice 2 (7pts) **Oscillations mécaniques**

Un oscillateur mécanique est formé d'un bloc (S), de masse m, et d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur k = 100 N/m.

Le ressort, placé horizontalement, est relié par l'une de ses deux extrémités à un support fixe A. (S) est attaché à l'autre extrémité du ressort et peut se déplacer, sans frottement, sur une surface horizontale (Doc. 2).



Doc. 2

À l'équilibre, le centre de masse (G), de (S), coïncide avec l'origine O de l'axe x' x.

À l'instant $t_0 = 0$, (G) est en O et (S) est lancé, dans le sens négatif, avec une vitesse initiale $\vec{V_0}$. (G) effectue alors des oscillations mécaniques.

À un instant t, l'abscisse de (G) est $x = \overline{OG}$ et la valeur algébrique de sa vitesse est $v = x' = \frac{dx}{dt}$.

La courbe du document 3 représente, en fonction du temps, soit l'énergie cinétique, soit l'énergie potentielle élastique, soit l'énergie mécanique du système (Oscillateur, Terre).

Le but de cet exercice est de déterminer la valeur de m et l'équation horaire de (G).

Prendre le plan horizontal contenant (G) comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

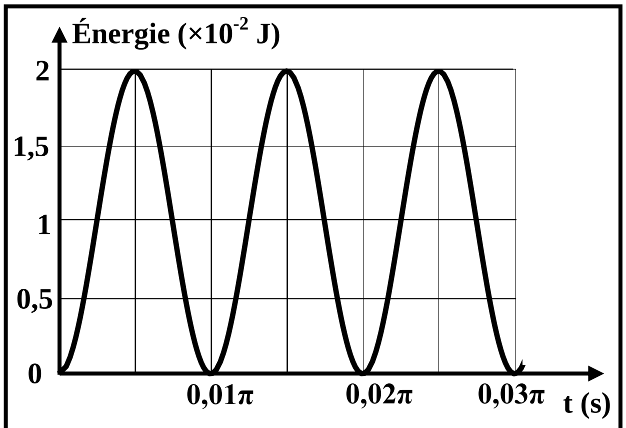
1) Préciser le type des oscillations de (G).

2) La courbe du document 3 représente, en fonction du temps, l'énergie potentielle élastique du système (Oscillateur, Terre). Pourquoi ?

3) Utiliser le document 3 pour répondre aux questions suivantes :

3.1) Calculer l'amplitude X_m des oscillations de (G).

3.2) Sachant que la période de l'énergie potentielle élastique $T_{énergie}$ de ce système, vaut la moitié de la période propre T_0 des oscillations de (G) $\left(T_{énergie} = \frac{T_0}{2}\right)$, calculer T_0.



Doc. 3

4) L'équation horaire du mouvement de (G) est de la forme : $x = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$, avec φ est une constante et ω_0 est la pulsation propre de l'oscillateur.

4.1) Déterminer la valeur de φ.

4.2) Calculer la valeur de ω_0.

4.3) Déduire l'expression de x en fonction du temps.

5) Sachant que $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$, calculer la valeur de m.

Exercice 3 (7pts) Luminosité d'une lampe

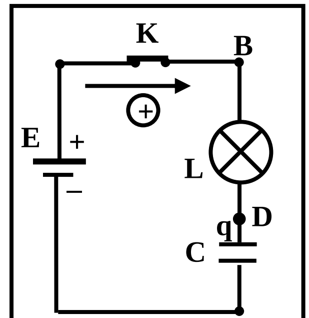
Le but de cet exercice est d'étudier la luminosité d'une lampe dans deux expériences.
Dans ce but, on considère :

- un générateur idéal de force électromotrice $E = 9$ V;
- une lampe L assimilée à un conducteur ohmique, de résistance $R = 10\ \Omega$;
- un condensateur de capacité $C = 0{,}1$ F ;
- un interrupteur K.

On donne : la luminosité d'une lampe augmente avec l'augmentation de l'intensité du courant électrique qui la traverse et vice versa.

1) Première expérience : Charge d'un condensateur

On branche le condensateur, initialement non chargé, en série avec la lampe, le générateur et l'interrupteur K (Doc. 4).
À l'instant $t_0 = 0$, on ferme K et la charge du condensateur commence.



Doc. 4

1.1) Montrer que l'équation différentielle qui décrit la variation de la tension, $u_{DA} = u_C$, aux bornes du condensateur est : $E = RC\dfrac{du_C}{dt} + u_C$

1.2) La solution de l'équation différentielle obtenue est de la forme :
$u_C = E\left(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}\right)$, où τ est une constante.

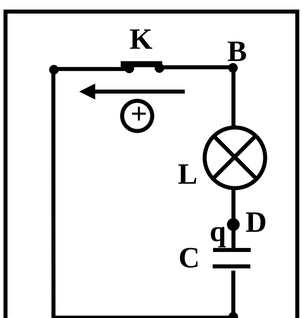
1.2.1) Déterminer l'expression de τ en fonction de R et C.

1.2.2) Calculer τ.

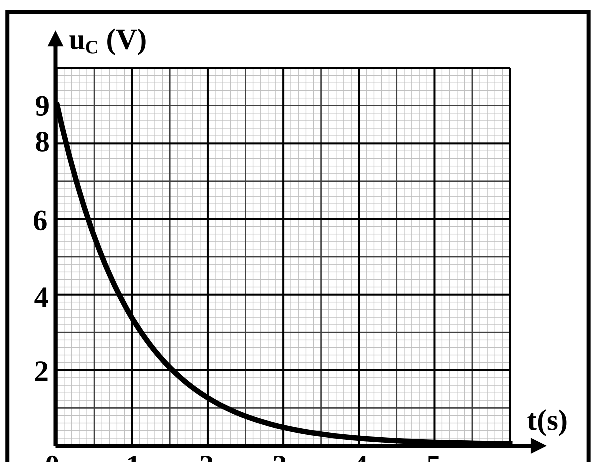
1.3) Déduire que l'expression de l'intensité du courant électrique durant la charge du condensateur est :
$i = 0{,}9\ e^{-t}$ (SI).

2) Deuxième expérience : Décharge du condensateur

Le condensateur, complètement chargé, est branché en série avec la lampe et l'interrupteur K. On ferme K à $t_0 = 0$, pris comme nouvelle origine de temps. Le condensateur se décharge à travers la lampe (Doc. 5).
Le document 6, montre l'évolution de la tension $u_{DA} = u_C$ avec le temps.



Doc. 5



Doc. 6

2.1) En utilisant le document 6, déterminer la valeur de la consante de temps τ' de ce circuit RC.

2.2) On donne $u_C = E\ e^{\frac{-t}{\tau'}}$. Déduire, en fonction du temps, l'expression de l'intensité du courant électrique qui traverse le circuit durant cette expérience.

3) Conclusion

En utilisant les questions (**1.3**) et (**2.2**), décrire la luminosité de la lampe dans la première et la deuxième expérience, durant l'intervalle de temps [0 ; 5 s]. Justifier la réponse.

مسابقة في مادة الفيزياء
أسس التصحيح - فرنسي

Exercice 1 (6pts) **Vérification du principe d'interaction**

<table>
<tr><th colspan="2">Partie</th><th>Réponses</th><th>Note</th></tr>
<tr><td colspan="2">1</td><td>Car on néglige toutes les forces de frottement.
(la somme des travaux des forces non-conservatives est nulle).</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">2</td><td>Em est conservée : $Em_C = Em_D$,
$Ec_C + Epp_C = Ec_D + Epp_D$; ($V_C = 0$, donc $E_{CC} = 0$ et $h_D = 0$, alors $Epp_D = 0$)
$0 + m_A g h_C = \frac{1}{2} m_A V_A^2 + 0$; $V_A = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\times10\times0{,}2} = 2$ m/s</td><td>1,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">3</td><td>Conservation de la quantité de mouvement :
$\vec{P}_{Juste\ avant} = \vec{P}_{Juste.après}$
$m_A \overrightarrow{V_A} = m_A \overrightarrow{V'_A} + m_B \overrightarrow{V'_B}$
Puisque le choc est frontal, donc les vitesses sont colinéaires on peut écrire alors algébriquement :
$m_A V_A = m_A V'_A + m_B V'_B$
$m_A (V_A - V'_A) = m_B V'_B$ (équation 1)
Puisque le choc est élastique donc il y a conservation de l'Ec :
$Ec_{avant} = Ec_{après}$
$\frac{1}{2} m_A V_A^2 = \frac{1}{2} m_A V_A'^2 + \frac{1}{2} m_B V_B'^2$, donc $m_A (V_A^2 - V_A'^2) = m_B V_B'^2$
$m_A(V_A - V'_A)(V_A + V'_A) = m_B {V'_B}^2$ (équation 2)
$\frac{\text{équation 2}}{\text{équaiton 1}}$: $V_A + V'_A = V'_B$ (équation 3)
on remplace V'_B dans l'équation 1, on aura : $V'_A = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} V_A$
$V'_A = \frac{0{,}2 - 0{,}6}{0{,}2 + 0{,}8} \times 2 = -1.2$m/s , alors $\vec{V}'_A = V'_A \vec{i} = -1{,}2\,\vec{i}$ (m/s)
Equation 3 : $V'_B = V'_A + V_A = -1.2 + 2 = 0.8$ m/s ; $\vec{V}'_B = V'_B \vec{i} = 0{,}8\,\vec{i}$ (m/s)
<u>Ou bien</u> : $V'_B = \frac{2m_A}{m_A + m_B} V_A = \frac{2\ (0{,}2)}{0{,}2 + 0{,}8} \times 2 = 0{,}8$ m/s; $\vec{V}'_B = V'_B \vec{i} = 0{,}8\,\vec{i}$ (m/s)</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td>4.1</td><td>En appliquant la 2ème loi de Newton sur (B) :
$\Sigma \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{P}_B}{dt}$, donc $m_B \vec{g} + \vec{N}_B + \vec{F}_{A/B} = \frac{\Delta\vec{P}_B}{\Delta t}$; $m\vec{g} + \vec{N} = \vec{0}$
$\vec{F}_{A/B} = \frac{m_B \vec{V}'_B - m_B \vec{V}_B}{\Delta t} = \frac{0{,}8 \times 0{,}8\,\vec{i} - \vec{0}}{0{,}1} = 6{,}4\vec{i}$ (N)</td><td>1</td></tr>
<tr><td>4.2</td><td>En appliquant la 2ème loi de Newton sur (A) :
$\Sigma \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{P}_A}{dt}$, donc $m_A \vec{g} + \vec{N}_A + \vec{F}_{B/A} = \frac{\Delta\vec{P}_A}{\Delta t}$
$\vec{F}_{B/A} = \frac{m_A \vec{V}'_A - m_A \vec{V}_A}{\Delta t} = \frac{0{,}2\,(-1{,}2\,\vec{i}) - 0{,}2\,(-2\,\vec{i})}{0{,}1} = -6{,}4\,\vec{i}$ (N)</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">5</td><td>$\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{A/B}$ alors le principe d'interaction est vérifié</td><td>0,5</td></tr>
</table>

Exercice 2 (7pts) **Oscillations mécaniques**

<table>
<tr><th colspan="2">Partie</th><th>Réponse</th><th>note</th></tr>
<tr><td colspan="2">1</td><td>Oscillations mécaniques libres non-amorties car (S) se déplace sans frottement</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="2">2</td><td>A l'instant initiale, (G) est en O, donc $x = 0$, par suite $Epe_0 = \frac{1}{2}kx^2 = 0$
donc l'Epe initiale est nulle.</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td>3.1</td><td>Epe est maximale lorsque $x = X_m$, donc $Epe_{(maximal)} = \frac{1}{2}kX_m^2$
$2\times10^{-2} = \frac{1}{2}\times100\times X_m^{\ 2}$, donc $X_m = 0{,}02$ m</td><td>1</td></tr>
<tr><td>3.2</td><td>D'après la courbe $T_{énergie} = 0{,}01\,\pi$ (s)
$T_{énergie} = \frac{T_0}{2}$; $T_0 = 2\,T_{énergie} = 2\times0{,}01\,\pi = 0{,}02\pi$ s</td><td>0,75</td></tr>
<tr><td rowspan="3">4</td><td>4.1</td><td>$x = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ et $v = \omega_0 X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$
À $t_0 = 0$: $x_0 = 0$: $0{,}02 \sin(\varphi) = 0$, donc $\varphi = 0$ ou $\varphi = \pi$ rad
À $t_0 = 0$:
$V_o = \omega_0 X_m \cos(\varphi) < 0$ [(S) est lancé, dans le sens négatif]
Mais, $\omega_0 X_m > 0$, alors $\cos(\varphi) < 0$
Par conséquent, $\varphi = \pi$ rad est la valeur acceptée.</td><td>1,5</td></tr>
<tr><td>4.2</td><td>$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{0{,}02\pi} =$ 100 rad/s.</td><td>0,75</td></tr>
<tr><td>4.3</td><td>$x = 0{,}02 \sin(100\,t + \pi)$ avec x en (m) et t en (s)</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">5</td><td>$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$, donc $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$, alors $m = \frac{k}{\omega_0^2} = \frac{100}{100^2} = 0{,}01$ kg</td><td>1</td></tr>
</table>

Exercice 3 (7 pts) **Luminosité d'une lampe**

Partie		Réponse	note
1	1.1	$u_{BA} = u_{BD} + u_{DA}$, alors $E = Ri + u_C$ $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$ Donc , $E = RC\frac{du_C}{dt} + u_C$	1
	1.2.1	$u_C = E\,(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}) = E - E\,e^{-\frac{t}{\tau}}$, alors $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{\tau}\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ On remplace u_C et $\frac{du_C}{dt}$ dans l'équation différentielle, on aura : $E = R\,C\,\frac{E}{\tau}\,e^{\frac{-t}{\tau}} + E - E\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ $E\,e^{\frac{-t}{\tau}}\,[\frac{RC}{\tau} - 1] = 0$; Cette égalité est vérifiée à tout instant t, par identification on aura : $\frac{RC}{\tau} - 1 = 0$ donc $\tau = RC$	1,5
	1.2.2	$\tau = RC$, donc $\tau = 10 \times 0{,}1 = 1$ s	0,5
	1.3	$i = C\frac{du_C}{dt}$, alors $i = C\,\frac{E}{\tau}\,e^{\frac{-t}{\tau}} = \frac{C\,E}{R\,C}\,e^{\frac{-t}{\tau}} = \frac{E}{R}\,e^{-\frac{t}{\tau}}$ $i = \frac{9}{10}\,e^{-\frac{t}{1}}$, alors $i = 0{,}9\,e^{-t}$ SI	1
2	2.1	À $t = \tau'$; $u_C = 0{,}37 \times u_{C_{maximale}} = 0{,}37 \times 9 = 3{,}33$ V. D'après le graphe : $u_C = 3{,}33$ V à t = 1 s , donc $\tau' = 1$ s	1
	2.2	$i = -\frac{dq}{dt} = -C\frac{du_C}{dt} = C\,\frac{E}{\tau'}\,e^{-\frac{t}{\tau'}}$ Alors, $i = 0{,}1 \times \frac{9}{1}e^{-\frac{t}{1}} = 0{,}9\,e^{-t}$	1
3		Dans les deux expériences, $i = 0.9e^{-t}$, alors l'intensité du courant électrique diminue avec le temps donc la luminosité de la lampe diminue **<u>Ou bien</u> :** expérience 1 : $i = 0{,}9e^{-t}$ pour $t = 0$; $i = 0{,}9$A et pour t = 5 s ; $i \cong 0$A L'intensité du courant diminue avec le temps, donc la luminosité de la lampe diminue. De même durant l'expérience 2.	1