

الاسم:
الرقم:

مسابقة في مادة الفيزياء
المدة: ساعة ونصف

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

Exercice 1 (7 pts)

Oscillations mécaniques

Un oscillateur mécanique est formé d'un bloc (S), de masse m , et d'un ressort de masse négligeable et de constante de raideur $k = 20 \text{ N/m}$.

(S) est attaché à l'une des deux extrémités du ressort, l'autre extrémité est reliée à un support fixe A. (S) peut se déplacer, sans frottement, sur un support horizontal (Doc. 1).

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 on lance (S) avec une vitesse $\vec{v}_0 = v_0 \vec{i}$; (S) effectue alors des oscillations mécaniques d'amplitude X_m .

À un instant t , l'abscisse de G est $x = \overline{OG}$ et la valeur algébrique de sa vitesse est $v = x' = \frac{dx}{dt}$. Le but de cet exercice est d'étudier l'effet de v_0 sur l'amplitude X_m des oscillations de cet oscillateur.

Prendre :

- Le plan horizontal passant par G comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10 \text{ m/s}^2$ et $\pi^2 = 10$.

1) Étude théorique

- 1.1) Écrire, à l'instant t , l'expression de l'énergie mécanique du système (Oscillateur, Terre), en fonction de x , m , k et v .
- 1.2) Établir l'équation différentielle, du second ordre en x , qui régit le mouvement de G.
- 1.3) Déduire l'expression de la période propre T_0 des oscillations, en fonction de m et k .

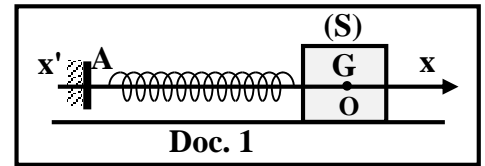
2) Étude expérimentale

Un dispositif approprié donne l'évolution de l'énergie potentielle élastique Epe de l'oscillateur en fonction du temps pour deux expériences différentes, expérience 1 et expérience 2 (Doc. 2).

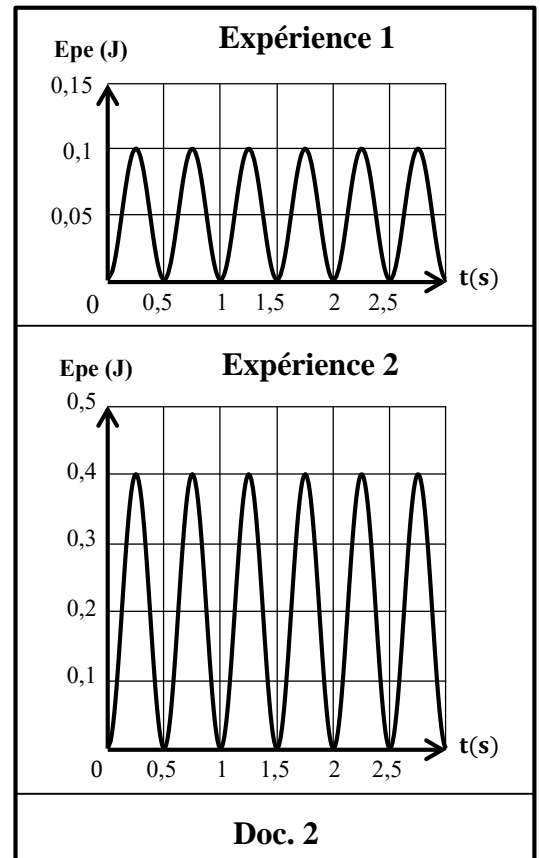
2.1) En utilisant les graphes du document 2 :

- 2.1.1) justifier que les oscillations de (S) sont non amorties.
- 2.1.2) recopier puis compléter le tableau suivant :

	Expérience 1	Expérience 2
La valeur maximale de l'Epe		
La valeur de la période T_E de l' Epe		



Doc. 1



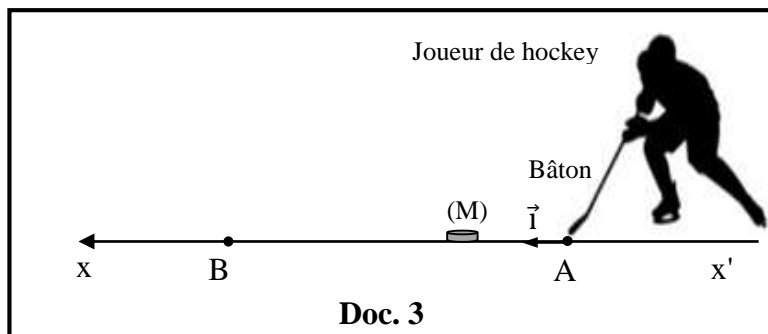
Doc. 2

- 2.2) Montrer que $m = 0,5 \text{ kg}$, sachant que $T_0 = 2T_E$.
- 2.3) Montrer que $X_{m(2)} = 2 X_{m(1)}$, $X_{m(1)}$ et $X_{m(2)}$ étant les amplitudes des oscillations durant les expériences 1 et 2 respectivement.
- 2.4) Déterminer les valeurs de v_0 pour les deux expériences.
- 2.5) Dédire si X_m augmente, diminue ou reste la même lorsque v_0 augmente.

Exercice 2 (6,5 pts)

Mouvement d'un palet de hockey

Le but de cet exercice est d'étudier le mouvement d'un palet (M) de hockey. (M) est assimilé à une particule de masse $m = 170 \text{ g}$ et peut glisser sur une patinoire horizontale. Un joueur de hockey frappe avec son bâton le palet (M) à partir d'un point A (Doc. 3). Prendre le plan horizontal passant par (M) comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;



- 1) La collision entre le bâton et (M) se produit pendant une très courte durée. Choisir, parmi les trois phrases ci-dessous, la phrase correcte.

Phrase 1 : Durant cette collision, la quantité de mouvement et l'énergie cinétique du système [bâton, (M)] sont nécessairement conservées.

Phrase 2 : Durant cette collision, la quantité de mouvement du système [bâton, (M)] est conservée mais l'énergie cinétique de ce système, n'est pas nécessairement conservée.

Phrase 3 : Durant cette collision, la quantité de mouvement du système [bâton, (M)] n'est pas nécessairement conservée mais l'énergie cinétique de ce système est nécessairement conservée.
- 2) Juste après la collision, (M) est lancé, à partir du point A, avec une vitesse $\vec{v}_A = 18 \vec{i} \text{ (m/s)}$. Le palet (M) se déplace sur la patinoire le long d'un axe $x'x$ et s'arrête en un point B après avoir parcouru une distance $AB = 54 \text{ m}$ pendant une durée Δt (Doc. 3).
 - 2.1) Calculer l'énergie mécanique du système [(M), Terre] en A puis en B.
 - 2.2) Dédire que (M) est soumis à une force de frottement \vec{f} durant son mouvement entre A et B.
 - 2.3) Sachant que la valeur f de \vec{f} est constante, dédire que $f = 0,51 \text{ N}$.
 - 2.4) Nommer les forces extérieures qui s'exercent sur (M) entre A et B, puis représenter ces forces sur un schéma sans tenir compte d'une échelle.
 - 2.5) Montrer que la somme de ces forces est $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = -0,51 \vec{i} \text{ (N)}$.
 - 2.6) Déterminer les quantités de mouvement de (M), « \vec{P}_A » au point A et « \vec{P}_B » au point B .
 - 2.7) Dédire la variation $\Delta \vec{P}$ de la quantité de mouvement de (M) pendant Δt .
 - 2.8) Calculer Δt sachant que $\Delta \vec{P} = (\sum \vec{F}_{\text{ext}}) \Delta t$.

Exercice 3 (6,5 pts)

Induction électromagnétique

Le but de cet exercice est de déterminer, par deux méthodes différentes, le sens du courant induit à travers une spire circulaire.

On dispose d'une spire circulaire conductrice, de rayon $r = 10 \text{ cm}$ et de résistance $R = 2 \Omega$. On place cette spire dans un champ magnétique uniforme \vec{B} .

1) Le document 4, montre trois cas différents.

1 ^{er} cas	2 ^{ème} cas	3 ^{ème} cas
Le plan de la spire est perpendiculaire aux lignes de champs de \vec{B} .	Le plan de la spire est parallèle aux lignes de champs de \vec{B} .	Le plan de la spire est perpendiculaire aux lignes de champs de \vec{B} .
Doc. 4		

Faire correspondre chacune des phrases 1, 2 et 3 au cas convenable. Justifier.

Phrase 1 : Le flux magnétique à travers la spire est nul.

Phrase 2 : Le flux magnétique à travers la spire est positif.

Phrase 3 : Le flux magnétique à travers la spire est négatif.

2) On considère le premier cas du document 4. Durant l'intervalle de temps $[0, 2\text{s}]$, la valeur B du champ magnétique \vec{B} diminue avec le temps suivant la relation :

$$B = -0,04 t + 0,8 \quad (\text{S.I.})$$

2.1) Un courant induit traverse la spire durant l'intervalle $[0, 2\text{s}]$. Justifier.

2.2) En appliquant la loi de Lenz, préciser le sens du courant induit.

2.3) Déterminer, en fonction du temps, l'expression du flux magnétique à travers la spire.

2.4) Déduire la valeur de la force électromotrice induite « e ».

2.5) L'intensité du courant induit qui traverse la spire est donnée par $i = \frac{e}{R}$. Déduire la valeur et le sens de « i ».

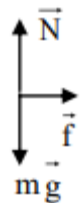
2.6) Comparer le sens du courant induit obtenu dans la partie (2.5) à celui obtenu dans la partie (2.2).

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

Exercice 1 : Oscillations mécaniques (7 pts)

Partie	Réponses	Note									
1.1	$E_m = E_C + E_{pe} = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2$	0,5									
1.2	Le frottement est négligé, donc l'énergie mécanique est conservée. Ou la somme des travaux effectués par les forces non conservatives est nulle, alors l' E_m est conservée. Alors, $\frac{dE_m}{dt} = 0$; $mvv' + kxv$ { $v = x'$ et $v' = x''$ } , donc $v(m x'' + k x) = 0$ Mais, $v = 0$ est non acceptable, donc $m x'' + k x = 0$; par suite, $x'' + \frac{k}{m} x = 0$	1									
1.3	L'équation différentielle est de la forme: $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$ avec $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$; $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ donc $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	1									
2.1	1 $(E_{pe})_{\max} = \frac{1}{2} k X_m^2 = \text{constante}$ k est constante, donc X_m est constante, par suite les oscillations sont non amorties	0,5									
2.1	2	0,5									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Expérience 1</th> <th>Expérience 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>La valeur maximale de l'Epe</td> <td>0,1 J</td> <td>0,4 J</td> </tr> <tr> <td>La valeur de la période T_E de l' Epe</td> <td>0,5 s</td> <td>0,5 s</td> </tr> </tbody> </table>		Expérience 1	Expérience 2	La valeur maximale de l'Epe	0,1 J	0,4 J	La valeur de la période T_E de l' Epe	0,5 s	0,5 s	0,5
	Expérience 1	Expérience 2									
La valeur maximale de l'Epe	0,1 J	0,4 J									
La valeur de la période T_E de l' Epe	0,5 s	0,5 s									
2.2	$T_E = 0,5 \text{ s}$; donc $T_0 = 2 T_E = 1 \text{ s}$ $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$, alors $T_0^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k}$, donc $m = \frac{k T_0^2}{4\pi^2}$ et $k = 20 \text{ N/m}$; $m = \frac{20 \times 1}{4 \times 10}$, donc $m = 0,5 \text{ kg}$	0,5									
2.3	Expérience 1 : $(E_{pe})_{\max} = 0,1 = \frac{1}{2} k X_{m(1)}^2 \dots \text{éq (1)}$ Expérience 2 : $(E_{pe})_{\max} = 0,4 = \frac{1}{2} k X_{m(2)}^2 \dots \text{éq (2)}$; on divise l'éq (2) sur l'éq (1) : $\frac{0,4}{0,1} = \frac{X_{m(2)}^2}{X_{m(1)}^2}$, donc $4 = \left(\frac{X_{m(2)}}{X_{m(1)}}\right)^2$, alors $2 = \frac{X_{m(2)}}{X_{m(1)}}$ Par suite : $X_{2m} = 2 X_{1m}$	0,5									
2.4	$E_m = \text{constante}$, donc $E_m = E_{pe_{\max}} = E_{c_{\max}}$, donc $E_{pe_{\max}} = \frac{1}{2} m v_0^2$ Expérience 1 : $0,1 = \frac{1}{2} (0,5) v_{0(1)}^2$, donc $v_{0(1)} = 0,63 \text{ m/s}$ Expérience 2 : $0,4 = \frac{1}{2} (0,5) v_{0(2)}^2$, then $v_{0(2)} = 1,26 \text{ m/s}$	0,5 0,25 0,25									
2.5	Lorsque v_0 augmente, X_m augmente, car d'après les deux parties précédentes on a obtenu Expérience 1 $v_0 = 0,63 \text{ m/s}$ et expérience 2 : $v_0 = 1,26 \text{ m/s}$ Et $X_{1m} < X_{2m}$	0,5 0,5									

Exercice 2 : Mouvement d'un palet de hockey (6,5 pts)

Partie	Réponses	Note	
1	Phrase 2	0,5	
2	2.1 $E_{ppA} = E_{ppB} = 0$ car (M) se déplace sur le niveau de référence de l'Epp. $E_{mA} = E_{cA} + E_{ppA} = \frac{1}{2} m v_A^2 + 0 = \frac{1}{2} \times 0,17 \times 18^2 = 27,54 \text{ J}$ $E_{cB} = 0$ car (M) s'arrête au point B. $E_{mB} = E_{cB} + E_{ppB} = 0 + 0 = 0$	0,75 0,25	
	2.2	$E_{mB} < E_{mA}$, donc (M) est soumis à une force de frottement.	0,25
	2.3	$\Delta E_m = W_{\vec{f}} = \vec{f} \cdot \overrightarrow{AB}$; $E_{mB} - E_{mA} = -f \times AB$ $0 - 27,54 = f \times AB \times \cos(\pi) = -f \times 54$, alors $f = 0,51 \text{ N}$	1
	2.4	(M) est soumis à : Force de pesanteur \vec{P} ou $m\vec{g}$ Réaction normale de la patinoire \vec{N} Force de frottement \vec{f}	 0,5 0,5
	2.5	$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{f}$ mais $m\vec{g} + \vec{N} = \vec{0}$ $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = -f\vec{i} = -0,51\vec{i}$ (N)	0,75
	2.6	$\vec{P}_A = m \vec{v}_A = 0,17 \times 18 \vec{i}$, donc $\vec{P}_A = 3,06 \vec{i}$ (kg.m/s) $\vec{P}_B = m \vec{v}_B = m (\vec{0})$, donc $\vec{P}_B = \vec{0}$	0,75 0,25
	2.7	$\Delta \vec{P} = \vec{P}_B - \vec{P}_A = \vec{0} - 3,06 \vec{i}$, donc $\Delta \vec{P} = -3,06 \vec{i}$ (kg.m/s)	0,5
	2.8	$\Delta t = \frac{\Delta \vec{P}}{\sum \vec{F}_{\text{ext}}} = \frac{-3,06 \vec{i}}{-0,51 \vec{i}}$, donc $\Delta t = 6 \text{ s}$	0,5

Exercice 3 (6,5 pts)		Induction électromagnétique
Partie	Réponse	note
1	<p><u>Phrase 1</u> → 2^{ème} cas</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\phi = \vec{B} \cdot \vec{n} S = B S \cos(\vec{B}, \vec{n}) = B S \cos 90^\circ = 0$ • <u>Ou bien</u> Le plan de la spire est parallèle aux lignes de champ • <u>Ou bien</u> les lignes de champs ne traversent pas la spire 	0,5
	<p><u>Phrase 2</u> → 1^{er} cas</p> <ul style="list-style-type: none"> • car l'angle entre le \vec{B} et \vec{n} est zéro • <u>ou bien</u> $\phi = B S \cos 0^\circ = B S (1) = BS > 0$ 	0,5
	<p><u>Phrase 3</u> → 3^{ème} cas</p> <ul style="list-style-type: none"> • car l'angle entre \vec{B} et \vec{n} est π rad • <u>ou bien</u> $\phi = B S \cos 180^\circ = - B S < 0$ 	0,5
2.1	Durant l'intervalle [0, 2s], la valeur de B change, donc le flux magnétique change, il y aura alors une f.é.m induite et puisque le circuit est fermé il y aura un courant induit.	0,75
2.2	Durant l'intervalle [0, 2s], la valeur de B diminue, donc le sens du champ magnétique induit le même que celui de \vec{B} pour s'opposer à sa diminution (loi de Lenz) En utilisant la règle de la main droite, le courant induit circule à travers la spire dans le même sens que l'orientation positive choisie (comme les aiguilles d'une montre).	0,75
2.3	$\phi = \vec{B} \cdot \vec{n} S = B S \cos(\vec{B}, \vec{n}) = B S \cos 0^\circ = B S = B \pi r^2$ $\phi = (-0,04 t + 0,8) \times \pi \times (0,1)^2$ $\phi = -4\pi \times 10^{-4} t + 8\pi \times 10^{-4} \quad (\text{S.I})$	1
2.4	$e = - \frac{d\phi}{dt} = 4\pi \times 10^{-4} \text{ V}$	1
2.5	$i = \frac{e}{R} = \frac{4\pi \times 10^{-4}}{2} = 6,3 \times 10^{-3} \text{ A}$ <p>$i > 0$ donc le sens du courant induit est avec l'orientation positive choisie (comme les aiguilles d'une montre)</p>	1
2.6	Même résultat	0,5