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

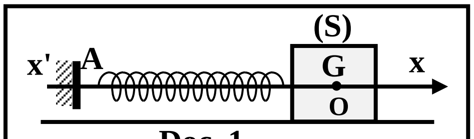
Cette épreuve est formée de trois exercices obligatoires repartis sur trois pages.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Exercice 1 (7 pts)

Oscillations mécaniques

Un oscillateur mécanique est formé d'un bloc (S), de masse m = 50 g, et un ressort de masse négligeable et de constante de raideur k.

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. 1).



Doc. 1

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

On écarte (S) de sa position d'équilibre de x_0 et on le lâche, à l'instant $t_0 = 0$, sans vitesse initiale. (S) 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 $v = x' = \dfrac{dx}{dt}$.

Le but de cet exercice est de déterminer la vitesse maximale atteinte par G.

Prendre :

- Le plan horizontal contenant G comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $\pi^2 = 10$.

1) L'énergie mécanique E_m du système (Oscillateur, Terre) est conservée. Pourquoi ?

2) Écrire, à l'instant t, l'expression E_m, en fonction de x, m, k et v.

3) Établir l'équation différentielle, du second ordre en x, qui régit le mouvement de G.

4) Déduire, en fonction de m et k, l'expression de la période propre T_0 des oscillations.

5) Un dispositif approprié, montre l'évolution de x en fonction du temps (Doc. 2).

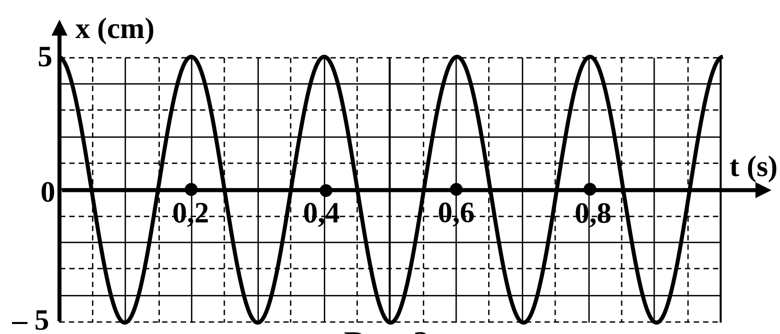
5-1) En se référant au document 2, indiquer les valeurs de T_0 et x_0.

5-2) Déduire la valeur de k.

5-3) Montrer que l'énergie mécanique du système (Oscillateur, Terre) est $E_m = 6{,}25 \times 10^{-2}$ J.

5-4) En utilisant le document 2, indiquer un instant pour lequel l'énergie potentielle élastique du ressort est nulle.

5-5) Déterminer la valeur maximale de la vitesse atteinte par G.



Doc. 2

Exercice 2 (6 pts)

Étude du mouvement d'un solide

On dispose :

- d'un rail AOB situé dans un plan vertical et constitué de deux parties : AO rectiligne horizontale et OB rectiligne inclinée d'un angle $\alpha = 30^o$ sur l'horizontale ;
- de deux solides (S_1) et (S_2), assimilés à des particules, et de même masse m = 80 g ;
- d'un ressort (R), de masse négligeable, de constante de raideur k = 200 N/m et de longueur à vide ℓ_0, attaché par l'une de ses deux extrémités à un support fixe A et l'autre extrémité est libre.

Prendre :

- Le plan horizontal contenant O comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10\ m/s^2$.

1) Lancement de la particule (S_1)

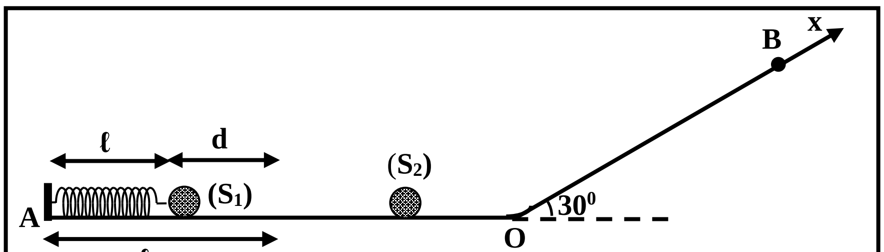
Pour lancer (S_1), on le pose contre l'extrémité libre du ressort, on comprime (R) d'une distance d, et puis on lâche le système [ressort, (S_1)] sans vitesse initiale (Doc. 3).

Lorsque (R) reprend sa longueur à vide ℓ_0, (S_1) quitte le ressort avec une vitesse $\vec{V}_1$, parallèle à AO.

Après le lancement, (S_1) se déplaçant à la vitesse $\vec{V}_1$, entre en collision frontale avec (S_2) initialement au repos sur le rail AO.

Juste après la collision, (S_1) s'arrête et (S_2) se déplace avec une vitesse $\vec{V}_2$ parallèle à AO et de valeur $V_2 = 5$ m/s.

(S_1) et (S_2) se déplacent sans frottement sur la partie AO du rail.



Doc. 3

1-1) En appliquant la loi de conservation de la quantité de mouvement durant la collision, montrer que la valeur de $\vec{V}_1$ est $V_1 = 5$ m/s.

1-2) Déduire que la collision entre (S_1) et (S_2) est élastique.

1-3) Déterminer la valeur de d.

2) Mouvement de (S_2) sur la partie inclinée OB

À l'instant $t_0 = 0$, (S_2) aborde en O la partie inclinée OB avec une vitesse $\vec{V}_0 = V_0\,\vec{i} = 5\vec{i}$ (m/s), avec $\vec{i}$ le vecteur unitaire de l'axe x'x parallèle à la partie OB du rail. Sur cette partie, (S_2) subit l'action d'une force de frottement $\vec{f}$, parallèle à OB, dans le sens opposé au déplacement et de valeur constante f.

2-1) Nommer les forces extérieures qui s'exercent sur (S_2) le long du trajet OB.

2-2) Montrer que la somme des forces extérieures qui s'exercent sur (S_2), durant son mouvement ascendant sur OB est: $\Sigma\vec{F} = -(f + mg.\sin\alpha)\,\vec{i}$.

2-3) L'expression de la quantité de mouvement de (S_2) durant son mouvement ascendant sur OB est :
$\vec{P} = (-0{,}9\,t + 0{,}4)\,\vec{i}$ (SI).

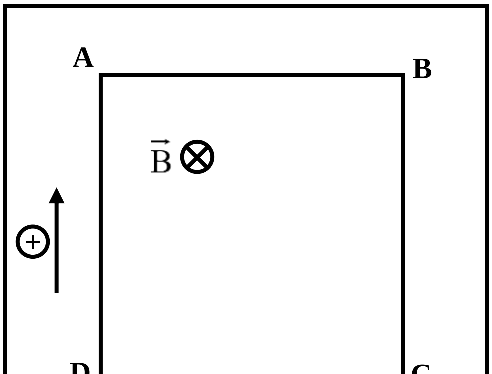
Sachant que $\dfrac{d\vec{P}}{dt} = \Sigma\vec{F}$, déterminer f.

Exercice 3 (7 pts)

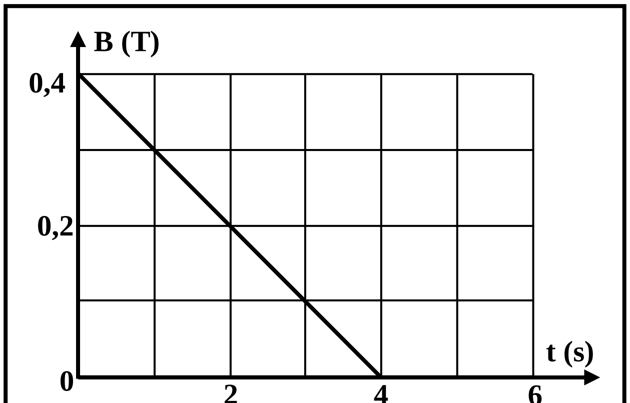
Induction électromagnétique

Le but de cet exercice est de déterminer, par deux méthodes, le sens du courant induit à travers une spire carrée. Dans ce but, on dispose d'une spire carrée ABCD, de côté a = 10 cm et de résistance r = 2 Ω qui est placée dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ dont la valeur B varie avec le temps. La direction de $\vec{B}$ est perpendiculaire au plan de la spire (Doc. 4).

Le document 5 montre, durant l'intervalle [0 s, 4 s], l'évolution de la valeur B du champ magnétique $\vec{B}$ avec le temps.



Doc. 4



Doc. 5

1) Un courant induit traverse la spire durant l'intervalle [0 s, 4 s]. Justifier.

2) En appliquant la loi de Lenz, préciser le sens du courant induit traversant la spire.

3) Montrer que l'expression de B durant l'intervalle [0 s, 4 s] est : B = - 0,1 t + 0,4 (S.I.).

4) En respectant le sens positif indiqué sur le document 4, déterminer, en fonction du temps, l'expression du flux magnétique à travers la spire.

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

6) L'intensité du courant induit qui traverse la spire est donnée par $i = \frac{e}{r}$; déduire la valeur et le sens de i.

7) Comparer le sens du courant induit obtenu dans la partie 6 à celui obtenu dans la partie 2.

مسابقة في مادة الفيزياء
أسس التصحيح

Exercice 1 (7 pts) Oscillations mécaniques

Partie		Réponses	notes
1		L'énergie mécanique du système est conservée car le frottement est négligeable. (ou: La somme des travaux des forces non conservatives est nulle, alors l'énergie mécanique du système est conservée).	0,25
2		$Em = E_C + E_{Pe} + Epp = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} kx^2 + 0$	0,5
3		Em = constante , alors $\frac{dEm}{dt} = 0$, donc $m v v' + k x x' = 0$, mais $v = x'$ et $v' = x''$, alors $v (m x'' + k x) = 0$ v = 0 à rejeter ; par conséquent, $x'' + \frac{k}{m} x = 0$	1
4		L'équation différentielle est de la forme: $x'' + \omega_o^2 x = 0$, avec $\omega_o = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $T_1 = \frac{2\pi}{\omega_o}$; donc, $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	1,5
5	5.1	$T_0 = 0,2$ s et $x_0 = 5$ cm	1
	5.2	$0,2 = 2\pi\sqrt{\frac{0,05}{k}}$ donc k = 50 N/m	1
	5.3	Lorsque la vitesse est nulle, l'élongation est maximale donc : $Em = Ec + Epp = 0 + Epp = \frac{1}{2} kX^2_{max}$ $Em = 0,5 \times 50 \times 0,05^2 = 0,0625$ J $= 6,25 \times 10^{-2}$ J	0,75
	5.4	t = 0,05 s **ou bien** t = 0,15 s **ou bien** t = 0,25 s **…..**	0,25
	5.5	Lorsque G passe par O, sa vitesse est maximale donc : $Em = Ec + Epp = Ec + 0 = \frac{1}{2} mV^2_{max}$ $0,0625 = 0,5 \times 0,05 \times (V)_{max}^2$ donc $V_{max} = 1,58$ m/s	0,75

Exercice 2 (6 pts) **Étude du mouvement d'un solide**

Partie		Réponse	Note
1	**1.1**	$\vec{P}_{\text{juste avant la collision}} = \vec{P}_{\text{juste après la collision}}$; $m.\vec{V}_1 + \vec{0} = \vec{0} + m.\vec{V}_2$, $\vec{V}_1 = \vec{V}_2$ Donc $V_1 = 5$ m/s.	**1,5**
	1.2	La collision est élastique si $E_{C\ (S1 et\ S2)\ \text{avant la collision}} = E_{C\ (S1 et\ S2)\ \text{après la collision}}$ $E_{C\ \text{avant la collision}} = E_{C\ (S1)} + E_{C\ (S2)} = \frac{1}{2} \times m \times V_1^2 + 0 = \frac{1}{2} \times 0{,}08 \times 5^2 + 0 = 1$ J $E_{C\ \text{après la collision}} = E_{C\ (S1)} + E_{C\ (S2)} = 0 + \frac{1}{2} \times m \times V_2^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 0{,}08 \times 5^2 = 1$ J Par suite le choc est élastique	**1**
	1.3	En appliquant la loi de conservation de l'E_m du système [R, S_1 et Terre] $Em_{\ (R)\ \text{est comprimé de d}} = Em_{\ (R)\ \text{en sa longueur initiale}}$ $(E_C + Epp + Epe)_{(R)\ \text{est comprimé de d}} = (E_C + Epp + Epe)_{(R)\ \text{en sa position d'équilibre}}$ $0 + \frac{1}{2}kd^2 + 0 = \frac{1}{2}mV_1^2 + 0 + 0$ $\frac{1}{2} \times 200 \times d^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}08 \times 5^2$ donc d = 0,1 m = 10 cm	**1,5**
2	**2.1**	Les forces agissant sur (S_2) le long du trajet OB sont : Force de pesanteur $\overrightarrow{mg}$ Réaction normale $\vec{N}$ Force de frottement $\vec{f}$	**0,75**
	2.2	$\Sigma\vec{F} = \overrightarrow{mg} + \vec{N} + \vec{f}$ Composante suivant $\overrightarrow{Ox}$: $\Sigma\vec{F} = -$ mg sinα $\vec{i} + 0 - f\,\vec{i}$ $\Sigma\vec{F} = -(f + mg\sin\alpha)\vec{i}$. **<u>Ou bien</u>** : $\Sigma\vec{F} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{f} = -$ mg sinα $\vec{i}$ + mg cosα $\vec{j} - N\,\vec{j} - f\,\vec{i}$ Mais : mg cosα $\vec{j} - N\,\vec{j} = 0$ donc $\Sigma\vec{F} = -(f + mg\sin\alpha)\vec{i}$.	**0,75**
	2.3	$\frac{d\vec{P}}{dt} = \Sigma\vec{F}$ $-0{,}9\,\vec{i} = -(f + mg\sin\alpha)\,\vec{i}$ $-0{,}9 = -f - 0{,}08 \times 10 \times 0{,}5$ par suite f = 0,5 N	**0,5**

Exercice 3 (7 pts) **Induction électromagnétique**

Partie	Réponse	note
1	Durant l'intervalle [0s, 4s], la valeur de B diminue (ou varie), donc le flux magnétique diminue (ou varie), il y aura alors une f.é.m induite dans le circuit. Puisque le circuit est fermé il y aura un courant induit	**1**
2	Durant l'intervalle [0s, 4s], B diminue avec le temps, donc le sens du champ magnétique induit est le même que celui $\vec{B}$ pour s'opposer à sa diminution (Loi de Lenz). En utilisant la règle de la main droite, le courant induit circule dans le même sens que l'orientation positive choisie (comme les aiguilles d'une montre)	**1**
3	Durant l'intervalle [0s, 4s], B(t) est une ligne droite décroissante : B = at+b a = pente = $\frac{0-0{,}4}{4-0} = -0{,}1\ \mathrm{T/s}$ $0 = -0{,}1 \times 4 + b$ $b = 0{,}4$ T donc $B = -0{,}1t + 0{,}4$	**1**
4	$\emptyset = B.S.\cos(\vec{B},\vec{n}) = (-0{,}1t + 0{,}4)\times(0{,}1)^2\times \cos(0)$ $\emptyset = -10^{-3}\,t + 4\times10^{-3}$ (S.I.)	**1**
5	$e = -\frac{d\emptyset}{dt} = 10^{-3}$ V	**1**
6	$i = \frac{e}{r} = \frac{10^{-3}}{2} = 0{,}5 \times 10^{-3}\mathrm{A}$ i > 0 donc le sens du courant induit est avec l'orientation positive choisie (comme les aiguilles d'une montre)	**1,5**
7	le même résultat	**0,5**