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 (7 pts)

Mouvement d'un bloc sur un plan incliné

Un bloc (M), assimilé à une particule, de masse m = 0,5 kg peut se déplacer sur un rail rectiligne AF, situé dans un plan vertical et incliné d'un angle $\alpha = 30^{o}$ sur l'horizontale. Le point A est pris comme origine d'un axe x'x, passant par A et F.

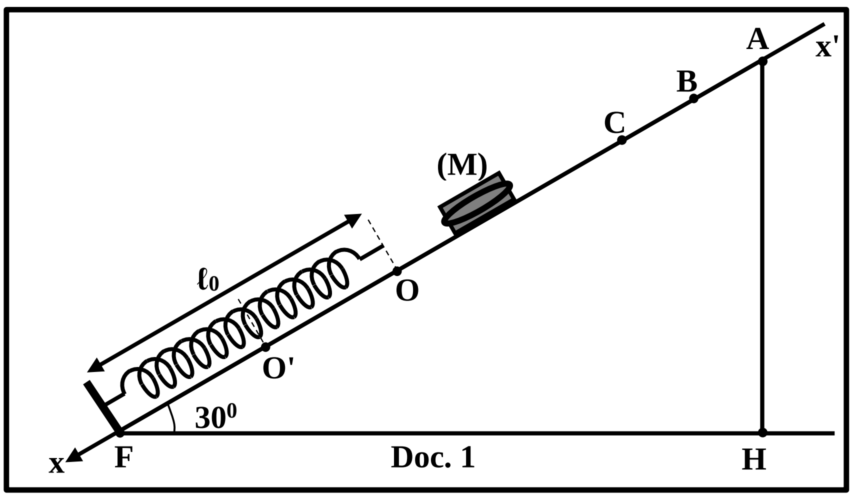
Un ressort, à spires non jointives, de masse négligeable, de longueur à vide ℓ_0 = 50 cm, et de constante de raideur k, est placé sur le rail incliné ; l'une de ses deux extrémités est fixée en F, et l'autre extrémité est libre en O (Doc. 1).

(M) est lâché sans vitesse initiale du point A du rail AF, il passe ensuite par le point B avec une vitesse $\overrightarrow{V_B}$ de valeur $V_B = \sqrt{2}$ m/s, puis par le point C avec une vitesse $\overrightarrow{V_C}$ de valeur $V_C = \sqrt{2,4}$ m/s.

Après le point C, (M) continue son mouvement sans frottement, heurte le ressort et le comprime d'une distance OO'.

Le but de cet exercice est de déterminer k.

On donne :
- le plan horizontal contenant (HF) comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- AB = BC = 20 cm, AF = 1,6 m ;
- $g = 10\ m/s^2$.



Doc. 1

1) Calculer l'énergie mécanique du système [(M), Terre] en A, B et C.
2) Déduire que :
   2.1) le mouvement de (M) se fait sans frottement entre A et B ;
   2.2) (M) subit l'action d'une force de frottement $\vec{f}$ durant son mouvement entre B et C.
3) Montrer que, durant le mouvement de (M) entre B et C, l'énergie interne du système [(M), Terre, rail, Atmosphère] augmente de 0,4 J.
4) Déterminer la valeur f de la force de frottement $\vec{f}$, supposée constante et parallèle au déplacement, qui s'exerce sur (M) durant son mouvement entre B et C.
5) L'énergie mécanique du système [(M), Terre] en O est Em_O = 3,6 J. Pourquoi ?
6) (M) arrive en O et comprime le ressort d'une distance maximale OO' = 24 cm.
   Déterminer la valeur de k.

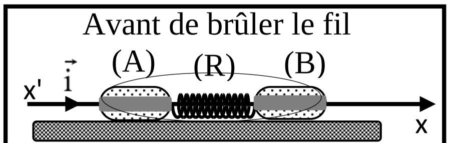
Exercice 2 (6 pts)

Lancement de deux mobiles

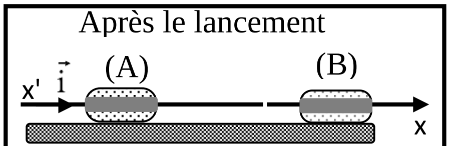
Un dispositif expérimental est formé de :

- deux mobiles (A) et (B), de masses respectives m_A et m_B, pouvant se déplacer sans frottement sur un rail horizontal;
- un ressort (R) de masse négligeable et de raideur k = 100 N/m.

(R) est comprimé entre (A) et (B) par l'intermédiaire d'un fil de masse négligeable pour former un système au repos (Doc. 2).
On brûle le fil, (A) et (B) sont alors éjectés. Juste après le lancement, (A) et (B) se déplacent sur le rail horizontal et leurs centres de masse se déplacent le long d'un axe horizontal x'x de vecteur unitaire $\vec{i}$, avec des vitesses respectives $\vec{v}_A$ et $\vec{v}_B$ (Doc. 3).



Doc. 2



Doc. 3

Le but de cet exercice est d'étudier l'influence de la masse d'un mobile sur sa vitesse après le lancement.
Prendre le plan horizontal contenant x'x comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

1) Avant de brûler le fil, le système [(A), (B), (R)] possède une certaine énergie « E ».
  1.1) Sous quelle forme cette énergie est-elle emmagasinée ?
  1.2) Calculer la valeur de « E » sachant que le ressort est comprimé de 4 cm.

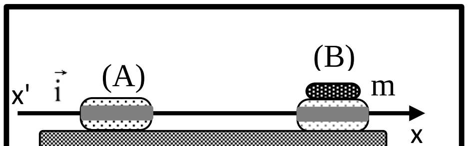
2) Après le lancement, la quantité de mouvement du système [(A), (B)] est conservée. Justifier.

3) Déduire que (A) et (B) sont éjectés dans deux sens opposés.

4) Le dispositif expérimental utilisé, permet de mesurer la valeur de la vitesse v_A de (A) après le lancement. On réalise avec ce dispositif deux expériences.

  4.1) **Expérience 1** :
  Les deux mobiles possèdent la même masse $m_A = m_B = 500$ g. Après le lancement, (A) se déplace avec une vitesse $\vec{v}_A = -0{,}4\,\vec{i}$ (v_A en m/s).
    4.1.1) Déterminer $\vec{v}_B$.
    4.1.2) Déduire la valeur de l'énergie cinétique Ec du système [(A), (B)] juste après le lancement.
    4.1.3) Comparer les valeurs trouvées de Ec et « E ». Conclure.

  4.2) **Expérience 2** :
  On répète l'expérience 1, en ajoutant à (B) une masse marquée m = 100 g, la masse de (A) étant toujours la même (Doc. 4).
  Juste après le lancement, (A) se déplace avec la vitesse $\vec{v}_A = -0{,}42\,\vec{i}$ (v_A en m/s).
  Déterminer $\vec{v}_B$.



Doc. 4

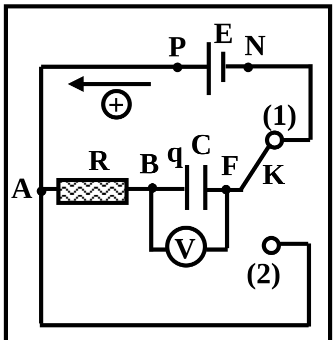
5) Déduire l'influence de l'augmentation de la masse d'un mobile sur sa vitesse après le lancement.

Exercice 3 (7 pts)

Constante de temps d'un circuit RC série

Le but de cet exercice est de déterminer la constante de temps τ d'un circuit RC série durant la charge et la décharge du condensateur, et la capacité C d'un condensateur. Dans ce but, on réalise le circuit du document 5, contenant :

- un condensateur initialement non chargé de capacité C ;
- un conducteur ohmique de résistance R = 100 kΩ ;
- un générateur idéal de tension continue U_{PN} = E = 12 V;
- un voltmètre (V), branché en dérivation aux bornes du condensateur ;
- un commutateur K.



Doc.5

1) Charge du condensateur

À l'instant $t_0 = 0$, on place K à la position (1) et la phase de charge du condensateur commence.

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

1.2) La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_C = E - E\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ où τ est une constante. Déterminer l'expression de τ en fonction de R et C.

1.3) À $t_1 = 7$ s, la tension aux bornes du condensateur est égale à $\dfrac{E}{2}$. Déterminer la valeur de τ.

1.4) Déduire la valeur de C.

2) Décharge du condensateur

Le condensateur est complètement chargé. À un instant $t_0 = 0$, pris comme nouvelle origine de temps, K est placé à la position (2) ; le phénomène de décharge du condensateur commence.

L'évolution de u_C durant cette phase est donnée par : $u_C = E\,e^{\frac{-t}{\tau}}$.

2.1) Montrer que : $\ell n\left(\dfrac{E}{u_C}\right) = \dfrac{1}{\tau}\times t$

2.2) Le tableau ci-dessous donne différentes valeurs de $u_{BF} = u_C$ mesurées par le voltmètre (V) à de différents instants t .

t (s)	0	5	10	20	30	40	50
u_C (V)	12	7,3	4,4	1,6	0,6	0,2	0,08
$\ell n\left(\dfrac{E}{u_C}\right)$							

2.2.1) Recopier puis compléter le tableau.

2.2.2) Tracer, sur le papier millimétré, la courbe montrant l'évolution de $\ell n\left(\dfrac{E}{u_C}\right)$ avec le temps t.

Prendre comme échelle :

- En abscisses 1 cm ↔ 5s ;
- En ordonnées 1 cm ↔ 1.

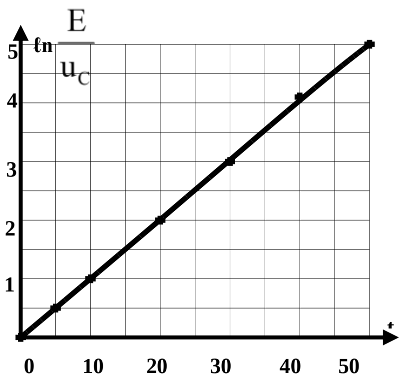
2.2.3) En se référant à la courbe obtenue, montrer que : $\ell n\left(\dfrac{E}{u_C}\right) = 0{,}1\times t$ (S.I.)

2.3) Déduire les valeurs de la constante de temps τ du circuit et de la capacité C du condensateur.

مسابقة في مادة الفيزياء
أسس التصحيح - فرنسي

Exercice 1 (7 pts)	Mouvement d'un bloc sur un plan incliné	
Partie	**Réponse**	**Note**
1	$h_A = AF \sin30^o = 1,6 \times 0.5 = 0,8$ m $Em_A = mgh_A + 0 = 0,5 \times 10 \times 0,8 = 4$ J $Em_B = mgh_B + \frac{1}{2} m V_B^2 = 0,5 \times 10 \times 1,4 \times \sin30^o + \frac{1}{2} \times 0,5 \times (\sqrt{2})^2 = 4$ J $Em_C = mgh_C + \frac{1}{2} m V_C^2 = 0,5 \times 10 \times 1,2 \times \sin30^o + \frac{1}{2} \times 0,5 \times (\sqrt{2,4})^2 = 3,6$ J	**0,5** **0,5** **1** **0,5**
2.1	$Em_A = Em_B = 4$ J ; pas de frottement entre A et B.	**0,25**
2.2	$Em_C < Em_B$ l'énergie mécanique diminue, donc il y frottement entre B et C	**0,25**
3	Le système [(M), Terre, rail, Atmosphère] est énergétiquement isolé. Donc son énergie totale est conservée : E = Em + U = constante Par suite, $\Delta U = -\Delta(Em) = -(3,6 - 4) = 0,4$ J $\Delta U > 0$ donc son énergie interne a augmenté de 0,4 J.	**1**
4	La variation de l'énergie mécanique est due au travail effectué par la force de frottement : $\Delta Em = W_{\vec{f}}$ donc $\Delta(Em) = -0,4 = -f \times BC = -f \times 0,2$ donc f = 2 N	**1**
5	$Em_O = Em_C = 3,6$ J Car il n'y a pas de frottement entre C et O.	**0,25**
6	$Em_O = Em_{O'} = Ec_{O'} + Epp_{O'} + Ep_{eO'} = 0 + mgh_{O'} + \frac{1}{2} kx^2$ mais x = 0,24 m et v = 0, (compression maximale) $\sin30^o = \frac{h_{O'}}{FO'}$ avec FO' = FO – OO' = 50 – 24 = 26 cm = 0.26 m Donc, $h_{O'} = 0.26 \times \sin30^o = 0.13$ m, Alors $3,6 = 0,5 \times 10 \times 0,13 + \frac{1}{2} \times k \times 0,24^2$ D'où k = 102,43N/m.	**1,75**

Exercice 2 (6 pts)	Lancement de deux mobiles	
Partie	**Réponses**	**Note**
1.1	Sous forme d'énergie potentielle élastique dans le ressort.	**0,5**
1.2	$E = \frac{1}{2} k\, x^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times (0{,}04)^2 = 0{,}08$ J	**0,75**
2	Les forces extérieures sur le système [(A), (B)] sont : le poids $\vec{P}_A$ et l'action normale de l'air $\vec{N}_A$: $\vec{P}_A + \vec{N}_A = \vec{0}$ le poids $\vec{P}_B$ et l'action normale de l'air $\vec{N}_B$: $\vec{P}_B + \vec{N}_B = \vec{0}$ Donc, la somme des forces extérieures exercées sur le système [(A), (B)] est nulle. D'après la deuxième loi de Newton $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \frac{d\vec{P}}{dt}$, Par suite la quantité de mouvement du système [(A), (B)] est conservée	**0,75**
3	$\vec{P}_{\text{juste avant}} = \vec{P}_{\text{juste après}}$ Donc $\vec{0} = m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B$ Alors $\vec{v}_A = -\frac{m_B}{m_A} \vec{v}_B$ ce qui montre que $\vec{v}_A$ est dans le sens opposé à $\vec{v}_B$	**1**
4.1.1	$\vec{v}_B = -\frac{m_A}{m_B} \vec{v}_A$ Donc, $\vec{v}_B = +0{,}4\, \vec{i}$ (v_B in m/s)	**0,25**
4.1.2	$Ec = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}5 \times 0{,}16 + \frac{1}{2} \times 0{,}5 \times 0{,}16 = 0{,}08$ J	**1**
4.1.3	Ec = E = 0.08 J Conclusion : toute l'énergie potentille élastique emmagasinée est convertie en Energie cinétique.	**0,5** **0,5**
4.2	$\vec{v}_B = -\frac{m_A}{m_B} \vec{v}_A$. Donc, $\vec{v}_B = -\frac{0{,}5}{0{,}6} \times (-0{,}42\, \vec{i}) = 0{,}35\, \vec{i}$ m/s	**0,25**
5	Lorsque la masse du mobile augmente, sa vitesse après le lancement diminue	**0,5**

<table>
<tr><th colspan="3">Exercice 3 (7 pts) Constante de temps d'un circuit RC série</th></tr>
<tr><th>Partie</th><th>Réponses</th><th>Note</th></tr>
<tr><td>1.1</td><td>Loi d’additivité des tensions : $u_{PN} = u_{PA} + u_{AB} + u_{BF} + u_{FN}$
$E = R\,i + u_C$, mais $i = \frac{dq}{dt}$ et $q = C\,u_C$ donc $i = C\frac{du_C}{dt}$
Alors : $E = RC\frac{du_C}{dt} + u_C$</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1.2</td><td>$u_C = E - Ee^{\frac{-t}{\tau}}$ so $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{\tau}e^{\frac{-t}{\tau}}$
on remplace u_C et $\frac{du_C}{dt}$ dans l'équation différentielle :
$RC\,[\frac{E}{\tau}e^{\frac{-t}{\tau}}] + E - Ee^{\frac{-t}{\tau}} = E$; donc $Ee^{\frac{-t}{\tau}}[\frac{RC}{\tau} - 1] + E = E$
Alors $Ee^{\frac{-t}{\tau}}[\frac{RC}{\tau} - 1] = 0$; mais $Ee^{\frac{-t}{\tau}} \neq 0$ donc $\frac{RC}{\tau} - 1 = 0$
Ce qui donne : $\tau = RC$</td><td>0,75</td></tr>
<tr><td>1.3</td><td>$u_C = E - Ee^{\frac{-t}{\tau}}$ donc $\frac{E}{2} = E - Ee^{\frac{-t_1}{\tau}}$, on aura $Ee^{\frac{-t_1}{\tau}} = \frac{E}{2}$ ce qui donne $e^{\frac{-t_1}{\tau}} = \frac{1}{2}$
alors $\frac{-t_1}{\tau} = -\ell n2$, donc $\tau = \frac{t_1}{\ell n\,2} = \frac{7}{0.693} = 10.10$ s $\approx$ 10 s.</td><td>0,75</td></tr>
<tr><td>1.4</td><td>$\tau = RC$ donc $10.10 = 10^5 C$ ce qui donne $C \approx 10^{-4}$ F</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>2.1</td><td>$u_C = E\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ donc $\frac{E}{u_C} = \frac{1}{e^{\frac{-t}{\tau}}}$ alors $\ell n\frac{E}{u_C} = -\ell n\,e^{\frac{-t}{\tau}}$
ce qui donne $\ell n\frac{E}{u_C} = -[\frac{-t}{\tau}]$ on aura $\ell n\frac{E}{u_C} = \frac{1}{\tau}\times t$</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>2.2.1</td><td><table><tr><td>$\ell n\frac{E}{u_C}$</td><td>0</td><td>0,5</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4,1</td><td>5</td></tr></table></td><td>1</td></tr>
<tr><td>2.2.2</td><td>
</td><td>1</td></tr>
<tr><td>2.2.3</td><td>L’allure de la courbe est une ligne droite qui passe par l’origine, son équation est de la forme : $\ln\frac{E}{u_C} = \text{pente}\times t$; pente = (5-0)/(50-0) = 0,1 ce qui donne $\ln\frac{E}{u_C} = 0{,}1\times t$</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>2.3</td><td>Pente = 0,1 = $\frac{1}{\tau}$ ce qui donne τ = 10 s
Mais $\tau = R.C$ donc $C = \tau/R = 10/10^5 = 10^{-4}$ F</td><td>0,5
0,5</td></tr>
</table>