

# Epreuve de Physique

## Sujet no 10

Durée de l'épreuve : 1 heure

L'usage de la calculatrice est interdit ainsi que tout document.

Cette épreuve comporte volontairement plus d'exercices que vous ne pouvez en traiter dans le temps imparti. La raison en est que votre enseignement n'a pas forcément traité l'ensemble du programme.

Pour chacune des questions, indiquez sur la feuille de réponses ci-jointes, si les affirmations A, B, C et D sont (V) vraies ou (F) fausses en faisant une croix dans la colonne correspondant à votre choix. Vous ne pouvez pas faire de ratures. En cas d'erreur, utilisez la deuxième colonne de réponse. Si la deuxième colonne comporte au moins une réponse, la première colonne ne sera pas corrigée, c'est la deuxième qui sera prise en considération.

**Chaque réponse exacte est gratifiée de 3 points, tandis que chaque réponse fausse est pénalisée par le retrait de 1 point.**

Parmi les quatre propositions de chacune des **questions de 1 à 15**, une seule est vraie, les autres sont fausses. (3 points pour la question)

Par exemple : Pour indiquer que l'affirmation **B est Vraie**, cocher les cases comme suit:

	V	F	V	F
<b>Question 0</b>			choix 2	
A	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les **questions 16 à 18** peuvent avoir plusieurs propositions vraies. (3 points pour chaque proposition)

Par exemple : Pour indiquer que les affirmations B et C sont Vraies, cocher les cases comme suit:

	V	F	V	F
<b>Question 0</b>			choix 2	
A	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Exercice 1

Le neutron est une particule de masse  $m = 1,7 \times 10^{-27}$  kg. Sur Terre, il est présent dans le noyau de la plupart des atomes mais il peut également exister de façon indépendante.

Louis de Broglie a démontré en 1924 que le mouvement d'une particule peut aussi être assimilé à une onde nommée « onde de matière ». On donne la valeur de la constante de Planck :  $h = 6,6 \times 10^{-34}$  J.s.

**1. La relation entre la longueur d'onde  $\lambda$  et la quantité de mouvement  $p$  est :**

- A)**  $\lambda \cdot p = h$ .      **B)**  $\lambda \cdot p \cdot h = 1$ .  
**C)**  $\lambda \cdot h = p$ .      **D)**  $\lambda = h \cdot p$ .

**2. Un neutron « lent » a une vitesse  $v = 2,0$  km.s<sup>-1</sup>. Sa quantité de mouvement est :**

- A)**  $p = 8,5 \times 10^{-28}$  kg.m.s<sup>-1</sup>      **B)**  $p = 3,4 \times 10^{-27}$  kg.m.s<sup>-1</sup>  
**C)**  $p = 8,5 \times 10^{-25}$  kg.m.s<sup>-1</sup>      **D)**  $p = 3,4 \times 10^{-24}$  kg.m.s<sup>-1</sup>

**3. (Suite.) Sa longueur d'onde de Broglie est :**

- A)**  $\lambda = 1,9 \times 10^{-13}$  m      **B)**  $\lambda = 1,9 \times 10^{-10}$  m  
**C)**  $\lambda = 1,9 \times 10^{+7}$  m      **D)**  $\lambda = 1,9 \times 10^{+10}$  m

**4. On manipule maintenant un autre neutron d'énergie cinétique 10 000 fois plus élevée que celle du neutron précédent. Sa vitesse est :**

- A)**  $v = 2,0 \times 10^5$  m.s<sup>-1</sup>      **B)**  $v = 2,0 \times 10^7$  m.s<sup>-1</sup>  
**C)**  $v = 2,0 \times 10^8$  m.s<sup>-1</sup>      **D)** relativiste (trop proche de la vitesse de la lumière dans le vide pour être calculée simplement avec les formules de la mécanique classique).

**5. La longueur d'onde de Broglie associée à ce neutron rapide est :**

- A)** plus courte que celle associée au neutron lent.  
**B)** égale à celle associée au neutron lent.  
**C)** plus grande que celle associée au neutron lent.  
**D)** il manque une donnée pour comparer les deux longueurs d'onde.

## Exercice 2

On veut placer un satellite de 1,6 tonne sur une orbite géostationnaire, c'est-à-dire une orbite circulaire pour laquelle le satellite se trouve à tout moment à la verticale d'un même point de la Terre.

On donne l'énergie potentielle de gravitation  $E_p$  d'un corps de masse  $m$  à la distance  $r$  du centre de la Terre :  $E_p = -\frac{G \cdot M \cdot m}{r}$  (supposée nulle à distance infinie) avec  $M$  la masse de la Terre et  $G$  la constante de gravitation universelle. Pour les applications numériques, on prendra  $G \cdot M \cdot m = 6,5 \times 10^{17}$  unité S.I.

**6. Dans le système international, la grandeur  $(G \cdot M \cdot m)$  peut s'exprimer en :**

- A) J·m.
- B) J·m<sup>2</sup>.
- C) J·m<sup>-1</sup>.
- D) J·m<sup>-2</sup>.

**7. En orbite géostationnaire, un satellite fait le tour de la Terre en :**

- A) 88 min.
- B) 104 min.
- C) 24 heures.
- D) 1 an.

**8. En orbite géostationnaire, le vecteur accélération du satellite, dans le référentiel géocentrique, est :**

- A) orienté vers le centre de la Terre.
- B) orienté tangentiellement à la trajectoire, vers l'avant.
- C) orienté tangentiellement à la trajectoire, vers l'arrière.
- D) orienté en biais (une composante tangentielle et une composante radiale).

**9. La vitesse d'un satellite sur une orbite circulaire de rayon  $R$  et de période  $T$  est :**

- A)  $v = \frac{R \cdot T}{2\pi}$ .
- B)  $v = 2\pi \cdot \frac{T}{R}$ .
- C)  $v = 2\pi \cdot \frac{R}{T}$ .

D) aucune de ces relations : elle varie au cours du temps.

**10.** Au cours du lancement, on installe dans un premier temps le satellite sur une orbite circulaire, à 120 km d'altitude (soit  $R = 6\,500$  km). D'après la troisième loi de Kepler, la période orbitale du satellite est alors :

A)  $T = \sqrt{R^3 \frac{4\pi^2}{G \cdot M}}$ .

B)  $T = \sqrt[3]{R^2 \frac{4\pi^2}{G \cdot M}}$ .

C)  $T = \sqrt{\frac{1}{R^3} \frac{4\pi^2}{G \cdot M}}$ .

D)  $T = \sqrt[3]{\frac{1}{R^2} \frac{4\pi^2}{G \cdot M}}$ .

**11.** L'énergie cinétique du satellite en orbite circulaire à 120 km (soit  $R = 6\,500$  km) est  $E_c = 5 \times 10^{10}$  J. Son énergie mécanique est :

A)  $E_m = -1 \times 10^{11}$  J.

B)  $E_m = -5 \times 10^{10}$  J.

C)  $E_m = 5 \times 10^{10}$  J.

D)  $E_m = 1 \times 10^{11}$  J.

On veut maintenant modifier l'orbite du satellite. Pour cela, on augmente quasiment instantanément sa vitesse (en allumant son réacteur). Le satellite passe ainsi d'une vitesse  $v_1 = 7,8$  km·s<sup>-1</sup> à une vitesse  $v_2$  (dont il s'agira de déterminer la valeur) en une durée très réduite (en pratique,  $\Delta t = 50$  s). Sa trajectoire devient alors une ellipse : au plus près de la Terre, il est toujours à 120 km d'altitude mais au plus loin, il passe à 35 800 km d'altitude (à  $R' = 42\,200$  km du centre de la Terre).

**12.** Pendant le passage de  $v_1$  à  $v_2$ , l'accélération due au moteur du satellite pendant  $\Delta t$  est constante et vaut  $a = 50$  m·s<sup>-2</sup>. La valeur de la vitesse  $v_2$  est :

A)  $V_2 = 7,9$  km·s<sup>-1</sup>.

B)  $V_2 = 8,3$  km·s<sup>-1</sup>.

C)  $V_2 = 9,3$  km·s<sup>-1</sup>.

D)  $V_2 = 10,3$  km·s<sup>-1</sup>.

Pendant cette phase d'accélération, le satellite perd une masse  $\Delta m$  de combustible. Les gaz de combustion sont éjectés par une tuyère à la vitesse  $w = 2,4$  km·s<sup>-1</sup> par rapport au satellite. On notera  $\vec{p}_{\text{gaz}}$  la quantité de mouvement totale des gaz éjectés,  $\vec{p}_1$  la quantité de mouvement du satellite à la vitesse  $v_1$  et  $\vec{p}_2$  sa quantité de mouvement à la vitesse  $v_2$ .

La durée de la phase d'accélération étant courte, ces vecteurs sont supposés colinéaires.

**13.** L'ensemble {satellite + gaz éjectés} formant un système isolé, la relation entre les vecteurs quantité de mouvement est :

A)  $\vec{p}_{\text{gaz}} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$

B)  $\vec{p}_{\text{gaz}} = \vec{p}_1 - \vec{p}_2$

C)  $\vec{p}_{\text{gaz}} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$

D)  $\vec{p}_{\text{gaz}} = \vec{p}_1 - \frac{(m - \Delta m)}{m} \vec{p}_2$

**14.** En projetant cette relation sur l'axe portant les vecteurs, la relation devient ( $\Delta m$  étant une grandeur positive) :

A)  $\Delta m \cdot (w + v_2) = m \cdot (v_2 - v_1)$ .

B)  $\Delta m \cdot (w - v_2) = m \cdot (v_2 + v_1)$ .

C)  $\Delta m \cdot (w + v_2) = m \cdot (v_2 + v_1)$ .

D)  $\Delta m \cdot (w - v_2) = m \cdot (v_2 - v_1)$ .

**15.** La masse éjectée par le satellite (en pourcentage) est :

A)  $\frac{\Delta m}{m} < 5\%$ .

B)  $5\% < \frac{\Delta m}{m} < 15\%$ .

C)  $15\% < \frac{\Delta m}{m} < 25\%$ .

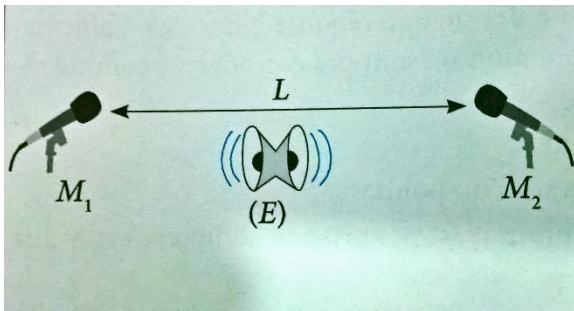
D)  $25\% < \frac{\Delta m}{m} < 35\%$ .

On répète ensuite l'opération lorsque le satellite atteint l'altitude voulue. Une deuxième phase d'accélération permet de le stabiliser sur l'orbite géostationnaire en lui donnant sa vitesse définitive.

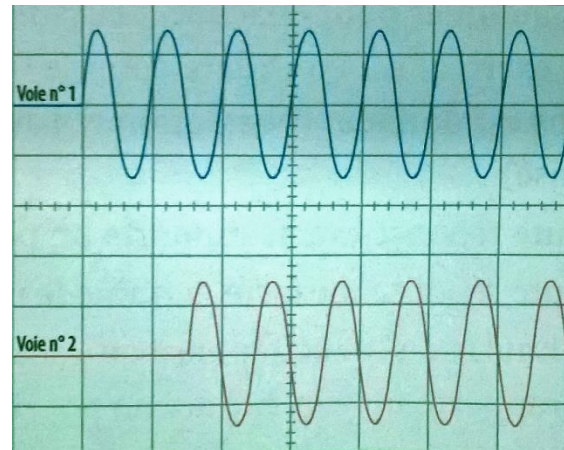
### Exercice 3

#### Onde Sonore

Deux microphones  $M_1$  et  $M_2$  distants de  $L = 2,00$  m, sont reliés respectivement aux voies 1 et 2 d'un oscilloscope. Un émetteur ( $E$ ) est placé entre les deux microphones (cf. document 1). À l'instant  $t = 0$  s, il commence à émettre une onde sonore qui se propage vers les deux microphones. Les oscillogrammes obtenus sont représentés sur le document 2. La durée de balayage de l'oscilloscope est égale à  $2 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1}$ .



Document 1: Schéma du montage



Document 2: Oscillogrammes obtenus

Donnée: Célérité du son dans l'air :  $c = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

#### 16. Quelles propositions sont vraies, quelles propositions sont fausses ?

- A) L'onde sonore est une onde mécanique longitudinale.
- B) La longueur d'onde de l'onde sonore est de  $0,34 \text{ m}$ .
- C) L'émetteur est à  $0,49 \text{ m}$  du microphone  $M_1$ .
- D) L'onde émise atteint plus rapidement les microphones si on double sa fréquence.

### Exercice 4

Un pendule simple, constitué d'une masse  $m$  ponctuelle placée à l'extrémité d'un fil de longueur  $L = 1 \text{ m}$ , sans masse, oscille sans frottement dans un plan vertical après avoir été écarté et lâché de sa position d'équilibre stable d'un angle  $\alpha_0 = 5^\circ$

L'altitude de référence choisie pour l'origine de l'énergie potentielle de pesanteur correspond à la position d'équilibre de la masse ponctuelle.

Données :  $m = 50 \text{ g}$  ; accélération de la pesanteur  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $\sin(5^\circ) = 0,087$  ;  
 $\cos(5^\circ) = 0,996$ .

**17. Quelles propositions sont vraies, quelles propositions sont fausses ?**

- A) Si la longueur du fil était double, la période du pendule serait double.
- B) L'énergie potentielle du pendule est indépendante de sa masse.
- C) Lorsqu'il repasse par sa position d'équilibre, l'accélération du pendule est nulle.
- D) L'énergie mécanique du pendule est 2 mJ.

**Exercice 5**

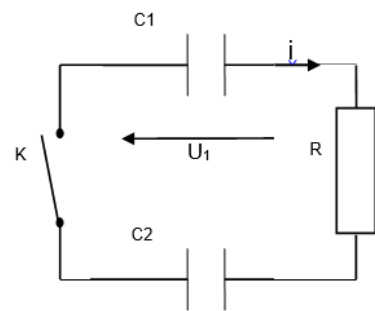
Soit le circuit ci-contre :

Le condensateur  $C1$  est initialement chargé sous une tension  $U_1(t=0) = 10 \text{ V}$ .

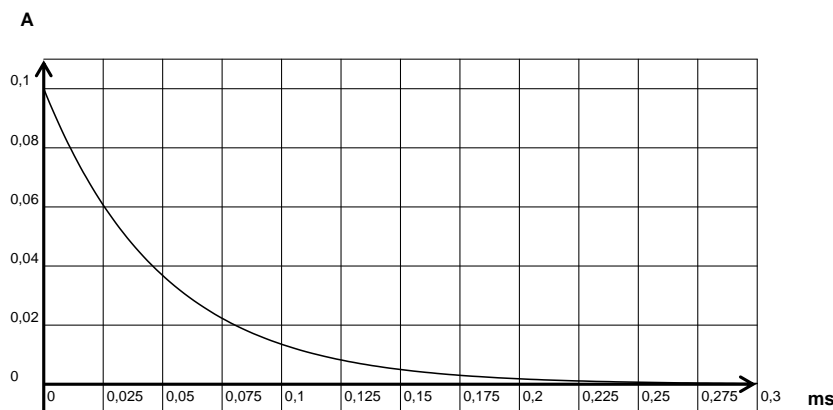
Le condensateur  $C2$  est initialement déchargé.

La capacité commune des deux condensateurs vaut  $C = 1 \mu\text{F}$ .

A l'instant  $t=0$ , on abaisse l'interrupteur  $K$ .



Grâce à une interface adaptée, on a enregistré l'évolution temporelle du courant  $i$  :



**18. Quelles propositions sont vraies, quelles propositions sont fausses ?**

- A) Le conducteur ohmique a une résistance  $R = 100 \Omega$ .
- B) La constante de temps du circuit est  $\tau = \frac{RC}{2}$ .
- C) Au bout d'une seconde, on peut dire que  $C1$  est complètement déchargé et que  $C2$  est chargé sous une tension de 10 V.
- D) Au bout de 0,25 ms, on peut considérer que l'énergie initialement stockée dans le condensateur  $C1$  s'est dissipée dans le conducteur ohmique.