

EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES GÉNÉRALES
Sessions 2023 – QUESTIONNAIRE ÉCRIT

Date :	08.06.23	Durée :	08:15 - 10:45	Numéro candidat :	
Discipline :	Physique	Section(s) :	GSN		

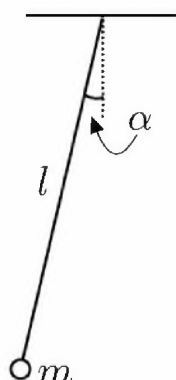
P: Travaux pratiques

T: Théorie

A: Exercice

1. Travaux pratiques : Pendule simple (12 Points)

En travaux pratiques de physique, il s'agit de vérifier l'équation de la période T d'un pendule simple. Pour cela, une élève suspend une petite bille d'acier de masse m à un fil fin de longueur l . La bille est déviée de sa position d'équilibre d'un angle α et laissée à elle-même.



Le temps t pour 10 mouvements va-et-vient est déterminé par l'élève. La longueur du fil est ensuite modifiée et l'expérience est répétée 6 fois. Les valeurs mesurées sont résumées dans le tableau suivant :

Expérience	l (en cm)	t (en s)
1	20	8,01
2	40	13,01
3	60	15,30
4	80	18,20
5	100	19,85
6	120	22,00

1.1. Pourquoi l'élève mesure-t-elle le temps t et non la période T ?

(P : 1 Point)

1.2. Dessinez un graphique représentant le carré de la période T^2 en fonction de la longueur du fil l .

(P : 4 Points)

1.3. Déterminez à l'aide de ce graphique l'intensité de pesanteur g sur la Terre.

(P : 4 Points)

1.4. Déterminez l'écart relatif de votre valeur de l'intensité de pesanteur sachant que la valeur réelle de l'intensité de pesanteur est $g_{Terre} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

(P : 1 Point)

1.5. Comment la période T dépend-elle de la masse m et de l'angle α ? Expliquez.

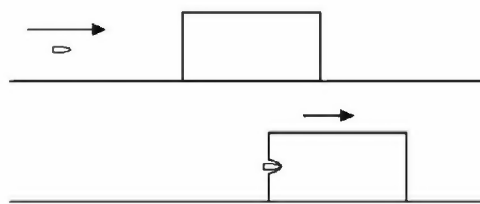
(T : 2 Points)

2. Quantité de mouvement**(8 Points)**

Un projectile de masse $m_G = 50 \text{ g}$ et de vitesse $v_G = 300 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ frappe une boîte de masse $m_K = 100 \text{ kg}$. La boîte est placée sur un support horizontal dont il n'y a pas de frottements et se trouve au repos avant l'impact de la balle. La vitesse de la boîte après la collision est v'_K . La vitesse du projectile après la collision est v'_G .

Nous étudions deux cas :

2.1. Dans le premier cas, nous supposons que la balle reste coincée dans la boîte après l'impact.



2.1.1. En partant de la loi de conservation de la quantité de mouvement, montrez que la vitesse de la boîte après le choc peut être calculée par:

$$v'_K = \frac{m_G v_G}{m_G + m_K}$$

(T : 2 Points)

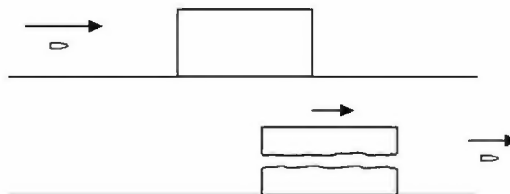
2.1.2. Calculez v'_K .

(A : 1 Point)

2.1.3. Calculez la chaleur générée par l'impact de la balle.

(A : 2 Points)

2.2. Dans le deuxième cas, la balle transperce la boîte et poursuit sa trajectoire à une vitesse de $150 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

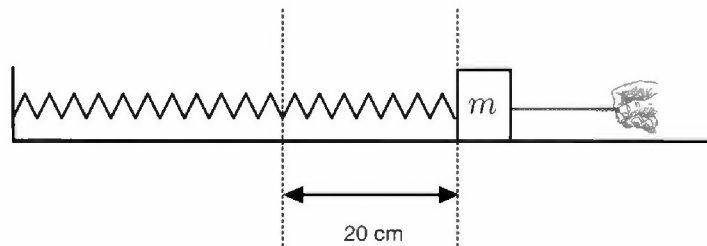


2.2.1. S'agit-il dans ce cas d'un choc élastique ou inélastique ? Justifiez votre réponse par un calcul.

(A : 3 Points)

3. Oscillations**(9 Points)**

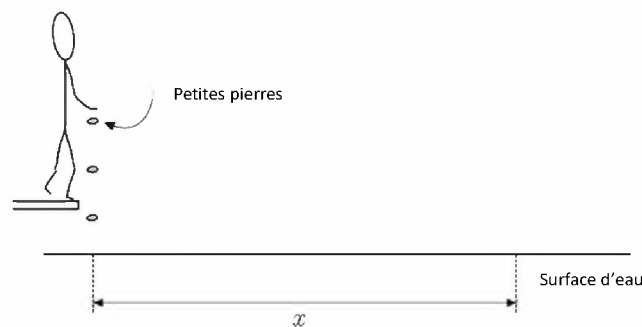
Un corps de masse $m = 100 \text{ g}$ se trouve au repos sur un support horizontal dont il n'y a pas de frottements et est fixé à un ressort de $D = 2 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$. Le corps se trouve à 20 cm de sa position de repos et est maintenu dans cette position par un élève.



- 3.1.** Calculez la valeur et déterminez la direction de la force exercée par l'élève sur le corps dans cette position. (A : 1 Point)
- 3.2.** Calculez l'accélération du corps au moment où l'élève lâche le corps. (A : 2 Points)
- 3.3.** Une fois que le corps est relâché, il effectue une oscillation harmonique. Calculez la période de cette oscillation. (A : 1 Point)
- 3.4.** Écrivez l'équation horaire de l'élongation pour cette oscillation. (A : 2 Points)
- 3.5.** Si l'expérience est réalisée sur un banc d'école, l'amplitude de l'oscillation diminue de 40 % après une courte durée de temps. Quelle quantité d'énergie a été transmise à l'environnement pendant ce temps ? (A : 3 Points)

4. Ondes**(13 Points)**

- 4.1.** Une oscillation harmonique d'amplitude y_{max} et de période T se propage le long d'une chaîne d'oscillateurs dans la direction positive à la vitesse de phase v_{ph} et de longueur d'onde λ . Établissez l'équation d'onde générale $y(x, t)$ pour une particule se trouvant à une distance x de l'origine. (T : 4 Points)



Un élève fait tomber des petites pierres dans un étang, comme le montre l'image. Toutes les deux secondes, une petite pierre heurte la surface de l'eau. Le choc des petites pierres sur l'eau crée une onde transversale d'une amplitude de 4 cm qui se propage à une vitesse de 2 m/s. Nous supposons que la première pierre touche la surface de l'eau à l'instant $t = 0$ s.

- 4.2.** Qu'est-ce que on entend par "onde transversale" ? (T : 1 Point)
- 4.3.** Calculez la longueur d'onde de cette onde. (A : 1 Point)
- 4.4.** Une particule d'eau à la surface de l'eau se trouve à l'instant t à une distance x du lieu d'impact des pierres. Écrivez l'équation d'onde pour cette particule d'eau. (A : 2 Points)
- 4.5.** Une particule d'eau à la surface de l'eau se trouve à $x = 10$ m du point d'impact des pierres.
- 4.5.1.** Calculez l'élongation de cette particule à l'instant $t = 1$ s.

(A : 1 Point)

- 4.5.2.** Tracez l'élongation de cette particule en fonction du temps entre les instants $t = 0$ s jusqu'à $t = 10$ s. (A : 4 Points)

5. Electricité**(9 Points)**

Les défibrillateurs servent à interrompre les troubles du rythme cardiaque qui peuvent être mortels. Les défibrillateurs disposent d'un condensateur ($40\ \mu\text{F}$) qui est chargé dans un premier temps avec une haute tension ($4000\ \text{V}$). Dans un deuxième temps, ce condensateur se décharge en appuyant sur un bouton via deux électrodes fixées sur le thorax du patient ; un courant électrique très élevé circule alors pendant un temps très court.

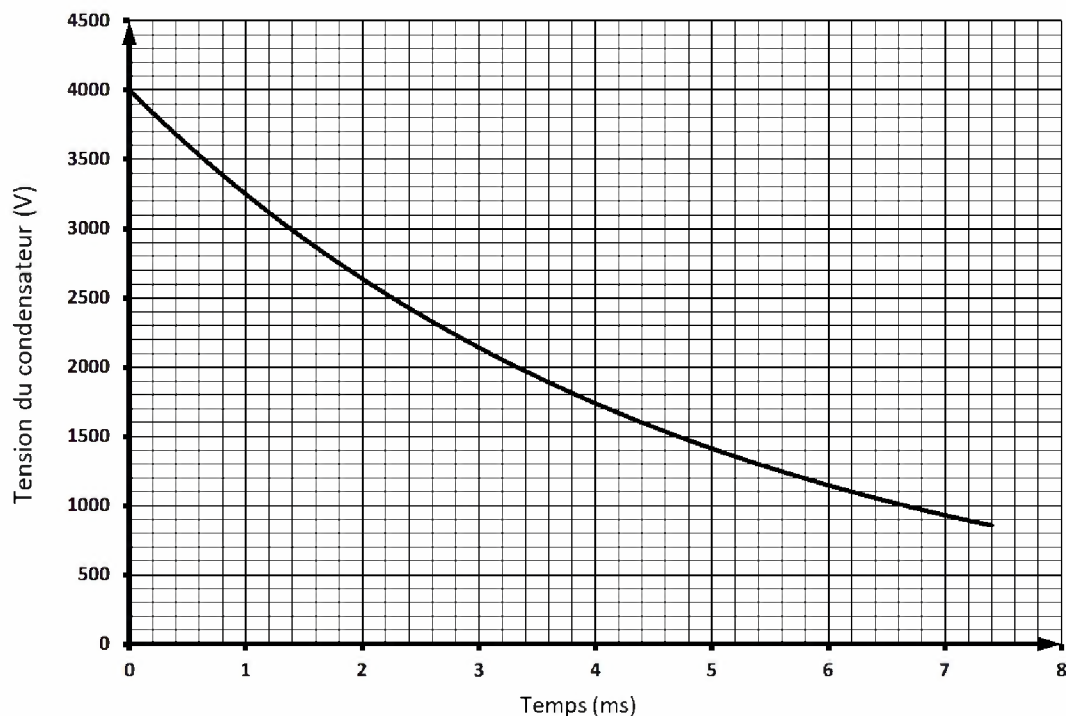
5.1. Calculez l'énergie stockée dans le condensateur avant la décharge.

(A : 1 Point)

5.2. Calculez la charge du condensateur avant sa décharge.

(A : 1 Point)

5.3. Lors de l'utilisation d'un défibrillateur, le condensateur n'est pas complètement déchargé. Le diagramme suivant montre l'évolution dans le temps de la tension du condensateur lors d'une éventuelle décharge électrique.



5.3.1. Déterminez l'énergie transmise au patient pendant la décharge électrique.

(A : 1 Point)

5.3.2. La résistance du corps entre les électrodes est R . Déterminez R à l'aide du graphique.
(A : 2 Points)

5.4. Déterminez l'intensité maximale du courant I_{Max} qui traverse le corps.

(A : 1 Point)

5.5. Déterminez l'intensité moyenne du courant I qui traverse le corps pendant le processus de décharge.
(A : 3 Points)

6. Mécanique quantique**(9 Points)**

- 6.1.** Écrivez l'équation de l'effet photoélectrique. Définissez les symboles f , W_A , et E_{cin} .
Donnez les unités SI de ces symboles. (T : 3 Points)

- 6.2.** Une cellule photoélectrique en césium ($W_A = 1,94 \text{ eV}$) reçoit une lumière monochromatique provenant d'une source lumineuse située à une certaine distance de la cellule photoélectrique. Les électrons libérés ont une énergie cinétique de $0,8 \text{ eV}$.

- 6.2.1.** Calculez la vitesse maximale des électrons émis.

(A : 1 Point)

- 6.2.2.** Calculez la longueur d'onde et la fréquence de la lumière incidente.

(A : 2 Points)

- 6.3.** La puissance de la lumière incidente est de $2,1 \text{ W}$. Chaque photon ne peut libérer qu'un seul électron du césium.

- 6.3.1.** Calculez le nombre d'électrons qui sortent de la couche de césium par seconde.

(A : 1 Point)

- 6.3.2.** Comment pourrait-on augmenter le nombre d'électrons qui sortent de la couche de césium par seconde ? Expliquez.

(T : 2 Points)

Constantes physiques

Constante	Symbole	Valeur	Unité SI
nombre d'Avogadro	N_A	$6,022 \cdot 10^{23}$	mol^{-1}
charge élémentaire	e	$1,602 \cdot 10^{-19}$	C
vitesse de la lumière	c	$2,998 \cdot 10^8$	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
constante de Planck	h	$6,626 \cdot 10^{-34}$	J · s
permittivité du vide	ϵ_0	$8,854 \cdot 10^{-12}$	$\text{C} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
masse au repos de l'électron	m_e	$9,109 \cdot 10^{-31}$	kg
masse au repos du proton	m_p	$1,673 \cdot 10^{-27}$	kg
masse au repos neutron	m_n	$1,675 \cdot 10^{-27}$	kg
masse au repos d'une particule α	m_α	$6,645 \cdot 10^{-27}$	kg

Conversion d'unités en dehors du système SI			
unité de masse atomique	1 u	$1,6605 \cdot 10^{-27}$	kg
électron-volt	1 eV	$1,602 \cdot 10^{-19}$	J
année	1 a	365,25	d (jours)

Formules trigonométriques

$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$	$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$	
$\cos^2 x = \frac{1}{1 + \tan^2 x}$	$\sin^2 x = \frac{\tan^2 x}{1 + \tan^2 x}$	$1 + \tan^2 x = \frac{1}{\cos^2 x}$
$\sin(-x) = -\sin(x)$	$\sin(\pi - x) = \sin(x)$	$\sin(\pi + x) = -\sin(x)$
$\cos(-x) = \cos(x)$	$\cos(\pi - x) = -\cos(x)$	$\cos(\pi + x) = -\cos(x)$
$\tan(-x) = -\tan(x)$	$\tan(\pi - x) = -\tan(x)$	$\tan(\pi + x) = \tan(x)$
$\sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cos(x)$		$\sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = \cos(x)$
$\cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \sin(x)$		$\cos\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\sin(x)$
$\tan\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cot(x)$		$\tan\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\cot(x)$
$\sin(x + y) = \sin x \cos y + \cos x \sin y$	$\tan(x + y) = \frac{\tan x + \tan y}{1 - \tan x \tan y}$	
$\sin(x - y) = \sin x \cos y - \cos x \sin y$		
$\cos(x + y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y$	$\tan(x - y) = \frac{\tan x - \tan y}{1 + \tan x \tan y}$	
$\cos(x - y) = \cos x \cos y + \sin x \sin y$		
$\sin 2x = 2 \sin x \cos x$	$2 \cos^2 x = 1 + \cos 2x$	
$\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x$	$2 \sin^2 x = 1 - \cos 2x$	
$\sin 2x = \frac{2 \tan x}{1 + \tan^2 x}$	$\cos 2x = \frac{1 - \tan^2 x}{1 + \tan^2 x}$	$\tan 2x = \frac{2 \tan x}{1 - \tan^2 x}$
$\sin 3x = 3 \sin x - 4 \sin^3 x$	$\cos 3x = -3 \cos x + 4 \cos^3 x$	
$\sin x + \sin y = 2 \sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$	$\tan x + \tan y = \frac{\sin(x+y)}{\cos x \cos y}$	
$\sin x - \sin y = 2 \sin\left(\frac{x-y}{2}\right) \cos\left(\frac{x+y}{2}\right)$	$\tan x - \tan y = \frac{\sin(x-y)}{\cos x \cos y}$	
$\cos x + \cos y = 2 \cos\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$		
$\cos x - \cos y = -2 \sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \sin\left(\frac{x-y}{2}\right)$		
$\sin x \cos y = \frac{1}{2} [\sin(x+y) + \sin(x-y)]$		
$\cos x \cos y = \frac{1}{2} [\cos(x+y) + \cos(x-y)]$		
$\sin x \sin y = \frac{1}{2} [\cos(x-y) - \cos(x+y)]$		

Mécanique

$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$	$\Sigma \vec{p} = \Sigma \vec{p}'$	$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$
$\Delta E_{\text{mec}} = -\frac{1}{2} \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} (v_{1x} - v_{2x})^2$		
$v'_{1x} = \frac{m_1 \cdot v_{1x} + m_2 \cdot (2v_{2x} - v_{1x})}{m_1 + m_2}$	$v'_{2x} = \frac{m_2 \cdot v_{2x} + m_1 \cdot (2v_{1x} - v_{2x})}{m_1 + m_2}$	

Oscillations

$T = \frac{t}{n}$	$f = \frac{1}{T}$	$\omega = 2\pi \cdot f$
$F_{r,y} = -k \cdot y(t)$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$
$y(t) = y_{\text{max}} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$	$v_y(t) = \omega \cdot y_{\text{max}} \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$	$a_y(t) = -\omega^2 \cdot y_{\text{max}} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$
$E_{\text{pot}}(t) = \frac{1}{2} k \cdot y_{\text{max}}^2 \cdot \sin^2(\omega \cdot t + \varphi_0)$	$E_{\text{cin}}(t) = \frac{1}{2} k \cdot y_{\text{max}}^2 \cdot \cos^2(\omega \cdot t + \varphi_0)$	$E_{\text{tot}} = \frac{1}{2} k \cdot y_{\text{max}}^2$
$y(t) = 2y_{\text{max}} \cdot \cos\left[2\pi \cdot \left(\frac{f_1 - f_2}{2}\right) \cdot t\right] \cdot \sin\left[2\pi \cdot \left(\frac{f_1 + f_2}{2}\right) \cdot t\right]$	$f_b = f_1 - f_2 $	$f = \frac{f_1 + f_2}{2}$

Ondes

$v_{ph} = \lambda \cdot f$	$v_{ph} = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$	$\mu = \frac{m}{l}$
$y(x, t) = y_{\text{max}} \cdot \sin\left[2\pi \cdot \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$	$f_n = \frac{n+1}{2l} \cdot v_{ph}$	$f_n = \frac{2n+1}{4l} \cdot v_{ph}$
$\Delta s = k \cdot \lambda$	$\Delta \varphi = k \cdot 2\pi$	$\Delta s = (2k+1) \cdot \frac{\lambda}{2}$
$d_k = \frac{k \cdot \lambda \cdot D}{g}$	$d_k = \frac{k \cdot \lambda}{2 \cdot n}$	$d_k = \frac{(2k+1) \cdot \lambda}{4 \cdot n}$

Electricité

$\vec{F}_{\text{el},1 \text{ sur } 2} = -\vec{F}_{\text{el},2 \text{ sur } 1} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \cdot \vec{u}_{1,2}$	$\vec{E} = \frac{\vec{F}_{\text{el}}}{q}$	$E = \frac{U}{d}$
$C = \frac{Q}{U}$	$C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$	$E_{\text{pot,el}} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$
$C_{\text{eq}} = C_1 + C_2$	$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$	$\tau = R \cdot C$
$I(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$	$U_C(t) = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$	$Q(t) = Q_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$
$I(t) = -I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$	$U_C(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$	$Q(t) = Q_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

Mécanique quantique

$E = h \cdot f$	$E = W_s + E_{\text{cin}}$	$h = \frac{e(U_{s1} - U_{s2})}{f_1 - f_2}$
-----------------	----------------------------	--