EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES GÉNÉRALES **Sessions 2023 – QUESTIONNAIRE ÉCRIT**					
Date :	19.05.23	*Durée :*	08:15 - 10:45	*Numéro candidat :*	
Discipline :	Physique	*Section(s) :*	GSN		

Répartition des points : **T : Théorie** **A : Exercice** **P : Travaux pratiques**

1. <u>Crash-Test (6 P)</u>

Lors d'un crash-test, deux voitures (m_1 = 1,5 t) et (m_2 = 2,3 t) se dirigent l'une vers l'autre. Chacune possède une vitesse de 54 km/h. Après la collision, les deux voitures restent coincées l'une dans l'autre.

1.1) Calculez les vitesses des deux voitures après la collision. (A: 2 P)

1.2) Dans quelle direction les deux voitures se déplacent-elles après le choc ? Justifiez votre réponse. (A: 1 P)

1.3) Calculez le montant de l'énergie (cinétique) transformée en chaleur en kJ. (A: 3 P)

2. <u>Collision élastique : Boule de billard (3 P)</u>

Une boule de billard 1 (vitesse v_1) heurte frontalement une boule de billard 2 identique à la boule de billard 1, mais immobile.
Quelle est la vitesse des deux boules après un choc <u>élastique</u> ? Justifiez votre affirmation à l'aide des formules correspondantes. (A: 3 P)

3. Oscillations (17 P)

3.1) Un ressort est tiré vers le bas à partir de sa position d'équilibre, puis abandonné à lui-même. Esquissez, pour une oscillation harmonique, l'évolution des courbes *y(t), v(t)* et *a(t)* dans un même graphique sur une durée de 3 périodes. Les 3 courbes sont représentées dans des couleurs différentes. Veillez à ce que les 3 courbes soient correctement disposées les unes par rapport aux autres.

(T: 3 P)

3.2) L'amplitude d'une oscillation harmonique est de 5 cm. Sa fréquence est de 31,25 Hz.

3.2.1) Écrivez l'équation de cette oscillation. (A: 3 P)

3.2.2) Tracez exactement la courbe sinusoïdale correspondante, et ce sur au moins 3 périodes. (A: 4 P)

3.2.3) Calculez tous les moments, dans les 3 premières périodes, où l'élongation atteint la valeur de 25 mm et montrez les points correspondants sur la courbe.

(A: 5 P)

3.2.4) Quelle est l'énergie de cette oscillation, s'il s'agit d'un oscillateur harmonique dans lequel la masse oscillante est fixée à un ressort d'une valeur indicative de $5\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}}$. (A: 2 P)

4. Ondes (7 P)

4.1) Déduisez l'équation d'onde générale y(x,t). Poursuivez la déduction jusqu'à une forme où les deux grandeurs caractéristiques λ et T apparaissent dans l'expression.

(T: 4 P)

4.2) La corde d'un violon mesure 32,8 cm de longueur. Sa masse linéique est de 6,5 g/m. Calculez la force avec laquelle la corde doit être tendue pour qu'elle ait comme vibration fondamentale la note d_3 avec une fréquence de 297 Hz.

(A: 3 P)

5. Travaux pratiques: Double fente (7 P)

Sur la photo suivante, on peut voir une figure d'interférence prise avec une double fente. L'échelle est de 1:1.

Les paramètres expérimentaux suivants s'appliquent :

Longueur d'onde du laser λ = 632,8 nm
Distance entre la double fente et l'écran D = 7,80 m.

5.1) Déterminez la distance d_4 entre les maximas d'interférence d'ordre k = 0 et k = 4. (P: 1 P)

5.2) Calculez, à l'aide des paramètres expérimentaux, la distance g entre les fentes de cette double fente. Déduisez la formule nécessaire à cet effet. Donnez toutes les explications nécessaires ! (P: 4 P)

5.3) Comment la figure d'interférence changerait-elle si l'on utilisait une autre double fente avec une distance de fente plus grande ? Tous les autres paramètres expérimentaux resteraient alors inchangés. Justifiez votre affirmation. (P: 2 P)

6. Electricité (12 P)

Les condensateurs sont, avec les résistances, des composants fondamentaux des circuits électroniques.

6.1) A quoi servent les résistances dans les circuits électroniques, à quoi servent les condensateurs ? (T: 1 P)

6.2) Dessinez le schéma des lignes de champ à l'intérieur d'un condensateur plan. (T: 1 P)

6.3) Quelle charge électrique un condensateur (capacité C = 0,2 mF) peut-il stocker lorsqu'il est chargé avec une tension de U = 5 V? (A: 2 P)

6.4) Quelle quantité d'énergie est alors stockée dans le champ électrique du condensateur ? (A: 1 P)

6.5) Ce condensateur est ensuite déchargé via une résistance de R = 10 kΩ. Calculez au bout de combien de temps le condensateur ne contient plus que ¼ de sa charge initiale. (A: 3 P)

6.6) Calculez la constante de temps τ de ce circuit ? Que représente la constante de temps ? (A: 2 P)

6.7) Est-ce que l'énergie du condensateur est alors aussi égale à ¼ de l'énergie initiale ? Si non, elle vaut alors combien ? Justifiez votre réponse. Vous n'avez pas besoin de faire un calcul détaillé, seulement faire une réflexion qualitative. . (A: 2 P)

7. Effet photoélectrique (8 P)

7.1) Décrivez ce qui se passe au niveau des particules élémentaires lors de l'effet photoélectrique. Votre réponse doit contenir les termes suivants : *Énergie, électron, photon, travail de sortie, fréquence ou longueur d'onde de seuil, énergie cinétique.* (T: 3 P)

7.2) Une cathode de potassium a un travail de sortie de 1,83 eV. Calculez la longueur d'onde de seuil (en nm) au-dessus de laquelle aucun effet photoélectrique ne peut plus se produire. (A: 2 P)

7.3) Dans une expérience, cette cathode est exposée à une lumière dont la longueur d'onde est inconnue et doit être déterminée. Les électrons qui en sortent atteignent une vitesse de 1400 km/s.
A l'aide de ces données, calculez la longueur d'onde des photons incidents. (A : 3 P)

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	$2{,}998 \cdot 10^{8}$	$m \cdot s^{-1}$
constante de Planck	h	$6{,}626 \cdot 10^{-34}$	$J \cdot s$
permittivité du vide	ε_0	$8{,}854 \cdot 10^{-12}$	$C \cdot V^{-1} \cdot m^{-1}$
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)

Mécanique

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

Oscillations

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

Ondes

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

Electricité

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

Mécanique quantique

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

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

$$\sin x\cos y=\tfrac{1}{2}\left[\sin(x+y)+\sin(x-y)\right]$$
$$\cos x\cos y=\tfrac{1}{2}\left[\cos(x+y)+\cos(x-y)\right]$$
$$\sin x\sin y=\tfrac{1}{2}\left[\cos(x-y)-\cos(x+y)\right]$$