

**Instructions concernant l'épreuve**

Barème et mode de calcul note finale	1 point par question
Durée	1h30
Calculatrice autorisée	OUI
Consignes pour les candidats	<i>Merci de ne rien marquer sur le sujet</i> <i>Pour chaque question de l'épreuve, une seule bonne réponse possible</i> <i>Répondez sur la grille séparée</i> <i>Seules les grilles correctement remplies seront corrigées</i>

**Concours EG@ 2022**  
**Epreuve écrite de Physique**

Durée : 1h30

*NB. : Dans cette épreuve, on demande d'indiquer, pour chaque question, la bonne réponse parmi celles qui sont proposées.*

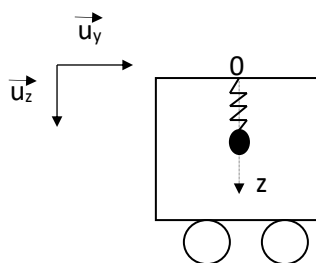
*Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.*

**Cette épreuve contient une partie I associée à des exercices considérés comme simples et une partie II qui peut demander plus de réflexions. La note de chaque partie sera considérée dans l'évaluation globale et le classement des candidats.**

**Partie I**

**Exercice 1 :**

Une masse  $m$  est suspendue à un ressort de longueur à vide  $l_0$  et de raideur  $k$ , lui-même attaché à un plafond d'un véhicule. Le véhicule est au repos. On lâche la masse  $m$  sans vitesse initiale, le ressort étant au repos. On note  $z(t)$  l'abscisse de la masse  $m$  à l'instant  $t$ , repérée par rapport au plafond et  $g$  la valeur de la pesanteur. On observe un mouvement oscillatoire autour d'une position d'équilibre. Les forces de frottement seront négligées.



**1. Question :** Donner l'équation différentielle du mouvement de la masse  $m$ .

**A)**  $\ddot{z} + \frac{k}{m}z = \frac{k}{mg}l_0$  ; **B)**  $\ddot{z} + \frac{k}{m}z = \frac{k}{m}l_0 - g$  ; **C)**  $\ddot{z} + \frac{k}{m}z = g + \frac{k}{m}l_0$  ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**2. Question :** En déduire l'expression de  $z(t)$ , solution de l'équation différentielle.

**A)**  $z(t) = \frac{mg}{k} \left( \sin \left( \sqrt{\frac{k}{m}} t \right) - 1 \right) - l_0$  ; **B)**  $z(t) = \frac{mg}{k} \left( 1 - \cos \left( \sqrt{\frac{k}{m}} t \right) \right) + l_0$  ;

**C)**  $z(t) = \frac{mk}{g} \left( 1 - \cos \left( \sqrt{\frac{k}{m}} t \right) \right) + l_0$  ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**3. Question :** Déterminer les valeurs des allongements maximal  $\Delta l_{\max}$  et minimal  $\Delta l_{\min}$  du ressort.

**A)**  $\Delta l_{\max} = \frac{2mg}{k}$  et  $\Delta l_{\min} = 0$  ; **B)**  $\Delta l_{\max} = \frac{mg}{k}$  et  $\Delta l_{\min} = 0$  ;

**C)**  $\Delta l_{\max} = \frac{mg}{k}$  et  $\Delta l_{\min} = l_0$  ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

La masse est maintenant au repos par rapport au véhicule et le véhicule a un mouvement rectiligne uniformément accéléré, d'accélération  $\vec{\gamma} = a \vec{u}_y$  avec  $a = 2 \text{ m s}^{-2}$ .

4. Question : En déduire l'expression de l'angle,  $\alpha$ , entre l'axe du pendule et la verticale définie par le vecteur  $\vec{u}_z$ .

A)  $\text{tg } \alpha = \frac{g}{a}$  ; B)  $\text{tg } \alpha = \frac{a}{2g}$  et ; C)  $\text{tg } \alpha = \frac{a}{g}$  ; D) aucune des trois réponses précédentes.

5. Question : En déduire l'expression de l'allongement du ressort  $\Delta l$  en fonction de  $\alpha$ .

A)  $\Delta l = \frac{mg}{k \sin \alpha}$  ; B)  $\Delta l = \frac{ma}{k \cos \alpha}$  ; C)  $\Delta l = \frac{mg}{k \cos \alpha}$  ; D) aucune des trois réponses précédentes.

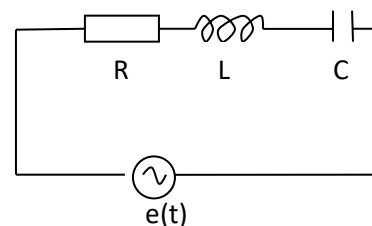
### Exercice 2 :

On considère le circuit ci-contre alimenté par une tension alternative :

$$e(t) = 220\sqrt{2}\cos(2\pi ft)$$

On donne :

$$R = 40 \Omega ; L = 0,2 \text{ H} ; C = 5 \mu\text{F} \text{ et } f = 50 \text{ Hz.}$$



6 Question : L'impédance complexe est égale à :

A)  $Z = 40 - j573,8$  ; B)  $Z = 40 + j573,8$  ; C)  $Z = 40 - j62,83$  ; D) aucune des trois réponses précédentes.

Pour la suite il est préférable d'exprimer l'impédance complexe sous la forme  $Z = Z_0 e^{j\varphi}$ .

7. Question : L'intensité traversant le dipôle est :

A)  $i(t) = 0,54 \cos(100\pi t + 1,5)$  ampères ; B)  $i(t) = 0,54 \cos(100\pi t - 1,5)$  ampères ;  
C)  $i(t) = 2,54 \cos(100\pi t - 1,5)$  ampères ; D) aucune des trois réponses précédentes.

8. Question : La tension au borne de l'inductance est :

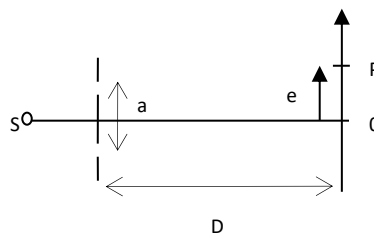
A)  $e_L(t) = 33,9 \cos(100\pi t + 1,5)$  volts ; B)  $e_L(t) = -33,9 \sin(100\pi t + 1,5)$  volts ;  
C)  $e_L(t) = 159,6 \cos(100\pi t - 1,5)$  volts ; D) aucune des trois réponses précédentes.

9. Question : La tension au borne de la capacité est :

A)  $e_C(t) = 343,8 \cos(100\pi t + 1,5)$  volts ; B)  $e_C(t) = 343,8 \sin(100\pi t + 1,5)$  volts ;  
C)  $e_C(t) = 1617,0 \cos(100\pi t + 1,5)$  volts ; D) aucune des trois réponses précédentes.

**Exercice 3 :**

On utilise le dispositif classique de Young pour produire des franges d'interférences. On suppose d'abord que les trous distants de  $a = 0,4 \text{ mm}$  sont éclairés par une source monochromatique  $S$  de longueur d'onde dans le milieu  $\lambda = 500 \text{ nm}$  placée sur la médiatrice des deux trous. L'écran d'observation est à la distance  $D = 1 \text{ m}$ .



**10. Question :** Calculer la distance  $e$  entre la frange brillante d'ordre d'interférences égal à 4 et le plan médiateur des deux trous. Soit P un point au centre de cette frange.

**A)**  $e = 2,0 \text{ mm}$  ; **B)**  $e = 2,5 \text{ mm}$  ; **C)**  $e = 5,0 \text{ mm}$  ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**11. Question :** On remplace la source  $S$  de longueur d'onde  $\lambda$  par une autre source monochromatique de longueur d'onde  $\lambda'$ . Calculer  $\lambda'$  pour qu'en ce même point P on observe une frange sombre d'ordre d'interférences égal à 4,5.

**A)**  $424,4 \text{ nm}$  ; **B)**  $444,4 \text{ nm}$  ; **C)**  $464,4 \text{ nm}$  ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**12. Question :** La source  $S$  est une lumière blanche contenant toutes les radiations comprises entre  $0,4 \mu\text{m}$  et  $0,75 \mu\text{m}$ . Quelles sont les radiations qui donnent en P des franges sombres ?

**A)**  $424,4 \text{ nm}$  ;  $666,6 \text{ nm}$  ; **B)**  $444,4 \text{ nm}$  ;  $571,4 \text{ nm}$  ; **C)**  $464,4 \text{ nm}$  ;  $671,4 \text{ nm}$  ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**Partie II**

**Exercice 4 :** Une mole de gaz parfait diatomique décrit le cycle de transformations ci-contre.

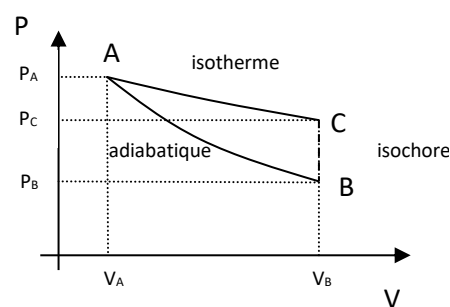
On donne  $R = 8,32 \text{ J K}^{-1}$ ,  $\gamma = 1,4 = 7/5$ ,  $T_A = 650 \text{ K}$ ,

$V_B = 4 V_A$  et  $C_V = \frac{R}{\gamma - 1}$  pour un gaz diatomique.

A->B : évolution adiabatique réversible.

B->C : évolution isochore quasistatique.

C->A : évolution isotherme réversible.



Le cycle est parcouru dans le sens ABCA.

**13. Question :** Donner la valeur de la chaleur reçue par le gaz au cours de la transformation adiabatique.

**A)**  $Q_{AB} = 23 \text{ J}$  ; **B)**  $Q_{AB} = 112 \text{ kJ}$  ; **C)**  $Q_{AB} = 0 \text{ J}$  ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**14. Question :** Donner la valeur de la température,  $T_B$ , au point B.

**A)**  $T_B = 323,3 \text{ K}$  ; **B)**  $T_B = 373,3 \text{ K}$  ; **C)**  $T_B = 393,3 \text{ K}$  ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**15. Question :** Donner la valeur de la chaleur reçue par le gaz au cours de la transformation isochore.

**A)**  $Q_{BC} = -3,45 \text{ kJ}$  ; **B)**  $Q_{BC} = 3,45 \text{ kJ}$  ; **C)**  $Q_{BC} = 5,75 \text{ kJ}$  ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**16. Question :** Donner la valeur de la chaleur reçue par le gaz au cours de la transformation isotherme.

**A)**  $Q_{CA} = -4,35 \text{ kJ}$  ; **B)**  $Q_{CA} = -7,50 \text{ kJ}$  ; **C)**  $Q_{CA} = 3,45 \text{ kJ}$  ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**17. Question :** En déduire le travail reçu par le gaz au cours de ce cycle.

**A)**  $W_{\text{cycle}} = -2,30 \text{ kJ}$  ; **B)**  $W_{\text{cycle}} = 1,75 \text{ kJ}$  ; **C)**  $W_{\text{cycle}} = 4,05 \text{ kJ}$  ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**18. Question :** Ce cycle nécessite un seul thermostat à la température  $T_A$ . En déduire la variation d'entropie de ce thermostat.

**A)**  $\Delta S_{T_A} = -6,23 \text{ J K}^{-1}$  ; **B)**  $\Delta S_{T_A} = 2,69 \text{ J K}^{-1}$  ; **C)**  $\Delta S_{T_A} = 3,54 \text{ J K}^{-1}$  ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**19. Question :** Si le cycle s'effectuait dans le sens ACBA cela nécessiterait l'utilisation de deux thermostats aux températures  $T_A$  et  $T_B$ . En déduire les variations d'entropie de ces deux thermostats au cours du cycle.

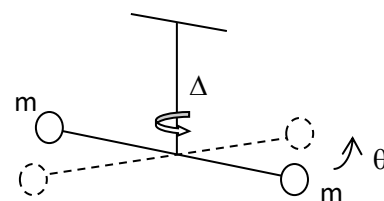
**A)**  $\Delta S_{T_A} = -6,23 \text{ J K}^{-1}$  et  $\Delta S_{T_B} = 8,84 \text{ J K}^{-1}$  ;

**B)**  $\Delta S_{T_A} = +11,5 \text{ J K}^{-1}$  et  $\Delta S_{T_B} = -15,4 \text{ J K}^{-1}$  ;

**C)**  $\Delta S_{T_A} = -11,5 \text{ J K}^{-1}$  et  $\Delta S_{T_B} = 15,4 \text{ J K}^{-1}$  ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**Exercice 5 :** Un pendule de torsion est constitué d'un ruban de masse négligeable qui soutient un balancier constitué d'une tige avec, à ses extrémités, deux masselottes de masse  $m$ . Le moment d'inertie du balancier par rapport à l'axe vertical  $\Delta$  du ruban est noté  $J_\Delta$ . Le ruban exerce un couple de rappel linéaire de constante  $C$  et l'air environnant exerce un couple de frottement fluide linéaire de constante  $\alpha$  et proportionnel à la vitesse angulaire. On écarte la tige de sa position d'équilibre statique et on la relâche sans vitesse initiale.

On donne :  $J_\Delta = 2 \times 10^{-4} \text{ kg m}^2$  ;  $C = 1 \times 10^{-4} \text{ N m rad}^{-1}$  ;  $\alpha = 2 \times 10^{-6} \text{ N m s rad}^{-1}$ .



**20. Question :** L'équation différentielle,  $\ddot{\theta} + \frac{\omega_0}{Q} \dot{\theta} + \omega_0^2 \theta = 0$ , du mouvement de cet oscillateur amorti, fait apparaître une pulsation propre  $\omega_0$  et un facteur de qualité  $Q$  dont les expressions sont :

**A)**  $\omega_0 = \sqrt{\frac{J_\Delta}{c}}$  et  $Q = \sqrt{\frac{c\alpha}{J_\Delta}}$ ; **B)**  $\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{J_\Delta}}$  et  $Q = \sqrt{\frac{cJ_\Delta}{\alpha}}$ ; **C)**  $\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{J_\Delta}}$  et  $Q = \frac{\sqrt{cJ_\Delta}}{\alpha}$ ;

**D)** aucune des trois réponses précédentes.

**21. Question :** Le discriminant,  $\delta$ , du polynôme caractéristique de cette équation différentielle a pour expression :

**A)**  $\delta = \omega_0^2 \left( \frac{1}{Q^2} - 4 \right)$ ; **B)**  $\delta = \omega_0^2 \left( \frac{1}{Q^2} + 4 \right)$ ; **C)**  $\delta = Q^2 \left( \frac{1}{\omega_0^2} + 4 \right)$ ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**22. Question :** On observe un mouvement oscillatoire faiblement amorti. En déduire la durée caractéristique  $\tau$  de l'amortissement et la période,  $T$ , du pendule de torsion.

**A)**  $\tau = 150$  s et  $T = 6,89$  s; **B)**  $\tau = 200$  s et  $T = 8,89$  s; **C)**  $\tau = 250$  s et  $T = 10,89$  s ;

**D)** aucune des trois réponses précédentes.

**Exercice 6 :** Pour que l'image se forme toujours sur la rétine l'œil doit accommoder en modifiant la focale de son cristallin. L'œil sera réduit à une lentille mince convergente. Le punctum remotum est le point objet dont l'image se forme sur la rétine lorsque l'œil n'accomode pas. Le punctum proximum est le point objet dont l'image se forme sur la rétine lorsque l'œil accomode au maximum. On considère le cas d'un œil myope dont le punctum remotum et le punctum proximum se situent respectivement à 1,2 m et 12 cm. La rétine se situe à 15,2 mm du centre optique de la lentille mince équivalente.

**On pourra s'aider d'un schéma pour répondre aux questions suivantes.**

**23. Question :** A l'aide de la relation de conjugaison d'une lentille mince donner l'intervalle des valeurs possibles de la distance focale de cet œil.

**A)** [13,49 mm ; 15,01 mm] ; **B)** [13,6 mm ; 15,2 mm] ; **C)** [13,2 mm ; 14,01 mm] ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**24. Question :** Quelle est la valeur de la vergence,  $V$ , de la lentille correctrice, accolée à l'œil myope, qu'il faut lui adjoindre pour lui permettre une vision à l'infini sans accommoder ?

**A)**  $V = -0,934 \delta$  ; **B)**  $V = -0,833 \delta$  ; **C)**  $V = +0,934 \delta$  ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

**25. Question :** A quelle distance de la lentille correctrice se situe le *punctum proximum* de l'ensemble lentille correctrice / œil myope ?

**A)** 12,33 cm ; **B)** 13,33 cm ; **C)**  $x = 14,33$  cm ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

### Thématiques couvertes

#### Optique

optique géométrique

interférences : dispositif de Young

#### Mécanique

Système masse-ressort, référentiel non galiléen

Théorème du moment cinétique, oscillateur amorti

#### Thermodynamique

Gaz parfait

Echange de chaleur et entropie

#### Electricité

Impédance complexe

Feuille de réponses :

Nom et Prénom .....
------------------------

Les réponses aux questions sont à donner exclusivement sur cette feuille : les réponses données sur les feuilles précédentes ne seront pas prises en compte.

<b>Partie I</b>	<b>Partie II</b>
<b>Question 1 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<b>Question 13 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
<b>Question 2 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<b>Question 14 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
<b>Question 3 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<b>Question 15 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
<b>Question 4 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<b>Question 16 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
<b>Question 5 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<b>Question 17 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
<b>Question 6 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<b>Question 18 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
<b>Question 7 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<b>Question 19 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
<b>Question 8 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<b>Question 20 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
<b>Question 9 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<b>Question 21 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
<b>Question 10 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<b>Question 22 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
<b>Question 11 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<b>Question 23 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
<b>Question 12 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<b>Question 24 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
<b>Total 1 :</b>	<b>Question 25 :</b> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
<b>Total 1 :</b>	<b>Total 2 :</b>