Informations concernant l'épreuve

Barème de notation	**1 point** pour une bonne réponse **0 point** pour aucune réponse ou une réponse ambigüe : réponse multiple, case raturée ou encadrée au lieu de **noircie** **- 0,25 point** pour une réponse fausse
Durée	1h30
Calculette autorisée	*OUI*
Consignes pour les candidats	*Merci de ne rien marquer sur le sujet* *Pour chaque question de l'épreuve, une seule bonne réponse possible* *Répondez sur la grille séparée* *Seules les grilles correctement remplies seront corrigées*
Consignes pour les correcteurs	1. Chaque partie est notée séparément 2. Note minimale pour une partie = 0 : pas de note négative 3. Note finale **sur 24** = Note Partie 1 + note Partie 2

Thématiques couvertes par l'épreuve

Optique
- Optique géométrique
- Interférences

Mécanique
- Cinématique, pendule simple

Thermodynamique
- Gaz parfait
- Echange de chaleur et travail

Electricité
- Impédance complexe
- Filtre RC

Epreuve écrite de Physique

Durée : 1h30 heure

NB. : Dans cette épreuve, on demande d'indiquer, pour chaque question, la bonne réponse parmi celles qui sont proposées. En cas de choix entre des valeurs numériques, la réponse choisie sera celle qui est la plus proche de celle calculée par le candidat.
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.
Une lecture attentive des énoncés est recommandée aux candidats.
Cette épreuve contient une partie I associée à des exercices considérés comme simples et une partie II qui peut demander plus de réflexions.

Partie I

Question 1 : Carrel présente une carte à jouer plane à 1 m face à un miroir plan. L'image que le miroir donne de la carte est située :

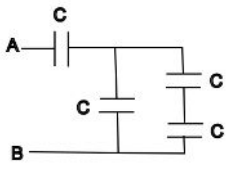
A) Dans le plan du miroir ; **B)** à 2 m de la carte ; **C)** à l'infini ; **D)** cela dépend de la position de l'observateur.

****

Question 2 : Deux lentilles minces convergentes L_1 et L_2 sont montées sur un banc de sorte que le foyer image F_1'de la première coïncide avec le foyer objet F_2 de la seconde lentille. Un objet réel ponctuel A situé sur l'axe optique est positionné à une distance $O_1A < f_1'$ où O_1 et f_1' sont respectivement le centre optique et la distance focale image de L_1 . Sans calcul, l'image finale A'' de A donnée par la lentille L_2 est optiquement :

A) réelle ; **B)** virtuelle ; **C)** à l'infini ; **D)** aucune des réponses précédentes.

****



0n considère l'assemblage de condensateurs identiques représenté sur la figure 1 ci-contre. Chaque condensateur a une capacité C.

Question 3 : La capacité équivalente entre les bornes A et B vaut :

A) $\frac{3}{5}C$; **B)** $\frac{3}{2}C$; **C)** $\frac{5}{3}C$; **D)** aucune des réponses précédentes.

****

Question 4 : Une ampoule à incandescence est alimentée par un générateur délivrant une tension U stabilisée. On relève la puissance lumineuse P émise par l'ampoule. Puis on insère une seconde ampoule identique en série avec la première, en maintenant la tension U aux bornes du circuit. On relève la puissance lumineuse totale P' émise par l'ensemble des deux ampoules. On a :

A) P' > P **B)** P' = P **C)** P' < P **D)** la comparaison dépend d'un paramètre

****

Une roue de rayon R roule sans glisser sur un axe horizontal AX. Le mouvement de la roue est paramétré par l'angle $\theta(t)$ que fait un rayon fixé de la roue avec la position initiale à t = 0. On considère le mouvement dans le repère (A,X,Y,Z) (cf. figure 2). Soit O le centre de la roue.

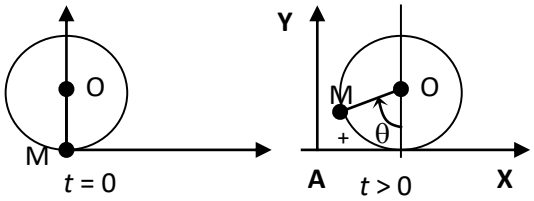


Figure 2

Question 5 : Les coordonnées cartésiennes (x(t), y(t)) à l'instant t du point M de la roue qui était en contact avec le sol à l'instant t = 0 sont :

A) $\begin{cases} x(t) = R(\theta - sin\theta) \\ y(t) = R(1 - cos\theta) \end{cases}$; **B)** $\begin{cases} x(t) = R(\theta + sin\theta) \\ y(t) = R(1 - cos\theta) \end{cases}$; **C)** $\begin{cases} x(t) = R(\theta - cos\theta) \\ y(t) = R(1 + sin\theta) \end{cases}$;

D) *aucune des réponses précédentes.*

Question 6 : On donne les composantes de l'accélération $\vec{\gamma}$ du point M à l'instant t :

$$\begin{cases} \gamma_x(t) = R\ddot{\theta}(1 - cos\theta) + R\dot{\theta}^2 sin\theta \\ \gamma_y(t) = R\ddot{\theta}sin\theta + R\dot{\theta}^2 cos\theta \end{cases}$$

En déduire les composantes de l'accélération $\vec{\gamma}$ du point M au moment où il touche à nouveau le sol.

A) $\begin{cases} \gamma_x = R\ddot{\theta} \\ \gamma_y = 0 \end{cases}$; **B)** $\begin{cases} \gamma_x = 0 \\ \gamma_y = R\ddot{\theta} \end{cases}$; **C)** $\begin{cases} \gamma_x = 0 \\ \gamma_y = R\dot{\theta}^2 \end{cases}$ **D)** *aucune des réponses précédentes.*

Question 7 : On suppose maintenant que le mouvement du centre de la roue est rectiligne uniforme à la vitesse V_0. L'accélération $\vec{\gamma}$ du point M à l'instant t est une accélération :

A) potentielle ; **B)** radiale ; **C)** tangentielle ; **D)** *aucune des réponses précédentes.*

****

L'état initial d'une mole de gaz parfait diatomique est caractérisé par ses grandeurs thermodynamiques T_0, $P_0 = 2 \times 10^5\ Pa$, $V_0 = 14\ l$ et par un indice adiabatique $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1{,}4$ (supposé constant dans le domaine de températures considéré). On rappelle également l'expression de la capacité thermique molaire à pression constante, $c_p = \frac{\gamma R}{\gamma - 1}$ où R représente la constante molaire des gaz parfaits. On fait subir successivement à ce gaz les transformations réversibles suivantes :

1. Une transformation isobare qui double son volume ;
2. Une compression isotherme qui le ramène à son volume initial ;
3. Un refroidissement isochore qui le ramène à l'état initial.

Question 8 : A quelle température s'effectue la compression isotherme ?

A) T_0 **B)** 2 T_0 **C)** 4 T_0 **D)** $aucune\ des\ réponses\ précédentes$

Question 9 : Quelle est alors la pression maximale atteinte lors de cette compression ?

A) P_0 **B)** 2 P_0 **C)** 4 P_0 **D)** $aucune\ des\ réponses\ précédentes$

Question 10 : Quels sont le travail W_1 et la quantité de chaleur Q_1 échangés par le système lors de la transformation isobare ?

A) $W_1 = 2{,}8\ kJ\ et\ Q_1 = -9{,}8\ kJ$ **B)** $W_1 = -2{,}8\ kJ\ et\ Q_1 = 9{,}8\ kJ$

C) $W_1 = -2{,}8\ kJ\ et\ Q_1 = 7{,}0\ kJ$ **D)** $aucune\ des\ réponses\ précédentes$

Question 11 : Quels sont le travail W_2 et la quantité de chaleur Q_2 échangés par le système lors de la compression isotherme ?

A) $W_2 = 3{,}9\ kJ\ et\ Q_2 = -3{,}9\ kJ$ **B)** $W_2 = -3{,}9\ kJ\ et\ Q_2 = 3{,}9\ kJ$

C) $W_2 = 1{,}9\ kJ\ et\ Q_2 = -1{,}9\ kJ$ **D)** $aucune\ des\ réponses\ précédentes$

Question 12 : Quels sont le travail W_3 et la quantité de chaleur Q_3 échangés par le système lors du refroidissement isochore ?

A) $W_3 = 0\ kJ\ et\ Q_2 = 2{,}8\ kJ$ **B)** $W_3 = 0\ kJ\ et\ Q_2 = 7{,}0\ kJ$ **C)** $W_3 = 0\ kJ\ et\ Q_3 = -7{,}0\ kJ$

D) $aucune\ des\ réponses\ précédentes$

Question 13 : Quelle est la variation d'énergie interne ΔU au cours du cycle ?

A) $\Delta U = -1{,}4\ kJ$ **B)** $\Delta U = 0$ **C)** $\Delta U = 1{,}4\ k\ J$ **D)** $aucune\ des\ réponses\ précédentes$

Partie II

On considère un pendule simple constitué d'une masse *m* suspendue par un fil inextensible, de longueur *l = 50* cm, au point O (cf. figure 3). A l'instant *t* = 0, on écarte la masse m d'un angle θ_0 par rapport à sa position d'équilibre et on la lâche sans vitesse initiale.

Soit *g = 9,80* m s^{-2} la valeur de l'accélération de pesanteur.

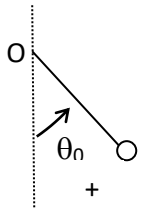


Figure 3

Question 14 : L'énergie mécanique de la masse m à l'instant t quelconque vaut :

A) $E_m = \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + mgl(1 - cos\theta)$; **B)** $E_m = \frac{1}{2}ml^3\dot{\theta}^2 + mgl(1 + sin\theta)$;

C) $E_m = \frac{1}{2}ml\dot{\theta}^2 + mgl^2(1 - cos\theta)$; **D)** $aucune\ des\ réponses\ précédentes.$

Question 15 : L'équation différentielle en θ du mouvement de la masse m s'écrit :

A) $\ddot{\theta} + \frac{g}{l}cos\theta = 0$; **B)** $\ddot{\theta} + \frac{l}{g}sin\theta = 0$; **C)** $\ddot{\theta} + \frac{2\pi l}{g}sin\theta = 0$;

D) $aucune\ des\ réponses\ précédentes.$

Question 16 : Dans le cas de faibles oscillations, la période d'oscillation vaut :

A) $T_0 = 0{,}6\ s$; **B)** $T_0 = 1{,}4\ s$; **C)** $T_0 = 28{,}0\ s$; **D)** $aucune\ des\ réponses\ précédentes.$

****

Le dispositif de la figure 4 constitue un élément d'une chaîne de traitement permettant d'extraire la puissance active $P = U_{eff}I_{eff}cos\varphi$.
On considère les signaux d'entrée du multiplicateur :

$$x_1(t) = e_1(t) = U_{max}cos(2\pi ft) \quad \text{et}$$
$$x_2(t) = e_2(t) = R_0I_{max}cos(2\pi ft - \varphi)$$

avec *f* = 608 Hz, *R* =1 MΩ et *C* = 1 nF.
En sortie du multiplicateur on obtient le signal :
$V_s(t) = k \times x_1(t) \times x_2(t)$ où *k* est une constante ayant pour valeur 0,1 V^{-1}.

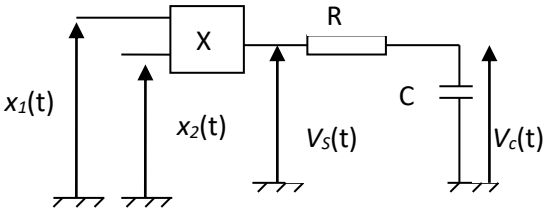


Figure 4

Question 17 : Le spectre du signal de sortie $V_s(t)$ fait apparaître les composantes fréquentielles suivantes :

A) Une composante continue et une composante à f **; B)** Une composante continue et une composante à $2f$ **; C)** Un composante à f et une composante à $2f$; **D)** aucune des réponses précédentes.

Question 18 : On s'intéresse au circuit RC en sortie du multiplicateur de tension. La fonction de transfert complexe $H = \frac{V_c}{V_s}$ vaut :

A) $\frac{1}{1+jRC\omega}$ **B)** $\frac{RC}{1+jC\omega}$ **C)** $\frac{jC\omega}{1+R\omega}$ ***D)*** aucune des réponses précédentes ;

Question 19 : Donner le type de filtre et sa fréquence de coupure à -3dB :

A) passe bas de $f_c = 118{,}1$ Hz **;** **B)** passe haut de $f_c = 159{,}2$ Hz ; **C)** filtre passe bas de $f_c = 251{,}3$ Hz **;** **D)** aucune des réponses précédentes.

****

Deux lames à faces planes parallèles en verre d'épaisseur négligeable font un angle très petit α. Le coin d'air ainsi constitué est éclairé sous incidence normale sur une lame au moyen du montage représenté ci-contre de (cf. figure 5). Une source monochromatique, *S*, de longueur d'onde λ = 514,3 nm est au foyer F_1 d'une lentille L_1. La lumière est ensuite envoyée sur une lame semi-réfléchissante *L* d'épaisseur négligeable. On reçoit la lumière provenant des réflexions sur les deux faces en regard des lames sur une lentille L_2.

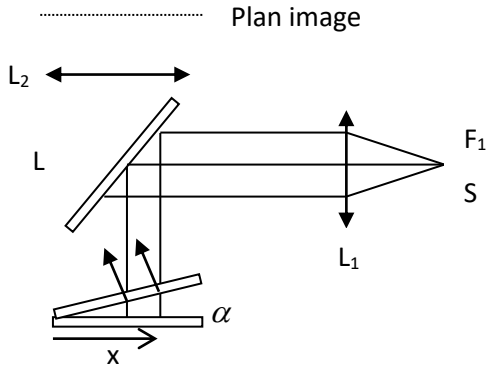


Figure 5

Les deux faces externes du coin d'air sont traitées anti-reflets. On pourra donc considérer les intensités qu'elles réfléchissent comme nulles. On dispose de trois lentilles L_2 de distances focales 20 cm, 30 cm et 40 cm. On observe la figure d'interférences dans le plan image du coin d'air situé à 1,25 m de la lame inférieure et parallèle à celle-ci. La taille de l'image est alors quatre fois plus grande que celle de l'objet. On repère la position du point d'incidence sur la lame par son abscisse x à partir de l'arrête. On considèrera l'indice de réfraction du milieu n = 1.

Question 20 : Quelle figure d'interférences observe-t-on ?

A) Des franges rectilignes perpendiculaires à l'arête **;** **B)** Des franges rectilignes parallèles à l'arête ; **C)** Des franges circulaires **;** **D)** aucune des réponses précédentes.

Question 21 : La différence de marche δ vaut :

A) $\delta = \frac{\lambda}{2} + 2\alpha x$ **;** **B)** $\delta = 2\alpha x - \frac{\lambda}{2}$; **C)** $\delta = \alpha x + \frac{\lambda}{2}$**;** **D)** aucune des réponses précédentes.

Question 22 : Quelle focale faut-il choisir pour L_2 ?

A) 20 cm **;** **B)** 30 cm ; **C)** 40 cm **;** **D)** aucune des réponses précédentes.

Question 23 : L'interfrange observé dans le plan image vaut 0,76 mm. Quelle est la valeur de l'angle du coin d'air ?

A) $\alpha = 0{,}67 \times 10^{-3} rad$**; B)** $\alpha = 1{,}25 \times 10^{-3} rad;$ **C)** $\alpha = 1{,}35 \times 10^{-3} rad$ **; D)** aucune des réponses précédentes.

Question 24 : Entre deux franges brillantes A et B on dénombre 22 franges brillantes (A et B comprises) avec la longueur d'onde λ. Lorsqu'on remplace la source par une radiation de longueur d'onde λ_2, on ne dénombre plus que 20 franges brillantes entre A et B (A et B comprises). Quelle est alors la valeur de λ_2 ?

A) $\lambda_2 = 467{,}75$ nm**; B)** $\lambda_2 = 565{,}98\, nm$; **C)** $\lambda_2 = 568{,}44\, nm$ **; D)** aucune des réponses précédentes.

Nom et Prénom (tels qu'ils apparaissent sur la carte d'identité nationale)

……..

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

Partie I	Partie II
Question 1 : A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 2 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 3 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 4 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 5 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 6 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 7 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 8 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 9 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 10 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 11 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 12 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 13 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐	**Question 14 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 15 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 16 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 17 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 18 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 19 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 20 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 21 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 22 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 23 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ **Question 24 :** A ☐ B ☐ C ☐ D ☐
Note (/13) :	Note (/11)
Note finale (/24) :	