QCM DE PHYSIQUE

4 heures

Ce devoir est un QCM (questionnaire à choix multiple).
Vous inscrirez vos réponses sur un formulaire google form dont le lien vous a été envoyé par mail.

Ce lien sera actif de 9h à 13h le mercredi 26 mars 2025.
Gardez au brouillon une trace de vos réponses, une fois le questionnaire envoyé vous n'y aurez plus accès.

L'utilisation de la calculatrice n'était pas autorisée lors de cette épreuve.

Chaque question comporte entre 0 et 2 bonnes réponses. Pour chaque question, vous avez donc la possibilité :

- De ne pas y répondre
- De cocher une réponse
- De cocher 2 réponses
- De cocher la réponse E si aucune réponse ne vous semble bonne

Une réponse incomplète ou partiellement fausse sera considérée comme fausse.

AVERTISSEMENTS

Les calculatrices sont interdites pour cette épreuve. Dans certaines questions, les candidats doivent choisir entre plusieurs valeurs numériques. Les valeurs fausses qui sont proposées ont des ordres de grandeur suffisamment différents de la valeur exacte arrondie selon les règles habituelles, afin d'éliminer toute ambiguïté dans le choix de la bonne réponse.

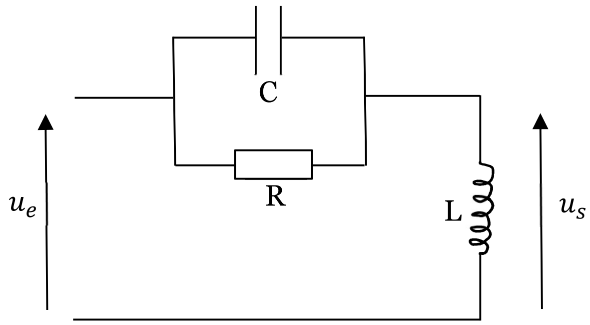
Conformément aux notations internationales, les vecteurs sont représentés en caractères gras, et le produit vectoriel, noté par une croix ($\times$).

Questions liées

Electrocinétique [1,2,3,4,5,6,7,8,9]
Mécanique quantique [10,11,12,13,14,15,16]
Electromagnétisme [17,18,19,20,21,22,23]
Mécanique [24,25,26,27,28,29,30]
Thermodynamique [31,32,33,34,35,36,37]
Moment magnétique [38,39,40,41,42,43]
Diffusion thermique [44,45,46,47,48,49,50]

Electrocinétique

Dans le montage électrique ci-dessous, le générateur de tension délivre un échelon de tension.
Pour $t < 0$ $u_e(t) = 0$
Pour $t \geq 0$ $u_e(t) = E$
A t = 0, le condensateur est déchargé et aucun courant ne traverse la bobine.



Question 1 :
Juste après la fermeture de l'interrupteur, la tension u_s a pour expression :
A) $u_s = 0$
B) $u_s = E$
C) $u_s = -E$
D) $u_s = 2E$

Question 2 :
Juste après la fermeture de l'interrupteur, la dérivée de la tension u_s par rapport au temps a pour expression :
A) $\frac{du_s}{dt} = 0$
B) $\frac{\mathrm{du_s}}{\mathrm{dt}} = \frac{\mathrm{E}}{\mathrm{RC}}$
C) $\frac{du_s}{dt} = -\frac{E}{RC}$
D) $\frac{du_s}{dt} = \frac{2E}{RC}$

Question 3 :
Au bout d'un temps très long (t → ∞), la tension u_s a pour expression :
A) $u_s = 0$
B) $u_s = E$
C) $u_s = -E$
D) $u_s = 2E$

Question 4 :
Quelle que soit la forme de $u_e(t)$, l'équation différentielle reliant u_e et u_s a pour forme canonique

$$\frac{\mathrm{d}^2u_\mathrm{s}}{\mathrm{dt}^2} + \frac{\omega_0}{Q}\frac{du_\mathrm{s}}{\mathrm{dt}} + \omega_0^2\mathrm{u_s} = Au_e + B\frac{du_e}{dt} + D\frac{d^2u_e}{dt^2}$$

Dans cette forme, l'expression de ω_0 est :
A) $\omega_0 = \frac{1}{\mathrm{RC}}$
B) $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{\mathrm{LC}}}$
C) $\omega_0 = \frac{R}{L}$
D) $\omega_0 = \sqrt{\mathrm{LC}}$

Question 5 :
Le facteur de qualité Q a pour expression :
A) $Q = \frac{\mathrm{R}\sqrt{\mathrm{L}}}{\sqrt{\mathrm{C}}}$

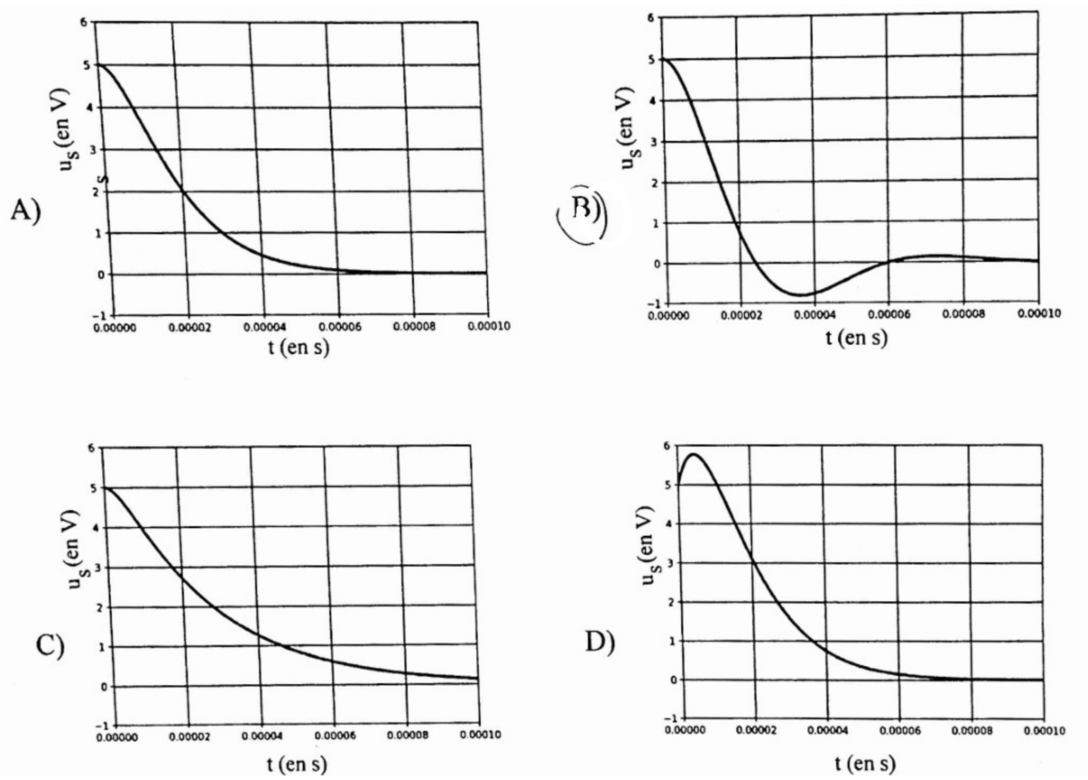
B) $Q = \frac{\sqrt{C}}{R\sqrt{L}}$
C) $Q = \frac{R\sqrt{C}}{\sqrt{L}}$
D) $Q = \frac{\sqrt{\mathrm{L}}}{\mathrm{R}\sqrt{\mathrm{C}}}$

Question 6 :
Dans la forme canonique donnée à la question 4 , A a pour expression :
A) $\mathrm{A} = 0$
B) $\mathrm{A} = \frac{1}{\mathrm{LC}}$
C) $\mathrm{A} = \frac{1}{\mathrm{R}^2\mathrm{C}^2}$
D) $\mathrm{A} = \frac{\mathrm{R}^2}{\mathrm{L}^2}$

Question 7 :
B a pour expression :
A) $B = 0$
B) $B = \frac{R}{L}$
C) $B = \frac{1}{\sqrt{\mathrm{LC}}}$
D) $B = \frac{1}{RC}$

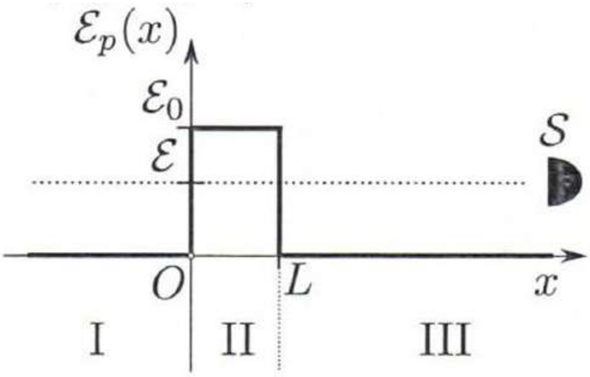
Question 8 :
D a pour expression :
A) $D = 1$
B) $\mathrm{D} = -1$
C) $D = 0$
D) $\mathrm{D} = \frac{1}{\mathrm{LC}}$

Question 9 :
Pour $\mathrm{R} = 1\mathrm{k}\Omega, \mathrm{L} = 10\mathrm{mH}, \mathrm{C} = 10\mathrm{nF}$ et $\mathrm{E} = 5$ V, la résolution de l'équation différentielle vérifiée par $u_s(t)$ pour $t > 0$, donne un des quatre chronogrammes suivants :



Physique quantique

Question 10 :
Une source $\mathcal{S}$ émet avec un débit $q_s = 10^5\ \mathrm{s}^{-1}$ constant, des objets physiques d'énergie $\mathcal{E}$ et de masse m dans le sens d'un axe Ox décroissant. Ils sont soumis à une barrière d'énergie potentielle $\mathcal{E}_p(x)$ de hauteur $\mathcal{E}_0 > \mathcal{E}$ stationnaire de largeur L (Fig. ci-après).



On décrit quantiquement ces objets par une fonction d'onde à une dimension $\underline{\Psi}(x,t)$. On donne l'équation de Schrödinger :

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\underline{\Psi}}{\partial x^2} + \mathcal{E}_p(x)\underline{\Psi} = i\hbar\frac{\partial\underline{\Psi}}{\partial t}$$

i étant l'unité imaginaire ($i^2 = -1$), $\hbar$ la constante de Planck réduite, t désignant le temps. L'espace est divisé en trois régions :

$$\begin{array}{rcl} \text{I :} & x < 0 & \mathcal{E}_p(x) = 0 \\ \text{II :} & 0 \leq x \leq L & \mathcal{E}_p(x) = \mathcal{E}_0 \ \text{ avec } \ \mathcal{E} < \mathcal{E}_0 \\ \text{III :} & x > L & \mathcal{E}_p(x) = 0 \end{array}$$

Indiquer l'éventuelle ou les éventuelles réponses exactes :
A) La région I est classiquement accessible.
B) La région I est classiquement inaccessible.
C) La région II est classiquement accessible.
D) La région II est classiquement inaccessible.

Question 11 :
On cherche les états stationnaires d'énergie sous la forme $\underline{\Psi}(x,t) = \underline{\psi}(x)\exp(-i\mathcal{E}t/\hbar)$. Dans les régions I, II et III, $\underline{\psi}(x)$ s'écrit respectivement $\underline{\psi}_I(x), \underline{\psi}_{II}(x)$ et $\underline{\psi}_{III}(x)$:

$$\begin{aligned} \underline{\psi}_I(x) &= \underline{A}_1\exp(ikx) + \underline{B}_1\exp(-ikx) \\ \underline{\psi}_{II}(x) &= \underline{A}_2\exp(\alpha x) + \underline{B}_2\exp(-\alpha x) \\ \underline{\psi}_{III}(x) &= \underline{A}_3\exp(ikx) + \underline{B}_3\exp(-ikx) \end{aligned}$$

où $\underline{A}_m$ et $\underline{B}_m$ ($m = 1{,}2$ ou 3), k et α sont des constantes. Exprimer k et α.
A) $k = \frac{(2m\mathcal{E})^{1/2}}{\hbar}$
B) $k = \frac{[2m(\mathcal{E}_0-\mathcal{E})]^{1/2}}{\hbar}$
C) $\alpha = \frac{(2m\mathcal{E})^{1/2}}{\hbar}$
D) $\alpha = \frac{[2m(\mathcal{E}_0-\mathcal{E})]^{1/2}}{\hbar}$

Question 12 :
Indiquer l'éventuelle ou les éventuelles réponses exactes :
A) $\underline{A_1} = 0$
B) $\underline{B_1} = 0$
C) $\underline{A_3} = 0$
D) $\underline{B_3} = 0$

Question 13 :
Le rapport des amplitudes $\underline{B_1}/\underline{B_3}$ vaut :

$$\frac{\underline{B_1}}{\underline{B_3}} = \frac{2\exp(-ikL)}{\exp(\alpha L) + \exp(-\alpha L) + iM[\exp(\alpha L) - \exp(-\alpha L)]} \quad \text{avec } M = \frac{1}{2}\left(\frac{\alpha}{k} - \frac{k}{\alpha}\right)$$

Le facteur de transmission T en intensité, à travers une barrière épaisse ($\alpha L \gg 1$) se met sous la forme suivante:

$$T = T_0 \exp(\eta \alpha L)$$

où T_0 est fonction de M uniquement et η est un entier relatif.

Exprimer T_0 et η.
A) $T_0 = \frac{4}{1+M^2}$
B) $T_0 = 4 + M^2$
C) $\eta = -1$
D) $\eta = -2$

Question 14 :
On peut montrer que :

$$T_0 = \frac{16\mathcal{E}(\mathcal{E}_0 - \mathcal{E})}{\mathcal{E}_0^2}$$

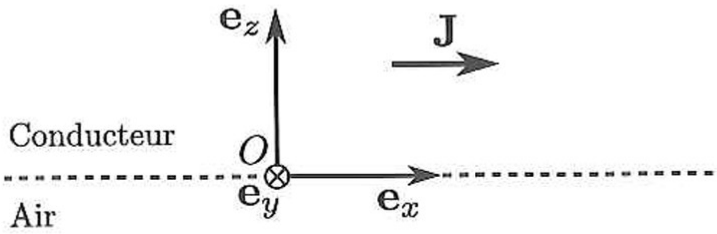
Calculer $\mathcal{E}_0$ sachant que $\exp(\eta\alpha L) \approx 10^{-4}, T = 0{,}04\%$ et $\mathcal{E} = 5\text{eV}$.
A) $\mathcal{E}_0 = 100\text{eV}$
B) $\mathcal{E}_0 = 50\text{eV}$
C) $\mathcal{E}_0 = 20\text{eV}$
D) $\mathcal{E}_0 = 10\text{eV}$

Question 15 :
Quel est alors le débit q_f d'objets physiques traversant la barrière ?
A) $q_f = 1\ \text{s}^{-1}$
B) $q_f = 40\ \text{s}^{-1}$
C) $q_f = 2 \times 10^3\ \text{s}^{-1}$
D) $q_f = 4 \times 10^4\ \text{s}^{-1}$

Question 16 :
Indiquer la ou les éventuelles réponses exactes :
A) Il est possible de mesurer simultanément la position et la vitesse d'une particule dans la région I.
B) Il est possible de mesurer simultanément la position et la vitesse d'une particule dans la région II.
C) Il est possible de mesurer simultanément la position et la vitesse d'une particule dans la région III.
D) L'effet tunnel est purement classique (non-quantique).

Electromagnétisme

On étudie un conducteur métallique, de conductivité γ, dans le référentiel du laboratoire muni d'un repère cartésien ($O, \mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y, \mathbf{e}_z$). Le conducteur, placé dans l'air, occupe le demi-espace $z > 0$, O étant un point de l'interface conducteur-air. On note c la constante d'Einstein (célérité des ondes électromagnétiques dans le vide), ϵ_0 la permittivité du vide. Un générateur extérieur fait circuler un courant électrique de vecteur courant volumique $\mathbf{J}(M, t)$, M étant un point du conducteur de coordonnées cartésiennes (x, y, z) (Fig. ci-après). On note **E** le vecteur champ électrique et **B** le vecteur champ magnétique dans le conducteur.



On donne les relations d'analyse vectorielle suivantes, dans lesquelles $\mathbf{A}(M)$ est un champ de vecteurs et $g(M)$, un champ scalaire :

$$\text{div}(g\mathbf{A}) = g\text{div}\mathbf{A} + \mathbf{A} \cdot \mathbf{grad}g \quad \text{et} \quad \mathbf{rot}(\mathbf{rot}\mathbf{A}) = \mathbf{grad}(\text{div}\mathbf{A}) - \Delta\mathbf{A}$$

Si le conducteur est initialement chargé uniformément en volume, avec la charge volumique $\rho_m(0)$, il se décharge de sorte que la charge volumique $\rho_m(t)$ à l'instant t décroisse exponentiellement au cours du temps t avec une constante (spatiale et temporelle) de durée caractéristique τ :

$$\rho_m(t) = \rho_m(0)\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

Question 17 :
Déterminer τ :
A) $\tau = \frac{2\epsilon_0}{\gamma}$
B) $\tau = \frac{\epsilon_0}{2\gamma}$
C) $\tau = \frac{\gamma}{\epsilon_0}$
D) $\tau = \frac{\epsilon_0}{\gamma}$

Question 18 :
On peut affirmer que dans le cadre d'application de la loi d'Ohm :
A) Le courant de conduction est négligeable devant le courant de déplacement
B) Le courant de déplacement est négligeable devant le courant de conduction
C) On a $\mathbf{rot}\,\mathbf{E} = \mathbf{0}$
D) On a $\mathbf{rot}\,\mathbf{B} = \mathbf{0}$

Question 19 :
L'équation d'onde satisfaite par $\mathbf{J}$ en régime quasi-stationnaire est la suivante :

$$\Delta\mathbf{J} = C_1 \frac{\partial \mathbf{J}}{\partial t}$$

où C_1 est une constante spatiale et temporelle. Déterminer C_1 :
A) $C_1 = \frac{\gamma}{c^2\varepsilon_0}$
B) $C_1 = \frac{c^2\gamma}{\varepsilon_0}$
C) $C_1 = \frac{c^2\varepsilon_0}{\gamma}$
D) $C_1 = \gamma c^2\varepsilon_0$

Question 20 :
On se place en régime harmonique de pulsation ω. Le vecteur courant volumique est de la forme $\mathbf{J}(z,t) = J_x(z,t)\mathbf{e}_x$ Pour déterminer $J_x(z,t)$, on introduit les fonctions complexes $\underline{J}_x(z,t)$ et $\underline{J}(z)$ suivantes :

$$\underline{J}_x(z,t) = \underline{J}(z)\exp(-i\omega t) \text{ telles que } J_x(z,t) = \mathrm{Re}\left\{\underline{J}_x(z,t)\right\}$$

i étant l'unité imaginaire ($i^2 = -1$). L'équation différentielle satisfaite par $\underline{J}(z)$ est la suivante :

$$\frac{\mathrm{d}^2\underline{J}}{\mathrm{d}z^2} + C_2\underline{J} = 0$$

où C_2 est une constante spatiale et temporelle, éventuellement complexe. Déterminer C_2 :
A) $C_2 = \frac{\omega}{C_1}$
B) $C_2 = \frac{i\omega}{C_1}$
C) $C_2 = i\omega C_1$
D) $C_2 = \frac{C_1}{\omega}$

Question 21 :
La solution physiquement acceptable de cette équation différentielle est la suivante :

$$\underline{J}(z) = J_m\exp\left(-\frac{z}{\delta} + i\frac{z}{\delta}\right)$$

où J_m est une constante spatiale et temporelle et δ, une fonction de ω, τ et c. Déterminer δ :
A) $\delta = c\left(\frac{\tau}{\omega}\right)^{1/2}$
B) $\delta = c\left(\frac{2\tau}{\omega}\right)^{1/2}$
C) $\delta = \left(\frac{c\tau}{\omega}\right)^{1/2}$
D) $\delta = 2c\left(\frac{\tau}{\omega}\right)^{1/2}$

Question 22 :
Exprimer le vecteur courant volumique :
A) $\mathbf{J}(z,t) = J_m\exp\left(-\frac{z}{\delta}\right)\cos\left(\omega t - \frac{z}{\delta}\right)\mathbf{e}_x$
B) $\mathbf{J}(z,t) = J_m\exp\left(-\frac{z}{\delta}\right)\cos(\omega t)\mathbf{e}_x$
C) $\mathbf{J}(z,t) = J_m\exp\left(\frac{z}{\delta}\right)\cos\left(\omega t - \frac{z}{\delta}\right)\mathbf{e}_x$
D) $\mathbf{J}(z,t) = J_m\exp\left(-\frac{z}{\delta}\right)\sin\left(\omega t - \frac{z}{\delta}\right)\mathbf{e}_x$

Question 23 :
En déduire la puissance volumique moyenne $\mathcal{P}_m$ dissipée dans le conducteur :
A) $\mathcal{P}_m = \frac{J_m^2}{\gamma}\exp\left(-\frac{z}{\delta}\right)$
B) $\mathcal{P}_m = \frac{J_m^2}{\gamma}\exp\left(-\frac{2z}{\delta}\right)$
C) $\mathcal{P}_m = \frac{J_m^2}{\gamma}\exp\left(-\frac{z}{2\delta}\right)$
D) $\mathcal{P}_m = \frac{J_m^2}{2\gamma}\exp\left(-\frac{2z}{\delta}\right)$

Mécanique

Le référentiel $(\mathcal{R}_0)$ lié à (O, x_0, y_0, z_0) est supposé galiléen.
Le champ de pesanteur est supposé uniforme :

$$\vec{g} = -g\,\overrightarrow{e_{z0}}$$

Un point matériel M de masse m glisse sans frottement sur une tige Ox horizontale tournant à la vitesse angulaire constante ω autour de Oz_0.

$$\vec{\Omega} = \omega\,\overrightarrow{e_{z0}}$$

La base $(\overrightarrow{e_x}, \overrightarrow{e_y}, \overrightarrow{e_{z0}})$ liée à la tige est orthonormée directe.

$$\overrightarrow{OM} = x\overrightarrow{e_x}$$

Le point M est de plus relié à un ressort de raideur k et de longueur à vide L_0 dont l'autre extrémité est le point O.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Question 24 :
Lorsque le point M est à l'équilibre par rapport à la tige, la longueur du ressort, $x_{éq}$, s'écrit :
A) $x_{eq} = L_0$
B) $x_{eq} = \frac{kL_0}{k+m\omega^2}$
C) $x_{eq} = \frac{L_0}{k}(k - m\omega^2)$
D) $x_{eq} = \frac{kL_0}{k+m\omega}$

Question 25 :
La réaction de la tige sur le point M a alors pour expression :
A) $\vec{R} = mg\overrightarrow{e_{z0}} + m\omega^2 x_{eq}\overrightarrow{e_y}$
B) $\vec{R} = mg\overrightarrow{e_{z0}} - m\omega^2 x_{eq}\overrightarrow{e_y}$
C) $\vec{R} = mg\overrightarrow{e_{z0}} + m\omega^2 x_{eq}\overrightarrow{e_x}$
D) $\vec{R} = mg\overrightarrow{e_{z0}}$

Question 26 :
Lorsque M est en mouvement, l'équation différentielle vérifiée par x s'écrit :
A) $m\frac{d^2x}{dt^2} + kx = kL_0$
B) $m\frac{d^2x}{dt^2} + (k - m\omega^2)x = kL_0$
C) $m\frac{d^2x}{dt^2} + (k + m\omega)x = kL_0$
D) $m\frac{d^2x}{dt^2} + (k + m\omega^2)x = kL_0$

Dans les questions suivantes de cette partie, à l'instant initial, $t = 0$, M est immobile par rapport à la tige et le ressort a pour longueur L_0.

Question 27 :

Pour $\omega < \sqrt{\frac{k}{m}}$, on pose $\Omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m} - \omega^2}$, x(t) a pour expression :

A) $x(t) = x_{\text{eq}} + \left(L_0 - x_{\text{eq}}\right)\cos\left(\Omega_1 t\right)$
B) $x(t) = L_0 - L_0\cos\left(\Omega_1 t\right)$
C) $x(t) = x_{eq} + \left(L_0 - x_{eq}\right)\text{ch}(\Omega_1 t)$
D) $x(t) = L_0 - L_0\text{ch}(\Omega, t)$

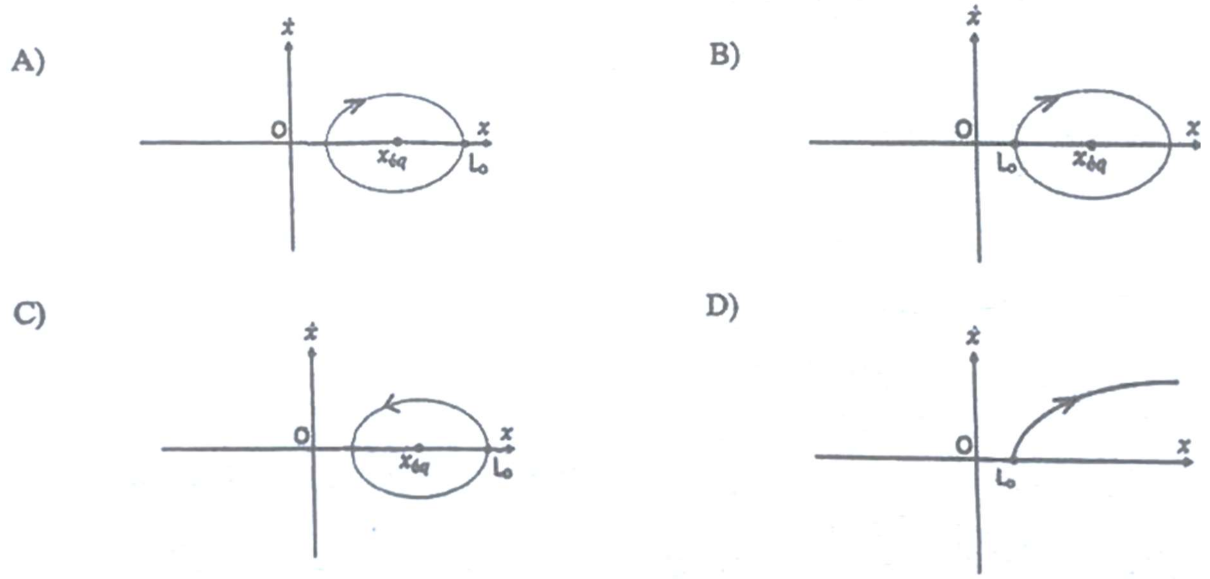
Question 28 :

Dans ce cas, la réaction de la tige sur le point M a pour expression :

A) $\vec{R} = mg\overrightarrow{e_{z0}} + 2m\omega\Omega_1\left(L_0 - x_{\text{eq}}\right)\sin\left(\Omega_1 t\right)\overrightarrow{e_y}$
B) $\vec{R} = mg\overrightarrow{e_{z0}}$
C) $\vec{R} = mg\overrightarrow{e_{z0}} + 2m\omega\Omega_1\left(L_0 - x_{e_q}\right)\text{sh}(\Omega_1 t)\overrightarrow{e_y}$
D) $\vec{R} = mg\overrightarrow{e_{z0}} + 2m\omega\Omega_1 L_0\text{sh}(\Omega_1 t)\overrightarrow{e_y}$

Question 29 :

Le portrait de phase a alors l'allure suivante :



Question 30 :

Pour $\omega > \sqrt{\frac{k}{m}}$, on pose $\Omega_2 = \sqrt{\omega^2 - \frac{k}{m}}$. x(t) a pour expression :

A) $x(t) = x_{eq} + \left(L_0 - x_{eq}\right)\cos\left(\Omega_2 t\right)$
B) $x(t) = L_0 - L_0\cos\left(\Omega_2 t\right)$
C) $x(t) = x_{\text{eq}} + \left(L_0 - x_{\text{eq}}\right)\text{ch}(\Omega_2 t)$
D) $x(t) = L_0 - L_0\text{ch}(\Omega_2 t)$

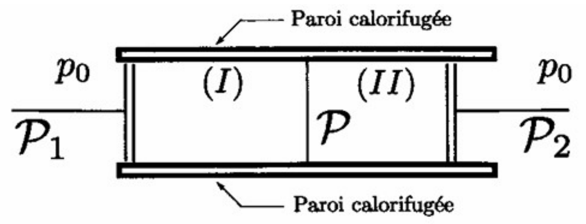
Thermodynamique

Question 31 :

Deux gaz identiques, assimilés à des gaz parfaits diatomiques, sont enfermés dans deux compartiments cylindriques (I) et (II) séparés par une paroi fixe $\mathcal{P}$. Chaque compartiment contient n moles de gaz. Les gaz communiquent avec un pressiostat extérieur (système imposant la pression à la frontière du système) à pression p_0 par l'intermédiaire de deux pistons mobiles $\mathcal{P}_1$ et $\mathcal{P}_2$ de masses négligeables qui coulissent sans frotter. Les parois des cylindres sont calorifugées (Fig. ci-après). On note R la constante des gaz parfaits et γ le facteur isentropique de Laplace, rapport de la capacité thermique molaire à pression constante C_{pm} sur la capacité thermique molaire à volume constant C_{vm}. On indique l'expression de la variation de l'entropie molaire d'un gaz parfait entre un état initial i et un état final f :

$$\Delta S_m = C_{vm}\ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) + R\ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

en notant T la température et V le volume du gaz. Initialement, le compartiment (I) est à la température T_1 et le compartiment (II) à la température T_2, la pression valant p_0 dans les deux compartiments.



Dans un premier temps, on suppose que $\mathcal{P}_1$ et $\mathcal{P}_2$ sont calorifugés et que $\mathcal{P}$ est diathermane (qui permet les échanges d'énergie thermique). On note T_f la température finale du système lorsqu'il n'évolue plus.
Exprimer C_{vm} et C_{pm} en fonction de R et γ.

A) $C_{vm} = \frac{R}{\gamma}$
B) $C_{vm} = \frac{R}{1-\gamma}$
C) $C_{pm} = \frac{2\gamma}{\gamma-1}$
D) $C_{pm} = \frac{R}{\gamma-1}$

Question 32 :

Exprimer la variation d'énergie interne ΔU entre l'état initial et l'état final.

A) $\Delta U = nC_{vm}(2T_f - T_1 - T_2)$
B) $\Delta U = nC_{pm}(2T_f - T_1 - T_2)$
C) $\Delta U = nR(2T_f - T_1 - T_2)$
D) $\Delta U = nC_{pm}\left(T_f - \frac{T_1+T_2}{2}\right)$

Question 33 :

Exprimer le travail (énergie échangée par transfert mécanique) W et la chaleur (énergie échangée par transfert thermique) Q reçus par le système des deux gaz durant cette transformation.

A) $W = nC_{vm}(T_1 + T_2 - 2T_f)$
B) $W = nR(T_1 + T_2 - 2T_f)$
C) $Q = 0$
D) $Q = nC_{pm}(T_f - T_1 - T_2)$

Question 34 :

Que vaut la température finale T_f ?

A) $T_f = \frac{\gamma}{2-\gamma}(T_1 + T_2)$

B) $T_f = \frac{\gamma}{3-\gamma}(T_1 + T_2)$

C) $T_f = \frac{1-\gamma}{2-\gamma}(T_1 + T_2)$

D) $T_f = \frac{T_1+T_2}{2}$

Question 35 :

Calculer l'entropie créée $S^{(c)}$ durant la transformation.

A) $S^{(c)} = \frac{nR}{\gamma-1} \ln\left(\frac{T_f^2}{T_1 T_2}\right)$

B) $S^{(c)} = \frac{nR}{\gamma} \ln\left(\frac{T_f^2}{T_1 T_2}\right)$

C) $S^{(c)} = \frac{n\gamma R}{\gamma-1} \ln\left(\frac{T_f^2}{T_1 T_2}\right)$

D) $S^{(c)} = n\gamma R \ln\left(\frac{T_f^2}{T_1 T_2}\right)$

Question 36 :

Désormais, on suppose que $\mathcal{P}_1$ et $\mathcal{P}_2$ sont diathermanes et que $\mathcal{P}$ est calorifugée. Le milieu extérieur, qui est toujours un pressiostat de pression p_0, devient également un thermostat de température T_e. Les conditions initiales sont inchangées : compartiment (I) à température T_1, compartiment (II) à température T_2 et pressions p_0 identiques dans les deux compartiments. L'état final est l'état du système lorsqu'il n'évolue plus. Calculer la chaleur Q' reçue par le système des deux gaz entre l'état initial et l'état final.

A) $Q' = \left(\frac{n\gamma R}{\gamma-1}\right)(2T_e - T_1 - T_2)$

B) $Q' = \left(\frac{nR}{\gamma-1}\right)(T_e - T_1 - T_2)$

C) $Q' = \left(\frac{nR}{\gamma-1}\right)(T_e - T_1 - T_2)$

D) $Q' = \left(\frac{nR}{\gamma}\right)(2T_e - T_1 - T_2)$

Question 37 :

Calculer l'entropie créée $S^{(c)}$ durant cette transformation.

A) $S'^{(c)} = \frac{nR}{\gamma-1} \ln\left(\frac{T_e^2}{T_1 T_2}\right)$

B) $S'^{(c)} = \frac{nR}{\gamma} \ln\left(\frac{T_e^2}{T_1 T_2}\right)$

C) $S'^{(c)} = \frac{n\gamma R}{\gamma-1} \ln\left(\frac{T_e^2}{T_1 T_2}\right) - \frac{Q'}{T_e}$

D) $S'^{(c)} = n\gamma R \ln\left(\frac{T_e^2}{T_1 T_2}\right) - \frac{Q'}{T_e}$

Moment magnétique

Question 38 :

Quelles sont les affirmations exactes ?
A) Le champ magnétique à l'intérieur d'une bobine très longue, de forme circulaire, est, loin des bords, uniforme.
B) L'ordre de grandeur du champ magnétique terrestre est 50 mT .
C) Un moment magnétique est homogène au produit d'une surface par une intensité électrique. .
D) La norme du vecteur moment magnétique d'une spire circulaire (diamètre D), parcourue par un courant d'intensité I est $\pi I D^2$

Question 39 :

Une spire circulaire de diamètre D est placée dans un champ magnétique uniforme de norme B. Quelle est la valeur absolue maximale du flux Φ de ce champ magnétique à travers la spire ?
A) $|\Phi| = BS$
B) $|\Phi| = \frac{B}{S}$
C) $|\Phi| = \frac{S}{B}$
D) $|\Phi| = 0$

Question 40 :

La norme du champ magnétique créé par une spire circulaire (diamètre D), parcourue par un courant stationnaire d'intensité I, s'écrit, à une distance $z \gg D$ sur l'axe de la spire :

$$B = \frac{\mu_0}{8z^3} I^\alpha D^\beta$$

où $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \mathrm{H.m^{-1}}$ et α et β sont deux exposants réels. En utilisant l'analyse dimensionnelle, trouver les valeurs de α et β.
A) $\alpha = 1$ et $\beta = 2$
B) $\alpha = 2$ et $\beta = 1$
C) $\alpha = 1$ et $\beta = 1$
D) $\alpha = 2$ et $\beta = 2$

Question 41 :

La norme du champ magnétique précédent peut s'écrire en fonction de la norme $\mathcal{M}$ du moment magnétique de la spire :

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\mathcal{M}^\gamma}{z^3}$$

En utilisant l'analyse dimensionnelle, déterminer le facteur numérique γ.
A) $\gamma = \frac{1}{2}$
B) $\gamma = 1$
C) $\gamma = -1$
D) $\gamma = 2$

Question 42 :

Dans le modèle planétaire d'un atome d'hydrogène (modèle de Bohr), l'électron (masse m_e, charge électrique $-e$, où e est la charge électrique élémentaire) décrit une orbite circulaire de rayon r autour d'un axe de révolution qui passe par le proton p. L'axe de révolution est orienté selon Oz (Fig. 2). Le sens de parcours de l'orbite est donné par la figure. En notant T la période de révolution de l'électron, ce système est assimilable à une spire circulaire parcourue par un courant stationnaire d'intensité $I = -e/T$.

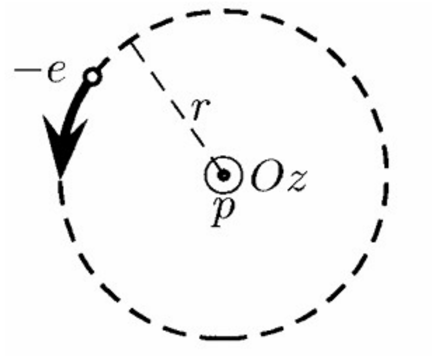


Fig. 2 - Modèle planétaire de l'atome d'hydrogène

Quelle est, d'une part, la composante $\mathcal{M}_z$, selon Oz, du moment magnétique de ce système et, d'autre part, la composante L_z du moment cinétique de l'électron par rapport à son axe de révolution ?

A) $\mathcal{M}_z = -\frac{\pi e\, r^2}{T}$ et $L_z = \frac{2\pi r^2 m_e}{T}$

B) $\mathcal{M}_z = \frac{\pi e\, r^2}{T}$ et $L_z = \frac{\pi r m_e}{T}$

C) $\mathcal{M}_z = -\frac{2\pi e r^2}{T}$ et $L_z = \frac{2\pi r^2 m_e}{T}$

D) $\mathcal{M}_z = \frac{2\pi e r^2}{T}$ et $L_z = \frac{2\pi r m_e}{T}$

Question 43 :

Le moment cinétique L_z est, en outre, un multiple entier de la constante fondamentale $\hbar = h/(2\pi)$ où h est la constante de Planck : précisément $L_z = n\hbar$ où n est un entier supérieur ou égal à 1 . Quelle conséquence cette quantification a-t-elle sur $\mathcal{M}_z$?

A) Il n'y a aucune conséquence particulière.

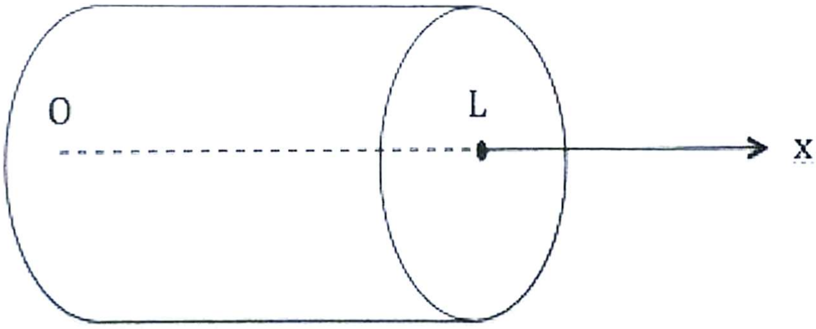
B) Le moment magnétique est alors quantifié car $\mathcal{M}_z = -n\frac{e\hbar}{2m_e}$

C) Le moment magnétique est alors quantifié car $\mathcal{M}_z = n\frac{e\hbar}{m_e}$

D) On ne peut rien dire a priori.

Diffusion thermique

Une barre cylindrique de rayon a, d'axe Ox a pour longueur L. Sa conductivité thermique est notée K , sa masse volumique μ et sa capacité thermique massique c . Elle est parfaitement calorifugée sur sa surface latérale. On pourra donc considérer que la température ne dépend que de la variable spatiale x et du temps t.



Question 44 :

La conduction thermique dans la barre est régie par la loi de Fourier $\overrightarrow{j_{th}}(M, t) = -K\overrightarrow{grad}(T)$ où $\overrightarrow{j_{th}}(M, t)$ a pour unité :
A) $W. m^{-2}$
B) $W \cdot m^{-1}$
C) $J. s. m^{-1}$
D) $J. s^{-1} \cdot m^{-2}$

Question 45 :

La loi de Fourier est analogue à la loi d'Ohm locale en électricité.

En conduction électrique, la grandeur analogue à la température est
A) la tension électrique.
B) le potentiel électrique.

En conduction électrique, la grandeur analogue à la puissance thermique est
C) le courant électrique.
D) la tension électrique.

Question 46 :

L'unité de K est :
A) $W. K. m^{-1}$
B) W. K. m
C) $W. K^{-1} \cdot m$
D) $W \cdot K^{-1} \cdot m^{-1}$

Question 47 :

L'équation locale vérifiée par la température s'écrit :
A) $K\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{\partial T}{\partial t}$
B) $K\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \mu c\frac{\partial T}{\partial t}$
C) $K\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = -\mu c\frac{\partial T}{\partial t}$
D) $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{\partial T}{\partial t}$

Question 48 :

L'ordre de grandeur d'un temps caractéristique τ d'évolution de la température est :

A) $\tau = \frac{\mu c L}{\mathrm{K}}$

B) $\tau = \frac{K}{\mu c L^2}$

C) $\tau = \frac{\mathrm{K}}{\mu \mathrm{cL}}$

D) $\tau = \frac{\mu c\ ^2}{K}$

Question 49 :

Une barre de même rayon et de même axe que la précédente, a pour longueur L', pour conductivité thermique K', pour masse volumique μ' et pour capacité thermique massique c'. Parfaitement calorifugée sur sa surface latérale, elle est juxtaposée à la précédente en $\mathrm{x} = \mathrm{L}$. En $\mathrm{x} = 0$ on maintient la température fixe à T_1 et en $\mathrm{x} = \mathrm{L} + \mathrm{L}'$ à T_2.

En régime stationnaire, la puissance thermique (algébriquement positive dans le sens de $+\vec{e}_x$) traversant l'ensemble est :

A) $\mathrm{P_{th}} = \frac{(\mathrm{K}+\mathrm{K}')\pi \mathrm{a}^2(\mathrm{T}_1-\mathrm{T}_2)}{\mathrm{L}+\mathrm{L}'}$

B) $P_{th} = \frac{KK'\pi a^2(T_1-T_2)}{LK+L'K'}$

C) $\mathrm{P_{th}} = \frac{K\ \mathrm{K}'\pi \mathrm{a}^2(\mathrm{T}_1-\mathrm{T}_2)}{L\mathrm{K}'+\mathrm{L}'\mathrm{K}}$

D) $\mathrm{P_{th}} = \frac{(\mathrm{L}+\mathrm{L}')\pi \mathrm{a}^2(\mathrm{T}_1-\mathrm{T}_2)}{\mathrm{K}+\mathrm{K}'}$

Question 50 :

La température de contact T_c entre les 2 barres, en $x = L$, s'écrit :

A) $T_c = \frac{KL'T_1+K'LT_2}{KL'+K'L}$

B) $T_c = \frac{KL\ _1+K'L'T_2}{KL+K'L'}$

C) $T_c = \frac{K'L'T_1+KLT_2}{KL+K'L'}$

D) $T_c = \frac{K'LT_1+KL'T_2}{K'L+KL'}$