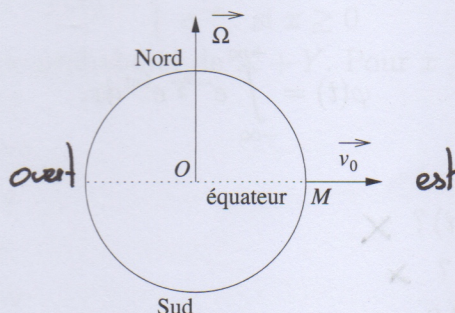


QCM - Physique

Questions 21 à 40

Vous trouverez à la fin de cet énoncé, les valeurs numériques des principales constantes physiques.

21. On note O le centre de la Terre, $\vec{\Omega}$ son vecteur vitesse angulaire de rotation dans le référentiel géocentrique supposé galiléen. Depuis un point à l'équateur, on lance un mobile ponctuel M de masse m avec une vitesse verticale \vec{v}_0 dirigée vers le haut.



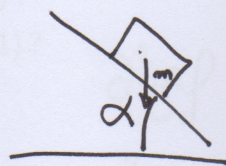
Indiquer les propositions correctes.

- A. $\Omega \simeq 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$, $24 \text{ h} = 1$
 $3600 \text{ m} = 1$
- B. En plus de son poids, l'objet subit une force d'inertie d'entraînement et une force d'inertie de Coriolis,
- ☒ C. L'objet est dévié vers l'est pendant sa phase de montée quasi verticale,
- D. La force d'inertie de Coriolis à l'instant initial a pour expression : $\vec{f}_{ic} = 2m\Omega\vec{OM}$,
- E. La force d'inertie de Coriolis à l'instant initial a pour expression : $\vec{f}_{ic} = 2m\Omega^2\vec{v}_0$.

22. Un solide de masse m est posé sur un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale. On note g l'accélération de la pesanteur, μ_s le coefficient de frottement statique et μ_d le coefficient de frottement dynamique de l'objet sur le plan incliné.

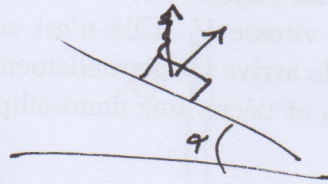
L'objet est à l'équilibre si :

- A. $\tan \alpha = \mu_s$?
- B. $mg \tan \alpha = \mu_s$?
- C. $\tan \alpha < \mu_s$?
- D. $\tan \alpha = \mu_d$?
- E. $\mu_s \sin \alpha < \mu_d \cos \alpha$?



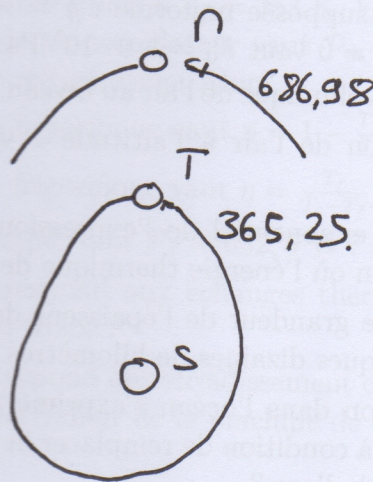
23. On applique au solide une force $\vec{F} = F\vec{u}_x$ parallèle au plan et dirigée vers le haut. L'objet se met à bouger en mouvement de translation avec une accélération $\vec{A} = A\vec{u}_x$, où :

- A. $A = \frac{F}{m} - g \sin \alpha$?
- B. $A = \frac{F}{m} - \mu_s g \sin \alpha$?
- C. $A = \frac{F}{m} - \mu_d g \sin \alpha$?
- D. $A = \frac{F}{m} - (\mu_d + \mu_s) g \sin \alpha$?
- E. $A = \frac{F}{m} - (\mu_d - \mu_s) g \sin \alpha$?

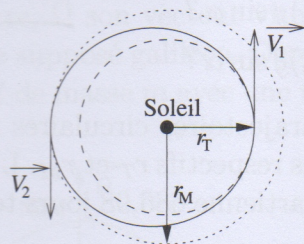


24. La Terre et Mars ont des trajectoires circulaires autour du centre du Soleil, dans le même plan, de rayons respectifs r_T et r_M . L'année terrestre dure 365,25 jours terrestres et l'année martienne 686,98 jours terrestres. La masse du Soleil vaut $1,989 \cdot 10^{30}$ kg.

- A. La distance maximale de la Terre à Mars vaut $3,788 \cdot 10^{11}$ m ?
- B. La distance minimale de la Terre à Mars vaut $7,86 \cdot 10^{10}$ km ?
- C. Mars, le Soleil et la Terre sont alignés dans cet ordre tous les 779,91 jours ?
- D. Mars, le Soleil et la Terre sont alignés dans cet ordre tous les 321,73 jours ?
- E. Lorsque le Soleil, la Terre et Mars sont alignés dans cet ordre, il est possible de le prouver depuis la surface de Mars par une observation astronomique ?

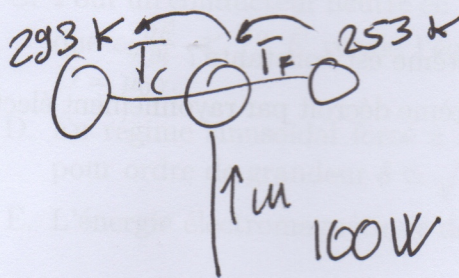


25. On étudie le mouvement d'une capsule spatiale dans le référentiel héliocentrique supposé galiléen. On néglige les forces d'attraction terrestre et martienne sur la capsule devant la force d'attraction gravitationnelle exercée par le Soleil. La capsule est lancée le long de la trajectoire circulaire de la Terre avec une vitesse V_1 . Elle n'est soumise qu'à l'attraction gravitationnelle du Soleil. Elle arrive tangentiellement à la trajectoire circulaire de Mars avec une vitesse V_2 et décrit une demi-ellipse de transfert.



- A. La durée du voyage est $\Delta t = 4,495 \cdot 10^7$ s ?
 - B. $V_2 = V_1 \cdot \frac{r_T}{r_M}$?
 - C. $V_1 = 32,68 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$?
 - D. Il faut lancer la capsule lorsque Mars, le Soleil et la Terre sont alignés dans cet ordre ?
 - E. Il faut lancer la capsule lorsque le Soleil, Mars et la Terre sont alignés dans cet ordre ?
26. L'atmosphère terrestre est assimilée à un gaz parfait isotherme, à la température $T = 288 \text{ K}$, de masse molaire moyenne $M = 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. L'accélération de la pesanteur est supposée uniforme : $\vec{g} = -g\vec{u}_z$ avec $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. La pression au sol en $z = 0$ vaut $P_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.
- A. La masse volumique de l'air au niveau du sol vaut $\mu_0 = 1,211 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$?
 - B. La pression de l'air à l'altitude z vaut $P(z) = P_0 e^{-\frac{z}{\delta}}$ avec $\delta = 8,4 \text{ km}$?
 - C. Le terme exponentiel de l'expression précédente est un facteur de Boltzmann où l'énergie thermique de la molécule vaut RT ?
 - D. L'ordre de grandeur de l'épaisseur de l'atmosphère dans ce modèle vaut quelques dizaines de kilomètres ?
 - E. La pression dans l'océan s'exprime par une fonction exponentielle analogue à condition de remplacer la masse molaire moyenne de l'air par celle de l'eau ?

27. Un barrage rectangulaire de largeur L et de hauteur H est soumis, d'un côté, à l'action de l'eau, de l'autre à l'action de l'air. On note P_0 la pression de l'air et μ_e la masse volumique de l'eau. On note g l'accélération de la pesanteur. La résultante des forces de pression sur le barrage a pour norme :
- A. $F = P_0 LH$?
 - B. $F = \mu_e g LH^2$?
 - C. $F = (P_0 + \mu_e g H) LH$?
 - D. $F = (P_0 + \mu_e g \frac{H}{2}) LH$?
 - E. $F = \mu_e g L \frac{H^2}{2}$?
28. Dans une enceinte adiabatique, on place deux corps indilatables et incompressibles au contact thermique l'un de l'autre. Leurs capacités thermiques respectives sont $C_1 = C$ et $C_2 = 2C$, leurs températures initiales respectives $T_{10} = 300$ K et $T_{20} = 330$ K. On note T_f la température finale d'équilibre des deux corps. Alors,
- A. $T_f = 315$ K ?
 - B. $T_f = 320$ K ?
 - C. La transformation est irréversible ?
 - D. La variation d'entropie du système est strictement positive ?
 - E. L'entropie échangée et l'entropie créée du système sont toutes deux strictement positives ?
29. Un congélateur fonctionne selon un cycle de Carnot réversible entre l'air ambiant à $T_c = 293$ K et la chambre froide à $T_f = 253$ K. En régime permanent, la puissance mécanique fournie au congélateur vaut $\mathcal{P}_m = 100$ W et on note \mathcal{P}_f la puissance thermique de réfrigération. Alors,
- A. L'efficacité du cycle frigorifique vaut $\eta = 1 - \frac{T_f}{T_c}$?
 - B. L'efficacité du cycle frigorifique vaut $\eta = \frac{T_f}{T_c - T_f}$?
 - C. La puissance frigorifique vaut $\mathcal{P}_f = 632,5$ W ?
 - D. Cette puissance correspond aux échanges thermiques à travers les parois de la chambre froide ?
 - E. Cette puissance correspond au refroidissement des pièces mobiles du compresseur et du détendeur de la machine de Carnot ?

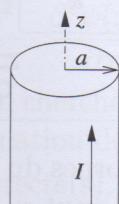


$$8,30 \sim 500$$

$$4,18 \cdot 50 \cdot 2$$

30. La capacité thermique massique de l'eau vaut $c_e = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, celle de la glace vaut $c_g = 2,06 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$. L'enthalpie massique de fusion de la glace à 0°C sous la pression atmosphérique normale vaut $\Delta_{\text{fus}}h = 334 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. On place un glaçon de masse $m_g = 100 \text{ g}$ à $\theta_g = 0^\circ \text{C}$ dans une masse d'eau $m_e = 200 \text{ g}$ à $\theta_e = 50^\circ \text{C}$. Le système évolue à pression atmosphérique normale et de façon adiabatique. Alors,
- A. Dans l'état final, seule une partie de glace a fondu et la température finale du système vaut 0°C ?
 - B. Dans l'état final, toute la glace a fondu et la température finale du système vaut $6,7^\circ \text{C}$?
 - C. Dans l'état final, toute la glace a fondu et la température finale du système vaut $8,1^\circ \text{C}$?
 - D. La variation d'entropie de l'eau initialement liquide est strictement positive?
 - E. La variation d'entropie de l'eau initialement sous forme de glace est strictement positive?
31. Un atome de numéro atomique Z est assimilé à un noyau positif sphérique de centre O , de rayon a , portant la charge Ze , entouré d'un nuage électronique portant la charge $-Ze$, situé entre les sphères de rayons a et b ($b > a$), de densité volumique de charge uniforme. Soit M un point défini en coordonnées sphériques par $\vec{OM} = r\vec{u}_r$, $\vec{E} = E(r)\vec{u}_r$ le champ électrique en M . Alors,
- A. Pour $r > b$, $E(r) = 0$?
 - B. Pour $r \in [a, b]$, $E(r) = 0$?
 - C. Pour $r \in [a, b]$, $E(r) = \frac{Ze}{4\pi\epsilon_0 r^2}$?
 - D. Pour $r \in [a, b]$, $E(r) = \frac{Ze}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \frac{b^2 - r^2}{b^2 - a^2}$?
 - E. Pour $r \in [a, b]$, $E(r) = \frac{Ze}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \frac{b^3 - r^3}{b^3 - a^3}$?
32. Un électron ponctuel de charge $-e$ et de masse $m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ est en mouvement circulaire uniforme de rayon $R = 1,0 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ autour d'un proton de charge $+e$, immobile en O . On néglige le poids devant la force électrique. Alors,
- A. La période du mouvement de l'électron autour du proton est $T = 0,395 \cdot 10^{-15} \text{ s}$?
 - B. L'énergie mécanique du système est nulle?
 - C. L'énergie mécanique du système est opposée à l'énergie cinétique de l'électron?
 - D. L'énergie mécanique du système est constante?
 - E. L'énergie mécanique du système décroît par rayonnement électromagnétique?

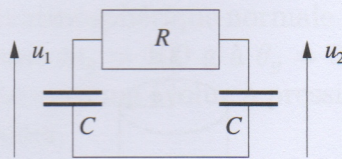
33. Un cylindre creux, d'axe (O, z) et de rayon a , est parcouru sur sa surface latérale par un courant électrique d'intensité I , dirigé dans le sens croissant des z .



O est un point de l'axe et M un point repéré en coordonnées cylindriques par $O\vec{M} = r\vec{u}_r$. On note \vec{B} le champ magnétique en M . Alors,

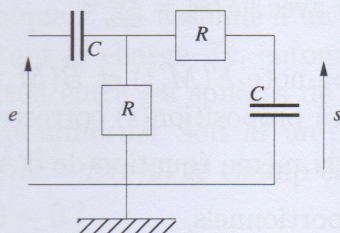
- A. $\vec{B} = B(r)\vec{u}_z$?
 - B. $\vec{B} = B(r)\vec{u}_\theta$?
 - C. Pour $r < a$, $B(r) = 0$ et pour $r > a$, $B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$?
 - D. Pour $r < a$, $B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ et pour $r > a$, $B(r) = 0$?
 - E. La discontinuité de \vec{B} à la traversée du cylindre vaut $\delta\vec{B} = \vec{B}(r = a^+) - \vec{B}(r = a^-)$ avec $\|\delta\vec{B}\| = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$?
34. On se place dans le vide, on note $\vec{E}(M, t)$ et $\vec{B}(M, t)$ les champs électrique et magnétique. Indiquer la(les) proposition(s) correcte(s).
- A. \vec{E} et \vec{B} vérifient la même équation de d'Alembert avec $c = \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$.
 - B. \vec{E} et \vec{B} sont proportionnels.
 - C. $\vec{E}(M, t) = \vec{E}_0 \cos(\omega t - \vec{k} \cdot O\vec{M} + \varphi)$ est une solution du type onde plane progressive harmonique polarisée rectilignement avec $\vec{k} \cdot \vec{E}_0 = 0$.
 - D. $\vec{E}(M, t) = E_0 \vec{u}_y \cos(\omega t + \varphi) \cos(kx + \theta)$ est une solution stationnaire harmonique polarisée rectilignement avec $\omega = kc$.
 - E. $\frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0}$ s'exprime en watt.
35. Un conducteur ohmique possède une densité volumique de charge $\rho(M, t)$ et une densité volumique de courant $\vec{j}(M, t)$ proportionnelle au champ électrique : $\vec{j}(M, t) = \gamma \vec{E}(M, t)$ où γ est la conductivité électrique du matériau. On donne $\text{rot rot } \vec{A} = \text{grad div } \vec{A} - \Delta \vec{A}$. Alors,
- A. L'unité de γ est Ω^{-1} ?
 - B. En tout point M , $\rho(M, t) = \rho_0(M) e^{-\frac{t}{\tau}}$ où τ est un temps caractéristique ?
 - C. Pour un conducteur neutre en tout point ($\rho(M, t) = 0$), si on suppose que $\epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \ll \vec{j}$? \vec{E} vérifie l'équation de diffusion $\frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = D \Delta \vec{E}$ avec $D = \mu_0 \gamma$.
 - D. En régime sinusoïdal forcé à la pulsation ω , l'épaisseur de peau a pour ordre de grandeur $\delta \simeq \sqrt{\frac{1}{\mu_0 \gamma \omega}}$?
 - E. L'énergie électromagnétique de l'onde est dissipée par effet Joule ?

36. On place en série deux condensateurs de même capacité C et un résistor de résistance R .



À l'instant initial, la tension aux bornes du premier condensateur vaut $u_1 = E$ et la tension aux bornes du second vaut $u_2 = 0$. Alors,

- A. En régime permanent, $u_1(\infty) = u_2(\infty) = E$?
 - B. En régime permanent, $u_1(\infty) = u_2(\infty) = \frac{E}{2}$?
 - C. En régime permanent, $u_1(\infty) = u_2(\infty) = 0$?
 - D. L'ordre de grandeur du régime transitoire est $\tau = 2RC$?
 - E. L'énergie dissipée dans le résistor pendant le régime transitoire vaut $\frac{CE^2}{2}$?
37. On considère le quadripôle suivant :



On pose $x = RC\omega$. Indiquer la(les) proposition(s) correcte(s).

- A. Le quadripôle est un passe-bande.
- B. Sa fonction de transfert en sortie ouverte vaut $\underline{H} = \frac{s}{e} = \frac{jx}{1+2jx-x^2}$.
- C. Sa fonction de transfert en sortie ouverte vaut $\underline{H} = \frac{s}{e} = \frac{jx}{1+3jx-x^2}$.
- D. Si on impose en entrée $e(t) = E + E \cos\left(\frac{t}{RC}\right)$ alors $s(t) = -E \sin\left(\frac{t}{RC}\right)$.
- E. Si on impose en entrée une tension rectangulaire (constante par morceaux) de période $T = \frac{RC}{10}$, valant $-E$ pendant une demi-période et E pendant l'autre demi-période, alors la tension de sortie est triangulaire (affine par morceaux).

38. L'équation de Schrödinger à une dimension pour une particule sans spin, de masse m , soumise à un ensemble de forces qui dérivent de l'énergie potentielle $V(x)$ s'écrit

$$i\hbar \frac{\partial \psi(x, t)}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \cdot \frac{\partial^2 \psi(x, t)}{\partial x^2} + V(x)\psi(x, t).$$

Soit E l'énergie de la particule. On cherche une solution du type onde stationnaire $\psi(x, t) = u(t) \cdot \varphi(x)$, de l'équation de Schrödinger.

Indiquer la(les) proposition(s) correcte(s).

- A. La fonction d'onde $\psi(x, t)$ est exprimée en $m^{-\frac{1}{2}}$.
 - B. Le terme temporel a pour expression $u(t) = U_0 e^{-\frac{E}{\hbar}t}$.
 - C. Dans un puits de potentiel, pour $x \in [a, b]$, $V(x) = V_0 < E$ et $\varphi(x) = Ae^{ikx} + Be^{-ikx}$ avec k réel.
 - D. φ et sa dérivée φ' sont continues en tout point.
 - E. L'effet tunnel traduit la possibilité pour une particule de franchir une barrière d'énergie potentielle supérieure à son énergie cinétique.
39. Pour réaliser un microscope, on utilise une lentille convergente L_1 de centre O_1 et de distance focale $f'_1 = 5,0$ mm pour objectif, et une lentille convergente de distance focale $f'_2 = 25$ mm pour oculaire. L'objet a pour taille $\overline{AB} = 0,04$ mm et $F'_1F_2 = 250$ mm. On donne les relations de conjugaison de Descartes :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \quad \text{et} \quad \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

Pour le confort de l'utilisateur, l'image finale par l'oculaire doit être à l'infini. Indiquer la(les) proposition(s) correcte(s).

- A. L'image A_1 de A par L_1 doit se trouver en F_2 .
- B. A doit être placé entre F_1 et O_1 , très proche de F_1 , pour que l'image de AB par L_1 soit réelle et très agrandie.
- C. $\overline{OA} = -6,25$ mm.
- D. Le grossissement de la première lentille vaut $\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = -54$.
- E. À travers l'oculaire, on voit l'image sous un angle $\alpha_2 = 0,86$ mrad.

40. Deux trous d'Young sont distants de a . Une source ponctuelle de lumière S , monochromatique, de longueur d'onde dans le vide λ_0 , est à égale distance des deux trous. Un écran est placé à la distance $D \gg a$ du plan des trous d'Young. Alors,
- A. Pour observer des franges sur l'écran, il faut qu'il y ait un phénomène de diffraction et un phénomène interférences ?
 - B. Les franges sont circulaires ?
 - C. L'interfrange vaut $\frac{\lambda_0 a}{D}$?
 - D. La source ponctuelle monochromatique est remplacée par une source ponctuelle de lumière blanche. La frange centrale brillante est blanche, ses bords sont jaunes puis rouges ?
 - E. La source ponctuelle monochromatique est remplacée par une source large monochromatique ? Un brouillage de la figure d'interférences apparaît si le diamètre de la source est assez grand ?



FIN de l'ÉPREUVE de PHYSIQUE

Constantes physiques

- Célérité de la lumière dans le vide : $c_0 = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- Constante de Planck : $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
- Constante gravitationnelle : $\mathcal{G} = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$
- Perméabilité magnétique du vide $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$
- Permittivité diélectrique du vide : $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$
- Constante des gaz parfaits : $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Nombre d'Avogadro : $\mathcal{N}_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Charge élémentaire : $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.