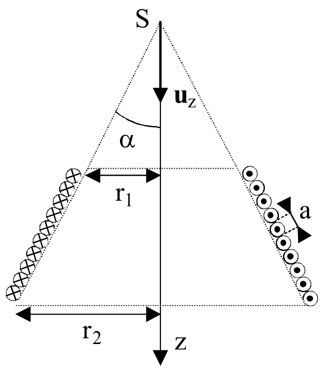
EPL - SESSION 2000
ÉNONCÉ

Questions liées.

[1,2,3,4,5] [6,7,8,9,10] [11,12,13,14,15,16] [17,18,19,20,21,22,23,24] [25,26,27,28,29,30]



1. On réalise un bobinage en enroulant sur un tronc de cône, jointivement suivant la génératrice, N spires d'un fil de cuivre de diamètre a et de résistivité ρ. Le tronc de cône de sommet S, de demi-angle au sommet α, est caractérisé par les rayons r_1 et $r_2 > r_1$ de ses deux bases.
Chaque spire est repérée par sa cote z qui mesure la distance qui sépare son centre de S. On désigne par r le rayon de la spire située à la cote z.
Exprimer le nombre N de spires qui constituent le bobinage en fonction de r_1, r_2, a et α.

a) $N = \dfrac{r_2 - r_1}{a\cos\alpha}$ b) $N = \dfrac{r_2 - r_1}{a\tan\alpha}$

c) $N = \dfrac{r_2 + r_1}{2a\cos\alpha}$ d) $N = \dfrac{r_2 - r_1}{a\sin\alpha}$

2. On désigne par dN le nombre de spires dont la cote est comprise entre z et z + dz. On considère que ces dN spires ont la même circonférence et qu'elles créent le même champ magnétique. Exprimer dN.

a) $dN = \dfrac{dz}{a\cos\alpha}$ b) $dN = \dfrac{dz}{a\sin\alpha}$

c) $dN = \dfrac{dz}{a\tan\alpha}$ d) $dN = \dfrac{dz}{2a\sin\alpha}$

3. La résistance R d'un fil de résistivité ρ, de section s et de longueur ℓ est donnée par la relation $R = \dfrac{\rho\ell}{s}$. Calculer R.

a) $R = \rho\dfrac{r_2^2 - r_1^2}{a^3\cos\alpha}$ b) $R = 4\rho\dfrac{r_2^2 - r_1^2}{a^3\sin\alpha}$ c) $R = 2\rho\dfrac{r_2^2 - r_1^2}{a^3\tan\alpha}$ d) $R = \rho\dfrac{r_2^2 + r_1^2}{2a^3\cos\alpha}$

4. Le bobinage est parcouru par un courant I dans le sens représenté sur la figure ci-dessus. On désigne par μ_0 la perméabilité magnétique du vide. Calculer le champ magnétique $\mathbf{B}_1$ créé en S par une spire de rayon r.

a) $\mathbf{B}_1 = \dfrac{\mu_0 I}{2r}\sin^3\alpha\,\mathbf{u}_z$ b) $\mathbf{B}_1 = \dfrac{\mu_0 I}{r}\sin^3\alpha\,\mathbf{u}_z$

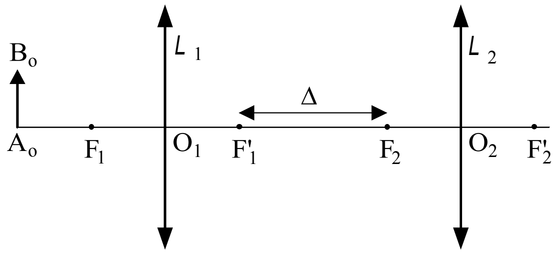
c) $\mathbf{B}_1 = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\sin^3\alpha\,\mathbf{u}_z$ d) $\mathbf{B}_1 = \dfrac{\mu_0 I}{4\pi r}\sin^3\alpha\,\mathbf{u}_z$

5. En déduire le champ magnétique **B** créé en S par la totalité du bobinage.

a) $\mathbf{B} = \dfrac{\mu_0 I\sin^3\alpha}{2\pi a}\ln\left(\dfrac{r_2 - r_1}{r_2 + r_1}\right)\mathbf{u}_z$ b) $\mathbf{B} = \dfrac{\mu_0 I\sin^3\alpha}{2\pi(r_2 - r_1)}\ln\left(\dfrac{r_2}{r_1}\right)\mathbf{u}_z$

c) $\mathbf{B} = \dfrac{\mu_0 I\sin^3\alpha}{2a}\ln\left(\dfrac{r_2}{r_1}\right)\mathbf{u}_z$ d) $\mathbf{B} = \dfrac{\mu_0 I\sin^3\alpha}{4\pi(r_2 + r_1)}\ln\left(\dfrac{r_2}{r_1}\right)\mathbf{u}_z$

6. Un microscope est constitué d'un objectif et d'un oculaire que l'on peut assimiler à deux lentilles minces convergentes $\mathcal{L}_1$ et $\mathcal{L}_2$. Le foyer image F'_1 de $\mathcal{L}_1$ et le foyer objet F_2 de $\mathcal{L}_2$ sont séparés par une distance Δ = 16 cm. L'objectif $\mathcal{L}_1$ a une distance focale image f'_1 = 4 mm. Un observateur dont l'oeil est normal et accommode à l'infini, regarde un objet A_oB_o à travers l'instrument (cf. figure ci-dessous).



Calculer, dans ces conditions, la distance $d_0 = \overline{O_1A_o}$ de l'objet au centre optique de $\mathcal{L}_1$ pour qu'une image nette se forme sur la rétine.

a) $d_0 = -3{,}5$ mm b) $d_0 = -4{,}1$ mm c) $d_0 = -5{,}2$ mm d) $d_0 = -7{,}3$ mm

7. Calculer le grandissement transversal γ_{ob} de l'objectif.

a) $\gamma_{ob} = -40$ b) $\gamma_{ob} = -30$ c) $\gamma_{ob} = -20$ d) $\gamma_{ob} = -25$

8. On désigne par d_m = 25 cm la distance minimale de vision distincte d'un oeil normal. On définit le grossissement commercial G d'un instrument optique par le rapport $G = \dfrac{\alpha_i}{\alpha_o}$ où α_i est l'angle sous lequel un oeil normal accommodant à l'infini voit l'objet à travers l'instrument et α_o l'angle sous lequel l'objet est vu à l'oeil nu lorsqu'il est placé à la distance minimale de vision distincte.

Déterminer le grossissement commercial G_{oc} de l'oculaire en fonction de f'_2 et d_m.

a) $G_{oc} = -\dfrac{d_m - f'_2}{f'_2}$ b) $G_{oc} = \dfrac{d_m + f'_2}{f'_2}$

c) $G_{oc} = \dfrac{d_m}{f'_2 + d_m}$ d) $G_{oc} = \dfrac{d_m}{f'_2}$

9. Sachant que le grossissement commercial de l'oculaire vaut G_{oc} = 10, calculer le grossissement commercial G_m du microscope.

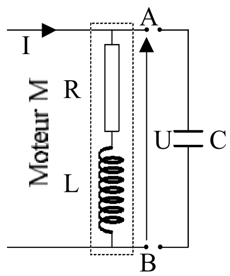
a) $G_m = -2000$ b) $G_m = -300$ c) $G_m = -200$ d) $G_m = -400$

10. On définit la puissance $\mathcal{P}$ du microscope par le rapport $\mathcal{P} = \dfrac{\alpha_i}{\overline{A_oB_o}}$ de la dimension angulaire α_i de l'objet vu à travers l'instrument par un oeil normal accommodant à l'infini sur la dimension réelle $\overline{A_oB_o}$ de cet objet.

Calculer $\mathcal{P}$.

a) $\mathcal{P}$ = 3000 δ b) $\mathcal{P}$ = 1600 δ c) $\mathcal{P}$ = 1000 δ d) $\mathcal{P}$ = 500 δ

11. Un moteur M équivalent à un résistor de résistance R associé en série avec une bobine d'auto-inductance L est alimenté en courant alternatif sinusoïdal de fréquence 50 Hz par un fil de résistance négligeable (cf. figure ci-contre). Le moteur consomme une puissance moyenne $\mathcal{P}_M$ = 4,4 kW et son facteur de puissance est égal à 0,6. On mesure entre ses bornes A et B une tension de valeur efficace U = 220 V.



Calculer le courant efficace I circulant dans la ligne.

a) I = 12,5 A b) I = 27,2 A c) I = 42,6 A d) I = 33,3 A

12. Calculer R.

a) R = 4 Ω b) R = 8 Ω c) R = 2 Ω d) R = 12 Ω

13. Calculer L.

a) L = 7 mH b) L = 12 mH c) L = 17 mH d) L = 52 mH

14. Pour relever le facteur de puissance de l'installation, on connecte entre les bornes A et B un condensateur de capacité C. La tension mesurée aux bornes du moteur a toujours la valeur U = 220 V. Calculer la plus petite valeur de C pour que le nouveau facteur de puissance soit égal à 0,9.

a) C = 246 μF b) C = 354 μF c) C = 192 μF d) C = 53 μF

15. Calculer la puissance moyenne $\mathcal{P}'_M$ absorbée par le moteur.

a) $\mathcal{P}'_M$ = 2,3 kW b) $\mathcal{P}'_M$ = 4,4 kW c) $\mathcal{P}'_M$ = 7,8 kW d) $\mathcal{P}'_M$ = 5,3 kW

16. Calculer le courant I' circulant dans la ligne.

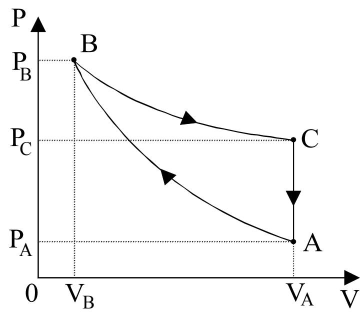
a) I' = 12,5 A b) I' = 53,4 A c) I' = 33,3 A d) I' = 22,2 A

17. Une masse constante de gaz parfait, dont le rapport des capacités thermiques à pression et volume constants est γ = 1,4, parcourt le cycle représenté sur le schéma de la figure ci-contre. Le gaz initialement dans l'état d'équilibre thermodynamique A caractérisé par une pression $P_A = 10^5$ Pa, une température T_A = 144,4 K et un volume $V_A = 4{,}14.10^{-4}$ m^3 subit une évolution isentropique qui l'amène à la température T_B = 278,8 K.

Calculer la pression P_B du gaz dans ce nouvel état d'équilibre B.

a) $P_B = 10^6$ Pa b) $P_B = 5{,}2.10^5$ Pa

c) $P_B = 12{,}7.10^6$ Pa d) $P_B = 3{,}5.10^4$ Pa



18. Calculer V_B.

a) $V_B = 3{,}7.10^{-3}$ m^3 b) $V_B = 1{,}4.10^{-3}$ m^3

c) $V_B = 0{,}8.10^{-4}$ m^3 d) $V_B = 2{,}3.10^{-5}$ m^3

19. Le gaz est mis en contact avec une source à la température T_B et subit une détente isotherme réversible qui ramène son volume à sa valeur initiale V_A.

Calculer la valeur P_C de la pression dans ce nouvel état d'équilibre C.

a) $P_C = 0{,}27.10^5$ Pa b) $P_C = 1{,}72.10^4$ Pa

c) $P_C = 1{,}35.10^5$ Pa d) $P_C = 1{,}93.10^5$ Pa

20. Calculer la variation d'entropie ΔS_{BC} du gaz au cours de son évolution isotherme BC.

a) ΔS_{BC} = 3,42 J.K^{-1} b) ΔS_{BC} = 0,471 J.K^{-1}

c) ΔS_{BC} = –7,17 J.K^{-1} d) ΔS_{BC} = 12,14 J.K^{-1}

21. Le gaz dans l'état d'équilibre C est alors mis en contact avec une source à la température T_A tandis que son volume est maintenu constant à la valeur V_A.

Calculer la variation d'entropie ΔS_{CA} du gaz au cours de cette évolution isochore.

a) ΔS_{CA} = 12,6 J.K^{-1} b) ΔS_{CA} = –15,3 J.K^{-1}

c) ΔS_{CA} = 7,17 J.K^{-1} d) ΔS_{CA} = –0,471 J.K^{-1}

22. Calculer la quantité de chaleur Q_{CA} échangée avec la source.

a) Q_{CA} = –96,3 J b) Q_{CA} = –12,6 J

c) Q_{CA} = –7,32 J d) Q_{CA} = 12,9 J

23. En déduire la valeur S^c_{CA} de l'entropie créée au cours de l'évolution isochore.

a) $S^c_{CA} = 15{,}2\,\mathrm{J.K^{-1}}$ b) $S^c_{CA} = -0{,}256\,\mathrm{J.K^{-1}}$

c) $S^c_{CA} = 0\,\mathrm{J.K^{-1}}$ d) $S^c_{CA} = 0{,}196\,\mathrm{J.K^{-1}}$

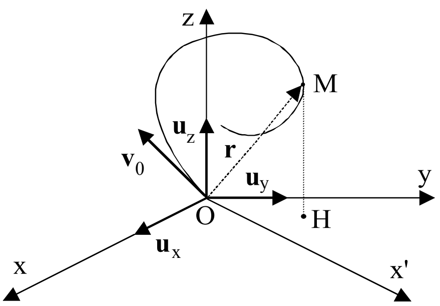
24. On peut en conclure que l'évolution est :

a) monotherme réversible b) monotherme irréversible

c) isotherme irréversible d) impossible

25. Une particule chargée M de masse m et de charge q est lancée à l'origine O d'un repère d'espace $\mathcal{R}$ (Oxyz) avec une vitesse initiale $\mathbf{v}_0$ contenue dans le plan xOz : $\mathbf{v}_0 = v_{0x}\mathbf{u}_x + v_{0z}\mathbf{u}_z$. Cette particule est soumise à l'action d'un champ magnétique $\mathbf{B} = B\mathbf{u}_z$ uniforme et constant, dirigé suivant l'axe Oz et qui règne dans tout l'espace. On désigne par H la projection orthogonale de M sur le plan xOy.

On considère un second repère d'espace $\mathcal{R}'$ (Ox'y'z), de même origine O et de même axe Oz que $\mathcal{R}$. Ce repère est animé d'un mouvement de rotation autour de l'axe Oz avec une vitesse angulaire $\mathbf{\Omega} = \Omega\mathbf{u}_z$ constante.



On désigne par **v** la vitesse de la particule dans $\mathcal{R}$. Donner l'expression de la force magnétique de Lorentz $\mathbf{F}_L$ qui s'exerce sur elle dans $\mathcal{R}$.

a) $\mathbf{F}_L = q\,\mathbf{B} \wedge \mathbf{v}$ b) $\mathbf{F}_L = q\,\mathbf{v} \wedge \mathbf{B}$ c) $\mathbf{F}_L = 2q\,\mathbf{v}_0 \wedge \mathbf{B}$ d) $\mathbf{F}_L = -q\,\mathbf{v}_0 \wedge \mathbf{B}$

26. Exprimer la vitesse $\mathbf{v'}_0$ de la particule dans $\mathcal{R}'$.

a) $\mathbf{v'}_0 = -\mathbf{v}_0$ b) $\mathbf{v'}_0 = \Omega\mathbf{v}_0$ c) $\mathbf{v'}_0 = \mathbf{0}$ d) $\mathbf{v'}_0 = \mathbf{v}_0$

27. On étudie le mouvement de la particule dans $\mathcal{R}'$. Montrer que la force d'inertie d'entraînement $\mathbf{F}_{ie}$ peut s'écrire.

a) $\mathbf{F}_{ie} = m\Omega^2\mathbf{HM}$ b) $\mathbf{F}_{ie} = -m\Omega^2\mathbf{HM}$ c) $\mathbf{F}_{ie} = -m\Omega^2\mathbf{OH}$ d) $\mathbf{F}_{ie} = m\Omega^2\mathbf{OH}$

28. On pose $\omega_c = \dfrac{qB}{m}$ et l'on impose $\Omega = -\dfrac{\omega_c}{2}$.

On admettra que la force de Lorentz $\mathbf{F'}_L$ qui s'exerce sur M dans $\mathcal{R}'$ a la même valeur que dans $\mathcal{R}$: $\mathbf{F'}_L = \mathbf{F}_L$ et l'on négligera la force de pesanteur.

Calculer la force résultante **F** qui s'exerce sur la particule.

a) $\mathbf{F} = -\dfrac{m\omega_c^2}{4}\mathbf{OH}$ b) $\mathbf{F} = -\dfrac{m\omega_c^2}{2}\mathbf{OM}$ c) $\mathbf{F} = -\dfrac{m\omega_c^2}{4}\mathbf{OM}$ d) $\mathbf{F} = \dfrac{m\omega_c^2}{2}\mathbf{OH}$

29. Déterminer la loi horaire x'(t) du mouvement suivant x'.

a) $x'(t) = \dfrac{v_{0x}}{\omega_c}\sin(\omega_c t)$ b) $x'(t) = \dfrac{2v_{0x}}{\omega_c}\sin\left(\dfrac{\omega_c}{2}t\right)$

c) $x'(t) = \dfrac{2v_{0x}}{\omega_c}\sin(2\omega_c t)$ d) $x'(t) = \dfrac{v_{0x}}{2}t^2$

30. Déterminer la loi horaire y'(t) suivant y'.

a) $y'(t) = \dfrac{v_{0x}}{\omega_c}\sin(\omega_c t)$ b) $y'(t) = \dfrac{2v_{0x}}{\omega_c}\sin\left(\dfrac{\omega_c}{2}t\right)$

c) $y'(t) = 0$ d) $y'(t) = \dfrac{v_{0x}}{2}t^2$