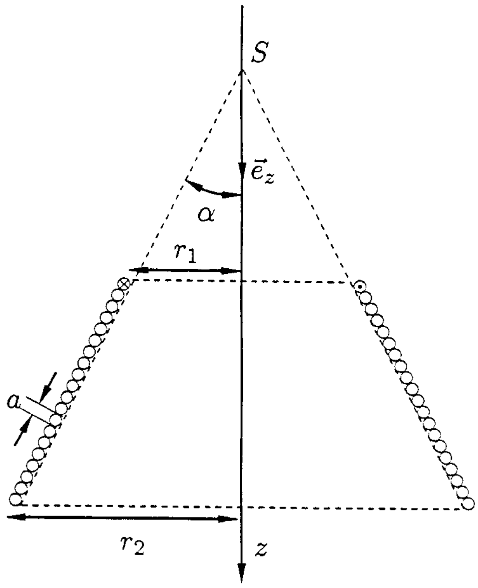


1. — On réalise un bobinage en enroulant sur un tronc de cône, jointivement suivant la génératrice, N spires d'un fil de cuivre de diamètre a et de résistivité ρ. Le tronc de cône de sommet S, de demi-angle au sommet α, est caractérisé par les rayons r_1 et $r_2 > r_1$ de ses deux bases.

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) $\mathrm{d}N = \dfrac{\mathrm{d}z}{a\cos\alpha}$ b) $\mathrm{d}N = \dfrac{\mathrm{d}z}{a\sin\alpha}$

c) $\mathrm{d}N = \dfrac{\mathrm{d}z}{a\tan\alpha}$ d) $\mathrm{d}N = \dfrac{\mathrm{d}z}{2a\sin\alpha}$

3. — La résistance R d'un fil de résistivité ρ, de section s et de longueur ℓ est donnée par la relation : $R = \rho\ell / s$. 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) $R = \rho\dfrac{r_2^2 + r_1^2}{2a^3\cos\alpha}$

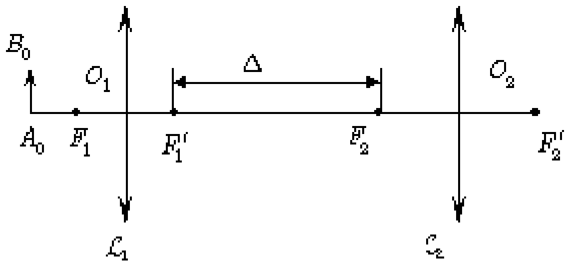
4. — Le bobinage est parcouru par un courant I dans le sens représenté sur la figure ci-dessus. On désigne par μ_0 la perméabilité du vide. Calculer le champ magnétique $\vec{B}_1$ créé en S par une spire de rayon r.

a) $\vec{B}_1 = \dfrac{\mu_0 I}{2r}\sin^3\alpha\vec{e}_z$ b) $\vec{B}_1 = \dfrac{\mu_0 I}{r}\sin^3\alpha\vec{e}_z$ c) $\vec{B}_1 = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}\sin^3\alpha\vec{e}_z$ d) $\vec{B}_1 = \dfrac{\mu_0 I}{4\pi r}\sin^3\alpha\vec{e}_z$

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

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

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



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 $f_1' = 4\,\text{mm}$. Un observateur dont l'œil est normal et accommode à l'infini, regarde un objet A_0B_0 à travers l'instrument (cf. figure). Calculer, dans ces conditions, la distance $d_0 = \overline{O_1A_0}$ de l'objet au centre optique de $\mathcal{L}_1$ pour qu'une image nette se forme sur la rétine.

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

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 $G = \frac{\alpha_i}{\alpha_o}$, où α_i est l'angle sous lequel un oeil normal accommodant à l'infini voit l'objet à travers l'instrument et a_o l'angle sous lequel l'objet est vu à l'œil 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) $G_{oc} = -\frac{d_m - f_2'}{f_2'}$ b) $G_{oc} = \frac{d_m + f_2'}{f_2'}$ c) $G_{oc} = \frac{d_m}{d_m + f_2'}$ d) $G_{oc} = \frac{d_m}{f_2'}$

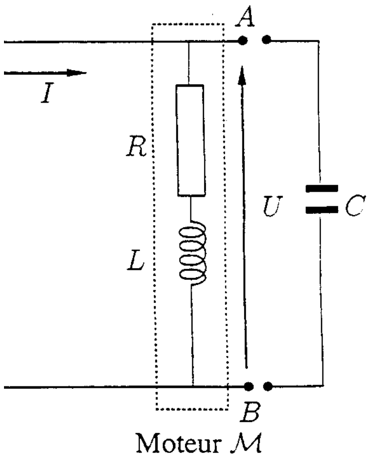
9. — Sachant que le grossissement commercial de l'oculaire vaut G_{oc} = 10, calculer le grossissement commercial G_m du microscope.

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

10. — On définit la puissance *P* du microscope par le rapport $P = \alpha_i / \overline{A_0B_0}$ 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 $\overline{A_0B_0}$ de cet objet.

Calculer *P*.

a) $P = 3000\ \delta$ b) $P = 1600\ \delta$
c) $P = 1000\ \delta$ d) $P = 500\ \delta$



11. — Un moteur $\mathcal{M}$ équivalent à un résistor de résistance *R* associé en série avec une bobine de coefficient 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 $P_M = 4,4\,\mathrm{kW}$ et son facteur de puissance est égal à 0,6. On mesure entre ses bornes *A* et *B* une tension de valeur efficace $U = 220\,\mathrm{V}$.

Calculer le courant efficace I circulant dans la ligne.

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

12. — Calculer *R*.

a) $R = 4\,\Omega$ b) $R = 8\,\Omega$
c) $R = 2\,\Omega$ d) $R = 12\,\Omega$

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.

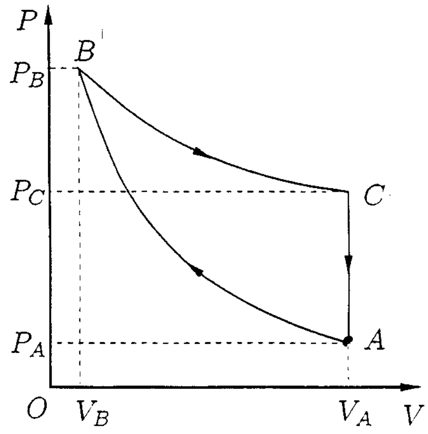
a) *C* = 246 µF b) *C* = 354 µF c) *C* = 192 µF d) *C* = 53 µF

15. — Calculer la puissance moyenne P'_M absorbée par le moteur.

a) P'_M = 2, 3 kW b) P'_M = 4, 4 kW c) P'_M = 7, 8 kW d) 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 $\gamma = 1,4$ 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 $T_A = 144,4\,\mathrm{K}$ et un volume $V_A = 4,14.10^{-4}\,\mathrm{m}^3$ 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) $V_B = 3,7.10^{-3}\,\mathrm{m}^3$ b) $V_B = 1,4.10^{-3}\,\mathrm{m}^3$

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

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) $\Delta S_{BC} = 3,42\,\mathrm{J.K^{-1}}$ b) $\Delta S_{BC} = 0,471\,\mathrm{J.K^{-1}}$

c) $\Delta S_{BC} = -7,17\,\mathrm{J.K^{-1}}$ d) $\Delta S_{BC} = 12,14\,\mathrm{J.K^{-1}}$

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) $\Delta S_{CA} = 12,6\,\mathrm{J.K^{-1}}$ b) $\Delta S_{CA} = -15,3\,\mathrm{J.K^{-1}}$

c) $\Delta S_{CA} = 7,17\,\mathrm{J.K^{-1}}$ d) $\Delta S_{CA} = -0,471\,\mathrm{J.K^{-1}}$

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

a) $Q_{CA} = -96,3\,\mathrm{J}$ b) $Q_{CA} = -12,6\,\mathrm{J}$

c) $Q_{CA} = -7,32\,\mathrm{J}$ d) $Q_{CA} = 12,9\,\mathrm{J}$

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

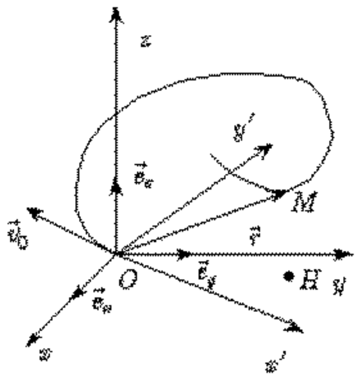
c) $S^c_{CA} = 0\,\mathrm{J.K^{-1}}$ d) $S^c_{CA} = 0,196\,\mathrm{J.K^{-1}}$

24. — On peut donc 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 $\vec{v}_0$ contenue dans le plan zOx : $\vec{v}_0 = v_{0x}\vec{e}_x + v_{0z}\vec{e}_z$. Cette particule est soumise à l'action d'un champ magnétique $\vec{B} = B\vec{e}_z$ 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 $\vec{\Omega} = \Omega\vec{e}_z$ constante.

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

a) $\vec{F}_L = q\vec{B} \wedge \vec{v}$ b) $\vec{F}_L = q\vec{v} \wedge \vec{B}$

c) $\vec{F}_L = 2q\vec{v}_0 \wedge \vec{B}$ d) $\vec{F}_L = -q\vec{v}_0 \wedge \vec{B}$

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

a) $\vec{v}'_0 = -\vec{v}_0$ b) $\vec{v}'_0 = \Omega\vec{v}_0$

c) $\vec{v}'_0 = \vec{0}$ d) $\vec{v}'_0 = \vec{v}_0$

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

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

28. — On pose $\omega_c = qB/m$ et l'on impose que $\Omega = -\omega_c/2$.

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

Calculer la force résultante $\vec{F}$ qui s'exerce sur la particule.

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

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

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

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 $y'(t)$ du mouvement suivant y'.

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

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