

**CONCOURS DE RECRUTEMENT  
D'ÉLÈVES PILOTE DE LIGNE**

---

**ÉPREUVE DE PHYSIQUE**

---

**Durée : 2 Heures  
Coefficient : 1**

Ce sujet comporte :

- 1 page de garde (recto),
- 2 pages (recto-verso) d'instructions pour remplir le QCM,
- 1 page d'avertissement (recto)
- 7 pages de texte (recto-verso).

**CALCULATRICE NON AUTORISÉE**

## ÉPREUVE DE PHYSIQUE

## A LIRE TRÈS ATTENTIVEMENT

L'épreuve de physique de ce concours est un questionnaire à choix multiple qui sera corrigé automatiquement par une machine à lecture optique.

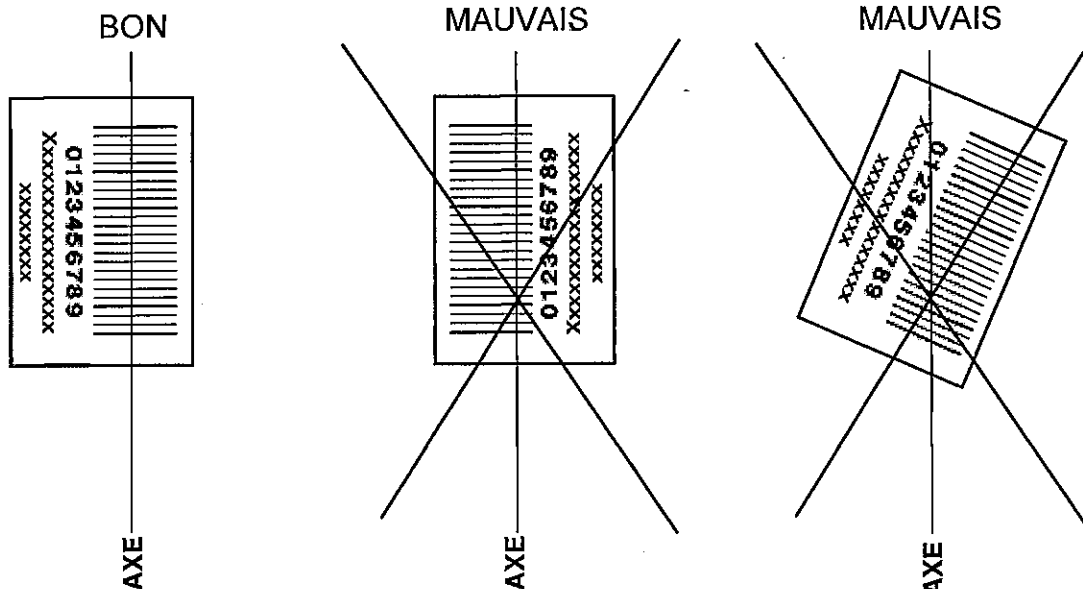
## ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM

- 1) Vous devez coller dans la partie droite prévue à cet effet, l'étiquette correspondant à l'épreuve que vous passez, c'est-à-dire épreuve de physique (voir modèle ci-dessous).

## POSITIONNEMENT DES ÉTIQUETTES

Pour permettre la lecture optique de l'étiquette, le trait vertical matérialisant l'axe de lecture du code à barres (en haut à droite de votre QCM) doit traverser la totalité des barres de ce code.

EXEMPLES :



- 2) Pour remplir ce QCM, vous devez utiliser un STYLO BILLE ou une POINTE FEUTRE de couleur NOIRE.
- 3) Utilisez le sujet comme brouillon et ne retranscrivez vos réponses qu'après vous être relu soigneusement.
- 4) Votre QCM ne doit pas être souillé, froissé, plié, écorné ou porter des inscriptions superflues, sous peine d'être rejeté par la machine et de ne pas être corrigé.
- 5) Cette épreuve comporte 36 questions, certaines, de numéros consécutifs, sont liées. La liste des questions est donnée au début du texte du sujet.  
**Chaque candidat devra choisir au plus 24 questions parmi les 36 proposées.**

Il est inutile de répondre à plus de 24 questions : la machine à lecture optique lira les réponses en séquence en partant de la ligne 1, et s'arrêtera de lire lorsqu'elle aura détecté des réponses à 24 questions, quelle que soit la valeur de ces réponses.

**Chaque question comporte au plus deux réponses exactes.**

**Tournez la page S.V.P.**

- 6) A chaque question numérotée entre 1 et 36, correspond sur la feuille-réponses une ligne de cases qui porte le même numéro (les lignes de 37 à 100 sont neutralisées). Chaque ligne comporte 5 cases A, B, C, D, E.

Pour chaque ligne numérotée de 1 à 36, vous vous trouvez en face de 4 possibilités :

- ▶ soit vous décidez de ne pas traiter cette question, la ligne correspondante doit rester vierge.
- ▶ soit vous jugez que la question comporte une seule bonne réponse, vous devez noircir l'une des cases A, B, C, D.
- ▶ soit vous jugez que la question comporte deux réponses exactes, vous devez noircir deux des cases A, B, C, D et deux seulement.
- ▶ soit vous jugez qu'aucune des réponses proposées A, B, C, D n'est bonne, vous devez alors noircir la case E.

**En cas de réponse fautive, aucune pénalité ne sera appliquée.**

7) EXEMPLES DE RÉPONSES

Exemple I : Question 1 :

Pour une mole de gaz réel :

- A)  $\lim_{P \rightarrow 0}(PV) = RT$ , quelle que soit la nature du gaz.
- B)  $PV = RT$  quelles que soient les conditions de pression et température.
- C) Le rapport des chaleurs massiques dépend de l'atomicité.
- D) L'énergie interne ne dépend que de la température.

Exemple II : Question 2 :

Pour un conducteur ohmique de conductivité électrique  $\sigma$ , la forme locale de la loi d'OHM est :

- A)  $\mathbf{j} = \mathbf{E}/\sigma$
- B)  $\mathbf{j} = \sigma \mathbf{E}$
- C)  $\mathbf{E} = \sigma^2 \mathbf{j}$
- D)  $\mathbf{j} = \sigma^2 \mathbf{E}$

Exemple III : Question 3 :

- A) Le travail lors d'un cycle monotherme peut être négatif.
- B) Une pompe à chaleur prélève de la chaleur à une source chaude et en restitue à la source froide.
- C) Le rendement du cycle de CARNOT est  $1 + \frac{T_2}{T_1}$ .
- D) Le phénomène de diffusion moléculaire est un phénomène réversible.

**Vous marquerez sur la feuille réponse :**

1	<input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>

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.

---

QUESTIONS LIEES

[1, 2, 3, 4, 5, 6]

[7, 8, 9, 10, 11, 12]

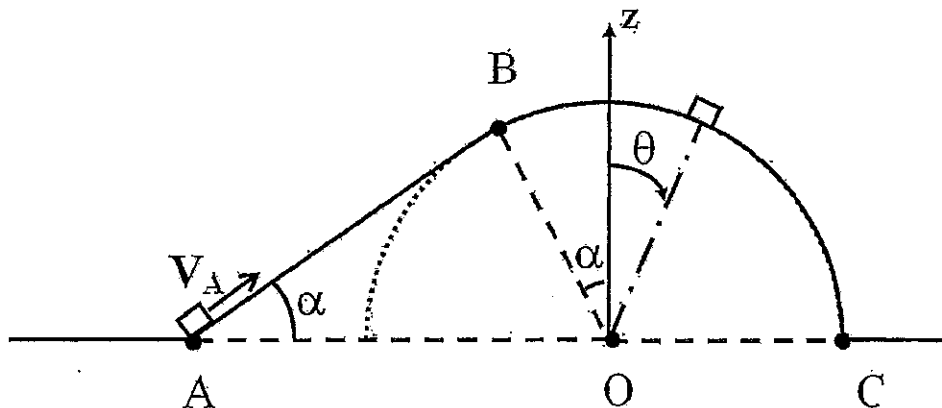
[13, 14, 15, 16, 17, 18]

[19, 20, 21, 22, 23, 24]

[25, 26, 27, 28, 29, 30]

[31, 32, 33, 34, 35, 36]

1. Un palet  $M$  de masse  $m = 5,0 \text{ kg}$ , assimilé à un point matériel, est lancé sur une piste composée d'une portion rectiligne  $AB$  et inclinée d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport à l'horizontale, et d'une portion circulaire  $BC$ , de rayon  $R = 2 \text{ m}$  et d'angle  $\widehat{BOC} = \pi/2 + \alpha$  (cf. figure ci-dessous). Le palet, initialement lancé depuis  $A$  avec la vitesse  $V_A$  glisse sans frottement sur la piste. On désigne par  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  l'intensité du champ de pesanteur.



Déterminer la vitesse  $V_B$  au point  $B$  en supposant que ce point est atteint.

- A)  $V_B = (V_A^2 - 2gR \cos \alpha)^{1/2}$       C)  $V_B = V_A - \frac{gR \cos \alpha}{V_A}$   
 B)  $V_B = (V_A^2 + gR \sin \alpha)^{1/2}$       D)  $V_B = V_A - \frac{gR \tan \alpha}{V_A}$

2. Afin que  $B$  soit effectivement atteint par le palet, il est nécessaire que  $V_A > V_{A,l}$ . Evaluer  $V_{A,l}$ .

- A)  $V_{A,l} \approx 0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$       B)  $V_{A,l} \approx 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$       C)  $V_{A,l} \approx 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$       D)  $V_{A,l} \approx 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Pour les questions suivantes on suppose la condition précédente vérifiée.

3. Calculer la durée  $\tau$  de parcours de la portion  $AB$ .

- A)  $\tau = \frac{V_A - (V_A^2 - 2gR \cos \alpha)^{1/2}}{g \sin \alpha}$       C)  $\tau = \frac{V_A - (2gR \sin \alpha)^{1/2}}{g \cos \alpha}$   
 B)  $\tau = \frac{(V_A^2 - 3gR \cos \alpha)^{1/2}}{g \sin \alpha}$       D)  $\tau = \frac{V_A + (V_A^2 + 2gR \sin \alpha)^{1/2}}{g \cos \alpha}$

4. Déterminer l'expression de la réaction normale  $R_N$  du support sur  $M$  lors de la phase du mouvement sur l'arc  $BC$  en fonction de  $\theta$  qui est l'angle entre  $OM$  et la verticale.

- A)  $R_N = mg \cos \theta$       C)  $R_N = m(g \cos \theta - R\dot{\theta}^2)$   
 B)  $R_N = m(g \sin \theta + R\ddot{\theta})$       D)  $R_N = mg \sin \theta$

5. A quelle condition sur  $V_A$  n'y aura-t-il pas de décollage avant le sommet?

- A)  $V_A < (3Rg \cos \alpha)^{1/2}$       B)  $V_A < (Rg \tan \alpha)^{1/2}$       C)  $V_A < (3Rg)^{1/2}$       D)  $V_A < (2Rg \sin \alpha)^{1/2}$

6. Déterminer la valeur  $\theta_d$  de  $\theta$  pour laquelle le palet quitte la piste.

- A)  $\theta_d = \arccos\left(\frac{2}{3}\right)$       B)  $\theta_d = \arccos\left(\frac{V_A^2}{3gR}\right)$       C)  $\theta_d = \arcsin\left(\frac{V_A R}{2g}\right)$       D)  $\theta_d = \arcsin\left(\frac{2}{3}\right)$

7. Un plongeur souhaite explorer une épave sous-marine en effectuant une plongée en apnée. Le corps du plongeur, de masse  $M = 80 \text{ kg}$ , peut-être considéré, à l'exception de ses poumons, comme incompressible. Les poumons ont un volume variable : lors d'une inspiration complète le volume est  $V_M = 6,0 \text{ L}$  et lors d'une expiration complète ce volume devient  $V_m = 1,5 \text{ L}$ . Le reste du corps a un volume  $V_0 = 77,0 \text{ L}$ .

Lors de la descente la cage thoracique se comprime et l'air des poumons est donc à la même pression que l'eau à la profondeur du plongeur. L'eau a une masse volumique  $\mu = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , la pression atmosphérique à la surface est  $P_0 = 1,0 \text{ bar}$ , on donne la valeur de l'intensité du champ de pesanteur  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  et on considère que l'air est un gaz parfait. On donne la constante des gaz parfaits :  $R = 8,3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Durant toute cette étude on supposera que la température  $T$  de l'air reste constante. On choisit un axe vertical  $Oz$  descendant et d'origine prise à la surface.

Indiquer la ou les affirmations exactes :

- A) Le plongeur flotte s'il inspire totalement mais coule s'il expire totalement
- B) Le plongeur flotte lorsqu'il inspire totalement et lorsqu'il expire totalement
- C) Le plongeur coule lorsqu'il inspire totalement et lorsqu'il expire totalement
- D) Le plongeur coule s'il inspire totalement mais flotte s'il expire totalement

8. Le plongeur inspire totalement avant d'entamer sa descente. Exprimer le volume  $V$  de ses poumons en fonction de la profondeur  $z$  à laquelle il descend.

- A)  $V = V_M \frac{P_0}{P_0 + \mu g z}$
- B)  $V = \frac{V_M + V_m}{V_M} \exp\left(\frac{-\mu g z}{RT}\right)$
- C)  $V = (V_m + V_M) \frac{P_0}{P_0 - \mu g z}$
- D)  $V = V_M \exp\left(\frac{\mu g z}{RT}\right)$

9. A quelle profondeur  $z_1$  la résultante des forces s'appliquant au plongeur est-elle nulle ?

- A)  $z_1 = 5 \text{ m}$
- B)  $z_1 = 10 \text{ m}$
- C)  $z_1 = 20 \text{ m}$
- D)  $z_1 = 40 \text{ m}$

10. A quelle profondeur  $z_2$  ses poumons ont-ils atteint leur volume minimal ?

- A)  $z_2 = 5 \text{ m}$
- B)  $z_2 = 10 \text{ m}$
- C)  $z_2 = 30 \text{ m}$
- D)  $z_2 = 60 \text{ m}$

11. Le plongeur s'équipe d'une bouteille d'air comprimé qui lui fournit, grâce à un détendeur, de l'air à la même pression que l'eau à la profondeur où il se trouve. Le volume de la bouteille est  $V_B = 12 \text{ L}$ . La composition molaire de l'air est  $x_{O_2} = 20\%$  et  $x_{N_2} = 80\%$  où  $x_{O_2}$  et  $x_{N_2}$  sont respectivement les titres molaires en dioxygène et en diazote. Sachant qu'à partir d'une pression partielle en diazote égale à  $P_{lim} = 4,0 \text{ bar}$  le plongeur ressent l'ivresse des profondeurs, déterminer la profondeur  $z_3$  à laquelle se manifeste ce phénomène.

- A)  $z_3 = 300 \text{ m}$
- B)  $z_3 = 80 \text{ m}$
- C)  $z_3 = 40 \text{ m}$
- D)  $z_3 = 20 \text{ m}$

12. Le plongeur effectue 15 respirations par minute chacune ayant une amplitude de  $1,0 \text{ L}$ .

Initialement la pression dans la bouteille est 150 bars et le plongeur doit entamer sa remontée lorsque la pression atteint la valeur de 50 bars. Combien de temps  $\Delta t$  peut-il rester à la profondeur calculée à la question précédente en négligeant la durée de descente ?

- A)  $\Delta t = 1 \text{ h } 20 \text{ min}$
- B)  $\Delta t = 2 \text{ min}$
- C)  $\Delta t = 16 \text{ min}$
- D)  $\Delta t = 4 \text{ h}$

13. On remplit un bac à glaçons d'eau et on le place dans un congélateur. Le bac à glaçons permet de faire  $N = 12$  glaçons cubiques ayant chacun une masse  $m = 15 \text{ g}$ . Le congélateur est maintenu à la température  $T_2 = -18^\circ\text{C}$  et l'eau liquide mise dans le bac à glaçons est initialement à température  $T_1 = 25^\circ\text{C}$ . On attend suffisamment longtemps pour que l'équilibre thermique soit atteint.

On note la capacité thermique massique de l'eau liquide  $c_L$ , la capacité thermique massique de la glace  $c_{gl}$ , l'enthalpie molaire de fusion de la glace à  $T_0 = 0^\circ\text{C}$ ,  $\Delta H_f$  et la masse molaire de l'eau  $M$ .

Déterminer la variation d'enthalpie  $\Delta H$  de l'eau entre son état initial à la température  $T_1$  et son état final à la température  $T_2$ .

A)  $\Delta H = -Nmc_L(T_1 - T_0) - \frac{Nm}{M}\Delta H_f - Nmc_{gl}(T_0 - T_2)$

B)  $\Delta H = -Nmc_L(T_1 - T_0) + \frac{Nm}{M}\Delta H_f - Nmc_{gl}(T_0 - T_2)$

C)  $\Delta H = -Nmc_L(T_1 - T_0) + \frac{Nm}{M}\Delta H_f + Nmc_{gl}(T_0 - T_2)$

D)  $\Delta H = Nmc_L(T_1 - T_0) + \frac{Nm}{M}\Delta H_f + Nmc_{gl}(T_0 - T_2)$

14. Déterminer l'énergie reçue sous forme de chaleur  $Q$  par l'eau de la part du congélateur en supposant que l'évolution de l'eau se fasse à pression constante  $P_0 = 1,0 \text{ bar}$ .

A)  $Q = 0$

B)  $Q = \Delta H$

C)  $Q = \frac{\Delta H}{T_0}$

D)  $Q = \Delta H \frac{T_2}{T_0}$

15. Sélectionner la ou les affirmations exactes :

A) L'entropie d'un système fermé ne peut que croître

B) L'entropie est une grandeur conservative

C) L'entropie est une grandeur extensive

D) L'entropie est une grandeur intensive

16. Déterminer la variation d'entropie  $\Delta S$  au cours de la transformation.

A)  $\Delta S = -Nmc_L \frac{T_1 - T_0}{T_0} + \frac{Nm}{MT_0} \Delta H_f - Nmc_{gl} \frac{T_0 - T_2}{T_0}$

B)  $\Delta S = -Nmc_L \frac{T_1 - T_0}{T_2} + \frac{Nm}{MT_2} \Delta H_f - Nmc_{gl} \frac{T_0 - T_2}{T_2}$

C)  $\Delta S = -Nmc_L \ln \left( \frac{T_1}{T_0} \right) + \frac{Nm}{MT_0} \Delta H_f - Nmc_{gl} \ln \left( \frac{T_2}{T_0} \right)$

D)  $\Delta S = -Nmc_L \ln \left( \frac{T_1}{T_0} \right) - \frac{Nm}{MT_0} \Delta H_f - Nmc_{gl} \ln \left( \frac{T_2}{T_0} \right)$

17. Si le congélateur était une machine thermique idéale fonctionnant entre la source froide de température  $T_2$  et la source chaude de température  $T_1$ , quelle serait son efficacité  $e_f$  ?

A)  $e_f = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

B)  $e_f = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$

C)  $e_f = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$

D)  $e_f = 1 - \frac{T_1}{T_2}$

18. Dans une pièce initialement à température  $T_1$ , on met en fonctionnement continu le congélateur avec sa porte grande ouverte durant une longue durée. Sélectionner la ou les affirmations exactes :

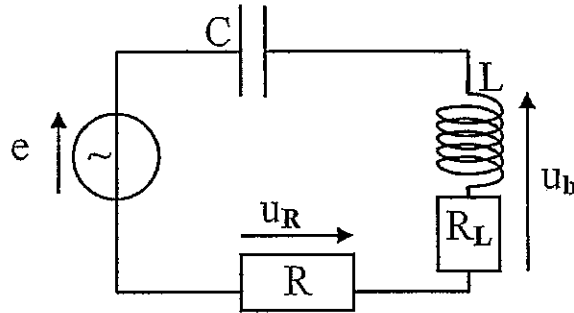
A) la température moyenne de la pièce diminue

B) la température moyenne de la pièce reste constante

C) la température moyenne de la pièce s'élève

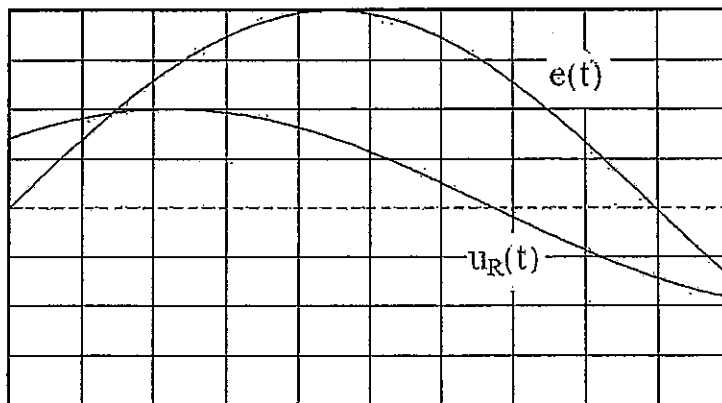
D) la température moyenne de la pièce varie périodiquement

19. Le circuit  $RLC$  série suivant est réalisé avec un condensateur de capacité  $C = 240 \text{ nF}$ , un résistor de résistance  $R = 25 \Omega$  et une bobine inconnue d'inductance  $L$  et de résistance du bobinage  $R_L$ . On note  $u_b(t)$  la tension aux bornes de cette bobine (cf. figure ci-dessous). Ce circuit est alimenté par un GBF de f.é.m  $e(t) = e_m \cos(\omega t)$ . En notations complexes, la fonction de transfert de ce filtre est  $\underline{H} = u_b/e$ .



Déterminer la nature de ce filtre :

- A) passe-bas                      B) passe-haut                      C) passe-bande                      D) coupe-bande
20. Lorsque la pulsation du générateur est égale à la pulsation propre du circuit  $\omega_0 = (LC)^{-1/2}$ , quelle est la valeur du module de  $\underline{H}$  :
- A)  $|\underline{H}| = \frac{(R_L^2 + L^2\omega_0^2)^{1/2}}{[R^2 + R_L^2 + L^2\omega_0^2 + 1/(C^2\omega_0^2)]^{1/2}}$                       C)  $|\underline{H}| = \frac{L\omega_0}{[(R + R_L)^2 + L^2\omega_0^2]^{1/2}}$
- B)  $|\underline{H}| = \frac{R_L}{R + R_L}$                       D)  $|\underline{H}| = \frac{(R_L^2 + L^2\omega_0^2)^{1/2}}{R + R_L}$
21. L'amplitude de la tension  $u_R$  passe par un maximum lorsque la fréquence est  $f = 1050 \text{ Hz}$ . En déduire la valeur de  $L$  :
- A)  $L = 505 \text{ mH}$                       B)  $L = 96 \text{ mH}$                       C)  $L = 12 \mu\text{H}$                       D)  $L = 3,8 \text{ mH}$
22. On observe sur un oscilloscope (cf. figure ci-dessous) les tensions  $e(t)$  et  $u_R(t)$  à une fréquence  $f_1$  supérieure à  $1050 \text{ Hz}$ . Une demi période du signal du générateur occupe 9 carreaux de l'axe horizontal. Le calibre vertical est le même sur les 2 voies : 1 carreau =  $2 \text{ V}$ .



Quel est le déphasage  $\phi$  de  $u_R$  par rapport à  $e$  ?

- A)  $\phi = +45^\circ$                       B)  $\phi = -45^\circ$                       C)  $\phi = +90^\circ$                       D)  $\phi = -90^\circ$



23. Déduire de  $\phi$  la valeur de  $R_L$  :

A)  $R_L = R(4\pi^2 f_1^2 LC)$

C)  $R_L = 2\pi L f_1 - \frac{1}{2\pi C f_1} - R$

B)  $R_L = R - 2\pi L f_1 + \frac{1}{2\pi C f_1}$

D)  $R_L = \left(\frac{L}{C}\right)^{1/2}$

24. Sachant que  $f_1 = 1080 \text{ Hz}$ , déterminer la valeur du facteur de qualité  $Q$  de ce circuit :

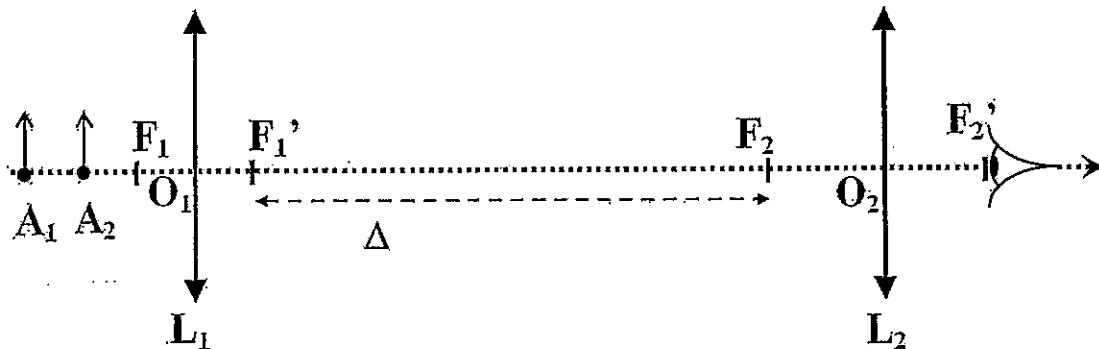
A)  $Q = 0,5$

B)  $Q = 1,8$

C)  $Q = 5$

D)  $Q = 18$

25. Un microscope se compose de deux lentilles convergentes : l'objectif  $L_1$  de distance focale image  $f_1' = 5 \text{ mm}$  et l'oculaire  $L_2$  de distance focale  $f_2' = 25 \text{ mm}$  (cf. figure ci-dessous qui n'est pas à l'échelle). Ces deux lentilles sont maintenues à une distance fixe l'une de l'autre  $\overline{F_1'F_2} = \Delta$ . Lors du réglage du microscope pour effectuer la mise au point sur un objet, on déplace, à l'aide d'une vis micrométrique, l'ensemble des deux lentilles en maintenant  $\Delta$  constant. L'observateur place son œil au niveau de  $F_2'$ . L'étude sera menée dans le cadre de l'approximation de Gauss.



Si l'on note  $A_1'$  l'image de  $A_1$  par la lentille  $L_1$ , la formule de conjugaison de Newton s'écrit :

A)  $\overline{F_1 A_1} \times \overline{F_1 A_1'} = -f_1'^2$

C)  $\overline{F_1' A_1} \times \overline{F_1' A_1'} = f_1'^2$

B)  $\overline{F_1 A_1} \times \overline{F_1' A_1'} = -f_1'^2$

D)  $\overline{F_1 A_1} \times \overline{F_1' A_1'} = \overline{O_1 A_1} \times \overline{O_1 A_1'}$

26. Sachant qu'un point objet  $A_1$  placé à  $0,10 \text{ mm}$  en avant de  $F_1$  est vu net par l'observateur lorsqu'il n'accorde pas, déterminer  $\Delta$ .

A)  $\Delta = 0$

B)  $\Delta = 16 \text{ mm}$

C)  $\Delta = 6,0 \text{ cm}$

D)  $\Delta = 25 \text{ cm}$

27. Lorsqu'il accommode au maximum, l'observateur, sans microscope, voit net les objets placés à  $d = 20 \text{ cm}$  en avant de son œil (ce point est le punctum proximum). Déterminer, lors de l'accommodation maximale, la position du point objet  $A_2$  vu net par l'observateur à travers le microscope.

A)  $\overline{F_1 A_2} = \frac{-f_1'^2 d}{d\Delta + f_2'^2}$

C)  $\overline{F_1 A_2} = \frac{f_1'^2}{\Delta - d + 2f_2'}$

B)  $\overline{F_1 A_2} = \Delta + d$

D)  $\overline{F_1 A_2} = \frac{f_2'^2}{\Delta + d + f_1'}$

28. Exprimer le grandissement transversal  $\gamma_t$  pour la lentille  $L_1$  d'un objet placé perpendiculairement à l'axe optique au point  $A_1$  :

A)  $\gamma_t = -\frac{F'_1 A'_1}{F_1 A_1}$       B)  $\gamma_t = -\frac{F'_1 A'_1}{f'_1}$       C)  $\gamma_t = \frac{f'_1}{F_1 A_1}$       D)  $\gamma_t = \frac{F'_1 A'_1}{F_1 A_1}$

29. On place un objet de taille  $y$  perpendiculairement à l'axe optique au point  $A_1$ . Quel est l'angle  $\alpha_1$  sous lequel l'observateur voit cet objet à la sortie du microscope?

A)  $\alpha_1 = \frac{y}{A_1 O_1}$       B)  $\alpha_1 = \frac{f'_1 A_1 O_1}{f'_1}$       C)  $\alpha_1 = \frac{f'_2}{f'_1}$       D)  $\alpha_1 = \frac{y f'_1}{f'_2 A_1 F_1}$

30. Sous quel angle  $\alpha_2$  verrait-il cet objet sans microscope s'il le plaçait à la distance  $d = 20$  cm en avant de son œil?

A)  $\alpha_2 = \frac{y}{d + \Delta}$       B)  $\alpha_2 = \frac{y}{f'_1}$       C)  $\alpha_2 = \frac{y}{\Delta}$       D)  $\alpha_2 = \frac{y}{d}$

31. Pour des distributions de charges ou de courants stationnaires d'extension finie, sélectionner l'affirmation exacte :

- A) Les lignes de champ magnétique sont fermées mais celles de champ électrique sont ouvertes.
- B) Les lignes de champ électrique sont fermées mais celles de champ magnétique sont ouvertes.
- C) Les lignes de champ magnétique et électrique sont fermées.
- D) Les lignes de champ magnétique et électrique sont ouvertes.

32. On considère un solénoïde infini, d'axe de révolution  $Oz$ , de rayon  $R$ , comportant  $n$  spires par unité de longueur. Ces spires sont parcourues par un courant stationnaire d'intensité  $I$  et sont enroulées perpendiculairement à l'axe  $Oz$  (cf. figure ci-dessous). Les vecteurs  $e_r$ ,  $e_\theta$  et  $e_z$  sont les vecteurs de la base locale cylindrique associés aux variables d'espaces  $r$ ,  $\theta$  et  $z$ .



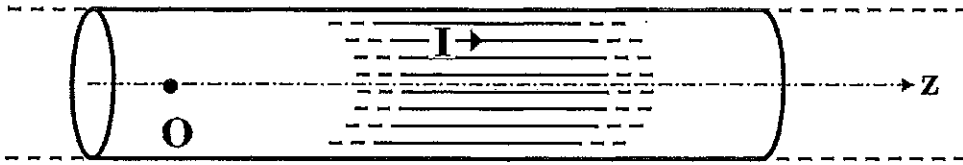
Le champ magnétique  $B_1$  à l'intérieur du solénoïde a pour expression :

A)  $B_1 = nI\mu_0 \frac{r}{R} e_r$       C)  $B_1 = \mu_0 nI \ln\left(\frac{r}{R}\right) e_z$   
 B)  $B_1 = \mu_0 nI e_z$       D)  $B_1 = 0$

33. Le champ magnétique  $B_2$  à l'extérieur du solénoïde a pour expression :

A)  $B_2 = \frac{nI}{4\pi\mu_0 r^2} e_r$       C)  $B_2 = \frac{\mu_0 nI}{r^2} e_z$   
 B)  $B_2 = \mu_0 nI e_\theta$       D)  $B_2 = 0$

34.  $N$  fils infinis colinéaires à l'axe (cf. figure ci-dessous) et parcourus par un courant de même intensité  $I$  sont maintenant uniformément répartis sur le cylindre.



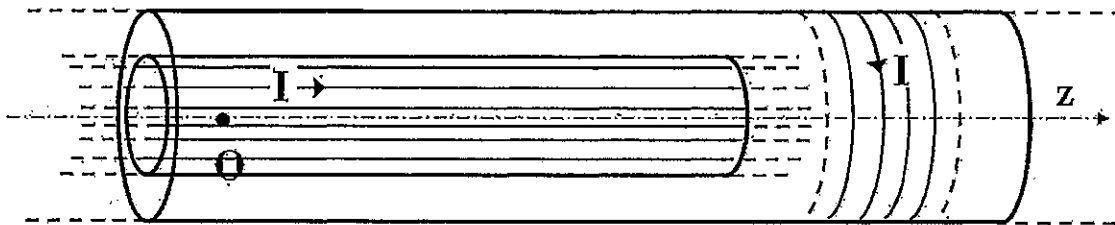
Le champ magnétique  $B_3$  à l'intérieur du solénoïde est :

- A)  $B_3 = \mu_0 \frac{NI}{2\pi Rr^2} e_\theta$                       C)  $B_3 = \frac{\mu_0 NI}{2\pi R} \ln\left(\frac{r}{R}\right) e_\theta$   
 B)  $B_3 = \mu_0 NI e_\theta$                                       D)  $B_3 = 0$

35. Le champ magnétique  $B_4$  à l'extérieur du solénoïde est :

- A)  $B_4 = -\frac{NI}{4\pi\mu_0 r^2} e_r$                                       C)  $B_4 = \mu_0 \frac{NI}{2\pi r} e_\theta$   
 B)  $B_4 = \mu_0 \frac{NIR}{2\pi r^2} e_\theta$                                       D)  $B_4 = 0$

36. On enveloppe le solénoïde précédent de rayon  $R$  par un solénoïde infini de rayon  $2R$  et de même axe de révolution  $Oz$ . Le solénoïde extérieur comporte  $n$  spires par unité de longueur, enroulées perpendiculairement à l'axe  $Oz$  (cf. figure ci-dessous). L'intensité du courant parcourant les différentes spires est notée  $I$ .



On s'intéresse au champ magnétique dans la région de l'espace telle que  $R < r < 2R$ . Calculer la valeur minimale  $B_m$  du champ dans la zone d'étude.

- A)  $B_m = \mu_0 I \left( n + \frac{N}{2\pi R} \right)$                                       C)  $B_m = \mu_0 I \left[ (n \ln 2)^2 + \left( \frac{N}{2\pi R} \right)^2 \right]^{1/2}$   
 B)  $B_m = \mu_0 I \left[ n^2 + \left( \frac{N}{4\pi R} \right)^2 \right]^{1/2}$                                       D)  $B_m = \mu_0 I \left( 2n + \frac{N}{R} \right)$