

ECOLE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE

ANNEE 2004

CONCOURS DE RECRUTEMENT D'ELEVES
PILOTE DE LIGNE

EPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 2 Heures
Coefficient : 1

Le sujet comprend :

- 1 page de garde,
- 2 pages (recto-verso) d'instructions pour remplir le QCM,
- 1 page avertissement,
- 5 pages numérotées de 1 à 5.

CALCULATRICE AUTORISEE

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.

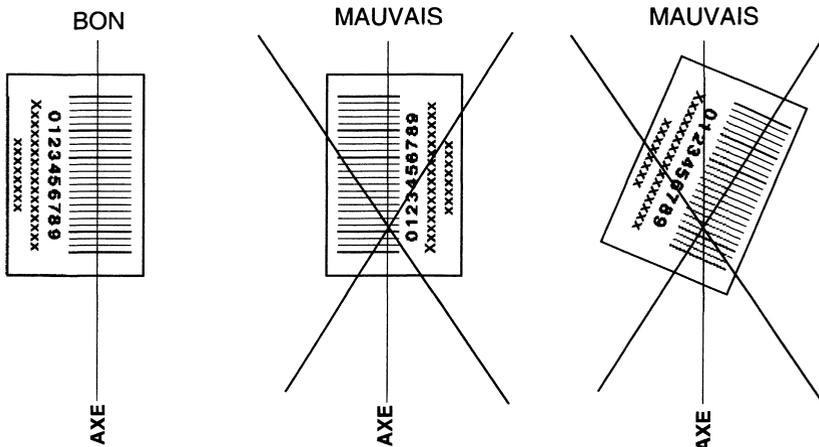
ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM

- 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 :



- Pour remplir ce QCM, vous devez utiliser un STYLO BILLE ou une POINTE FEUTRE de couleur NOIRE.
- Utilisez le sujet comme brouillon et ne retranscrivez vos réponses qu'après vous être relu soigneusement.
- 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.
- Cette épreuve comporte 30 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 25 questions parmi les 30 proposées.

Il est inutile de répondre à plus de 25 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 25 questions, quelle que soit la valeur de ces réponses.

Chaque question comporte au plus deux réponses exactes.

- 6) A chaque question numérotée entre 1 et 30, correspond sur la feuille-réponses une ligne de cases qui porte le même numéro (les lignes de 31 à 100 sont neutralisées). Chaque ligne comporte 5 cases A, B, C, D, E.

Pour chaque ligne numérotée de 1 à 30, 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 fausse, 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 σ , la forme locale de la loi d'OHM est :

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

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

AVERTISSEMENT

Dans certaines questions, les candidats doivent choisir entre plusieurs valeurs numériques. Nous attirons leur attention sur les points suivants :

1 – Les résultats sont arrondis en respectant les règles habituelles (il est prudent d'éviter les arrondis – ou des arrondis peu précis – sur les résultats intermédiaires).

2 – Les valeurs fausses qui sont proposées sont suffisamment différentes de la valeur exacte pour que d'éventuelles différences d'arrondi n'entraînent aucune ambiguïté sur la réponse.

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]

1. — Un miroir sphérique de centre C et de sommet S est plongé dans un milieu homogène et isotrope d'indice n . Dans la suite, toutes les distances algébriques sont comptées positivement dans le sens de propagation de la lumière incidente. Exprimer la vergence V du miroir :

A) $V = -\frac{2}{nSC}$ B) $V = -\frac{2n}{SC}$ C) $V = \frac{n}{SC}$ D) $V = -\frac{SC}{2n}$

2. — Donner les positions des foyers objet F et image F' du miroir.

A) F est situé au milieu du segment SC et F' est symétrique de F par rapport au sommet S

B) F' est situé au milieu du segment SC et F est symétrique de F' par rapport au centre C

C) F et F' sont confondus et situés au milieu du segment SC

D) F et F' sont rejetés à l'infini

3. — Quelle doit être la vergence V d'un miroir sphérique placé dans l'air (indice $n = 1$) pour qu'il donne d'un objet réel placé à 10 m du sommet, une image droite (de même sens que l'objet) et réduite dans le rapport 5 ?

A) $V = -0,4 \delta$ B) $V = -12,2 \delta$ C) $V = 3,7 \delta$ D) $V = 12 \delta$

4. — Quelle est la nature d'un tel miroir ?

A) Convergent et convexe

B) Divergent et concave

C) Divergent et convexe

D) Convergent et concave

5. — Un objet est placé dans un plan orthogonal à l'axe optique du miroir passant par le centre C . Où se trouve l'image ?

A) L'image se trouve dans le même plan passant par C

B) L'image se trouve dans le plan focal image du miroir

C) L'image est rejetée à l'infini

D) L'image se trouve dans le plan passant par le sommet S du miroir

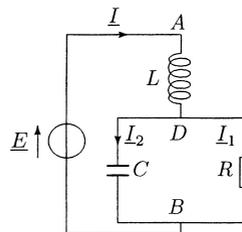
6. — Exprimer dans ce dernier cas le grandissement G du miroir.

A) $G = 1$ B) $G = -\frac{1}{2}$ C) $G = 2$ D) $G = -1$

Le dipôle AB représenté sur le schéma de la figure ci-contre est alimenté par une source de tension parfaite de force électromotrice instantanée $e(t) = E_0 \sin \omega t$.

7. — Exprimer L en fonction de R , C et ω pour que le dipôle AB soit équivalent à une résistance pure R_{eq} .

A) $L = \frac{RC\omega}{1 + R^2C^2\omega^2}$ B) $L = \frac{R^2C}{1 + RC\omega}$
 C) $L = \frac{R^2C}{1 + R^2C^2\omega^2}$ D) $L = \frac{RC\omega}{1 - RC\omega}$



8. — Calculer L sachant que $R = 100 \Omega$, $C = 100/3 \mu\text{F}$ et $\omega = 400 \text{ rad.s}^{-1}$.

A) $L = 120 \text{ mH}$ B) $L = 200 \text{ mH}$ C) $L = 50 \text{ mH}$ D) $L = 37 \text{ mH}$

9. — La valeur efficace de la force électromotrice du générateur vaut $E_0 = 180 \text{ V}$. Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant I dans la bobine.

- A) $I = 1,2 \text{ A}$ B) $I = 3,7 \text{ A}$ C) $I = 4,2 \text{ A}$ D) $I = 5 \text{ A}$

10. — Calculer les valeurs efficaces des différences de potentiel u_{AD} et u_{DB} .

- A) $u_{AD} = 100 \text{ V}$ et $u_{DB} = 250 \text{ V}$ B) $u_{AD} = 45 \text{ V}$ et $u_{DB} = 135 \text{ V}$
 C) $u_{AD} = 240 \text{ V}$ et $u_{DB} = 300 \text{ V}$ D) $u_{AD} = 180 \text{ V}$ et $u_{DB} = 45 \text{ V}$

11. — Calculer les valeurs efficaces des intensités des courants I_1 et I_2 circulant respectivement dans la résistance et dans le condensateur.

- A) $I_1 = 1 \text{ A}$ et $I_2 = 4 \text{ A}$ B) $I_1 = 3 \text{ A}$ et $I_2 = 4 \text{ A}$
 C) $I_1 = 2 \text{ A}$ et $I_2 = 7 \text{ A}$ D) $I_1 = 7 \text{ A}$ et $I_2 = 2 \text{ A}$

12. — Calculer la puissance moyenne P sur une période consommée par le dipôle AB .

- A) $P = 1200 \text{ W}$ B) $P = 120 \text{ W}$ C) $P = 75 \text{ W}$ D) $P = 900 \text{ W}$

13. — Une cloche cylindrique de masse m , dont l'épaisseur des parois est négligeable, est renversée puis plongée verticalement dans une cuve remplie d'eau. On désigne respectivement par S et H_0 la section et la hauteur du cylindre, par ρ la masse volumique de l'eau et par p_0 la pression atmosphérique extérieure.

La cloche s'enfonce dans le liquide en emprisonnant un volume d'air initial égal à son volume intérieur (cf. figure ci-contre). La répartition de la masse de la cloche est telle que dans son état d'équilibre final, elle flotte en restant verticale.

On négligera la masse volumique de l'air devant celle de l'eau et l'on supposera que la pression de l'air (que l'on assimilera à un gaz parfait) à l'intérieur du récipient est uniforme.

Exprimer la hauteur h de la partie immergée du récipient.

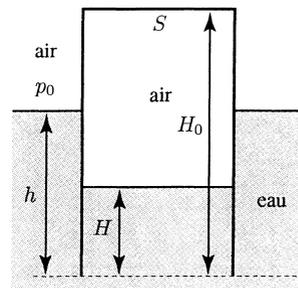


Figure 1

- A) $h = \frac{mg}{mg + p_0 S} H_0$ B) $h = \frac{m}{\rho S} + \frac{mg}{mg + p_0 S} H_0$
 C) $h = H_0 - \frac{m}{\rho S}$ D) $h = \frac{mg + p_0 S}{mg} H_0 - \frac{m}{\rho S}$

14. — Exprimer le volume V_1 de l'air emprisonné dans la cloche.

- A) $V_1 = \frac{p_0 S^2}{mg + p_0 S} H_0$ B) $V_1 = \frac{mg + p_0 S}{p_0 S^2} H_0$ C) $V_1 = \frac{p_0 S^2}{mg} H_0$ D) $V_1 = \frac{mg}{p_0 S^2} H_0$

15. — Calculer la pression p_1 de l'air dans la cloche.

- A) $p_1 = p_0 + \rho g h$ B) $p_1 = p_0 + \rho g H_0$
 C) $p_1 = \rho g (H_0 - h)$ D) $p_1 = p_0 + \frac{mg}{S}$

16. — Une vanne située dans la partie supérieure de la cloche permet d'évacuer une quantité d'air suffisante pour que la cloche s'enfonce jusqu'à ce que la base du cylindre affleure juste la surface de l'eau dans la cuve. Calculer la pression p_2 de l'air dans la cloche.

A) $p_2 = p_0 + \rho g H_0$

B) $p_2 = p_0 + \frac{mg}{S}$

C) $p_2 = p_0 + 2\rho g H_0$

D) $p_2 = \frac{mg}{S}$

17. — Calculer le volume V_2 de l'air dans la cloche.

A) $V_2 = \frac{m}{\rho}$

B) $V_2 = \frac{2m}{\rho}$

C) $V_2 = \frac{p_0 S^2}{mg} H_0$

D) $V_2 = \frac{mg + p_0 S}{p_0 S^2} H_0$

18. — La cloche vide est maintenant déposée à l'endroit sur l'eau et elle est remplie d'un liquide de masse volumique $\rho_0 > \rho$. Quel est le volume maximal V_M de liquide que l'on peut mettre dans la cloche avant qu'elle coule ?

A) $V_M = \frac{\rho_0 S H_0 - m}{\rho}$

B) $V_M = \frac{\rho_0}{\rho} S H_0$

C) $V_M = \frac{\rho S H_0 - m}{\rho_0}$

D) $V_M = \frac{\rho}{\rho_0} S H_0$

19. — Un récipient à parois adiabatiques est séparé en deux compartiments par une paroi adiabatique. Dans l'état d'équilibre initial, chaque compartiment contient un gaz parfait diatomique dont on notera respectivement c_p et c_v les capacités thermiques molaires à pression et à volume constants et R la constante des gaz parfaits. On désigne respectivement par n_1 , p_1 , T_1 et n_2 , p_2 , T_2 le nombre de moles, la pression et la température des gaz contenus dans les compartiments (1) et (2) (cf. figure ci-contre).

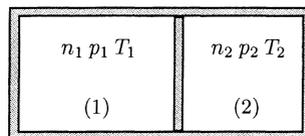


Figure 2

La paroi séparant les deux compartiments est supprimée. Calculer la température finale T_f du mélange des deux gaz à l'équilibre. On supposera que le mélange des deux gaz se comporte également comme un gaz parfait.

A) $T_f = \frac{T_1 + T_2}{n_1 + n_2}$

B) $T_f = \frac{n_1 T_1 + n_2 T_2}{2}$

C) $T_f = \frac{n_1 T_1 + n_2 T_2}{n_1 + n_2}$

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

20. — Exprimer la pression finale p_f du mélange.

A) $p_f = p_1 p_2 \frac{n_1 T_1 + n_2 T_2}{n_1 T_1 p_1 + n_2 T_2 p_2}$

B) $p_f = p_1 p_2 \frac{n_1 T_1 + n_2 T_2}{T_1 p_2 + T_2 p_1}$

C) $p_f = p_1 p_2 \frac{n_1 T_1 + n_2 T_2}{T_1 p_1 + T_2 p_2}$

D) $p_f = p_1 p_2 \frac{n_1 T_1 + n_2 T_2}{n_1 T_1 p_2 + n_2 T_2 p_1}$

21. — Exprimer les pressions finales p_{f1} et p_{f2} de chacun des gaz dans le mélange en fonction de p_f , n_1 et n_2 .

A) $p_{f1} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} p_f$ et $p_{f2} = \frac{n_1}{n_1 + n_2} p_f$

B) $p_{f1} = \frac{n_1}{n_1 + n_2} p_f$ et $p_{f2} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} p_f$

C) $p_{f1} = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} p_f$ et $p_{f2} = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} p_f$

D) $p_{f1} = p_f$ et $p_{f2} = p_f$

22. — Calculer la variation d'entropie $\Delta S_{(1)}$ du système constitué par l'ensemble des deux gaz parfaits en fonction de p_1 , p_2 , T_1 , T_2 et T_f lorsque $n_1 = n_2 = 1$.

A) $\Delta S_{(1)} = c_p \ln \frac{T_f^2}{T_1 T_2} + R \ln \frac{p_1 p_2}{p_f^2} + 2R \ln 2$

B) $\Delta S_{(1)} = c_p \ln \frac{T_1 T_2}{T_f^2} + R \ln \frac{p_f^2}{p_1 p_2} + 2R \ln 2$

C) $\Delta S_{(1)} = c_p \ln \frac{T_1 T_2}{T_f^2} + R \ln \frac{p_1 p_2}{p_f^2} - 2R \ln 2$

D) $\Delta S_{(1)} = c_p \ln \frac{T_f^2}{T_1 T_2} + R \ln \frac{p_1 p_2}{p_f^2}$

23. — Calculer la variation d'entropie $\Delta S_{(2)}$ du système constitué par l'ensemble des deux gaz parfaits lorsque $T_1 = T_2 = T_0, p_1 = p_2 = p_0$ et $n_1 = n_2 = 1$.

- A) $\Delta S_{(2)} = 0$
- B) $\Delta S_{(2)} = -2R \ln 2$
- C) $\Delta S_{(2)} = 2R \ln 4$
- D) $\Delta S_{(2)} = 2R \ln 2$

24. — Calculer la variation d'entropie $\Delta S_{(3)}$ du système constitué par l'ensemble des deux gaz parfaits lorsque $T_1 = T_2 = T_0$ et $p_1 = p_2 = p_0$ et lorsque les molécules qui remplissent chaque compartiment sont identiques.

- A) $\Delta S_{(3)} = 2R \ln 2$
- B) $\Delta S_{(3)} = 0$
- C) $\Delta S_{(3)} = -2R \ln 2$
- D) $\Delta S_{(3)} = 2R \ln 4$

25. — Un mobile P assimilé à un point matériel de masse m , se déplace sur un rail situé dans un plan vertical. Le rail comporte une partie IA constituée d'un demi cercle de centre C et de diamètre $IA = 2\ell$. On néglige tout frottement et la liaison entre le mobile et le rail est unilatérale c'est-à-dire que la réaction \vec{R} exercée par le rail sur le mobile ne peut changer de sens. La position du point P lorsque sa trajectoire est à l'intérieur du demi cercle est repérée par l'angle $\theta = \widehat{CI, CP}$ (cf. figure ci-contre). On désigne par g la norme de l'accélération de la pesanteur.

A l'instant $t = 0$, le mobile est libéré en H sans vitesse initiale à la hauteur h au-dessus de I , point le plus bas du demi cercle. Exprimer en fonction de ℓ, h, g et θ , la norme v_P de la vitesse du point P lorsqu'il est à l'intérieur du demi cercle.

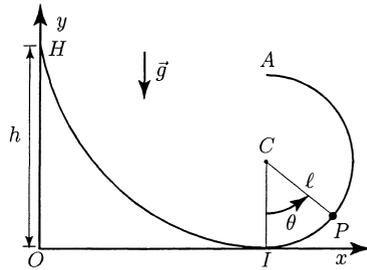


Figure 3

A) $v_P = \sqrt{2g(h - \ell(1 - \cos \theta))}$

B) $v_P = \sqrt{2gh \cos \theta}$

C) $v_P = \sqrt{2g(h + \ell(1 - \sin \theta))}$

D) $v_P = \sqrt{2g(h - \ell \cos \theta)}$

26. — Donner l'expression de la norme de la réaction R exercée par le rail sur le point P .

A) $R = \frac{2mg}{\ell}(h - \ell + \ell \cos \theta)$

B) $R = \frac{mg}{\ell}(h + \ell - \ell \cos \theta)$

C) $R = \frac{2mg}{\ell}(h - \ell + \ell \sin \theta)$

D) $R = \frac{mg}{\ell}(2h - 2\ell + 3\ell \cos \theta)$

27. — De quelle hauteur minimale h_m doit-on lâcher le mobile sans vitesse initiale en H pour qu'il arrive jusqu'en A , point le plus haut du demi cercle ?

A) $h_m = 5\ell/2$

B) $h_m = 2\ell$

C) $h_m = \ell$

D) $h_m = 3\ell/2$

28. — Donner dans ces conditions ($h = h_m$), l'expression de la réaction R_I en I , point le plus bas de la trajectoire.

A) $R_I = 3mg$

B) $R_I = 2mg$

C) $R_I = 6mg$

D) $R_I = 5mg/2$

29. — Exprimer la norme v_A de la vitesse du mobile lorsqu'il arrive au point A après avoir été lâché sans vitesse initiale depuis une hauteur $h = h_m$.

A) $v_A = \sqrt{2g\ell}$

B) $v_A = \sqrt{g\ell}$

C) $v_A = \sqrt{2gh}$

D) $v_A = 0$

30. — On désigne par x_C l'abscisse du centre du demi cercle. Calculer pour $h = h_m$, l'abscisse x_0 du point P lorsque la trajectoire du mobile coupe l'axe Ox tangent au demi cercle en I après être passée par le point A .

A) $x_0 = x_C$

B) $x_0 = -\ell$

C) $x_0 = x_C - 2\ell$

D) $x_0 = 0$