ECOLE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE

ANNEE 2002

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,
- 4 pages numérotées de 1 à 4.

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.

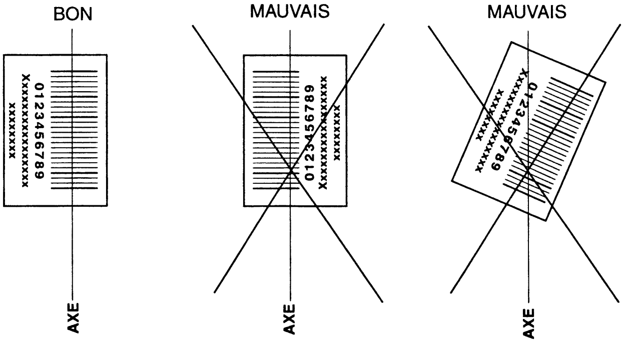
ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM

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 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) $\lim\limits_{P \to o} (PV) = RT$, 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 :

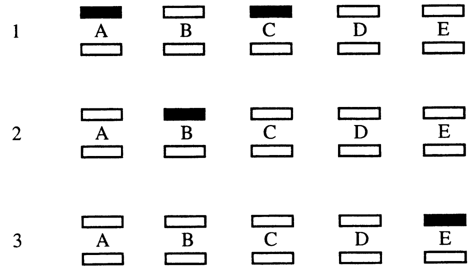
Pour un conducteur ohmique de conductivité électrique σ, la forme locale de la loi d'OHM est :

A) $\vec{j} = \dfrac{\vec{E}}{\sigma}$ 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 $1 + \dfrac{T_2}{T_1}$.
D) Le phénomène de diffusion moléculaire est un phénomène réversible.

Vous marquerez sur la feuille réponse :



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]

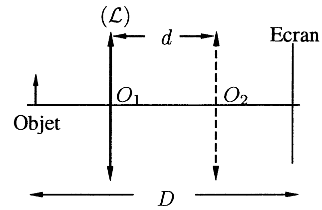
[16, 17, 18, 19, 20]

[21, 22, 23, 24, 25]

[26, 27, 28, 29, 30]

1. — A l'aide d'une lentille mince convergente $\mathcal{L}$ de distance focale image $f = 20$ cm, on forme l'image d'un objet sur un écran situé à une distance $D = 1$ m de l'objet. En déplaçant la lentille, on trouve deux positions O_1 et O_2 qui donnent une image nette sur l'écran (cf. figure ci-contre).
Calculer la distance $d = O_1O_2$ qui sépare ces deux positions :

A) $d = 447$ mm B) $d = 192$ mm
C) $d = 58$ mm D) $d = 352$ mm



2. — Calculer le grandissement transversal G_t de l'image correspondant *à chacune de ces deux positions* de la lentille.

A) $G_t = -2,62$ B) $G_t = -0,79$
C) $G_t = -0,38$ D) $G_t = -1,27$

3. — La lentille précédente est remplacée par une lentille convergente $\mathcal{L}'$ de distance focale image f' inconnue. Les deux positions de la lentille qui donnent une image nette sur l'écran sont séparées par une distance $d' = 600$ mm. Calculer f'.

A) $f' = 100$ mm B) $f' = 260$ mm
C) $f' = 90$ mm D) $f' = 160$ mm

4. — On remplace $\mathcal{L}'$ par une nouvelle lentille convergente $\mathcal{L}''$ placée entre l'objet et l'écran. On règle la position de l'écran de façon à ce qu'il n'existe plus qu'une seule position pour laquelle $\mathcal{L}''$ donne une image nette de l'objet ($d = 0$). On mesure alors une distance $D'' = 1200$ mm entre l'objet et son image. En déduire la distance focale image f'' de cette lentille.

A) $f'' = 150$ mm B) $f'' = 300$ mm C) $f'' = 120$ mm D) $f'' = 200$ mm

5. — Calculer, dans ces conditions, le grandissement transversal G_{t1} de l'image.

A) $G_{t1} = -3$ B) $G_{t1} = -0,5$ C) $G_{t1} = -1$ D) $G_{t1} = -2,3$

---

6. — La force de résistance F exercée par l'eau sur certains modèles de navires et pour des vitesses v comprises entre 10 km.h^{-1} et 20 km.h^{-1} est une fonction du type : $F = kv^3$ où k est une constante que l'on calculera, sachant que lorsque le moteur fournit une puissance propulsive $P = 4$ MW, la vitesse limite atteinte par le navire est de 18 km.h^{-1}.

A) $k = 7200$ kg.s.m^{-2} B) $k = 12800$ kg.s.m^{-2} C) $k = 3200$ kg.s.m^{-2} D) $k = 6400$ kg.s.m^{-2}

7. — Le moteur est coupé alors que le navire de masse 12000 t se déplace à une vitesse $v_1 = 16$ km.h^{-1}. Calculer la durée t_0 nécessaire pour que la vitesse du navire tombe à la valeur $v_2 = 13$ km.h^{-1}.

A) $t_0 = 32,1$ s B) $t_0 = 24,4$ s C) $t_0 = 12,3$ s D) $t_0 = 19,7$ s

8. — Montrer que la distance d parcourue par le navire peut s'écrire :

$$d = A\left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1}\right)$$

Exprimer A.

A) $A = \dfrac{m}{k}$ B) $A = \dfrac{2m}{k}$ C) $A = \dfrac{m}{2k}$ D) $A = \dfrac{m^2}{k^2}$

9. — Calculer la valeur numérique de d.

A) $d = 118,2$ m B) $d = 53,7$ m C) $d = 97,1$ m D) $d = 68,5$ m

---

10. — Un récipient à parois adiabatiques, muni d'un piston mobile sans frottement, de masse négligeable et également adiabatique, contient un gaz parfait occupant un volume initial $V_i = 10\,\ell$, à une température $T_i = 373$ K. La pression totale qui s'exerce sur le piston est $p_i = 10^6$ Pa. Calculer le nombre n de moles de gaz parfait contenu dans le compartiment. On donne la constante des gaz parfaits : $R = 8.3143$ J.K^{-1}.

A) $n = 2,56$ B) $n = 3,22$ C) $n = 3,89$ D) $n = 1,35$

11. — La contrainte qui maintient le piston en équilibre est supprimée de sorte que la pression qui s'exerce sur lui tombe brutalement à la valeur $p_f = 10^5$ Pa correspondant à la pression atmosphérique du lieu. Le gaz évolue vers un nouvel état d'équilibre caractérisé par les valeurs respectives T_f et V_f de la température et du volume. Calculer T_f, sachant que la capacité thermique molaire à volume constant $C_v = 5R/2$.

A) $T_f = 192$ K B) $T_f = 277$ K

C) $T_f = 251$ K D) $T_f = 227$ K

12. — Calculer V_f.

A) $V_f = 47,1\,\ell$ B) $V_f = 34,8\,\ell$

C) $V_f = 102,5\,\ell$ D) $V_f = 74,3\,\ell$

13. — Calculer le travail W échangé avec le milieu extérieur.

A) $W = -6429$ J B) $W = -7235$ J

C) $W = -3425$ J D) $W = -12720$ J

14. — Calculer la variation d'entropie ΔS du gaz.

A) $\Delta S = 53$ J.K^{-1} B) $\Delta S = 28$ J.K^{-1}

C) $\Delta S = 33,8$ J.K^{-1} D) $\Delta S = 0$

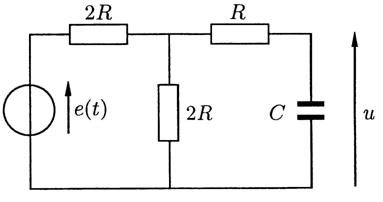
15. — Calculer l'entropie produite S_p.

A) $S_p = 0$ B) $S_p = -53$ J.K^{-1} C) $S_p = 33,8$ J.K^{-1} D) $S_p = 28$ J.K^{-1}

---

16. — On considère le circuit représenté sur le schéma de la figure ci-contre. La source de tension délivre une force électromotrice sinusoïdale $e(t) = E_0 \sin(\omega t + \varphi)$ d'amplitude E_0, de pulsation ω et de phase à l'origine des temps φ. Montrer que la tension u aux bornes du condensateur C obéit à l'équation différentielle :

$$e_0(t) = \tau \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} + u$$



Exprimer $e_0(t)$.

A) $e_0(t) = E_0 \sin(\omega t + \varphi)$ B) $e_0(t) = 2E_0 \sin(\omega t + \varphi)$

C) $e_0(t) = \dfrac{E_0}{4} \sin(\omega t + \varphi)$ D) $e_0(t) = \dfrac{E_0}{2} \sin(\omega t + \varphi)$

17. — Exprimer τ.

A) $\tau = 2RC$

B) $\tau = RC$

C) $\tau = 4RC$

D) $\tau = \dfrac{RC}{2}$

18. — Montrer que la solution de cette équation différentielle correspondant au *régime sinusoïdal forcé* peut s'écrire : $u_0(t) = U_0 \sin(\omega t + \psi)$.

Calculer U_0.

A) $U_0 = \dfrac{E_0}{\sqrt{(1+\omega^2\tau^2)}}$

B) $U_0 = \dfrac{E_0}{2\sqrt{(1+\omega^2\tau^2)}}$

C) $U_0 = \dfrac{E_0}{\sqrt{2(1+\omega^2\tau^2)}}$

D) $U_0 = U_0 = \dfrac{E_0}{2\sqrt{2(1+\omega^2\tau^2)}}$

19. — Exprimer ψ.

A) $\psi = \arccos \omega\tau$

B) $\psi = \varphi + \arcsin \omega\tau$

C) $\psi = \varphi - \arctan \omega\tau$

D) $\psi = \arcsin \omega\tau$

20. — Ecrire la solution générale de l'équation différentielle et en déduire quelle doit-être la valeur de φ pour que le régime forcé s'établisse instantanément, c'est-à-dire pour qu'il n'y ait pas de régime transitoire. A l'instant $t = 0$ où l'on connecte le générateur, le condensateur est totalement déchargé.

A) $\varphi = \arctan \omega\tau$

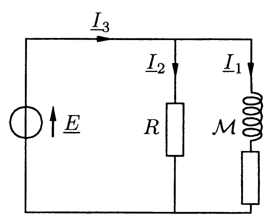
B) $\varphi = \arccos \omega\tau$

C) $\varphi = \arcsin \omega\tau$

D) $\varphi = 0$

---

21. — Un générateur de tension idéal délivrant une force électromotrice sinusoïdale de 380 V efficaces et de fréquence 50 Hz alimente un circuit constitué par une lampe à incandescence de résistance $R = 38\ \Omega$ connectée en parallèle à un moteur $\mathcal{M}$ que l'on peut schématiser par une bobine et un résistor associés en série (cf. figure ci-contre).
On désigne respectivement par φ_1, φ_2, φ_3 les déphasages des courants $\underline{I}_1$, $\underline{I}_2$, $\underline{I}_3$ par rapport à la tension $\underline{E}$ et par I_1, I_2 et I_3 les valeurs efficaces respectives de ces courants.
Exprimer I_3 en fonction de I_1 et I_2.



A) $I_3 = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + 2I_1I_2\cos\varphi_1)}$

B) $I_3 = I_1 + I_2$

C) $I_3 = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1I_2}\cos\varphi_1$

D) $I_3 = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 - 2I_1I_2\cos\varphi_3}$

22. — On mesure $I_1 = 6$ A et $I_3 = 15$ A. Calculer la puissance moyenne P_M, sur une période, absorbée par le moteur.

A) $P_M = 2302$ W

B) $P_M = 1691$ W

C) $P_M = 3953$ W

D) $P_M = 1943$ W

23. — Calculer la puissance moyenne P_g, sur une période, fournie par le générateur.

A) $P_g = 5491$ W

B) $P_g = 2307$ W

C) $P_g = 1553$ W

D) $P_g = 755$ W

24. — Calculer le facteur de puissance $\cos\varphi_3$ de l'installation.

A) $\cos\varphi_3 = 0,8781$

B) $\cos\varphi_3 = 0,9633$

C) $\cos\varphi_3 = 0,8990$

D) $\cos\varphi_3 = 0,9375$

25. — On désire modifier le facteur de puissance de l'installation. Pour cela, on branche un condensateur aux bornes du moteur. Calculer la valeur de sa capacité C pour que le nouveau facteur de puissance de l'installation $\cos\varphi_3'$ soit égal à l'unité.

A) $C = 43,5\ \mu$F B) $C = 25,1\ \mu$F C) $C = 12,4\ \mu$F D) $C = 33,7\ \mu$F

---

26. — Des charges électriques positives sont distribuées uniformément dans le volume compris entre deux plans infinis orthogonaux à un axe Ox de l'espace et de cotes respectives $x = +a$ et $x = -a$. On désire calculer le champ $\vec{E}(x)$ et le potentiel $V(x)$ en tout point M de l'axe Ox.

Pour des raisons de symétrie, on peut écrire :

A) $\vec{E}(x) = E(x)\vec{e}_x$ et $E(-x) = -E(x)$

B) $\vec{E}(x) = E(x)\vec{e}_x$ et $E(-x) = E(x)$

C) $V(x) = V(-x)$

D) $V(x) = -V(-x)$

27. — Calculer le champ électrique $\vec{E}_1(x)$ pour $-a < x < a$.

A) $\vec{E}_1(x) = -\dfrac{\rho x}{\varepsilon_0}\vec{e}_x$ B) $\vec{E}_1(x) = \dfrac{\rho x}{\varepsilon_0}\vec{e}_x$

C) $\vec{E}_1(x) = \dfrac{\rho |x|}{\varepsilon_0}\vec{e}_x$ D) $\vec{E}_1(x) = -\dfrac{\rho x}{2\varepsilon_0}\vec{e}_x$

28. — Calculer le champ électrique $\vec{E}_2(x)$ pour $|x| > a$

A) $\vec{E}_2(x) = -\dfrac{\rho a}{\varepsilon_0}$ pour $x > a$ B) $\vec{E}_2(x) = -\dfrac{\rho a}{\varepsilon_0}$ pour $x < -a$

C) $\vec{E}_2(x) = \dfrac{\rho a}{\varepsilon_0}$ pour $x > a$ D) $\vec{E}_2(x) = \dfrac{\rho a}{\varepsilon_0}$ pour $x < -a$

29. — Calculer le potentiel $V_1(x)$ pour $-a < x < a$ sachant que $V_1(0) = V_0$.

A) $V_1(x) = \dfrac{\rho x^2}{2\varepsilon_0} + V_0$ B) $V_1(x) = -2\dfrac{\rho x^2}{\varepsilon_0} + V_0$

C) $V_1(x) = -\dfrac{\rho x^2}{\varepsilon_0} + V_0$ D) $V_1(x) = -\dfrac{\rho x^2}{2\varepsilon_0} + V_0$

30. — Calculer le potentiel $V_2(x)$ pour $|x| > a$.

A) $V_2(x) = \dfrac{\rho a}{\varepsilon_0}\left(-x + \dfrac{a}{2}\right) - V_0$ B) $V_2(x) = \dfrac{\rho a}{\varepsilon_0}(x + a) + V_0$

C) $V_2(x) = \dfrac{\rho a}{2\varepsilon_0}(-|x| - a) + V_0$ D) $V_2(x) = \dfrac{\rho a}{\varepsilon_0}\left(-|x| + \dfrac{a}{2}\right) + V_0$