

# **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 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.

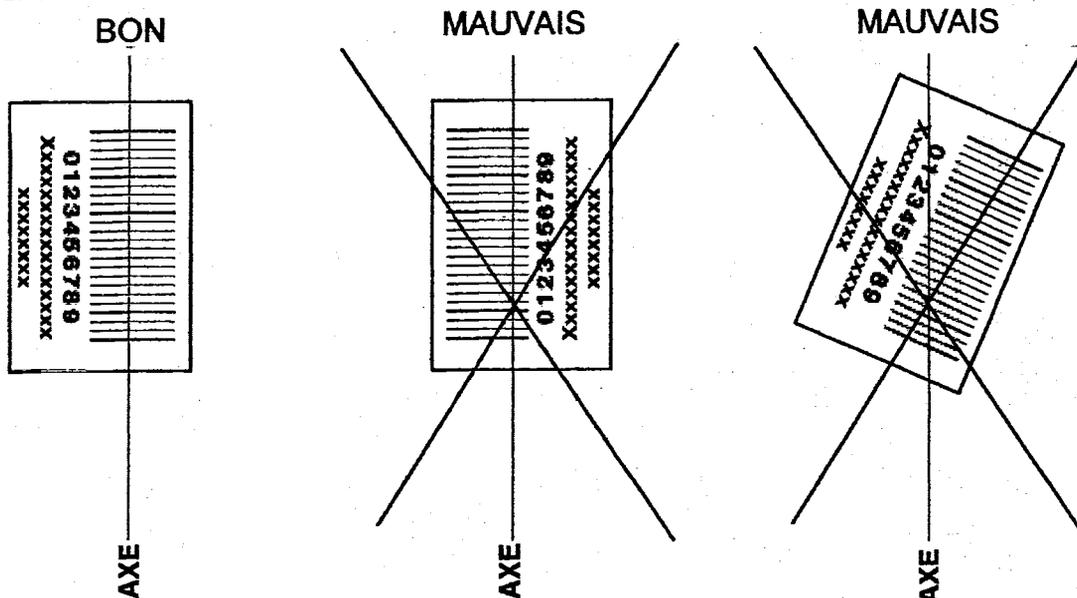
## ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM

- 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)  $j = E/\sigma$
- B)  $j = \sigma E$
- C)  $E = \sigma^2 j$
- D)  $j = \sigma^2 E$

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

## AVERTISSEMENTS

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.

---

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. On s'intéresse à la mise à poste sur une orbite circulaire équatoriale d'altitude  $h = 200$  km d'un satellite de masse  $m = 4200$  kg. Initialement, le satellite est sur sa base de lancement à Kourou, au niveau de la mer, au voisinage de l'équateur (latitude supposée de  $0^\circ$ ).

On étudie le mouvement du satellite dans le référentiel géocentrique  $\mathcal{R}_g$  supposé galiléen, la Terre effectuant une rotation sur elle-même en  $T_0 = 24$  h dans ce référentiel. Le rayon terrestre est  $R_T = 6400$  km, la masse de la Terre  $M_T = 6,0 \times 10^{24}$  kg et la constante de gravitation universelle  $G = 6,67 \times 10^{-11}$  N . m<sup>2</sup> . kg<sup>-2</sup>. Déterminer la vitesse  $v$  du satellite sur l'orbite circulaire d'altitude  $h$ .

A)  $v = 44,7$  km . s<sup>-1</sup>  
 B)  $v = 0,25$  km . s<sup>-1</sup>

C)  $v = 7,8$  km . s<sup>-1</sup>  
 D)  $v = 11,0$  km . s<sup>-1</sup>

2. Calculer la période du satellite  $T$  sur son orbite circulaire.

A)  $T = 24$  h  
 B)  $T = 1$  h29 min

C)  $T = 1$  h03 min  
 D)  $T = 5$  h45 min

3. Déterminer la variation d'énergie potentielle  $\Delta E_p$  du satellite entre sa position au sol et son orbite circulaire d'altitude  $h$ .

A)  $\Delta E_p = -\frac{GM_T m}{R_T + h}$

C)  $\Delta E_p = mgh$

B)  $\Delta E_p = GM_T m \left( \frac{1}{R_T} - \frac{1}{R_T + h} \right)$

D)  $\Delta E_p = -\frac{GM_T m}{R_T + h} - mgh$

4. Déterminer la variation d'énergie cinétique  $\Delta E_c$  du satellite entre sa position au sol et son orbite circulaire d'altitude  $h$ .

A)  $\Delta E_c = \frac{GM_T m}{2(R_T + h)} - \frac{2\pi^2 m R_T^2}{T_0^2}$

C)  $\Delta E_c = \frac{GM_T m}{2} \left( \frac{1}{R_T + h} - \frac{1}{R_T} \right)$

B)  $\Delta E_c = \frac{GM_T m}{4(R_T + h)}$

D)  $\Delta E_c = -\frac{GM_T m}{2R_T}$

5. En déduire la variation d'énergie mécanique du satellite entre sa position au sol et son orbite circulaire d'altitude  $h$ .

A)  $\Delta E_m = 135$  GJ

C)  $\Delta E_m = -34$  GJ

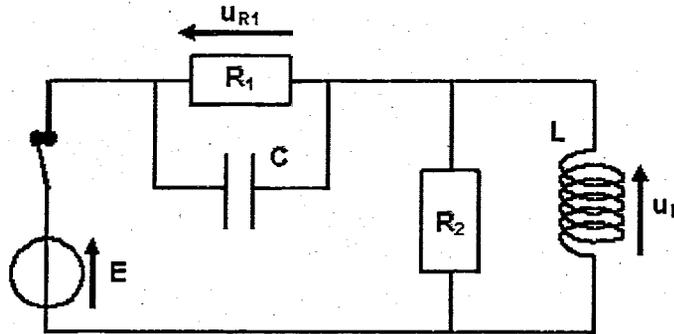
B)  $\Delta E_m = 119$  GJ

D)  $\Delta E_m = -3,0$  GJ

6. Si l'on tient compte des frottements de l'atmosphère très ténue à cette altitude, on peut affirmer que :

- A) L'altitude du satellite augmente  
 B) La vitesse du satellite dans  $\mathcal{R}_g$  diminue  
 C) L'altitude du satellite diminue  
 D) La vitesse du satellite dans  $\mathcal{R}_g$  augmente

7. Un système électronique (cf. figure ci-après) comporte deux résistors de résistances  $R_1 = 2\text{ k}\Omega$  et  $R_2 = 5\text{ k}\Omega$ , un condensateur de capacité  $C = 200\text{ nF}$ , une bobine supposée idéale d'inductance  $L = 10\text{ mH}$ , un générateur idéal de tension stationnaire  $E = 12\text{ V}$ , et un interrupteur initialement *fermé*.



En régime stationnaire établi (ou permanent), la tension aux bornes du résistor  $R_1$  est :

- A)  $u_{R1} = E \frac{R_1}{R_1 + R_2}$     B)  $u_{R1} = 0$     C)  $u_{R1} = E$     D)  $u_{R1} = E \frac{R_1 R_2 C}{L}$

8. En régime stationnaire établi, la puissance reçue par le résistor  $R_2$  est :

- A)  $\mathcal{P}_{R2} = R_2 \left( \frac{E}{R_1 + R_2} \right)^2$     C)  $\mathcal{P}_{R2} = \frac{E^2}{R_2}$   
 B)  $\mathcal{P}_{R2} = 0$     D)  $\mathcal{P}_{R2} = \frac{1}{2} C E^2$

9. On suppose le régime établi atteint, puis, à un instant pris comme origine des temps ( $t = 0$ ), on ouvre l'interrupteur. Quelle est l'équation différentielle vérifiée par  $u_L$  ?

- A)  $\frac{du_L}{dt} + \frac{R_2}{L} u_L = 0$     C)  $\frac{du_L}{dt} + \frac{R_2}{L} u_L = E$   
 B)  $LC \frac{d^2 u_L}{dt^2} + \left( \frac{L}{R_1} + \frac{L}{R_2} \right) \frac{du_L}{dt} + u_L = 0$     D)  $LC \frac{d^2 u_L}{dt^2} + \left( \frac{1}{R_1 C} + \frac{L}{R_2} \right) \frac{du_L}{dt} + u_L = E$

10. La condition initiale est, à l'instant  $t = 0^+$  :

- A)  $u_L(0^+) = \frac{LE}{R_1 R_2 C}$     B)  $u_L(0^+) = E$     C)  $u_L(0^+) = 0$     D)  $u_L(0^+) = -E \frac{R_2}{R_1}$

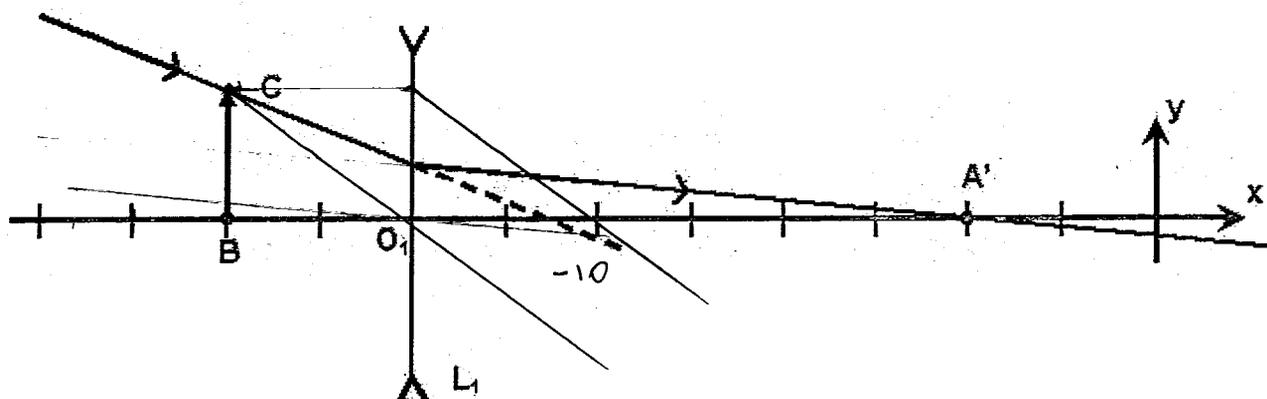
11. Exprimer l'énergie reçue  $\mathcal{E}_C$  par le condensateur au cours de ce régime transitoire ( $t > 0$ ) :

- A)  $\mathcal{E}_C = -\frac{1}{2} C E^2$     C)  $\mathcal{E}_C = \frac{1}{2} L \left( \frac{E}{R_2} \right)^2$   
 B)  $\mathcal{E}_C = \frac{R_1}{R_1 + R_2} C E^2$     D)  $\mathcal{E}_C = C E^2$

12. On remplace le générateur stationnaire par un générateur sinusoïdal, l'interrupteur étant en position fermée. Le circuit se comporte alors comme un filtre d'entrée  $e(t)$  et de sortie  $u_L(t)$ . Ce filtre se comporte comme un :

- A) passe-haut    B) passe-bas    C) passe-bande    D) coupe-bande.

13. La lentille mince  $L_1$  représentée ci-dessous de centre optique  $O_1$  et de distance focale image  $f'_1$  est utilisée pour faire l'image d'un objet réel  $BC$  de taille 15 cm. Sur la figure ci-après, on a représenté un rayon lumineux incident passant par le point  $C$ . Chaque graduation le long de l'axe optique correspond à une distance de 5 cm.



En s'appuyant sur la construction graphique du rayon émergent croisant l'axe optique en  $A'$ , déterminer  $f'_1$ .

- A)  $f'_1 = 7,5$  cm      B)  $f'_1 = -10$  cm      C)  $f'_1 = 30$  cm      D)  $f'_1 = -30$  cm
14. Déterminer la position d'un point objet  $A$  donnant une image en  $A'$ .
- A)  $\overline{O_1A} = 7,5$  cm      B)  $\overline{O_1A} = -10$  cm      C)  $\overline{O_1A} = -\infty$       D)  $\overline{O_1A} = 10$  cm
15. Déterminer la position  $B'$ , image de  $B$  par la lentille  $L_1$ .
- A)  $\overline{O_1B'} = \infty$       B)  $\overline{O_1B'} = -5$  cm      C)  $\overline{O_1B'} = 40$  cm      D)  $\overline{O_1B'} = -25$  cm
16. Quelle est la taille de  $B'C'$  image de  $BC$  par  $L_1$  ?
- A)  $|B'C'| = 15,0$  cm      B)  $|B'C'| = 3,75$  cm      C)  $|B'C'| = 1,0$  cm      D)  $|B'C'| = 7,5$  cm
17. Une deuxième lentille  $L_2$  convergente, de distance focale image  $f'_2 = 7,5$  cm et de centre optique  $O_2$  est placée après la lentille  $L_1$  à une distance  $\overline{O_1O_2}$  telle que l'image  $B''$  de  $B$  par l'ensemble  $L_1$  et  $L_2$  soit au point  $A'$ .  
Déterminer les deux distances  $\overline{O_1O_2}$  réalisant cette conjugaison optique :
- A)  $\overline{O_1O_2} = -5,9$  cm      B)  $\overline{O_1O_2} = 19,1$  cm      C)  $\overline{O_1O_2} = 5,9$  cm      D)  $\overline{O_1O_2} = 7,5$  cm
18. Quelles sont alors les tailles des images  $B''C''$  de  $BC$  par l'ensemble  $L_1$  et  $L_2$  pour les deux positions précédentes de  $L_2$  ?
- A)  $|B''C''| = 12,5$  cm      B)  $|B''C''| = 33,2$  cm      C)  $|B''C''| = 3,4$  cm      D)  $|B''C''| = 16,6$  cm

19. Un récipient cylindrique en verre de rayon  $R = 2,0 \text{ cm}$  contient un glaçon de volume  $V_0 = 15 \text{ cm}^3$  et de l'eau liquide. La hauteur initiale de l'eau dans le verre est  $h_0 = 10,0 \text{ cm}$  (cf. figure n° 1 ci-dessous). La masse volumique de l'eau liquide est  $\rho_{liq} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  et celle de la glace est  $\rho_{gl} = 920 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

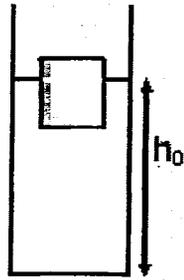


figure n°1

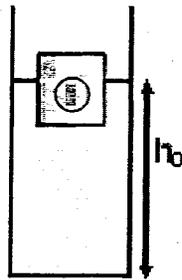


figure n°2

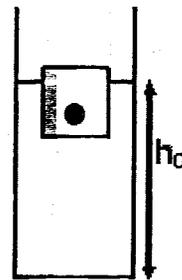


figure n°3

Déterminer le volume immergé du glaçon  $V_{im}$ .

- A)  $V_{im} = 1,2 \text{ cm}^3$       B)  $V_{im} = 13,8 \text{ cm}^3$       C)  $V_{im} = 10,6 \text{ cm}^3$       D)  $V_{im} = 16,3 \text{ cm}^3$
20. Le glaçon fond et la hauteur d'eau finale dans le verre est alors  $h_1$ . Déterminer la différence  $h_1 - h_0$ .
- A)  $h_1 - h_0 = -0,1 \text{ cm}$       B)  $h_1 - h_0 = 0,1 \text{ cm}$       C)  $h_1 - h_0 = 0$       D)  $h_1 - h_0 = 1,2 \text{ cm}$
21. L'eau liquide est remplacée par de l'eau salée. Indiquer la ou les affirmations exactes :
- A) Après la fonte du glaçon, la masse volumique de l'eau salée a augmenté.  
 B) Après la fonte du glaçon, le niveau de liquide a baissé.  
 C) Après la fonte du glaçon, le niveau de liquide reste inchangé.  
 D) Après la fonte du glaçon, le niveau de liquide a augmenté.
22. On remet de l'eau liquide non salée dans le récipient et le glaçon initial est remplacé par un glaçon contenant une petite bille de liège de masse volumique  $\rho_{liège} = 500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  et de volume  $V_{liège} = 5 \text{ cm}^3$  (cf. figure ci-dessus n° 2). Le volume total (glace + bille) reste égal à  $V_0 = 15 \text{ cm}^3$ . Déterminer le pourcentage du volume émergé par rapport au volume total (glace + bille).
- A)  $\%(\text{émergé}) = 78\%$       B)  $\%(\text{émergé}) = 22\%$       C)  $\%(\text{émergé}) = 29\%$       D)  $\%(\text{émergé}) = 50\%$
23. La hauteur d'eau dans le verre après fonte du glaçon est  $h_2$ . Déterminer la différence  $h_2 - h_0$ .
- A)  $h_2 - h_0 = -0,4 \text{ cm}$       B)  $h_2 - h_0 = 0,4 \text{ cm}$       C)  $h_2 - h_0 = 0$       D)  $h_2 - h_0 = 1,7 \text{ cm}$
24. Le glaçon initial est remplacé par un glaçon contenant une petite bille d'aluminium de masse volumique  $\rho_{Al} = 2700 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  et de volume  $V_{Al}$  (cf. figure ci-dessus n° 3). Le volume total (glace + bille) reste égal à  $V_0 = 15 \text{ cm}^3$ . Déterminer la valeur maximale  $V_{Al,Max}$  de la bille pour que le glaçon flotte.
- A)  $V_{Al,Max} = 0,7 \text{ cm}^3$       B)  $V_{Al,Max} = 1,4 \text{ cm}^3$       C)  $V_{Al,Max} = 5,0 \text{ cm}^3$       D)  $V_{Al,Max} = 2,7 \text{ cm}^3$

25. Dans une enceinte de volume constant  $V = 4,0 \text{ L}$  on introduit  $n = 0,1 \text{ mol}$  d'eau. Les parois sont calorifugées à l'exception d'un côté en contact avec un thermostat à la température  $T_1 = 373 \text{ K}$  (cf. figure n° 1 ci-après). On donne la pression de vapeur saturante de l'eau à la température  $T_1$  :  $P_{sat}(T_1) = 1,00 \text{ bar}$  et à la température  $T_2 = 353 \text{ K}$  :  $P_{sat}(T_2) = 0,50 \text{ bar}$ .

L'eau liquide possède une capacité thermique molaire constante:  $C_L = 75,2 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  et son volume est négligeable par rapport à celui de la phase gazeuse.

La vapeur d'eau sera assimilée à un gaz parfait caractérisé par le rapport des capacités thermiques à pression constante  $C_P$  et à volume constant  $C_V$  :  $\gamma = C_P/C_V = 1,40$ . La constante des gaz parfaits est  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

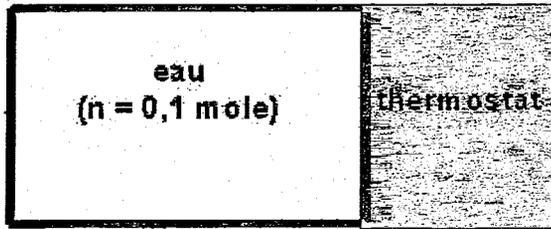


figure n°1

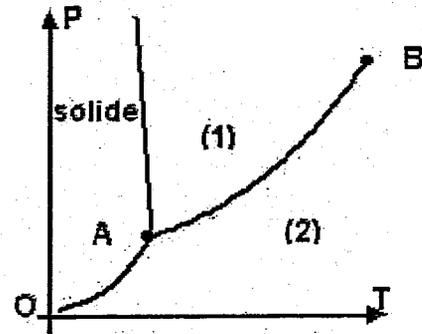


figure n°2

La figure n° 2 ci-dessus représente le diagramme de phase de l'eau simplifié et sans échelle. Indiquer la ou les affirmations exactes :

- A) la zone (1) correspond à l'état gazeux de l'eau.      C) le point A est le point critique.  
 B) la zone (1) correspond à l'état liquide de l'eau.      D) le point B est le point critique.
26. Dans l'état initial :
- A) l'état de l'eau ne peut pas être déterminé.      C) l'eau est à l'état liquide uniquement.  
 B) l'eau est à l'état vapeur uniquement.      D) l'eau est à l'équilibre liquide-vapeur.
27. La température du thermostat est abaissée jusqu'à la température  $T_2$ . On attend l'équilibre thermique. Le titre en vapeur d'eau  $x_V$  est :
- A)  $x_V = 100\%$       B)  $x_V = 68\%$       C)  $x_V = 0\%$       D)  $x_V = 95\%$
28. L'enthalpie molaire de vaporisation de l'eau à la température  $T_1$  vaut  $\Delta H_{vap} = 41,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Déterminer la variation d'enthalpie de l'eau entre l'état initial et l'état final.
- A)  $\Delta H = n(1 - x_V)\Delta H_{vap} + nx_V \frac{\gamma R}{\gamma - 1} (T_2 - T_1) + n(1 - x_V)C_L(T_2 - T_1)$   
 B)  $\Delta H = n(x_V - 1)\Delta H_{vap} + nx_V \frac{\gamma R}{\gamma - 1} (T_2 - T_1) + n(1 - x_V)C_L(T_2 - T_1)$   
 C)  $\Delta H = n(1 - x_V)\Delta H_{vap} + nx_V \frac{\gamma R}{\gamma - 1} (T_2 - T_1) + n(1 - x_V)C_L(T_1 - T_2)$   
 D)  $\Delta H = n(x_V - 1)\Delta H_{vap} + nx_V \frac{R}{\gamma - 1} (T_2 - T_1) + n(1 - x_V)C_L(T_2 - T_1)$
29. En déduire les transferts thermiques reçus par l'eau.
- A)  $Q = -1,3 \text{ kJ}$       B)  $Q = 0,8 \text{ kJ}$       C)  $Q = 1,4 \text{ kJ}$       D)  $Q = -2,6 \text{ kJ}$

30. Au cours de cette évolution :

- A) l'entropie de l'eau a diminué  
 B) l'entropie de l'eau n'a pas varié  
 C) l'entropie de l'eau a augmenté  
 D) l'entropie de l'univers a augmenté

31. Une distribution de charge à symétrie sphérique est constituée d'une sphère de centre  $O_1$ , de rayon  $R$ , de charge volumique uniforme  $\rho_e$  et d'une coquille sphérique, de même centre, de même rayon, d'épaisseur négligeable et de charge surfacique uniforme  $\sigma_e$  (cf. figure n° 1 ci-dessous).

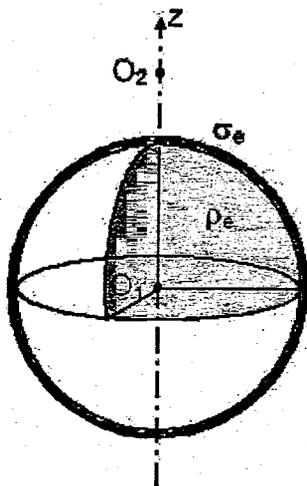


figure n°1

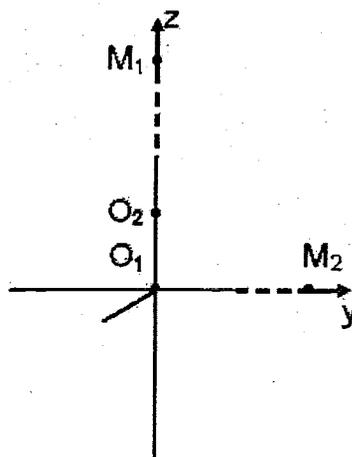


figure n°2

Déterminer l'expression du champ électrique créé par cette distribution en un point  $M$  intérieur à la sphère.

- A)  $E(M) = \left( \frac{\rho_e}{3\epsilon_0} - \frac{\sigma_e}{R\epsilon_0} \right) O_1M$   
 B)  $E(M) = \frac{2\rho_e + \sigma_e R}{3\epsilon_0} O_1M$   
 C)  $E(M) = \left( \frac{2\rho_e}{3\epsilon_0} + \frac{\sigma_e}{R\epsilon_0} \right) O_1M$   
 D)  $E(M) = \frac{\rho_e}{3\epsilon_0} O_1M$

32. Déterminer l'expression du champ électrique créé par cette distribution en un point  $M$  extérieur à la sphère.

- A)  $E(M) = \left( \frac{R^3 \rho_e}{3\epsilon_0} + \frac{\sigma_e R^2}{\epsilon_0} \right) \frac{O_1M}{\|O_1M\|^3}$   
 B)  $E(M) = \frac{\sigma_e R^2}{\epsilon_0} \frac{O_1M}{\|O_1M\|^3}$   
 C)  $E(M) = \left( \frac{R\rho_e}{3\epsilon_0} + \frac{\sigma_e}{\epsilon_0} \right) O_1M$   
 D)  $E(M) = \left( \frac{2R^3 \rho_e}{3\epsilon_0} + \frac{2\sigma_e R^2}{\epsilon_0} \right) \frac{O_1M}{\|O_1M\|^3}$

33. En utilisant l'analogie entre le champ de gravitation et le champ électrique, déterminer l'intensité du champ de gravitation  $g_0$  à la surface d'une planète modélisable par une sphère de rayon  $R$  de masse volumique uniforme  $\rho_m$  et une croûte de rayon  $R$  de masse surfacique  $\sigma_m$ ,  $\mathcal{G}$  étant la constante de gravitation.

- A)  $g_0 = 2\pi\mathcal{G} \left( \frac{R\rho_m}{3} + \sigma_m \right)$   
 B)  $g_0 = 4\pi\mathcal{G} \left( \frac{R\rho_m}{3} + \sigma_m \right)$   
 C)  $g_0 = 4\pi\mathcal{G} \left( \frac{R\rho_m}{6} + \frac{\sigma_m}{3} \right)$   
 D)  $g_0 = \pi\mathcal{G} \left( \frac{R\rho_m}{3} - \sigma_m \right)$

34. On place une charge  $q$  en un point  $O_2$  à la distance  $a > R$  de  $O_1$ . Déterminer la valeur de cette charge afin que la distribution totale soit neutre. Cette valeur sera valable pour la suite de l'exercice.

A)  $q = -\frac{4\pi R^5}{3a^2} \rho_0 + \frac{4\pi R^4}{a^2} \sigma_0$

C)  $q = -\frac{4}{3} \pi R^3 \rho_0 + 2\pi R^2 \sigma_0$

B)  $q = -\frac{4\pi R^3}{3a^2} \rho_0 - \frac{2\pi R^2}{a^2} \sigma_0$

D)  $q = -\frac{4}{3} \pi R^3 \rho_0 - 4\pi R^2 \sigma_0$

35. Quelle est l'expression du champ total sur l'axe  $O_1O_2$  en un point  $M_1$  de côté  $O_1M_1 = r$  telle que  $r \gg a$  (cf. figure n° 2 précédente)?

A)  $E(M_1) = -\frac{q}{2\pi r^2 \epsilon_0} \frac{O_1O_2}{\|O_1O_2\|}$

C)  $E(M_1) = \frac{qa}{2\pi r^3 \epsilon_0} \frac{O_1O_2}{\|O_1O_2\|}$

B)  $E(M_1) = -\frac{qa}{2\pi r^3 \epsilon_0} \frac{O_1O_2}{\|O_1O_2\|}$

D)  $E(M_1) = -\frac{qa}{4\pi r^3 \epsilon_0} \frac{O_1O_2}{\|O_1O_2\|}$

36. Quelle est l'expression du champ total sur l'axe  $O_1y$  perpendiculaire à  $O_1O_2$  en un point  $M_2$  d'ordonnée  $y$  telle que  $y \gg a$  (cf. figure n° 2 précédente)?

A)  $E(M_2) = -\frac{qa}{4\pi \epsilon_0 r^3} \frac{O_1M_2}{\|O_1M_2\|}$

C)  $E(M_2) = \frac{qa}{4\pi \epsilon_0 r^3} \frac{O_1O_2}{\|O_1O_2\|}$

B)  $E(M_2) = -\frac{qa}{4\pi \epsilon_0 r^3} \frac{O_1O_2}{\|O_1O_2\|}$

D)  $E(M_2) = \frac{qa}{4\pi \epsilon_0 r^3} \frac{O_1M_2}{\|O_1M_2\|}$