

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.

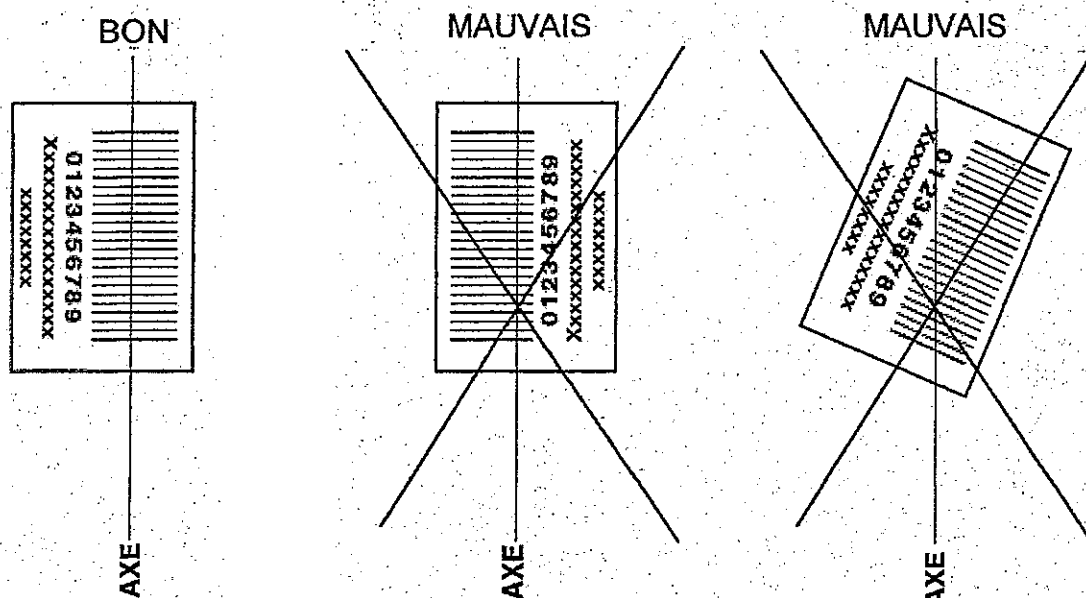
ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM.

- 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 σ , 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 marquez sur la feuille réponse :

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

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 $h = 200 \text{ km}$ d'un satellite de masse $m = 4200 \text{ kg}$. 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°).

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

Déterminer la vitesse v du satellite sur l'orbite circulaire d'altitude h .

A) $v = 44,7 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$

C) $v = 7,8 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$

B) $v = 0,25 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$

D) $v = 11,0 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$

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

A) $T = 24 \text{ h}$

C) $T = 1 \text{ h}03 \text{ min}$

B) $T = 1 \text{ h}29 \text{ min}$

D) $T = 5 \text{ h}45 \text{ min}$

3. Déterminer la variation d'énergie potentielle ΔE_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 ΔE_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) $\Delta E_m = 135 \text{ GJ}$

C) $\Delta E_m = -34 \text{ GJ}$

B) $\Delta E_m = 119 \text{ GJ}$

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

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

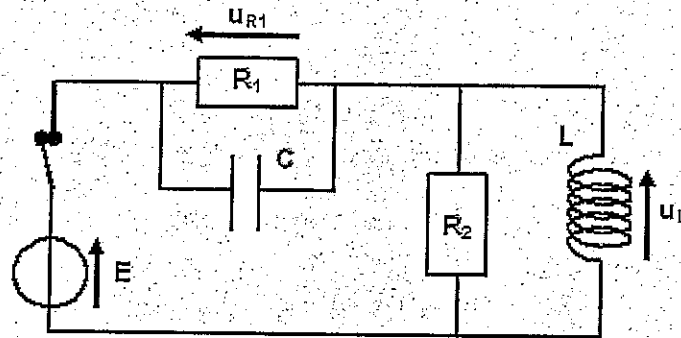
A) L'altitude du satellite augmente

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) $u_L(0^+) = -E \frac{R_2}{R_1}$

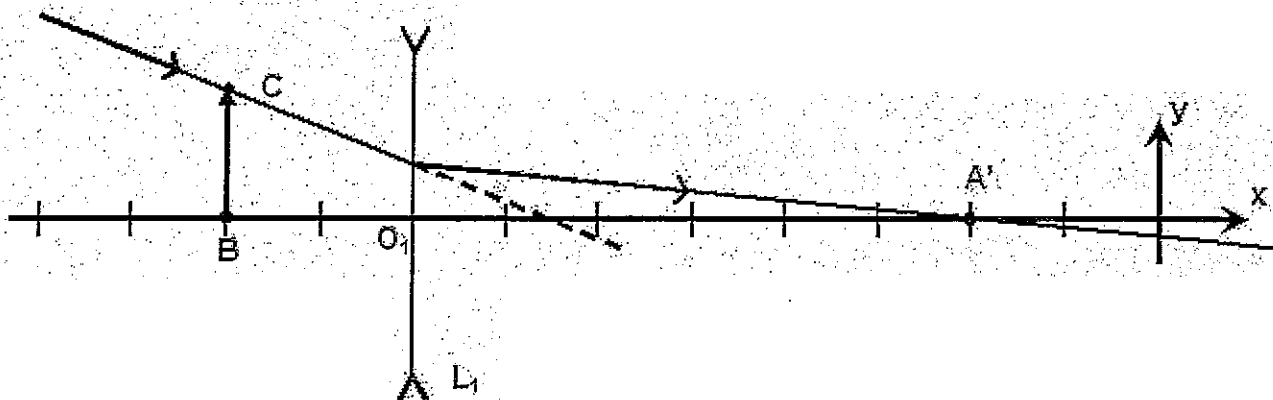
11. Exprimer l'énergie reçue \mathcal{E}_C par le condensateur au cours de ce régime transitoire ($t > 0$) :

- 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 $\rho_{gl} = 920 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

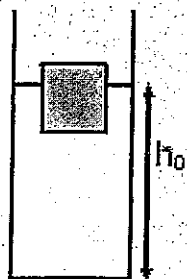


figure n°1

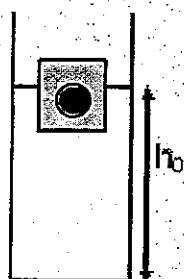


figure n°2

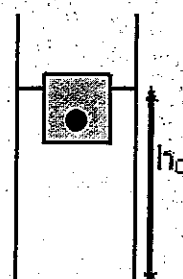


figure n°3

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 : $P_{\text{sat}}(T_1) = 1,00\text{ bar}$ et à la température $T_2 = 353\text{ K}$: $P_{\text{sat}}(T_2) = 0,50\text{ bar}$. 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 $R = 8,314\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

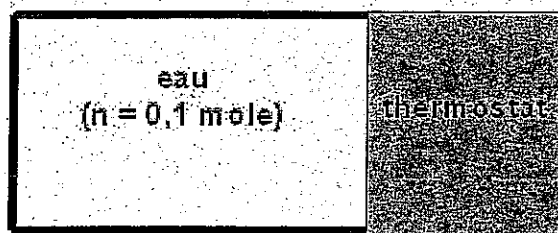


figure n°1

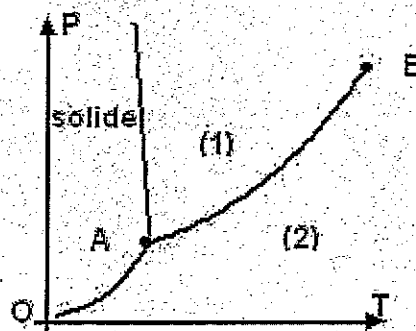


figure n°2

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 $\Delta H_{\text{vap}} = 41,4\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Déterminer la variation d'enthalpie de l'eau entre l'état initial et l'état final.
- A) $\Delta H = n(1 - x_V)\Delta H_{\text{vap}} + nx_V \frac{\gamma R}{\gamma - 1}(T_2 - T_1) + n(1 - x_V)C_L(T_2 - T_1)$
 B) $\Delta H = n(x_V - 1)\Delta H_{\text{vap}} + nx_V \frac{\gamma R}{\gamma - 1}(T_2 - T_1) + n(1 - x_V)C_L(T_2 - T_1)$
 C) $\Delta H = n(1 - x_V)\Delta H_{\text{vap}} + nx_V \frac{\gamma R}{\gamma - 1}(T_2 - T_1) + n(1 - x_V)C_L(T_1 - T_2)$
 D) $\Delta H = n(x_V - 1)\Delta H_{\text{vap}} + nx_V \frac{R}{\gamma - 1}(T_2 - T_1) + n(1 - x_V)C_L(T_2 - T_1)$
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 ρ_e et d'une coquille sphérique, de même centre, de même rayon, d'épaisseur négligeable et de charge surfacique uniforme σ_e (cf. figure n° 1 ci-dessous).

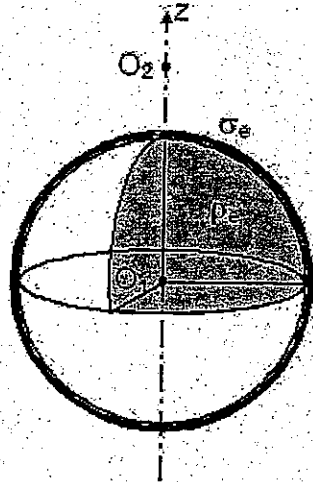


figure n°1

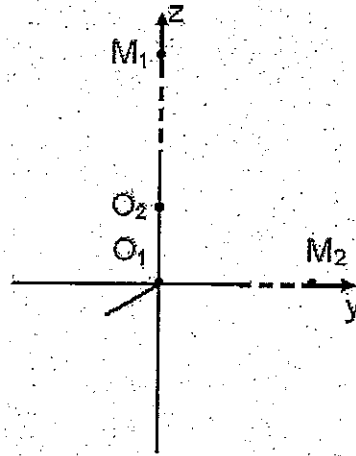


figure n°2

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

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

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

B) $E(M) = \frac{2\rho_e + \sigma_e R}{3\epsilon_0} O_1M$

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

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

B) $E(M) = \frac{\sigma_e R^2}{\epsilon_0} \frac{O_1M}{\|O_1M\|^3}$

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 ρ_m et une croûte de rayon R de masse surfacique σ_m , \mathcal{G} étant la constante de gravitation.

A) $g_0 = 2\pi\mathcal{G} \left(\frac{R\rho_m}{3} + \sigma_m \right)$

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

B) $g_0 = 4\pi\mathcal{G} \left(\frac{R\rho_m}{3} + \sigma_m \right)$

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 côte $O_1M_1 = r$ 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) $E(M_2) = \frac{qa}{4\pi \epsilon_0 r^3} \frac{O_1M_2}{\|O_1M_2\|}$