

SCIENCES PHYSIQUES

Durée: 2 heures

L'usage d'une calculatrice est autorisé pour cette épreuve.

Le sujet de physique est constitué de six questions indépendantes se rapportant chacune à une situation physique donnée. Chaque question est découpée en sous-questions, dont aucune ne nécessite de gros calculs. Pour chaque sous-question, le candidat rappellera le numéro sur sa copie, donnera la réponse demandée et lorsque cela est demandé, la justifiera en quelques mots.

QUESTION 1

La figure 1 donne l'allure des lignes de champ pour un champ électrostatique \vec{E} créé par deux charges ponctuelles fixes q_A en A et q_B en B . Ces lignes de champ sont en traits pleins et orientées dans le sens des flèches.

- 1.a. Déterminer les signes des charges q_A et q_B en justifiant la réponse.
- 1.b. On considère la sphère dont le centre est le milieu O de AB et dont le rayon vaut $R = AB$. Le flux sortant de cette sphère du champ électrostatique \vec{E} créé par l'ensemble des deux charges est nul. En déduire la valeur de $q_A + q_B$ en justifiant brièvement la réponse.
- 1.c Comment appelle-t-on une telle distribution de charges ? Quel système réel peut-elle modéliser ?
- 1.d. Sur la figure 1, les courbes en pointillés sont les sections des surfaces équipotentielles. Rappeler la relation entre le champ \vec{E} et son potentiel V ; justifier brièvement que les lignes de champ sont orthogonales aux surfaces équipotentielles.

QUESTION 2

Une spire circulaire de centre O , d'axe Oz et de rayon R , uniformément chargée avec une densité linéique λ , crée un champ électrostatique \vec{E} qu'on étudie sur l'axe Oz de la spire. Un dipôle de moment dipolaire $\vec{p} = p\vec{u}_z$, avec $p > 0$ et \vec{u}_z unitaire, est libre de se déplacer le long de l'axe Oz (cf. figure 2).

- 2.a Est-il exact ou inexact que le champ \vec{E} est nul en O ? Justifier brièvement la réponse.
- 2.b Est-il exact ou inexact que le potentiel V dont dérive le champ \vec{E} est nul en O ? Justifier brièvement la réponse.
- 2.c Rappeler l'expression de l'énergie potentielle d'un dipôle \vec{p} dans un champ \vec{E} . On constate que le dipôle n'est pas en équilibre stable au point O ; expliquer brièvement.

QUESTION 3

On considère sur la figure 3 le ressort de raideur k et de longueur à vide l_0 dont une extrémité est fixée au point $A(x = 0; y = l_0)$ et dont l'autre extrémité est fixée à un point matériel M de masse m , qui est libre de se déplacer sans frottement le long de l'axe horizontal Ox . On pose $x = \overline{OM}$ (valeur algébrique du vecteur \overline{OM} sur l'axe Ox).

- 3.a Exprimer l'énergie potentielle du point matériel M en fonction de x et des données.
- 3.b Est-il exact ou inexact que $x = 0$ est la seule position d'équilibre ? Justifier brièvement la réponse.

3.c A l'instant $t = 0$, on abandonne M en $x = l_0$ avec une vitesse initiale nulle. Exprimer l'énergie cinétique du point matériel M au moment où il passe au point O en fonction des données. En déduire sa vitesse.

QUESTION 4

Un fluide formant un système fermé évolue à pression constante de manière réversible entre deux états d'équilibre en recevant une quantité de chaleur (ou: transfert thermique) $Q > 0$ d'un thermostat.

4.a Est-il exact ou inexact que $Q = \Delta U$ (où ΔU est la variation d'énergie interne du fluide)? Justifier brièvement la réponse.

4.b Est-il exact ou inexact que la production d'entropie est nulle. Justifier brièvement la réponse.

4.c Est-il exact ou inexact que $\Delta S = 0$ pour le fluide (où ΔS est la variation d'entropie du fluide)? Justifier brièvement la réponse.

QUESTION 5

Sur la figure 4, le piston, parfaitement calorifugé, sépare deux compartiments contenant chacun une mole de gaz parfait; il est libre de coulisser sans frottement. Les parois du cylindre, indéformables, parfaitement conductrices de la chaleur, sont en contact avec un thermostat dont la température est T_0 . Initialement, on a un état d'équilibre avec $V_2 = 3V_1$, un opérateur tenant le piston. On note (S) le système constitué des deux moles de gaz parfait. L'opérateur lâche le piston et (S) évolue vers un nouvel état d'équilibre.

5.a Est-il exact ou inexact que l'énergie interne de (S) diminue? Justifier brièvement la réponse.

5.b Est-il exact ou inexact que l'énergie interne du thermostat diminue? Justifier brièvement la réponse.

5.c Est-il exact ou inexact que l'entropie de (S) augmente? Justifier brièvement la réponse.

5.d Est-il exact ou inexact que l'énergie libre de (S) diminue? Justifier brièvement la réponse.

5.e Est-il exact ou inexact que l'entropie du gaz contenu dans le compartiment (2) augmente? Justifier brièvement la réponse.

QUESTION 6

On assimile le soleil et le corps humain à des corps noirs.

6.a Le maximum du rayonnement du soleil correspond à une longueur d'onde $\lambda = 550$ nm et sa température de surface vaut $T = 6000K$. Calculer la longueur d'onde du maximum du rayonnement émis par le corps humain ($T = 300K$) en citant la loi utilisée. Dans quel domaine est-il situé: visible? infrarouge? ultraviolet?

6.b Le soleil, dont la température de surface vaut $T = 6000K$, rayonne au sommet de l'atmosphère terrestre une puissance par unité de surface $dP/dS = 1,6kW.m^{-2}$. Quelle puissance surfacique rayonnerait-il si on avait $T = 3000K$? On citera la loi utilisée.

FIN DU PROBLEME

FIGURES

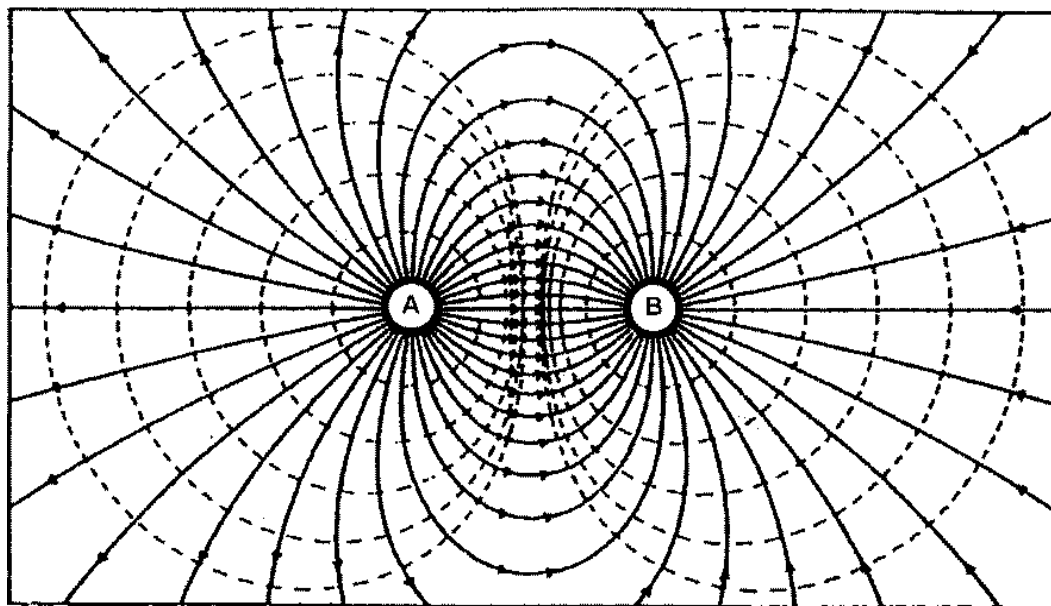


Figure 1

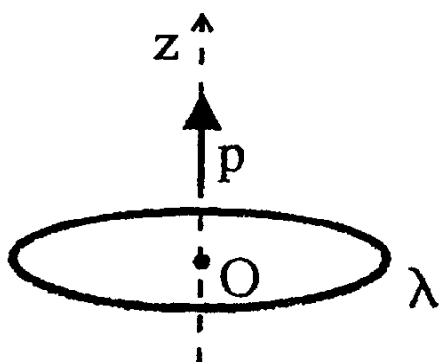


Figure 2

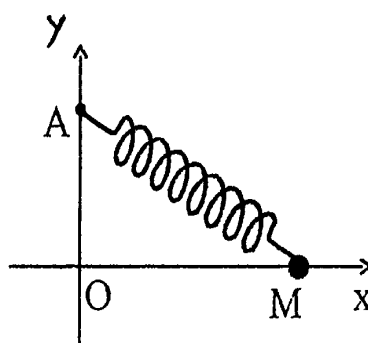


Figure 3

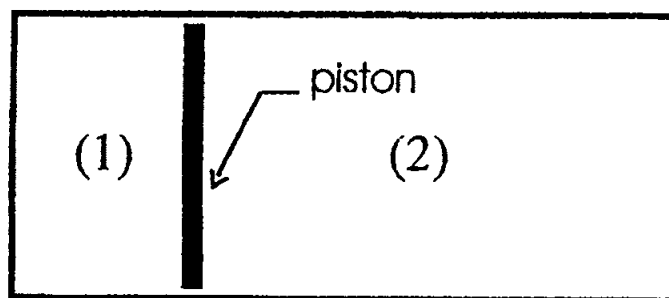


Figure 4