

Examen de Physique

Électrostatique

Exercice 1 :

On considère un disque D_1 de centre O_1 et de rayon R chargé uniformément avec une densité de charge surfacique positive σ . On désire déterminer le potentiel électrostatique en un point M de son axe de révolution (O_1z).

- 1) Calculer la charge totale Q portée par le disque.
- 2) a°/ Donner l'expression du potentiel électrostatique élémentaire dV créé au point M par la charge élémentaire $dq(P)$ centrée au point P de disque repéré par les coordonnées polaires (r, θ) .

b°/ Déterminer le potentiel électrostatique créé $V(M)$.

c°/ Représenter l'allure de la courbe $V(z)$.

- 3) On place un deuxième disque D_2 de même rayon R , de centre O_2 et de même axe de révolution, portant une charge négative $Q_2 = -Q$ de densité de charge surfacique $-\sigma$. Soit O l'origine du repère situé au milieu de la distance d entre les deux disques.

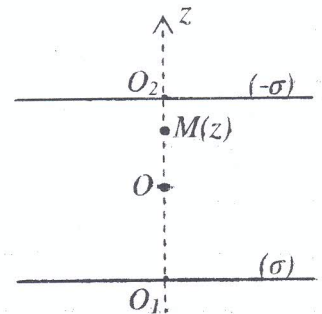


Figure 1

O_1 est l'origine du premier disque situé en $z_1 = -\frac{d}{2}$ et O_2 est l'origine du deuxième disque

situé en $z_2 = \frac{d}{2}$. Soit le point $M(z)$ situé entre les deux disques $-\frac{d}{2} \leq z \leq \frac{d}{2}$ (Voir figure 1).

D'après la question 2), déterminer l'expression de :

a°/ $V_1(M)$ le potentiel créé par le premier disque au point M .

b°/ $V_2(M)$ le potentiel créé par le deuxième disque au point M .

c°/ Déduire le potentiel total $V(M)$ créé par les deux disques au point M .

- 4) On suppose maintenant que les deux disques sont de dimensions infinies ($d \ll R$).

Quelle est la nouvelle expression de $V(M)$?

- 5) Déterminer la différence de potentiel $U = V(O_1) - V(O_2)$.

- 6) En déduire la capacité C du condensateur constitué par ces deux disques.

Exercice 2 :

On considère deux sphères concentriques $S_1(O, R_1)$ et $S_2(O, R_2)$ portant une charge volumique de densité constante ρ , dans la région comprise entre les rayons R_1 et R_2 (voir figure 2).

1°) Par des considérations de symétrie et d'invariance, déterminer la direction et la dépendance du champ électrostatique $\vec{E}$ en un point M de l'espace repéré par les coordonnées sphériques (r, θ, φ) .

2°) Déterminer l'expression du champ électrostatique $\vec{E}$ en tout point M de l'espace.

3°) Représenter sa variation en fonction de r et commenter.

4°) Déterminer le potentiel électrostatique en tout point M de l'espace. On donne $V(O) = 0$.

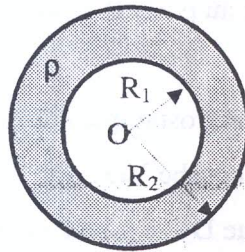


Figure 2

Thermodynamique

Exercice 3 :

Deux moles d'un gaz parfait monoatomique ($C_{VM} = 3R/2$) ont subi un cycle de transformations à partir de l'état initial ($T_0 = 300K$, $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$) :

- 0 → 1 Détente isotherme réversible jusqu'à $V_1 = 2V_0$
- 1 → 2 Détente isobare réversible
- 2 → 3 échauffement isochore réversible jusqu'à $V_3 = 3V_1$
- 3 → 1 Compression isobare réversible jusqu'à l'état initial.

- 1) Déterminer les paramètres (P, T, V) pour chaque état thermodynamique.
- 2) Représenter le cycle dans le diagramme de Clapeyron $P(V)$.
- 3) Calculer le travail et la quantité de chaleur échangés dans chaque transformation.
- 4) Déduire le travail total échangé au cours de cycle et conclure.
- 5) Calculer les variations d'entropie au cours de chaque transformation. Déduire ΔS_{cycle} ?

Données : $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $\gamma = 5/3$

Magnétostatique

Exercice 4 :

On considère une distribution volumique de courant entre deux cylindres coaxiaux très longs, parcourus par une densité uniforme de courant $\vec{j} = j \cdot \vec{u}_\theta$ circulant dans la région de l'espace comprise entre R_1 et R_2 (voir la figure 3).

On se propose de déterminer le champ magnétostatique $\vec{B}(M)$ créé en tout point M de l'espace repéré par ses coordonnées cylindriques (r, θ, z) .

1°) Déterminer la direction et les variables d'espace du champ $\vec{B}(M)$ par des raisonnements de symétrie et d'invariance.

2°) On choisit un contour fermé d'Ampère sous la forme d'un rectangle de longueur ℓ et de largeur r (voir la figure 4). En utilisant le théorème d'Ampère, déterminer le champ magnétostatique créé $\vec{B}(M)$ dans les régions de l'espace suivantes:

$$r < R_1 \quad ; \quad R_1 < r < R_2 \quad ; \quad r > R_2$$

On donne $B_0 = B(r=0) = \mu_0 J (R_2 - R_1)$

3°) a/ Représenter la courbe de la variation du champ $B(r)$.

b/ Dessiner les lignes du champ $\vec{B}(M)$ à l'intérieur des deux cylindres.

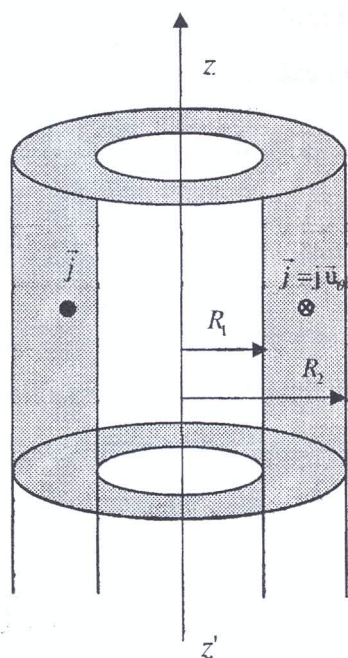


Figure 3

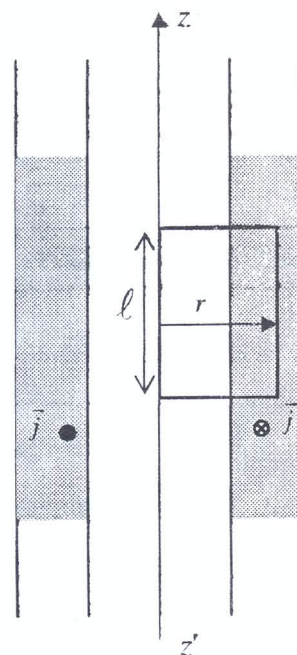


Figure 4

- Bonne Chance -