

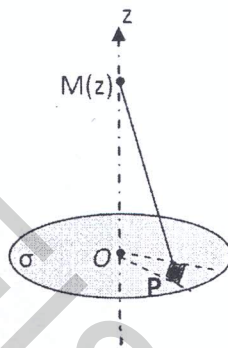
Examen de Physique

Exercice 1 : Electrostatique

Partie A : Calcul direct du Potentiel électrostatique

On considère une distribution surfacique de charge électrique positive de densité uniforme σ portée par un disque de centre O et de rayon R et d'axe de révolution (Oz).

Soit M un point appartenant à l'axe (Oz) et repéré par z .



1°) Donner l'expression du potentiel électrostatique élémentaire $dV(M)$ créé au point M par une quantité élémentaire de charge dQ portée par l'élément de surface dS centré au point P de la distribution et de coordonnées cylindriques $P(r, \theta, z)$ (voir figure ci-dessus).

2°) Calculer le potentiel $V(M)$.

3°) L'expression du potentiel $V(M)$, dans le cas où z est négligeable devant R ($z \ll R$), est de la forme : $V(M) = V_0 - E_0 |z|$, avec V_0 et E_0 sont des constantes.

a) Donner les expressions de V_0 et E_0 .

b) En déduire l'expression du vecteur champ électrostatique $\vec{E}(M)$ créé au point M en fonction de E_0 .

Partie B : Condensateur cylindrique

On considère deux cylindres coaxiaux C_1 et C_2 infiniment longs d'axe ($z'z$) et de rayons respectifs a et b . Le cylindre C_1 renferme une charge Q positive avec une densité volumique d'expression $\rho(r) = \rho_0 \frac{r}{a}$, où ρ_0 est une constante, et le cylindre C_2 porte la charge négative ($-Q$) avec une densité de charge surfacique uniforme σ .

1°) Déterminer les directions et les variables d'espace dont dépend le champ électrostatique $\vec{E}(M)$ créé au point M de l'espace repéré par ses coordonnées $M(r, \theta, z)$.

2°) En appliquant le théorème de Gauss, déterminer l'expression de l'intensité du champ électrostatique en tout point M de l'espace.

3°) Représenter l'allure de la courbe du champ $E(r)$.

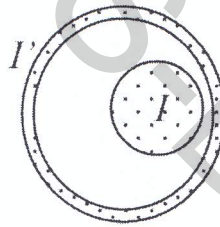
- 4°) Calculer la différence de potentiel $U=V(a)-V(b)$ entre a et b .
- 5°) En déduire la capacité C de ce condensateur par unité de longueur.

Exercice 2 : Magnétostatique

On considère un conducteur cylindrique de rayon R et de longueur supposée infinie, d'axe $(z'z)$, parcouru par un courant volumique de densité uniforme $J>0$: $\vec{J} = J\vec{u}_z$

Ce conducteur crée un champ magnétique $\vec{B}(M)$ en tout point M de l'espace repéré par ses coordonnées cylindriques $M(r, \theta, z)$.

- 1°) Calculer l'intensité de courant I de ce conducteur.
- 2°) Par des considérations de symétrie et d'invariance, déterminer la direction et les variables d'espace dont dépend le champ.
- 3°) Appliquer le *théorème d'Ampère* pour déterminer l'intensité $B(r)$ du champ à l'intérieur et à l'extérieur du conducteur en fonction de I , R , r et μ_0 .
- 4°) Tracer le graphe de $B(r)$.
- 5°) Ce conducteur est placé à l'intérieur d'un deuxième conducteur cylindrique de rayon R' ($R' = 2R$) et parcouru par un courant I' (voir figure ci-dessous), de manière que le champ magnétique à l'extérieur du deuxième cylindre soit nul. Donner l'intensité et le sens du courant I' .

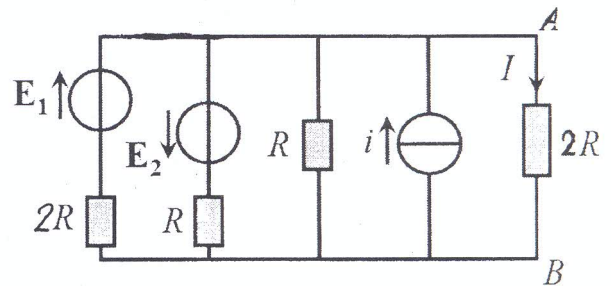


Exercice 3 : Electrocinetique

On considère, en régime continu, le circuit linéaire suivant :

On donne : $E_1 = 4E_2 = 20V$; $E_2 = 5V$; $R = 50\Omega$ et $i = 20mA$.

Déterminer, en fonction de E_2 , R et i , l'intensité du courant I qui circule dans le dipôle AB de résistance $2R$, en utilisant :



- 1°) le *théorème de Millmann*,
- 2°) les *représentations équivalentes Thévenin-Norton* des générateurs (transformations des générateurs).
On exprimera la résistance R' et la tension E' du générateur équivalent.
- 3°) Calculer la valeur numérique de l'intensité du courant I .