Université A. Mira de Béjaia
Faculté de Technologie
Département de Technologie (1ère année)

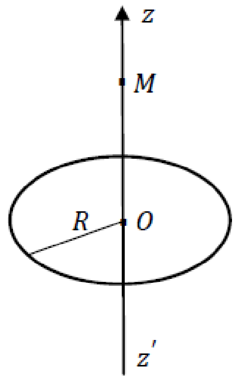
Année 2022/2023
18 Mai 2023
Durée: 01h30

Examen de Physique 2 (Cycle Ingénieur)

Exercice 1 (05 point)

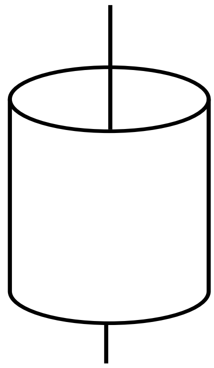
Soit une boucle circulaire de centre O, de rayon R, uniformément chargée avec une densité linéique λ positive (voir figure ci-contre). Calculer le champ $\vec{E}$ créé par cette distribution de charges en un point M de l'axe $z'Oz$ de la boucle :

a. A partir du potentiel électrique.
b. Directement.



Exercice 2 (07 point)

On considère la distribution constituée par la réunion d'un fil infini (Oz) chargé avec la densité linéique uniforme $\lambda > 0$, et d'un cylindre infini de rayon R, d'axe (Oz), chargé avec la densité surfacique uniforme $\sigma > 0$.



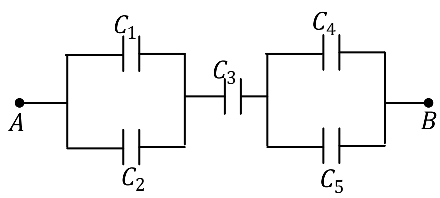
1. En utilisant le théorème de Gauss, déterminer le champ électrique$\vec{E}(M)$ en tout point M de l'espace, tel que $OM = r$ (Distinguer les deux régions : $r < R, r > R$).

2. Trouver le potentiel électrostatique $V(r)$dans la région $0 < r < R$ sachant que $V(R) = 0$

Exercice 3 (05 points)

Soit l'assemblage de condensateurs de la figure ci-contre. On donne :

$C_1 = C_2 = C = 3\mu F$; $C_4 = C_5 = 2C$; $C_3 = \lambda C (\lambda \in \mathbb{R})$



1- Déterminer la valeur du paramètreλ pour que la capacité équivalente entre$A$ et$B$ soit égale àC.
2- On applique entre$A$ et$B$ une différence de potentiel $U = V_A - V_B = 220\,V$. A l'équilibre, calculer la charge portée par chaque condensateur et la d.d.p entre ses bornes.

Question de cours : (03 points)

1. Donner les propriétés d'un conducteur en équilibre électrostatique.
2. Pourquoi le fils utiliser pour brancher une antenne (parabole) est différent de celui utilisé dans une prise de courant simple. Quel phénomène physique est utilisé dans ce cas ?

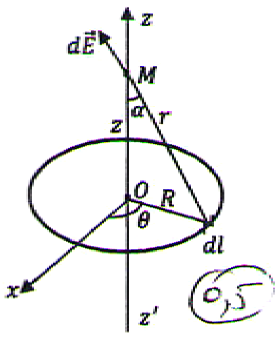
Université A. Mira de Béjaia
Faculté de Technologie
Département de Technologie (1ère année)

Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

Année 2022/2023
18 Mai 2023
Durée: 01h30

Corrigé Examen de Physique 2 (Cycle Ingénieur)

Exercice 1



0,5

a. A partir du potentiel électrique.

La charge $dq = \lambda dl = \lambda R d\theta$ crée en M le potentiel :

$$dV(M) = \frac{Kdq}{r} = \frac{K\lambda R d\theta}{(R^2+z^2)^{\frac{1}{2}}}$$ 0,25 0,5

Le potentiel créé en M par la boucle C est :

$$V(M) = \int_C \frac{K\lambda R d\theta}{(R^2+z^2)^{1/2}} = \frac{K\lambda R}{(R^2+z^2)^{1/2}} \int_0^{2\pi} d\theta$$ 0,25

ce qui donne $V(M) = \dfrac{2\pi K\lambda R}{(R^2+z^2)^{1/2}} = \dfrac{\lambda R}{2\varepsilon_0 (R^2+z^2)^{1/2}}$ 0,5

$$\vec{E} = -\overrightarrow{grad}V = -\frac{dV}{dz}\vec{k} \quad \text{donc } \vec{E} = \frac{\lambda R z}{2\varepsilon_0 (R^2+z^2)^{3/2}}\vec{k}$$ 0,25 0,5

b. Calcul direct :

A cause de la symétrie, le champ électrique total est suivant l'axe $z'0z$ donc $\vec{E} = E\vec{k}$ avec $E = \int dE_z$ 0,5

La charge $dq = \lambda dl = \lambda R d\theta$ crée en M le champ $d\vec{E}$:

$$d\vec{E} = \frac{Kdq}{r^2}\vec{u} = \frac{K\lambda R d\theta}{R^2+z^2}\vec{u}$$ 0,5

(0.25 pts)

On a $E = \displaystyle\int dE_z = \int dE \cos\alpha$ avec $\cos\alpha = \dfrac{z}{r} = \dfrac{z}{(R^2+z^2)^{1/2}}$ 0,25

$$E = \int_0^{2\pi} \frac{K\lambda R z d\theta}{(R^2+z^2)^{3/2}} = \frac{K\lambda R z}{(R^2+z^2)^{3/2}} \int_0^{2\pi} d\theta = \frac{2\pi K\lambda R z d\theta}{(R^2+z^2)^{3/2}}$$ 0,25

donc $\vec{E} = \dfrac{\lambda R z}{2\varepsilon_0 (R^2+z^2)^{3/2}}\vec{k}$ 0,5

Exercice 02 (07 points)

1. *Champ électrique*

En raison de la symétrie cylindrique de la distribution, le champ est radial (Le champ est porté par la droite (OM)) : $\vec{E}(M) = E_r.\vec{e}_r$ **0.5pt**

La surface S_G est cylindre imaginaire de rayon $r = \|\overrightarrow{OM}\|$ et de hauteur h. **0.5pt**

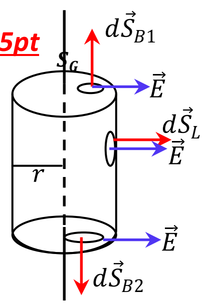
Le théorème de Gauss:

$$\oiint \vec{E}(M).\overrightarrow{dS} = \frac{q_{int}}{\varepsilon_0}$$ **0.25pt**

Le flux du champ à travers la surface de Gauss est donc:

$$\oiint \vec{E}(M).\overrightarrow{dS} = \iint_{S_{B1}} \vec{E}\,\overrightarrow{dS}_{B1} + \iint_{S_{B2}} \vec{E}\,\overrightarrow{dS}_{B2} + \iint_{S_{B1}} \vec{E}\,\overrightarrow{dS}_{S_L}$$ **0.25pt**

0.5pt



$\iint_{S_{B1}} \vec{E}\,\overrightarrow{dS}_{B1} = \iint_{S_{B2}} \vec{E}\,\overrightarrow{dS}_{B2} = 0$ puisque $\vec{E} \perp \overrightarrow{dS}_{B1}$ et $\vec{E} \perp \overrightarrow{dS}_{B2}$ **0.5pt**

$\oiint \vec{E}(M).\overrightarrow{dS} = \iint_{S_{B1}} \vec{E}\,\overrightarrow{dS}_{S_L} = \iint_{S_{B1}} E\,dS_L$ puisque $\vec{E} \,//\, \overrightarrow{dS}_L$. **0.5pt**

Sur la surface latérale du cylindre $r = cst$ donc le champ E est constant

$\oiint \vec{E}(M).\overrightarrow{dS} = \iint_{S_{B1}} \vec{E}\,\overrightarrow{dS}_{S_L} = \iint_{S_{B1}} E\,dS_L = E\iint_{S_{B1}} dS_L = ES_L$ (S_L la surface latérale du cylindre) ;
$S_L = 2\pi r h$ (h la hauteur du cylindre de gauss)

$$\oiint \vec{E}(M).\overrightarrow{dS} = ES_L = E.2\pi r h = \frac{q_{int}}{\varepsilon_0} \rightarrow E = \frac{q_{int}}{2\pi\varepsilon_0 r h}$$ **0.5pt**

Région I : Si $r < R$

$$q_{int} = \lambda h \qquad \textbf{0.5pt}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r} \qquad \textbf{0.5pt}$$

Région I : Si $r > R$

$$q_{int} = \lambda h + 2\pi R h\sigma \qquad \textbf{0.5pt}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r} + \frac{R\sigma}{\varepsilon_0 r} \qquad \textbf{0.5pt}$$

2. *le potentiel électrostatique $V(r)$ dans la région $0 < r < R$*

$$V(r) = -\int \vec{E}.\overrightarrow{dl} = -\int E_r\, dr \qquad \textbf{0.5pt}$$

On obtient:

$$V(r) = -\int \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r} dr = -\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln(r) + C \qquad \textbf{0.5pt}$$

On a :

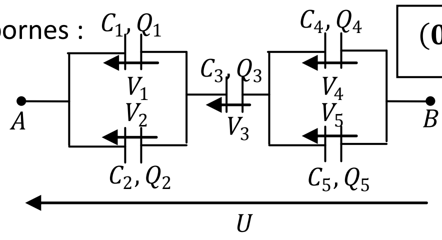
$$V(R) = 0 \rightarrow -\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln(R) + C = 0 \rightarrow C = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln(R) \rightarrow V(r) = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\left(\frac{R}{r}\right) \qquad \textbf{0.5pt}$$

Exercice 3 : (05 points)

1- La valeur du paramètre λ pour que la capacité équivalente entre A et B soit égale à C :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1 + C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4 + C_5} \Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{2C} + \frac{1}{\lambda C} + \frac{1}{4C} \Rightarrow \lambda = 4 \quad (\mathbf{0.50})$$

2- La charge portée par chaque condensateur et la d.d.p entre ses bornes :



$(\mathbf{0.25})$

Le montage équivalent permet de déterminer la charge Q_3, en effet :

$$Q_3 = C_{eq} U = CU \quad (\mathbf{0.25})$$

D'après le montage, on a : $V_1 = V_2$; $V_4 = V_5 (\mathbf{0.25})$

Sachant que $C_1 = C_2$; $C_4 = C_5$, il s'en suit que : $Q_1 = Q_2$; $Q_4 = Q_5 (\mathbf{0.25})$

La conservation de la charge donne $Q_3 = Q_1 + Q_2 = Q_4 + Q_5$ $(\mathbf{0.50})$, on en déduit :

$$Q_1 = Q_2 = Q_4 = Q_5 = \frac{Q_3}{2} = \frac{CU}{2} (\mathbf{0.50})$$

A.N : $Q_3 = 660\mu C (\mathbf{0.25})$; $Q_1 = Q_2 = Q_4 = Q_5 = 330\mu C$ $(\mathbf{0.25})$

Le calcul des potentiels ne pose aucune difficulté :

$$V_1 = V_2 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{U}{2} (\mathbf{0.50});\; V_4 = V_5 = \frac{Q_4}{C_4} = \frac{U}{4} (\mathbf{0.50});\; V_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{U}{4} (\mathbf{0.50})$$

A.N : $V_1 = V_2 = 110\, V (\mathbf{0.25})$; $V_3 = V_4 = V_5 = 55V$ $(\mathbf{0.25})$

Question de cours (03 points)

Les propriétés d'un conducteur en équilibre électrostatique sont :

- Le champ est nul à l'intérieur d'un conducteur. (0.5 pts)
- Le potentiel est constant : le conducteur constitue un volume équipotentiel. (0.5 pts)
- La charge est nulle à l'intérieure d'un conducteur : la charge est localisée à la surface. (0.5 pts)
- Le champ extérieur au voisinage immédiat d'un conducteur est : $E = \sigma/\varepsilon_0$. (0.5 pts)

En utilisant un fils électrique simple pour brancher une parabole, le signal capté par l'antenne parabolique sera parasité par celui engendré par le fils qui joue lui aussi le rôle d'une antenne. L'image ne sera pas nette (elle aura beaucoup de grains parasites). (0.5 pts)

Pour éviter ces interférences on doit isoler le fils de tout champ ou signal extérieur en utilisant un **écran électrique** (cage de faraday). Le câble d'antenne dispose d'une gaine conductrice (cage de faraday) qui isole le fils central qui ne transmettra que le signal capté par l'antenne (0.5 pts)