Unité d'enseignement HLEE 204 : Energie Electrostatique

Contrôle Continu n°2 d'avril 2021 : Durée 1h15

On rappelle que la permittivité diélectrique du vide $\varepsilon_0 = 1/(36\pi 10^9)$ F/m

Exercice 1 (10 pts) : Champ et potentiel créés par une sphère chargé en surface.

Soit une sphère de centre O et de rayon R, uniformément chargée en surface $+\sigma$.

1°/ Déterminer en fonction de (σ, R, r, ε_0) l'expression du champ électrique $\vec{E}$ en tout point r variant de 0 à l'infini.

On utilisera le théorème de Gauss, <u>que l'on énoncera</u>.

- Représenter le champ électrique $\vec{E}$ en tout point r variant de 0 à l'infini

2°/ Déterminer en fonction de (σ, R, r, ε_0) l'expression du potentiel V créé en tout point r variant de 0 à l'infini.

On considèrera le potentiel comme nul à l'infini

- Vérifier la continuité de potentiel en r = R

- Représenter le potentiel V en tout point r variant de 0 à l'infini.

3°/ Quelle est la particularité de cette distribution de charge, en particulier que vaut le courant pour $0 \leq r \leq R$?

Exercice 2 (10pts) : Condensateur Sphérique

1- On considère un conducteur sphérique A chargé en surface de rayon R_1 = 5cm. Ce conducteur est isolé et porté au potentiel V_1. La permittivité diélectrique est celle du vide ε_0.

- **Calculer** la charge Q portée par cette sphère si V_1 = 100V.

- **En déduire** la valeur de la capacité de ce conducteur C_1.

2- On entoure complètement le conducteur sphérique A par un autre conducteur sphérique creux B d'épaisseur négligeable (figure 2) initialement neutre de rayon interne R_2 = 10 cm afin de former un condensateur sphérique. On place entre les 2 conducteurs un milieu diélectrique de constante diélectrique relative ε_r = 3.5.

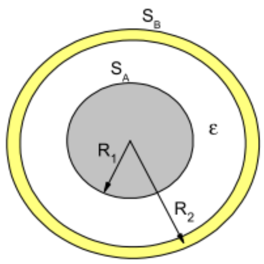


Figure 2

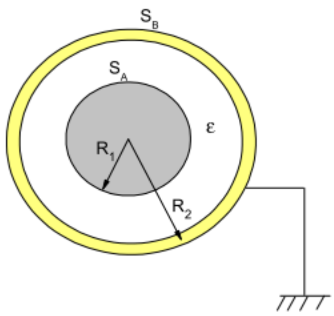


Figure 3

Représenter sur un schéma la nouvelle répartition de charges et les vecteurs champs électriques $\vec{E}$.

3- Par rapport à la situation précédente, le conducteur B est relié au sol (potentiel zéro) par son armature extérieure (Fig. 3).

- **Représenter** sur un schéma la nouvelle répartition de charges et les vecteurs champs électriques $\vec{E}$.

- **Démontrer** que la capacité de ce condensateur est égale à $C = 4\pi\varepsilon \dfrac{R_1 R_2}{R_2 - R_1}$

- **Calculer** cette capacité C

- **Calculer** le nouveau potentiel de la sphère centrale V'_1.

- **En déduire** la valeur du potentiel interne V_2 du conducteur B.

On rappelle que la permittivité diélectrique du vide $\varepsilon_0 = 1/(36\pi 10^9)$ F/m

Exercice 1 (10 pts) : Champ et potentiel créés par une sphère chargé en surface.

Soit une sphère de centre O et de rayon R, uniformément chargée en surface $+\sigma$.

1°/ Déterminer en fonction de (σ, R, r, ε_0) l'expression du champ électrique $\vec{E}$ en tout point r variant de 0 à l'infini.

On utilisera le théorème de Gauss, <u>que l'on énoncera</u>.

- Représenter le champ électrique $\vec{E}$ en tout point r variant de 0 à l'infini

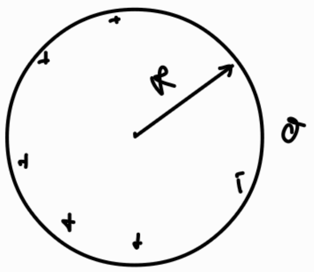
2°/ Déterminer en fonction de (σ, R, r, ε_0) l'expression du potentiel V créé en tout point r variant de 0 à l'infini.

On considèrera le potentiel comme nul à l'infini

- Vérifier la continuité de potentiel en r = R

- Représenter le potentiel V en tout point r variant de 0 à l'infini.

3°/ Quelle est la particularité de cette distribution de charge, en particulier que vaut le courant pour $0 \leq r \leq R$?



1) Véo Ampere $\oint E \cdot dS = \dfrac{\Sigma Q}{\varepsilon_0}$

Pour $r > R$

$E \cdot 4\pi r^2 = \dfrac{\sigma \times 4\pi R^2}{\varepsilon_0}$

$E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0 r^2} R^2$

Pour $r < R$

$E = 0 \rightarrow Q_{int} = 0$

2) Pour $E = -\text{grad}\,\vec{V} =$

$V = -\int E\,dr \Rightarrow \dfrac{\sigma R^2}{\varepsilon_0} \int -\dfrac{1}{r^2} = \dfrac{\sigma R^2}{\varepsilon_0} \times \left(\dfrac{1}{r} + C\right)$

Pour $r \geq R \Rightarrow V = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0} \times R + cte$ -> On det cte = 0

car on suppose $\lim_{r \to +\infty} = 0$

Pour $0 \leq r \leq R$

$V = cte \Rightarrow$ Par continuité avec V=R

$V = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0} \times R$

Soit

3) La Distribution de charge crée comme une cage de faraday de fait tout les champ $\vec{E}$ s'annule en son sein.

Sachant $E = \frac{I}{4\pi\varepsilon_0} \frac{\vec{dl} \wedge \vec{u}}{r^2}$ Si E est nul sur $0 \leq r < R$

alors $\underline{I = 0}$

Ex2)