Université de Tlemcen
Faculté des Sciences
Département de Physique

1 LMD ST & SM
Mercredi 21 septembre 2011
Durée : 1h 30min

Examen de Rattrapage de « PHYSIQUE 2 »

Exercice n°1

On place en un point O de l'espace, une charge ponctuelle q.
La calotte sphérique de centre O, de rayon intérieur R_1 et de rayon extérieur R_2, a une charge totale 2q répartie avec une densité volumique ρ constante.

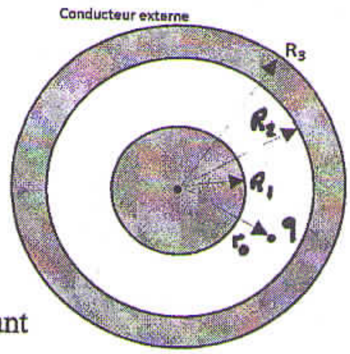
1- En appliquant le théorème de Gauss, calculer le champ électrique en tout point M de l'espace.

2- Calculer le potentiel uniquement dans le cas où $r>R_2$.

Exercice n°2

On considère le système formé par deux conducteurs limités par des sphères de centre *O* et de rayons R_1,R_2,R_3. Le conducteur central est porté au potentiel $V_1=0$ et le conducteur externe à $V_2=V_0$.

Une charge *q* est placée à la distance r_0 de O, tel que $R_1< r_0< R_2$.
Les charges sont alors q_1, q_2 et q_3 (de l'intérieur vers l'extérieur)



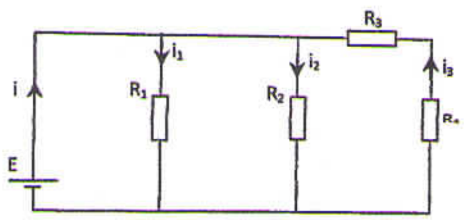
1. Rappeler les 3 propriétés fondamentales d'un conducteur en équilibre électrostatique.
2. En appliquant le théorème de Gauss sur une surface fermée à l'intérieur du conducteur externe, donner la relation entre les charges.
3. Appliquer le théorème de Gauss sur une surface fermée contenant les deux conducteurs. En déduire la charge q_3.

Exercice n°3

On considère le circuit électrique ci-dessous dans lequel la source de tension E est considérée comme idéale.

1. En utilisant les lois de Kirchhoff (loi des nœuds et loi des mailles), calculer l'intensité du courant i.
2. Retrouver le résultat précédent en calculant la résistance équivalente.

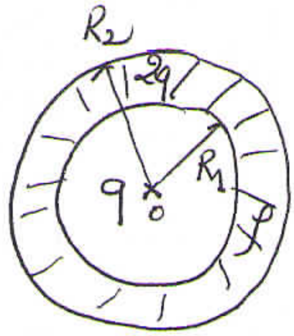
On donne : E=10v, $R_1=R_2=20\Omega$, $R_3=R_4=5\Omega$.



Bon courage !

Rattrapage de physique 2.

Exercice n° 1: 7pts



th. de Gauss : $\phi = \iint \vec{E} \cdot \vec{ds} = \frac{\sum Q_{int}}{\varepsilon_0}$ 0,5

en tout point de l'espace, le champ est radial. on choisit comme surface de Gauss une sphère de centre o et de rayon r. 0,5

$\phi = \iint \vec{E} \cdot \vec{ds}$; $\vec{E} \parallel \vec{ds}$

$\phi = \iint \vec{E} \cdot \vec{u_r} \cdot \vec{ds} = E \cdot S = E \cdot 4\pi r^2$ 0,5

1er cas : $r < R_1$

$\sum Q_{int} = q$

$\phi = E_1 \cdot 4\pi r^2 = \frac{q}{\varepsilon_0}$ 0,5

$$\boxed{E_1 = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r^2}}$$ 0,5

2ème cas : $R_1 < r < R_2$:

$\sum Q_{int} = ?$ $dq = \rho \, dV \Rightarrow q = \rho \frac{4}{3}\pi (r^3 - R_1^3)$ 0,5

$$\phi = E_2 \, 4\pi r^2 = \frac{q + \rho \frac{4}{3}\pi (r^3 - R_1^3)}{\varepsilon_0}$$

$$\boxed{E_2 = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r^2} + \frac{\rho}{3\varepsilon_0}\left(r - \frac{R_1^3}{r^2}\right)}$$ 0,5

3ème cas : $r > R_2$:

$$\sum Q_{int} = \underbrace{\rho \frac{4}{3}\pi (R_2^3 - R_1^3)}_{2q} + q = 3q.$$ 0,5 0,5

Suite Q1 :

$$E_3\, 4\pi r^2 = \frac{3q}{\varepsilon_0}$$

$$\boxed{E_3 = \frac{3q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r^2}}$$ 0,5

Calcul du potentiel pour $r > R_2$.

$\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}\, V$. 0,5

$$E = -\frac{dV}{dr} \Rightarrow dV = -E\,dr$$

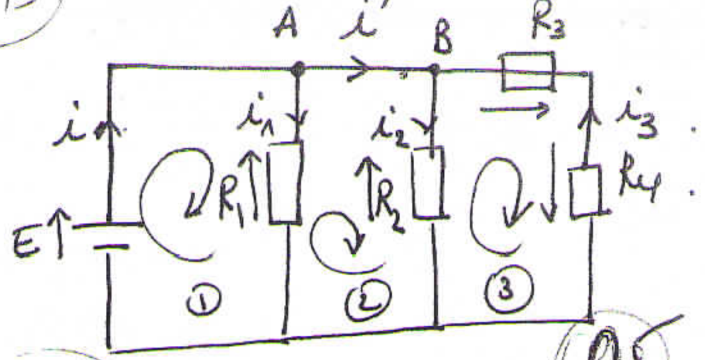
$$V = -\int E\,dr$$

$$V = -\frac{3q}{4\pi\varepsilon_0}\int \frac{1}{r^2}\,dr = \frac{3q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r} + cste$$ 0,5

qd $r \to \infty$; $V(\infty) = 0 \Rightarrow cste = 0$ 0,5

$$\boxed{V(r > R_2) = \frac{3q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r}}$$ 0,5

Exercice n°3 : 1ère méthode : (7 pts)



* **Loi des nœuds** : $\sum I_{ent} = \sum I_{sort}$

nœud A : $i = i_1 + i'$ (0,5)

nœud B : $i' + i_3 = i_2$ (0,5)

(0,5)

* **Loi des mailles** : $\sum ddp = 0$

maille ① : $E - R_1 i_1 = 0$ (0,5) $\Rightarrow i_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{10}{20} = 0.5A$ (0,5)

maille ② : $R_1 i_1 - R_2 i_2 = 0$ (0,5) $i_2 = \frac{R_1 i_1}{R_2} = \frac{E}{R_2} = \frac{10}{20} = 0.5A$ (0,5)

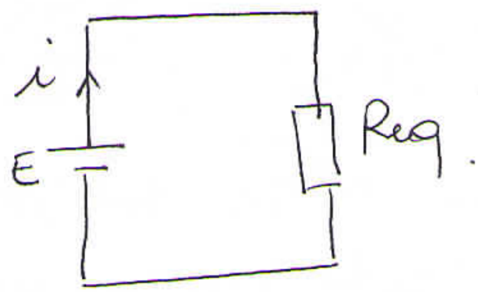
maille ③ : $R_2 i_2 + (R_3 + R_4) i_3 = 0$. (0,5)

$i_3 = \frac{-R_2 i_2}{R_3 + R_4} = \frac{-20 \cdot 0.5}{10} = -1A$ (0,5)

Le signe (-) de i_3 veut dire que le sens de i_3 et le sens inverse de ce qui est donné.

$$i = i_1 + i' = i_1 + i_2 - i_3 = 0.5 + 0.5 - (-1) = 2A$$ (0,5)

2ème méthode :



$R_{eq} = R_1 // R_2 // (R_3 + R_4)$.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4}.$$ (0,1)

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{R_2(R_3+R_4) + R_1(R_3+R_4) + R_1R_2}{R_1R_2(R_3+R_4)}.$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2 (R_3 + R_4)}{R_2(R_3+R_4) + R_1(R_3+R_4) + R_1R_2} = \frac{20.20(10)}{10(40)+400} = \frac{4000}{800} = 5\,\Omega$$ (0,1)

$$E - R_{eq} I = 0 \Rightarrow I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{10}{5} = 2A$$ (0,1) (0,1)

Exercice n° 2 : (6 pts)

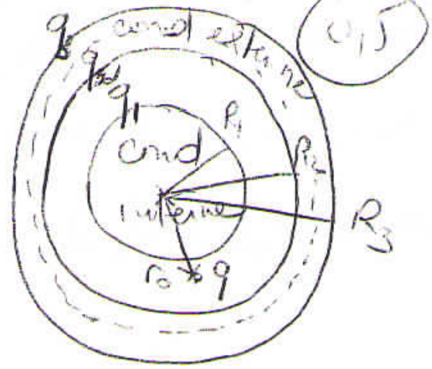
1. Les trois propriétés fondamentales d'un conducteur en équilibre :

0,5 - Charges superficielles (situées à la surface)

0,5 - champ électrique nul à l'intérieur.

0,5 - potentiel constant.

2. Si on applique le théorème de Gauss sur une surface fermée à l'intérieur du conducteur externe, on aura :



$$\phi = \iint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum Q_{int}}{\varepsilon_0}$$ 0,5

donc $\boxed{q_1 + q + q_2 = 0}$ relation entre les charges. 0,5

3- Si on applique le théorème de Gauss sur une surface fermée contenant les deux conducteurs, on aura :

$$\phi = \iint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum Q_{int}}{\varepsilon_0} = \frac{\overbrace{q_1 + q + q_2}^{=0} + q_3}{\varepsilon_0} = \frac{q_3}{\varepsilon_0}$$ 0,5 0,5 0,5

Donc pour $r > R_3$, tout se passe comme si seule la charge q_3 existait. C'est comme si on avait une sphère conductrice de rayon R_3 de charge q_3 portée au potentiel $V_2 = V_0$

$$V_2 = V_0 = \frac{q_3}{4\pi\varepsilon_0 R_3} \Rightarrow \boxed{q_3 = 4\pi\varepsilon_0 R_3 V_0}$$ 1

0,5