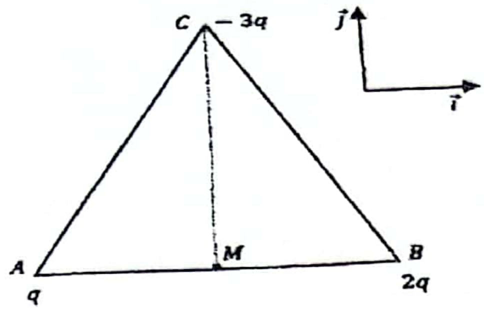
departement SM Université Larbi Ben M'hidi Oum el bouaghi	**CMD** **PHYSIQUE 02**	Section: 1ère année SM Durée : 1H30'

Exercice 1:(/07.50 pts)

Soient trois charges ponctuelles q,2q,-3q (avec q >0) respectivement aux sommets A, B,C d'un triangle équilatéral de coté a.

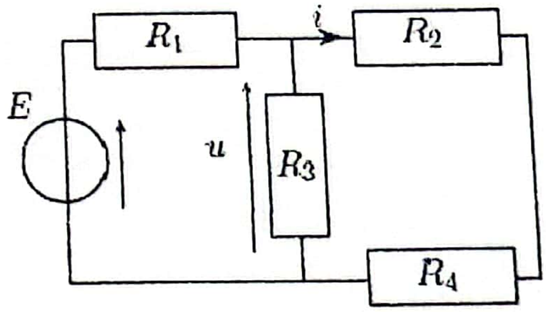


1. Représenter sur le schéma le champ électrique créé par chacune des charges au point M milieu de AB.
2. Déterminer le champ électrique total au point M ainsi que le potentiel.
3. Déterminer la force exercée sur chacune des charges.

Exercice 2 : :(/07.50 pts)

Une sphère de centre O et de rayon R est chargée par une densité de charge surfacique σ (σ>0).

1. En utilisant le théorème de Gauss, déterminer le champ électrique $\vec{E}(r)$ en tout point M de l'espace.
2. En déduire l'expression du potentiel électrique V(r).
3. tracer en fonction de r l'allure de E(r) et V(r).
4. Refaire les questions 1,2 et 3 dans le cas d'une sphère chargée par une densité de charge volumique ρ(ρ >0).



Exercice 2 : (/05.00pts)

pour le circuit ci-contre,

Déterminer :

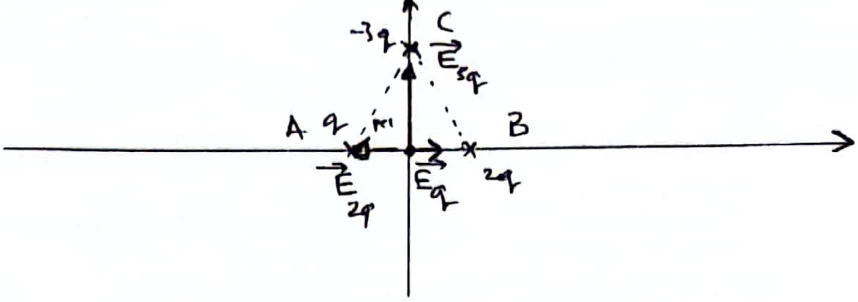
1. l'intensité du courant i qui traverse la résistance R_2
2. la tension u aux bornes de la résistance R_3 :

Application numérique pour $E = 6$ V , $R_1 = 100\Omega$,

$R_2 = R_3 = R_4 = 50\Omega$

Exercice N°01(/07.5pts)

1- Représentation du champ électrique créé au point M



1.5

2-Détermination du champ électrique et du potentiel total au point M :

0.25

$\vec{E}_M = \vec{E}_A(M) + \vec{E}_B(M) + \vec{E}_C(M)$

$\vec{E}_A(M) = K.\frac{q}{AM^2}\vec{u}_A$ avec $\vec{u}_A = \vec{\imath}$ 0.5

$\vec{E}_B(M) = K.\frac{2q}{BM^2}\vec{u}_B$ avec $\vec{u}_B = -\vec{\imath}$ 0.5

$\vec{E}_C(M) = K.\frac{-3q}{AM^2}\vec{u}_C$ avec $\vec{u}_C = -\vec{\jmath}$ 0.5

$AM = BM = \frac{a}{2}$; $AM^2 + CM^2 = AC^2 \rightarrow \frac{a^2}{4} + CM^2 = a^2 \rightarrow +CM^2 = \frac{3}{4}a^2 \rightarrow$

$CM = \frac{\sqrt{3}}{2}a$ 0.5

$\vec{E}_M = K.\frac{q}{a^2}(-\vec{\imath} + \vec{\jmath})$ 0.25

le potentiel :$V_M = V_A(M) + V_B(M) + V_C(M) = K.\frac{q}{a/2} + K.\frac{2q}{a/2} + K.\frac{-3q}{\sqrt{3}/2a}$ 0.25

$V_M = \vec{E}_M = 6K.\frac{q}{a}(1 - \frac{1}{\sqrt{3}})$ 0.25

3- Forces extérieures sur chacune des charges

$\vec{F}(A) = \vec{F}_B(A) + \vec{F}_C(A)$ 0.25

0.25 $\vec{F}_B(A) = K.\frac{q(2q)}{a^2}\vec{u}_1$ avec $\vec{u}_1 = -\vec{\imath}$ 0.25

0.25 $\vec{F}_C(A) = K.\frac{q(-3q)}{a^2}\vec{u}_2$ avec $\vec{u}_2 = -sin30°\vec{\imath} - cos30°\vec{\jmath}$

$\vec{F}(B) = \vec{F}_A(B) + \vec{F}_C(B)$ 0.25

$\vec{F}_A(B) = K.\frac{q(2q)}{a^2}\vec{u}_3$ avec $\vec{u}_3 = \vec{\imath}$

0.25

0.25 $\vec{F}_C(B) = K.\frac{(2q)(-3q)}{a^2}\vec{u}_4$ *avec* $\vec{u}_4 = -sin30°\vec{\imath} - cos30°\vec{\jmath}$ 0.25

$\vec{F}(C) = \vec{F}_A(C) + \vec{F}_B(C)$ 0.25

0.25 $\vec{F}_A(C) = K.\frac{q(-3q)}{a^2}\vec{u}_5$ *avec* $\vec{u}_5 = cos60°\vec{\imath} + sin60°\vec{\jmath}$ 0.25

0.25 $\vec{F}_B(C) = K.\frac{2q(-3q)}{a^2}\vec{u}_6$ *avec* $\vec{u}_6 = -cos60°\vec{\imath} + sin60°\vec{\jmath}$

Exercice 2 (/7.5pts)

1et 2) Calcul du champ électrique et déduction du potentiel

En raison de la symétrie sphérique, on choisit la surface de Gauss une sphère SG de centre O et de rayon r. Le champ est radial, $\vec{E}$ et la surface $\overrightarrow{dS}$ sont colinéaire et la composante radiale du champ est constante sur une sphère de rayon r, $Er = Cte$ Pour déterminer le champ$\vec{E}$ en tout point de l'espace, on utilise le théorème de Gauss, 0.5

0.25 $\Phi = \frac{\sum Q_{int}}{\varepsilon_0}$ avec Qint la charge enfermée par la surface de Gauss et Φ le flux du champ électrostatique donné par : $\Phi = \oiint \vec{E}.\overrightarrow{dS_G}$ 0.25

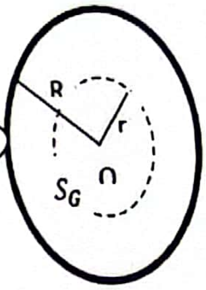
Pour déterminer le champ dans tout l'espace, on a deux cas : $r < R$ et $r > R$

- Région 1 : Pour $r < R$,

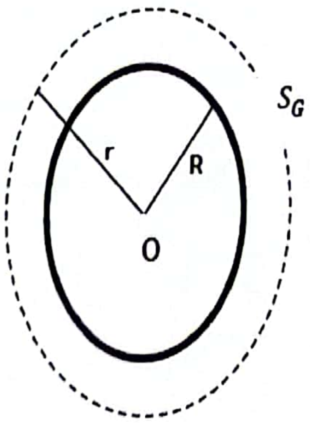
Dans ce cas la surface de Gauss ne renferme aucune charge électrique, $Q_{int} = 0$

Le théorème de Gauss permet d'écrire : $\Phi = 0$, ainsi :

$$\Phi = \oiint \vec{E}.\overrightarrow{dS} = 0 \Rightarrow \vec{E}_1 = \vec{0}$$ 0.5



- Région 2 : Pour $r > R$,



Le flux à travers la surface de Gauss est :

$$\Phi = \oiint \vec{E}.\overrightarrow{dS} = \oiint E.dS = E_2.S_{sphère} = 4\pi r^2 E_2$$

$$Q_{int} = \iint dq = \iint \sigma dS = \sigma \iint dS = 4\pi\,\sigma R^2$$

0.5

Ainsi :

$$\Phi = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \Rightarrow 4\pi r^2 E_2 = \frac{4\pi\,\sigma R^2}{\varepsilon_0} \Rightarrow E_2 = \frac{\sigma R^2}{r^2 \varepsilon_0}$$

Pour déterminer le potentiel, on utilise la relation locale : 0.5

$$\vec{E} = -\overrightarrow{grad}\,V = -\vec{\nabla}V$$

$$\vec{E} = -\frac{dV}{dr}\vec{u}_r \Rightarrow \vec{E}.\vec{u}_r = -\frac{dV}{dr}\vec{u}_r.\vec{u}_r \Rightarrow E = -\frac{dV}{dr} \Rightarrow dV = -Edr$$

- Région 1 : Pour $r < R$,

$V_1 = -\int E_1 dr = C_1$, où C_1 est une constante car le champ est nul dans cette région 0.5

- Région 2 : Pour $r > R$,

$$V_2 = -\int E_2 dr = -\frac{\sigma R^2}{\varepsilon_0}\int \frac{dr}{r^2} = \frac{\sigma R^2}{\varepsilon_0 r} + C_2$$ 0.5

Pour déterminer C_1 et C_2, on utilise les conditions aux limites et les conditions de continuité du potentiel

$$\lim_{r \to \infty} V_2 = 0 \Rightarrow C_2 = 0$$

D'où :

$$V_2 = \frac{\sigma R^2}{\varepsilon_0 r}$$ 0.25

La condition de continuité du potentiel :

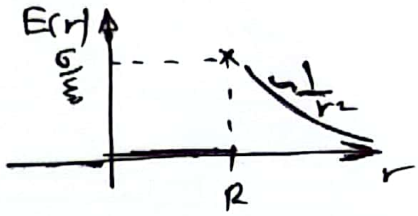
$$V_1 = V_2(r = R) \Rightarrow C_1 = \frac{\sigma R}{\varepsilon_0}$$

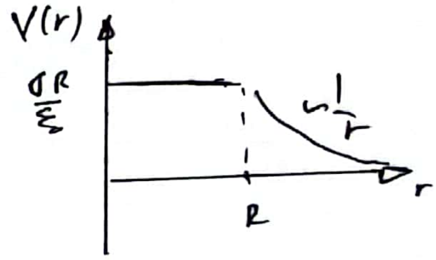
d'où

$$V_1 = \frac{\sigma R}{\varepsilon_0}$$ 0.25

3-) Allure de E(r) et V(r)

0,25





0.25

4-) Cas de la charge volumique ρ

même procédure que 1 sauf pour la charge Q on aura :

$$\Phi = \oiint E.dS_G = \frac{\sum Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

$r < R$

$Q_{int} = \rho V = \rho\frac{4}{3}\pi r^3$ et $\oiint E_1.dS_G = ES_G = E.4\mu r^2 = \rho\frac{4}{3\varepsilon_0}\pi r^3$

$E_1 = \frac{\rho}{3\varepsilon_0} r$ 0.5

$r > R$

$Q_{int} = \rho V = \rho\frac{4}{3}\pi R^3$ et $\oiint E_2.dS_G = ES_G = E.4\mu r^2 = \rho\frac{4}{3\varepsilon_0}\pi R^3$

$E_2 = \frac{\rho R^3}{3\varepsilon_0}\frac{1}{r^2}$ 0.5

pour le potentiel

pour la région 1 : $r < R$

$$V_1 = -\int E_1\,\mathrm{dr} = -\int \frac{\rho}{3\varepsilon_0}\mathrm{r}\,\mathrm{dr} = -\frac{\rho}{6\varepsilon_0}\mathrm{r}^2 + c_1$$ 0.5

$$V_1 = -\frac{\rho}{6\varepsilon_0}\mathrm{r}^2 + c_1$$

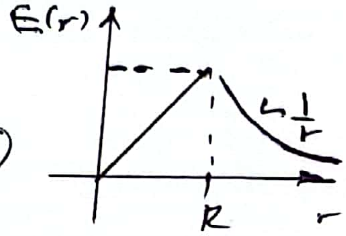
pour la région 1 : $r > R$

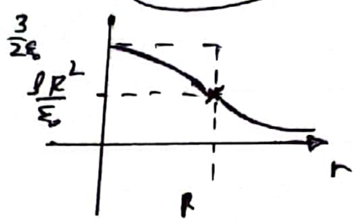
$$V_2 = -\int E_2\,\mathrm{dr} = -\int \frac{\rho R^3}{3\varepsilon_0}\frac{1}{r^2}\mathrm{dr} = \frac{\rho R^3}{3\varepsilon_0}\frac{1}{r} + c_2$$

$V_2 = \frac{\rho R^3}{3\varepsilon_0}\frac{1}{r} + c_2$ 0.5

Pour déterminer $C1$ et $C2$, on utilise les conditions aux limites et les conditions de continuité du potentiel : c2=0 et c1 $= \frac{\rho R^2}{2\varepsilon_0}$ 0.5

0,25



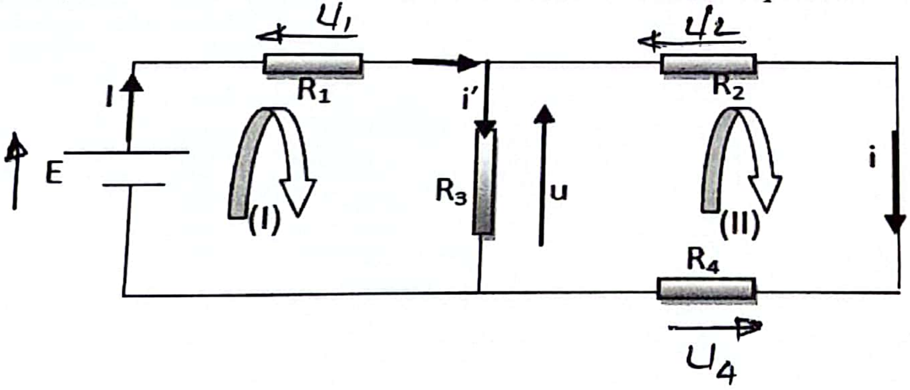


0.25

Exercice N°03(/5pts)

1. Déterminons l'intensité du courant de la résistance R2 et la tension U

Soient I, i et i' les courants dans les trois branches comme représenté ci-contre.



1.00

Maille (I) : $-E + R_1 I + R_3 i' = 0 \Leftrightarrow E = R_1 I + R_3 i' \Leftrightarrow 6 = 100I + 50i'$ 0.5

Maille(II) : $0 = (R_2 + R_4)i - R_3 i' \Leftrightarrow 0 = 100i - 50i'$ 0.5

Or : $I = i + i'$ 0.5

Les deux équations précédentes donnent : $\begin{cases} 100i - 50i' = 0 \\ 6 = 100I + 50i' \end{cases} \Rightarrow : \begin{cases} i' = 2i \\ 6 = 300i' + 50i' \end{cases}$ 0.5

Donc : $6 = 350i' \Rightarrow i' = \frac{6}{350} = 0.017A = 17mA$ 0.5

D'où : $i = 8.5mA$ 0.5

- La tension u

  On a : $u = R_3 i' = 0.85V$ 1