UNIVERSITE DE BATNA 2 — Année Universitaire : 2022-2023

FACULTE DE TECHNOLOGIE — Durée : 1h30

Examen final Physique 2

Questions de cours (5pts):

Soit le circuit de la figure suivante (Fig.1): لتكن لدينا الدارة في الشكل المقابل

1- Définir les éléments de circuit : nombre de nœuds, nombre de branches et nombre de mailles.
أوجد عدد العقد – عدد الفروع – عدد العروات

2- Démontrer la relation qui donne la résistance équivalente en cas d'association des résistances en parallèle. برهن علاقة المقاومة المكافئة في حالة تجميع المقاومات على التفرع

3- Déterminer la résistance équivalente de circuit et donner le circuit simplifié. أوجد المقاومة المكافئة

4- Calculer lintensité de coutant I. أحسب شدة التيار الكلي
Avec : V=20 V, R_1= 100 Ω, R_2= 200 Ω,
R_3= 100 Ω, R_4= 50 Ω, R_5= 100 Ω, R_6= 50 Ω,
R_7= 50 Ω.

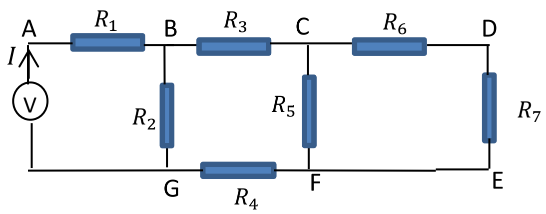


Fig.1

Exercice 1 (08 points)

Soient trois charges électriques ponctuelles $q_1 = q_2 = -q$ et $q_0 = 2\sqrt{2}q > 0$ fixées respectivement aux points M_1 $(a;0)$, M_2 $(0;a)$, et M_0 $(a/2;a/2)$ d'un repère orthonormé Oxy (fig. 2).

1. Donner l'expression du potentiel électrique V_M produit par ces trois charges au point M$(a;a)$ en fonction de a et q.
أوجد عبارة الكمون الناتجة في النقطة M$(a;a)$ بدلالة a et q

2. Calculer et représenter le vecteur champ électrique $\vec{E}_M$ **au** point M.
مثل واحسب الحقل الناتج في النقطة M

3. On place une charge q_M = **-**q au point M. Calculer et représenter le vecteur force électrique appliqué sur la charge q_M.
مثل واحسب القوة المطبقة على الشحنة q_M

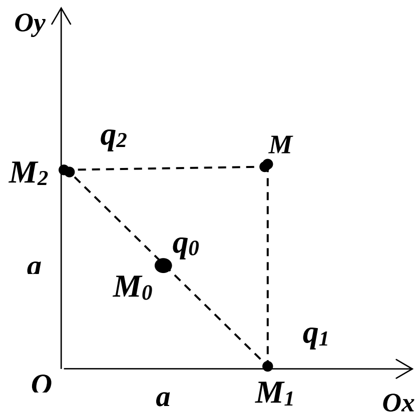


Fig. 2

On donne : $q = 10^{-9}\ C$, $a = 1cm$ et $K = 9 \cdot 10^9\ Nm^2/C^2$.

Exercice2 : (07 points)

Soient une sphère conductrice creuse de centre O et de rayon R_1 qui porte une distribution surfacique de charge de densité uniforme $\boldsymbol{\sigma > 0}$. On l'entoure de deux sphères concentriques, de rayons respectifs R_2 et R_3, une charge volumique $\boldsymbol{\rho}$ positive est uniformément répartie entre les deux sphères (Fig. 3).

لتكن كرة مركزها O ونصف قطرها R_1 تحمل كثافة شحنيه سطحية موجبة $+\sigma$ موزعة بانتظام و محاطة بكرتين نصف قطريهما R_2وR_3 على التوالي وكثافة شحنيه حجمية ρ موزعة بانتظام بين الكرتين

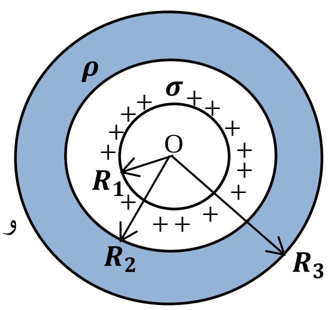


Fig. 3

1. En utilisant le théorème de Gauss, donner l'expression du champ électrostatique $\boldsymbol{\vec{E}_M(r)}$ en tout point de l'espace.
باستعمال نظرية Gauss, اوجد عبارة الحقل الكهروستاتيكي $\vec{E}_M(r)$ في جميع نقاط الفضاء

2. En déduire le potentiel V en tous points de l'espace (sans calcul des constantes).
استنتج عبارة الكمون الكهروستاتيكي $V_M(r)$ في جميع نقاط الفضاء

Corrigé type examen final P2 2022/2023:

Questions de cours : (5 points)

1- les éléments de circuit : on a : 0,75

- *4 nœuds B, C, F et G* - 6 branches - 6 mailles

2- Démonstration la relation qui donne la résistance équivalente des résistances montées en parallèle :

On a les résistances ont une même différence du potentiel entre leurs bornes :

$$V_1 = V_2 = V_3 = \cdots \dots \dots \dots \dots = V_n = V$$ 0,25

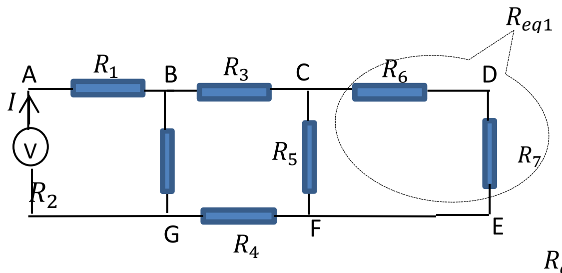
D'après la loi d'ohm : $V = R_{eq}\,.I$ 0,25 Et : $I = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots \dots + I_n = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \cdots \dots . + \frac{V_n}{R_n}$ 0,25

$$I = V\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots \dots . + \frac{1}{R_n}\right) \rightarrow \frac{I}{V} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots \dots . + \frac{1}{R_n}\right)$$ 0,5

$$\rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots \dots . + \frac{1}{R_n}\right)$$

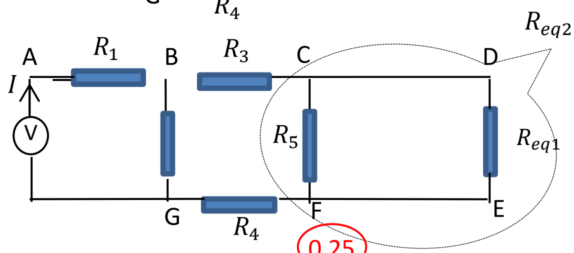
3- La résistance équivalente :

V=20 V, R_1= 100 Ω, R_2= 200 Ω,
R_3= 100 Ω, R_4= 50 Ω, R_5= 100 Ω, R_6= R_7=50 Ω,



- Les résistances R_6 et R_7 sont en série :

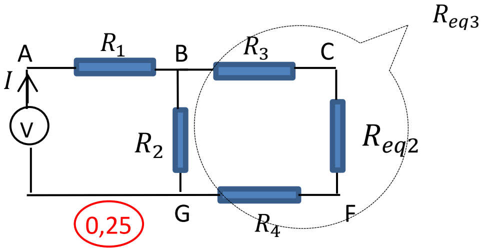
$R_{eq1} = R_6 + R_7$ = 50+50 = 100 Ω 0,25



0,25

- R_{eq1} en parallèle avec R_5 : 0,5

$$\frac{1}{R_{eq2}} = \left(\frac{1}{R_{eq1}} + \frac{1}{R_5}\right) = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} = \frac{2}{100} \rightarrow R_{eq2} = 50\ \Omega$$



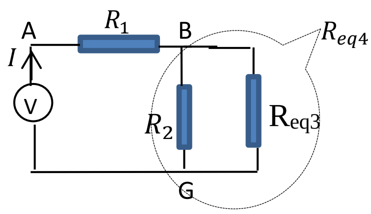
- Les résistances R_{eq2} , R_3 et R_4 sont en série :

$R_{eq3} = R_{eq2}$ +R_3 + R_4 = 50 + 50 +100 = 200 Ω =R_{eq3} 0,25

0,25

- R_{eq3} en parallèle avec R_2 : 0,5

$$\frac{1}{R_{eq4}} = \left(\frac{1}{R_{eq3}} + \frac{1}{R_2}\right) = \frac{1}{200} + \frac{1}{200} = \frac{2}{200} \rightarrow R_{eq4} = 100\ \Omega$$



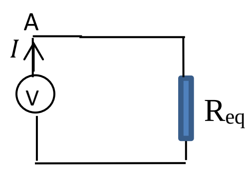
- Les résistances R_{eq4} et R_1 sont en série :

$R_{eq} = R_{eq4}$ + R_1 = 100 +100 = 200 Ω 0,25

0,25

4- Le courant total I :

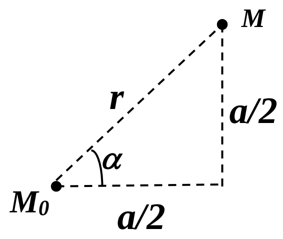
$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{20}{200} = 0{,}1\ A$$ 0,5



Le circuit simplifier

Exercice 1 : (7 points)

1. Donner l'expression du potentiel électrique V_M :



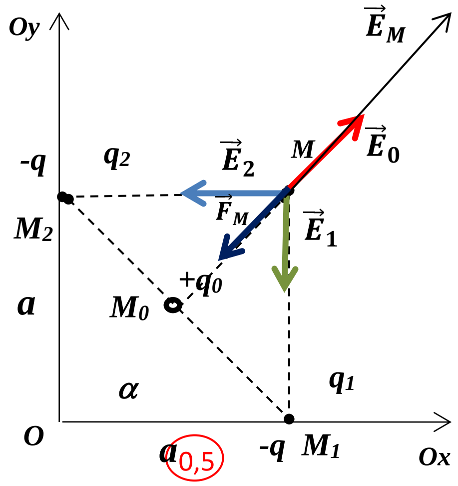
$$V_M = V_0 + V_1 + V_2$$ 0,25

0,5 $$V_1 = V_2 = -\frac{kq}{a} \quad ; \quad V_0 = \frac{2\sqrt{2}\,kq}{r} \Rightarrow V_0 = \frac{2\sqrt{2}\,kq}{a/\sqrt{2}} = \frac{4\,kq}{a}$$ 0,5

0,5 $$r^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 = \frac{2a^2}{4} = \frac{a^2}{2} \Rightarrow r = \frac{a}{\sqrt{2}}$$ 0,25

0,5 $$V_M = \frac{4\,kq}{a} - \frac{kq}{a} - \frac{kq}{a} = \frac{2kq}{a} \Rightarrow V_M = \frac{2*9*10^9*10^{-9}}{0.01} = 18*10^2[Volt]$$ 0,25

2. Calcul et représentation le vecteur champ électrique au point M



$$\vec{E}_T(M) = \vec{E}_0 + \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{E}_x + \vec{E}_y$$ 0,25

$$\begin{cases} E_x = -E_2 + 0 + E_0 \cos\alpha & (1) \\ E_y = -E_1 + 0 + E_0 \sin\alpha & (2) \end{cases}$$ 0,5

$$E_1 = E_2 = \frac{k|-q|}{a^2} = \frac{kq}{a^2} \quad ; \quad E_0 = \frac{k|2\sqrt{2}\,q|}{r^2} = \frac{2\sqrt{2}\,kq}{r^2}$$ 0,5 0,5

$$r^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 = \frac{2a^2}{4} = \frac{a^2}{2} \Rightarrow E_0 = \frac{2\sqrt{2}\,kq}{\frac{a^2}{2}} = \frac{4\sqrt{2}\,kq}{a^2}$$

$\cos\alpha = \frac{a/2}{a/\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ 0,25 $\sin\alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$; Sinon on a un carré donc l'angle égal 45°

$$\begin{cases} (1) = E_x = -\frac{kq}{a^2} + \frac{4\sqrt{2}\,kq}{a^2}\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{3kq}{a^2} \\ (2) = E_y = -\frac{kq}{a^2} + \frac{4\sqrt{2}\,kq}{a^2}\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{3kq}{a^2} \end{cases}$$ 0,5 $$\Rightarrow \vec{E}_T(M) = \frac{3kq}{a^2}(\vec{\imath} + \vec{\jmath})$$ 0,5

AN: $\vec{E}_T(M) = \frac{3*9*10^9*10^{-9}}{(0.01)^2}(\vec{\imath} + \vec{\jmath}) = 27*10^4(\vec{\imath} + \vec{\jmath})$ 0,25 ; $E_M = 27*10^4[V/m]$ 0,25

3. Calcul et représentation du vecteur force électrique appliqué sur la charge $q_M = -q$:

$$\vec{F}_T(M) = q_M\vec{E}_T(M) \Rightarrow \vec{F}_T(M) = -q\vec{E}_T(M) = -10^{-9}*27*10^4(\vec{\imath} + \vec{\jmath})$$ 0,25 0,5

$$\vec{F}_T(M) = -2.7*10^{-4}(\vec{\imath} + \vec{\jmath})$$ 0,25

$$F_M = 2.7*10^{-4}[N]$$ 0,25

UNIVERSITE DE BATNA 2 — année Universitaire : 2022-2023

FACULTE DE TECHNOLOGIE — Socle commun sciences et technologies

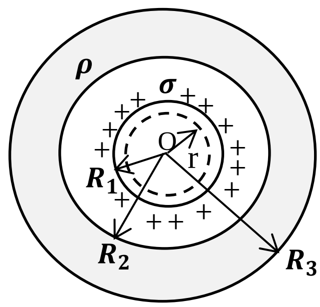
Exercice 2 : (7 points)

1. En utilisant le théorème de Gauss, on donne l'expression du champ électrostatique $\vec{E}_M(r)$ en tout point de l'espace :

0,25 $\phi = \oiint_S \vec{E}.\overrightarrow{dS} = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0}$ Vu que $\vec{E}$ et $\overrightarrow{dS}$ sont colinéaires, alors :

$\vec{E} \,/\!/\, \overrightarrow{dS} \Rightarrow \oiint \vec{E}.\overrightarrow{dS} = \oiint E\,.\,dS\cos 0 = \oiint E\,.\,dS = E.S$ 0,5

La surface de Gauss : $S_G = 4\pi r^2$ 0,25



0,25

1er cas : r < R₁ :

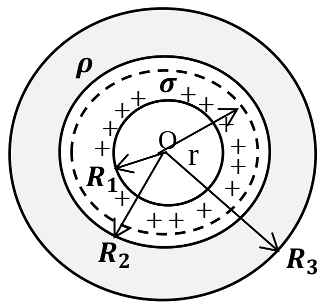
$$E_1.S_G = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0} \Rightarrow \sum Q_i = 0 \Rightarrow \begin{cases} E_1 = 0 \\ \vec{E}_1 = 0\overrightarrow{e_r} \end{cases}$$ 0,25

2eme cas : R₁< r < R₂ :

$$E_2.S_G = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0} \Rightarrow \sum Q_i = \sigma S_{sphere1} = \sigma \iint ds$$

0,25

$$= \sigma \int_0^{R_1} 8\pi r\, dr \Rightarrow Q_i = \sigma\, 4\pi R_1^2$$

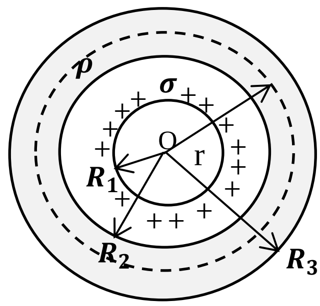


0,25

$$\Rightarrow \begin{cases} \boldsymbol{E_2 4\pi r^2 = \frac{\sigma\, 4\pi R_1^2}{\varepsilon_0} \Rightarrow E_2 = \frac{\sigma R_1^2}{\varepsilon_0 r^2}} \\ \boldsymbol{\vec{E}_2 = \frac{\sigma R_1^2}{\varepsilon_0 r^2}\overrightarrow{e_r}} \end{cases}$$ 0,5

3eme cas : R₂< r < R₃ :

$$E_3.S_G = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0} \Rightarrow \sum Q_i = \sigma S_{sphere1} + \rho.\mathrm{v}$$ 0,25



la charge volumique $\Rightarrow Q = \rho.\mathrm{v} \Rightarrow \mathrm{v} = \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow d\mathrm{v} = 4\pi r^2\, dr$

$$Q = \rho \iiint dv = \rho \int_{R_2}^{r} 4\pi r^2\, dr = \rho \frac{4}{3}\pi(\, r^3 - R_2^3)$$ 0,5

$$\sum Q_i = \sigma\, 4\pi R_1^2 + \rho \frac{4}{3}\pi(\, r^3 - R_2^3)$$

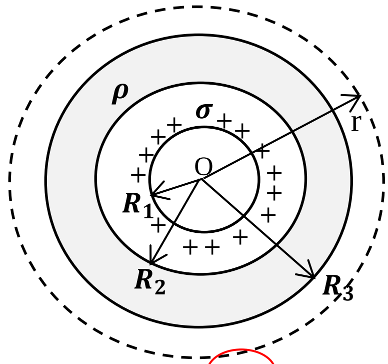
0,25

$$\Rightarrow \begin{cases} \boldsymbol{E_3 4\pi r^2 = \frac{\sigma\, 4\pi R_1^2 + \rho\frac{4}{3}\pi(\, r^3 - R_2^3)}{\varepsilon_0} \Rightarrow E_3 = \frac{\sigma R_1^2}{\varepsilon_0 r^2} + \frac{\rho(\, r^3 - R_2^3)}{3\varepsilon_0 r^2}} \\ \boldsymbol{\vec{E}_3 = \left(\frac{\sigma R_1^2}{\varepsilon_0 r^2} + \frac{\rho(\, r^3 - R_2^3)}{3\varepsilon_0 r^2}\right)\overrightarrow{e_r}} \end{cases}$$

0,5

4^{eme} cas : r > R_3:

$$E_4.S_G = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0} \Rightarrow \sum Q_i = \sigma S_{sphere1} + \rho.\mathrm{v}$$



$$Q = \rho \iiint dv = \rho \int_{R_2}^{R_3} 4\pi r^2\, dr = \rho \frac{4}{3}\pi(R_3^3 - R_2^3)$$ 0,25

$$\sum Q_i = \sigma\, 4\pi R_1^2 + \rho \frac{4}{3}\pi(R_3^3 - R_2^3)$$

0,25

$$\Rightarrow \begin{cases} \boldsymbol{E_4 4\pi r^2 = \frac{\sigma\, 4\pi R_1^2 + \rho\frac{4}{3}\pi(R_3^3 - R_2^3)}{\varepsilon_0}} \Rightarrow \boldsymbol{E_4 = \frac{\sigma R_1^2}{\varepsilon_0 r^2} + \frac{\rho(R_3^3 - R_2^3)}{3\varepsilon_0 r^2}} \\ \boldsymbol{\vec{E}_4 = \frac{\sigma R_1^2}{\varepsilon_0 r^2} + \frac{\rho(R_3^3 - R_2^3)}{3\varepsilon_0 r^2}\vec{e_r}} \end{cases}$$ 0,5

2. le potentiel V en tous points de l'espace :

1^{er} cas : r < R_1 :

$$E_1 = 0 \Rightarrow V_1 = -\int E_1.dr = C_1 \quad \Rightarrow V_1 = C_1$$ 0,25

2^{eme} cas : R_1< r < R_2 :

$$V_2 = -\int E_2.dr = -\int \frac{\sigma R_1^2}{\varepsilon_0}\frac{1}{r^2}.dr \Rightarrow \mathrm{V}_2 = \frac{\sigma\, R_1^2}{\varepsilon_0 r} + C_2$$ 0,5

3^{eme} cas : R_2< r < R_3 :

$$V_3 = -\int E_3.dr = -\int \frac{\sigma\, R_1^2}{\varepsilon_0}\frac{1}{r^2}.dr - \int \frac{\rho(\ r^3 - R_2^3)}{3\varepsilon_0 r^2}\ dr$$

$$\Rightarrow \mathrm{V}_3 = \frac{\sigma\ R_1^2}{\varepsilon_0}\frac{1}{r} - \frac{\rho}{6\ \varepsilon_0}r^2 - \frac{\rho\ R_2^3}{3\varepsilon_0}\frac{1}{r} + C_3$$ 0,75

4^{eme} cas : r > R_3:

$$V_4 = -\int E_4.dr = -\int \frac{\sigma\, R_1^2}{\varepsilon_0}\frac{1}{r^2}.dr - \int \frac{\rho(R_3^3 - R_2^3)}{3\varepsilon_0 r^2}\ dr$$

$$\mathrm{V}_4 = \frac{\sigma\ R_1^2}{\varepsilon_0}\frac{1}{r} + \frac{\rho\ (R_3^3 - R_2^3)}{3\varepsilon_0}\frac{1}{r} + C_4$$ 0,5