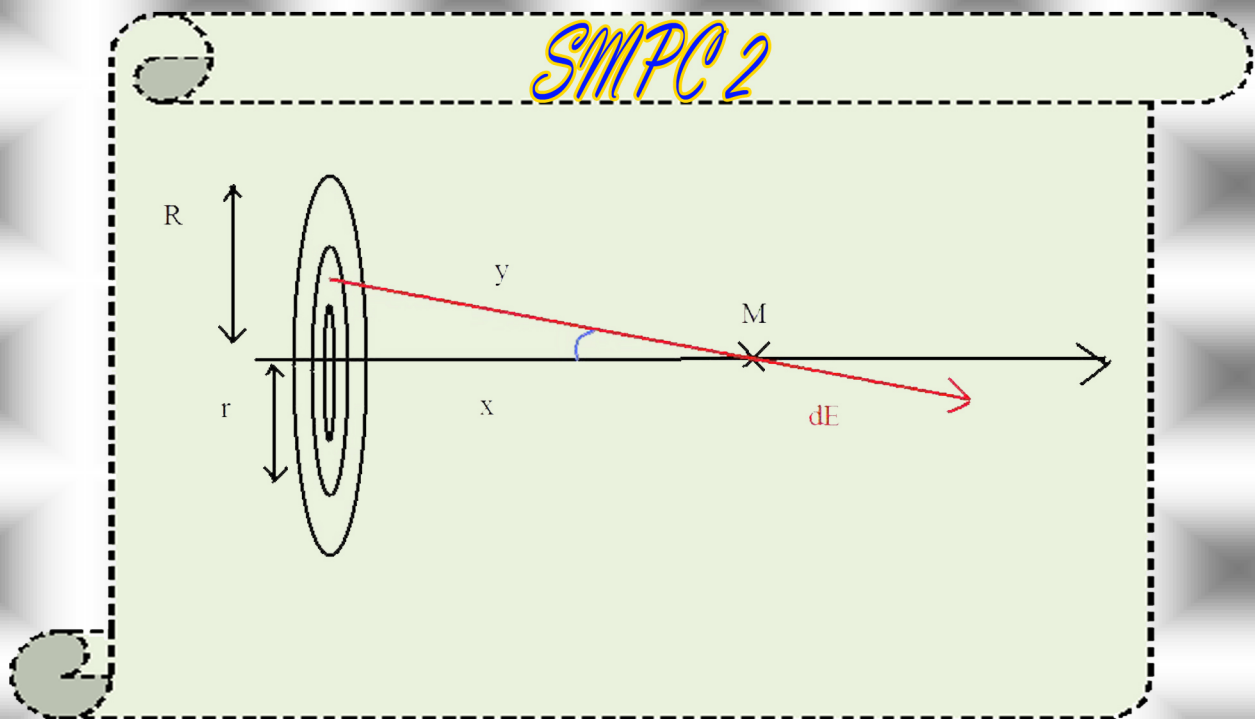


Correction des Examens ÉLECTRICITÉ

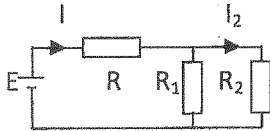




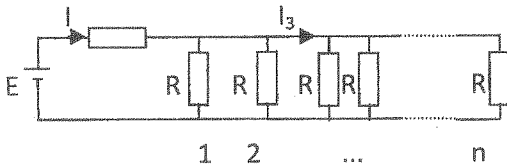
Filière : SMPC
 Examen d'Electrostatique et Electrocinétique
 - Session de Rattrapage -

Durée : 1 h 30 min

Exercice I : Questions de cours (4 pts)



1- Quelle est la condition pour que le courant $I_2 = I/2$?



2- Quelle est la condition pour que le courant $I_3 = I/2$?

3- Donner les propriétés d'un conducteur en équilibre:

- a-.....
- b-.....
- c-.....
- d-.....

Exercice II : (6 pts)

Lorsqu'on applique une tension de 22 mV aux extrémités d'un fil de 5 m de long et de 2 mm de diamètre, il est parcouru par un courant de 750 mA .
 Si la vitesse de dérive est de $1.7 \times 10^{-5}\text{ m/s}$, donner l'expression et calculer (attention aux unités):

1- la résistance du fil :

.....

.....

2- a)- sa résistivité :

.....

.....

b)- en déduire sa conductivité :

.....

.....

3- la densité de courant :

.....

.....

4- le champ électrique à l'intérieur du fil :

.....

.....

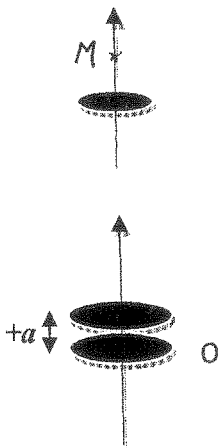
5- le nombre d'électrons libres par unité de volume :

.....

.....

+CLUB NA-JAH+
 UCO.FS.ELJADIDA
 LE PRÉSIDENT

Exercice III : (4 pts)



- 1- Donner l'expression du champ électrostatique créé par un disque de rayon R portant une densité de charge surfacique positive σ en un point M de son axe de symétrie :

- 2- On place en parallèle à ce disque un autre disque de même axe, de même rayon et portant une charge surfacique $\sigma' = \sigma$ à la distance $'a'$ du premier disque, donner l'expression du champ créé par l'ensemble de ces deux disques au point M situé entre les deux disques :

- 3- Le champ résultant peut-il être nul dans l'espace interne aux deux disques ? si oui en préciser la position.

Exercice IV : (6 pts)

On considère un condensateur à armatures planes, parallèles, de surface $S=100 \text{ mm}^2$ chacune et espacées de la distance $e=2 \text{ mm}$.

- 1- Donner l'expression de la capacité de ce condensateur :

- 2- On alimente le condensateur par une source de tension continue de *f.e.m.* $U=6V$. Quelles sont les charges placées sur chaque armature ? Justifier votre réponse.

- 3- Calculer le champ électrostatique dans l'espace entre les armatures :

- 4- Calculer l'énergie emmagasinée dans cet espace :

- 5- On déconnecte la source d'alimentation puis on écarte les armatures du condensateur d'une distance $e' = +0.25 \text{ mm}$. Donner les expressions des nouvelles tension U' et énergie W' :

On donne : $k = 9 \cdot 10^9 \text{ S.I.}$



Filière : SMPC
Examen d'Electrostatique et Electrocinétique
- Session Normale -

Durée : 1 h 30 min

Exercice I : Questions de cours (5 pts)

- 1) Définir ce qui suit :
 - a- Ligne de champ électrique :.....
.....
.....
 - b- Dipôle électrostatique :.....
.....
- 2) Donner :
 - a- la condition nécessaire et suffisante pour que le champ électrique dérive d'un potentiel:.....
 - b- la loi d'Ohm microscopique (ou locale) et identifier chaque paramètre :
.....
.....
 - c- la relation entre la mobilité et le temps de relaxation :
.....

CLUB MAJAH
UCD.FS.ELJAJIDA
LE PRÉSIDENT

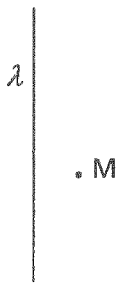
Exercice II : (5 pts)

Dans l'expérience de Millikan, on insuffle avec un pulvérisateur des gouttelettes d'huile entre les armatures d'un condensateur plan horizontal. La distance entre les armatures est $d = 1,5$ cm. Lorsqu'on règle la différence de potentiel U entre ces armatures à 3 kV, les petites gouttelettes chargées négativement deviennent immobiles.

- 1)- Quelles sont les polarités des armatures ? Justifier
.....
.....
.....
- 2)- On suppose que la forme d'une petite gouttelette est sphérique et que la poussée d'Archimède est négligeable.
 - a- Quelle est la nature de la force qui compense l'effet de la gravitation ?
.....
 - b- Etablir l'expression de la charge q d'une gouttelette d'huile :
.....
.....
.....
.....
- 3)- On donne : $g = 9,8$ m/s², rayon de la gouttelette $R = 2,05$ μm et la masse volumique de l'huile $\rho = 900$ kg/m³. Calculer et comparer cette charge q à la charge de l'électron :
.....
.....
.....

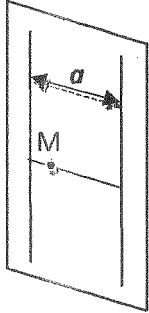
Exercice III : (5 pts)

On considère un fil infini portant une densité de charge uniforme et positive λ .



A1- Donner la géométrie de la surface de gauss associée à ce fil.

A2- Donner l'expression du champ électrostatique créé en un point M de l'espace.



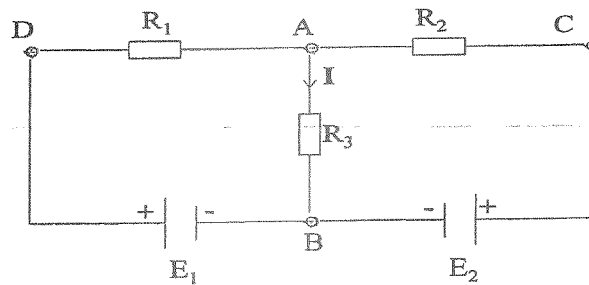
On place dans le plan contenant le fil et le point M (plan YOZ) un autre fil de mêmes caractéristiques que le premier éloigné d'une distance égale à « a ».

B1- Donner le champ électrostatique résultant au point M.

B2- Déterminer le lieu des points où le champ est nul.

Exercice IV : (5 pts)

On considère le circuit de la figure ci-contre :



1- Donner l'expression de la résistance équivalente entre les points A et C.

2- Donner l'expression de la tension vue entre ces deux points (tension de Thévenin).

3- Déduire l'expression du courant électrique I_2 traversant la résistance R_2 .



Examen d'Électricité 1 – Session normale de Juin

Durée : 1h 30 min

Exercice 1 : Questions de cours (5 points)

- 1- Énoncer le théorème de Gauss. /1pt
- 2- Quelles sont les propriétés physiques d'un conducteur en équilibre électrostatique? /1pt
- 3- Quel est l'intérêt de la cage de Faraday? /1pt
- 4- Où est localisée l'énergie électrostatique d'un condensateur? /1pt
- 5- Donner la forme locale de la loi d'Ohm. /1pt

Exercice 2 : Application du théorème de Gauss (8 points)

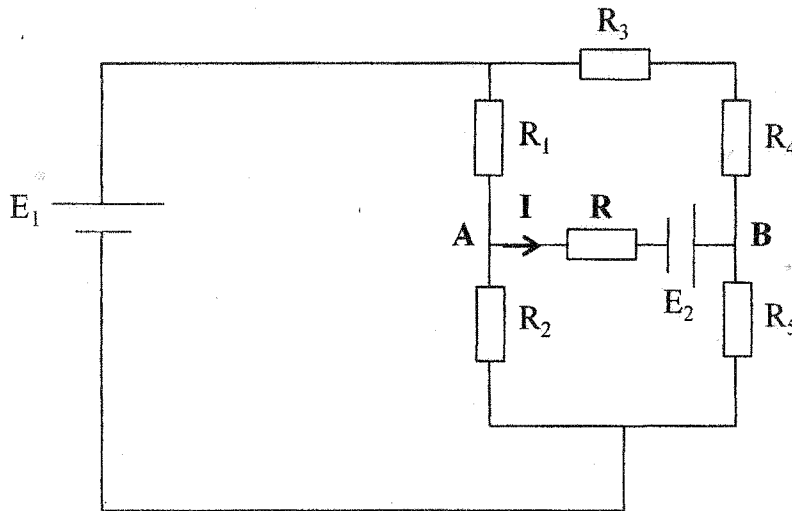
Une sphère conductrice porte une densité volumique de charge $\rho(r)$ ainsi définie

$$\rho(r) = \begin{cases} -\rho_0 & \text{si } R_1 < r < R_2 \\ 0 & \text{si non} \end{cases}$$

- 1- Par application du théorème de Gauss, donner l'expression du champ électrostatique créé par cette distribution pour les trois différentes régions de l'espace. /2pts
- 2- Dédurre les expressions du potentiel électrostatique pour chaque région. /2pts
- 3- Supposons que $R_2=2R_1$; représenter l'allure des fonctions $E(r)$ et $V(r)$. /4pts

Exercice 3 : Application du théorème de Thévenin (7 points)

Soit le réseau représenté par la figure ci-dessous :



+CLUB NAJAH+
 UCD.FS.ELJADIDA
 LE PRÉSIDENT

On donne:
 $R_1=R_2=R=100\text{ k}\Omega$,
 $R_3=R_5=25\text{ k}\Omega$,
 $R_4=50\text{ k}\Omega$ et $E_1=E_2=10\text{ V}$.

- 1- Quelle est l'expression de la résistance équivalente R_{th} du circuit vu entre les points A et B de la résistance R? (on trouve $R_{th}=68,75\text{ k}\Omega$). /2pts
- 2- Donner l'expression et calculer la f.é.m. E_{th} . /2pts
- 3- Donner l'expression et calculer le courant I traversant la résistance R. /2pts
- 4- Calculer la puissance dissipée dans cette résistance. /1pt



Examen d'Électricité 1 – Session de rattrapage

Durée : 1h 30 min

Exercice 1 : Questions de cours (6 points)

- 1- Donner et montrer l'équation de Poisson. /2pts
- 2- Enoncer les lois de Kirchhoff. /2pts
- 3- Définir le dipôle électrostatique. /1pt
- 4- Tracer les lignes de champ et les équipotentiellles pour une charge négative. /1pt

Exercice 2 : (8 points)

Une distribution de charges, à symétrie sphérique créé, en un point M à une distance r du centre O le potentiel électrostatique donné par :

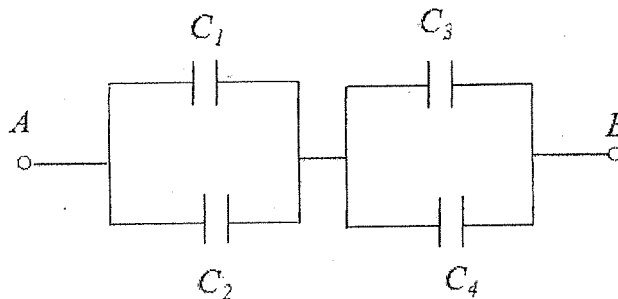
$$V(r) = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 r} \exp\left(\frac{-r}{a}\right)$$

- 1- Exprimer le champ électrostatique créé au point M. /2pts
- 2- En déduire la densité d'énergie électrostatique au point M. /1pt
- 3- Exprimer la charge de cette distribution en fonction de r, a et e. /2pts
- 4- En déduire, en faisant tendre r vers 0 ou l'infini :
 - a- la charge totale contenue dans tout l'espace, /1pt
 - b- la charge ponctuelle au centre. /1pt
 - c- Le modèle étudié ici est celui de Yukawa de l'atome d'hydrogène. Que peut-on conclure ? /1pt

On donne : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $a = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$; $1/4\pi\epsilon_0 = 8,89 \cdot 10^9 \text{ m/F}$.

Exercice 3 : (6 points)

Supposons que, dans la figure ci-dessous, $C_1 = C_3 = 10 \mu\text{F}$, que $C_2 = C_4 = 20 \mu\text{F}$ et que $Q_2 = 30 \mu\text{C}$, calculer :



- 1- la capacité équivalente entre A et B, /1.5pts
- 2- la charge de chacun des autres condensateurs, /1.5pts
- 3- la tension entre leurs armatures et /2pts
- 4- la tension V_{AB} que subit l'ensemble du système. /1pts

CLUB NAJAH
 UCD-FS-EL JADIDA
 LE PRÉSIDENT

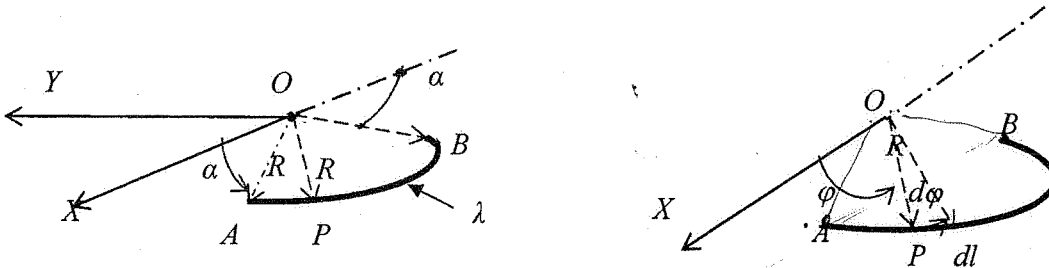


Examen de physique
Electricité 1

Durée : (1H30)

Exercice 1:

On considère un arc de cercle AB de rayon R , de centre O placé dans le plan OXY . L'arc est délimité par les angles α et $\pi - \alpha$ par rapport à l'axe OX (voir figure). On charge cet arc avec une distribution de charge linéique uniforme λ . Chaque point P de cet arc est repéré par ses coordonnées polaires (R, φ) ou φ est l'angle $(\widehat{OX, OP})$ et $(\alpha < \varphi < \pi - \alpha)$.



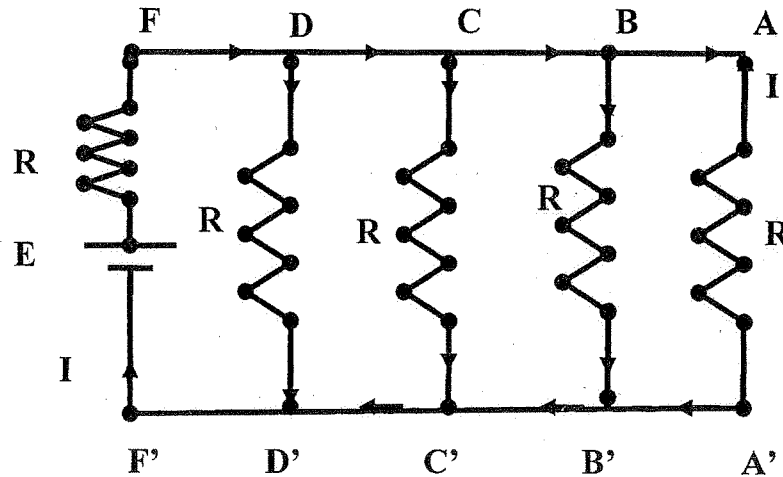
- 1) Donner l'expression de l'élément de l'arc de cercle dl autour du point P en fonction de R et φ . En déduire l'élément de charge dq contenu dans dl en fonction de R , φ et λ .
- 2) En utilisant la loi de coulomb, donner l'expression du champ et du potentiel électriques élémentaires $d\vec{E}(O)$ et $dV(O)$ créés par l'élément de charge λdl au tour du point P au centre du cercle O .
- 3) Donner les composantes dE_x et dE_y du champ $d\vec{E}(O)$.

- 4) En intégrant sur l'arc (C), calculer les composantes $\vec{E}(O)_x$, $\vec{E}(O)_y$ et $V(O)$.

En déduire le champ $\vec{E}(O)$ et $V(O)$ créés au centre O d'un cercle de rayon R chargé avec une distribution linéique uniforme λ .

Exercice 2:

On considère le circuit suivant :



En utilisant le théorème de Thevenin, calculer le courant qui circule dans la branche AA' en fonction de E et R .

Application numérique : $E = 24V$ et $R = 20\Omega$.

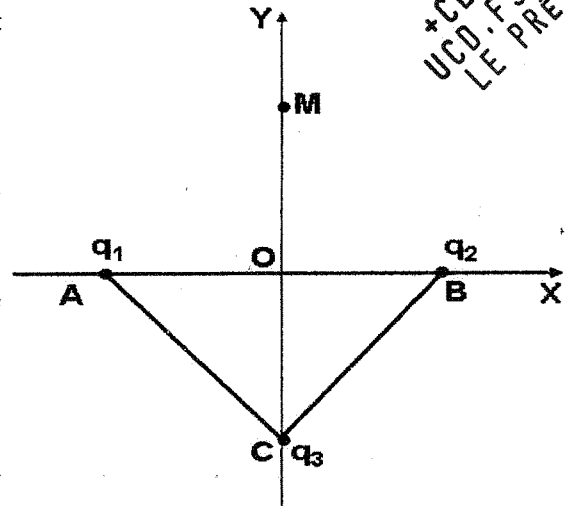
- Débrancher AA' et calculer $V_A - V_{A'}$. En déduire E_{th} .
- Court-circuiter E et calculer la résistance $R_{AA'}$ vue entre A et A' . En déduire R_{th} .
- Calculer I dans le circuit de Thevenin.

Epreuve d' Electricité 1 : Module Physique 2 – Filières : SMPC

Exercice 1 :

Trois charges positives q_1 , q_2 et q_3 sont placées sur les sommets d'un triangle ABC ($AB = AC = BC = a$ et $OA=OB=a/2$). Soit un point M de l'axe OY tel que : $OM = y > 0$.

- 1- Déterminer le potentiel $V(M)$ crée par les trois charges au point M en fonction de y et a .
- 2- Si $q_1 = q_2$, donner le sens du champ électrique produit au point M par les trois charges. En déduire la valeur du champ à partir de l'expression du potentiel.
- 3- Si $q_1 = q_2 = q_3$, déterminer l'énergie électrostatique du système composé des charges q_1 , q_2 et q_3 .



CLUB NAJAH
 UCD.FS.ELJADIDA
 LE PRESIDENT

Exercice 2 :

Soit une sphère conductrice de centre O et de rayon R portant une densité superficielle uniforme $\sigma > 0$.

1. Quelle est la charge totale Q, portée par la sphère ?
2. Calculer le potentiel V et le champ \vec{E} en un point situé à l'intérieur de la sphère sans utiliser le théorème de Gauss.
3. En appliquant le théorème de Gauss, calculer le champ \vec{E} à l'extérieur de la sphère
4. En déduire la valeur du potentiel à l'extérieur de la sphère
5. Tracer les courbes représentatives $E(r)$ et $V(r)$
6. Déterminer l'expression de l'énergie électrostatique de la sphère S en fonction de σ et R.

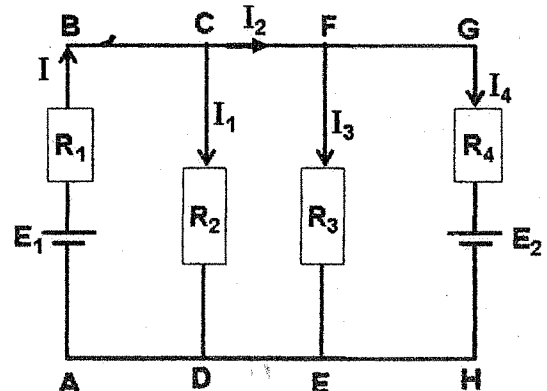
Exercice 3 :

On considère le circuit électrique ci-contre:

1. Montrer que $I_4 = I - I_1 - I_3$ (on considère les nœuds C et F)
2. Etablir les équations des mailles ABCDA, ABFEA et ABGHA

On donne : $E_1 = 5V$, $E_2 = 2V$, $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$ et $R_3 = R_4 = 3 \Omega$

3. En déduire l'intensité du courant I



Correction examen
Electrostatique et électromagnétique

session normale

2014/2014

2014/2015



كلية العلوم
فادي القحج

success club

www.facebook.com/succes.club

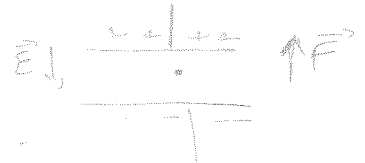
+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

Exercice 1:

Voir votre cours.

Exercice 2:

1) la force électrostatique est dirigée vers le haut par ce que la charge est négative. La force électrostatique et champ électrostatique sont de sens opposés; le champ électrostatique est donc dirigé vers le bas. la plaque du haut chargée positivement et celle du bas négativement



2) a) la force compensant l'effet de la gravitation est la force électrostatique

b) à l'équilibre $\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow m\vec{g} + q\vec{E} = \vec{0}$
projection sur l'axe dirigé vers le bas.
 $m g - |q| E = 0$

$$\text{par conséquent } |q| = \frac{m g}{E} = \frac{\rho \frac{4}{3} \pi R^3 g}{E}$$

$m = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3$ par ce que la gouttelette est sphérique

$$\text{or } E = \frac{u}{d} \text{ donc } |q| = \frac{\rho \frac{4}{3} \pi R^3 g}{\frac{u}{d}}$$

$$3) |q| = \frac{\rho \cdot 4\pi \cdot R^3 \cdot g}{3 \left(\frac{u}{d}\right)} = \frac{900 \cdot 4\pi \cdot (2,05 \times 10^{-6})^3 \cdot 9,8}{(3 \cdot 3 \cdot 10^3) / 1,5 \cdot 10^{-2}}$$

$$|q| = 1,59 \cdot 10^{-18} \approx 1,6 \cdot 10^{-18} \text{ C}$$

la charge d'électron $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

donc $|q| \approx 10|e|$

Exercice 3:

A₁) la géométrie de la surface de gauss associée à ce fil est un cylindre.

$$A_2) \oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0}$$

le champ est radial $E(r)$; $\vec{E} \cdot d\vec{S}_b = 0$

$$\oint E(r) \cdot d\vec{S}_L = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0} = \frac{\int \lambda dz}{\epsilon_0}$$

$$dS_L = r d\theta \cdot dz; \quad \oint E(r) \cdot r d\theta \cdot dz = \frac{\int \lambda dz}{\epsilon_0}$$

$$E(r) \cdot 2\pi r h = \frac{\lambda \int dz}{\epsilon_0} = \frac{\lambda h}{\epsilon_0}$$

$$\boxed{\vec{E}(r) = \frac{\lambda}{2\pi r \epsilon_0} \vec{e}_r}$$



B₁) le fil 1 crée un champ $\vec{E}_1(r) = \frac{\lambda}{2\pi r_1 \epsilon_0} \vec{e}_{r_1}$ dans M

le fil 2 crée un champ $\vec{E}_2(r) = \frac{\lambda}{2\pi r_2 \epsilon_0} \vec{e}_{r_2}$ dans M

donc $\vec{E}(M) = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0} \left(\frac{\vec{r}_1}{r_1} + \frac{\vec{r}_2}{r_2} \right)$

Bc). le champ est nul lorsque $\vec{E}(M) = \vec{E}_1(M) + \vec{E}_2(M) = 0$

$$\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r_1} \vec{e}_{r_1} + \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r_2} \vec{e}_{r_2} = 0$$

dans ce cas on a $\vec{e}_{r_1} = -\vec{e}_{r_2} = \vec{e}_r$

$$\left(\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r_1} - \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r_2} \right) \vec{e}_r = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{r_1} = \frac{1}{r_2} \Leftrightarrow r_1 = r_2 \text{ or } r_1 + r_2 = a$$

le champ est nul pour $r_1 = r_2$

donc le champ est nul pour $r_1 = r_2 = \frac{a}{2}$

CLUB NAJAH
UCO. FS. ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

Correction

Examen électrostatique électrocinétique

Session Rattrapage 2014/2015

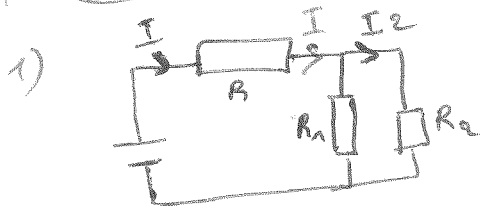


نادي النجاح كلية العلوم

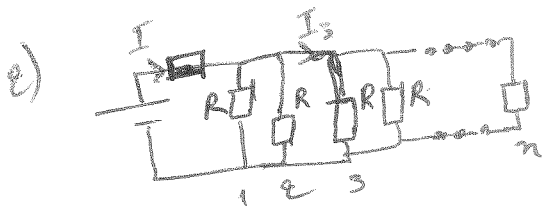
success club

www.facebook.com/succes.club

Exercice 1:



pour que le courant $I_2 = I/2$
il faut $R_1 = R_2$



pour que $I_3 = I_0/2$
il faut $(R_1 || R_2) = (R_3 || R_n || \dots || R_m)$

3) propriétés d'un conducteur en équilibre:

{ voir votre cours.

+ CLUB NAJAH+
UCD.FS. ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

Exercice II:

1) la résistance du fil: $R = \frac{U}{I} = \frac{22 \cdot 10^{-3}}{750 \cdot 10^{-3}} = 0,029 \Omega$

2.a) la résistivité:

$$R = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow \rho = R \cdot \frac{S}{l} \Leftrightarrow \rho = 0,029 \cdot \frac{\pi (2 \cdot 10^{-3})^2}{5}$$

$$\rho = 1,82 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$$

2-b) $\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{1,82 \cdot 10^{-8}} = 54,94 \cdot 10^6 \Omega^{-1} \cdot m^{-1}$

3) densité de courant.

$$\vec{J} = \rho \vec{E} \Rightarrow \vec{J} = 1,82 \cdot 10^{-8} \cdot 1,7 \cdot 10^5 = 3,094 \cdot 10^{-13} \Omega \cdot m^2 / s$$

4) le champ à l'intérieur du fil

$$\vec{j} = \gamma \vec{E} \Rightarrow \vec{E} = \vec{j} / \gamma = \vec{j} \cdot \rho$$

$$|\vec{E}| = |\vec{j}| \cdot \rho = 5,6340 \cdot 10^{-21} \text{ C}$$

5) $\vec{j} = \rho \vec{v} = -ne \vec{v}$

$$|\vec{j}| = n|e|v \Rightarrow n = \frac{|\vec{j}|}{|e|} \frac{1}{v}$$

$$n = 1933750 \text{ SI}$$

Exercice III :

1) le champ électrostatique

$$\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r$$

La charge Q d'un disque $Q = \iint \sigma ds = \iint \sigma r dr d\alpha$
 $= \sigma 2\pi \int_0^R r^2 = \sigma \pi R^2$

donc $\vec{E} = \frac{\sigma \pi R^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{\sigma R^2}{4\epsilon_0} \cdot \frac{\vec{e}_r}{r^2}}$$

2) l'expression du champ créé par l'ensemble de ces deux disques au point M situé entre les deux disques :

on a : - le champ créé par le premier disque est $\vec{E}_1 = \frac{\sigma R^2}{4\epsilon_0} \frac{\vec{e}_{r_1}}{r_1^2}$

- le champ créé par le deuxième disque est $\vec{E}_2 = \frac{\sigma' R^2}{4\epsilon_0} \frac{\vec{e}_{r_2}}{r_2^2}$

avec $\sigma = \sigma'$ et $\vec{e}_{r_1} = -\vec{e}_{r_2} = \vec{e}_r$

□

donc le champ résultant est :

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \frac{\sigma R^2}{4\epsilon_0} \frac{\vec{e}_r}{r_1^2} - \frac{\sigma R^2}{4\epsilon_0} \frac{\vec{e}_r}{r_2^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{E}_T = \frac{\sigma R^2}{4\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1^2} - \frac{1}{r_2^2} \right) \vec{e}_r}$$

3) Oui, le champ résultant peut être nul dans le milieu d'espace interne aux deux disques;

en effet; $\vec{E}_T = \vec{0} \Leftrightarrow \frac{1}{r_1^2} - \frac{1}{r_2^2} = 0$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{r_1^2} = \frac{1}{r_2^2}$$

$$\Leftrightarrow r_1 = r_2$$

car la distance entre les deux disques est (a) . et le champ résultant s'annule au milieu d'espace interne aux ces deux disques.

$$\Rightarrow \boxed{r_1 = r_2 = \frac{a}{2}}$$

CLUB NAJAH
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRESIDENT

Exercice IV

1) l'expression de la capacité de ce condensateur est :

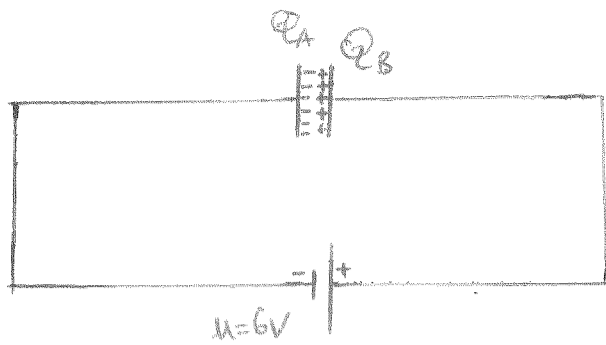
$$C = \frac{\epsilon_0 S}{e} \quad \text{AN} \quad \epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} \quad \text{avec } k = 9 \cdot 10^9 \text{ SI}$$

$$\Rightarrow \epsilon_0 = 8,84 \cdot 10^{-12} \text{ SI}$$

$$\Rightarrow C = \frac{8,84 \cdot 10^{-12} \times 100 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow \boxed{C = 4420 \text{ pF}}$$

2) Les charges placées sur chaque armature :



avec $Q_A = CU = 44,20 \times 6 = 265 \mu C = 0,26 \text{ mC}$

et $Q_B = -Q_A = -0,26 \text{ mC}$

3) Le champ électrostatique dans l'espace entre les armatures est:

$$E = \frac{U}{e} \text{ AN} \quad E = \frac{6}{2 \cdot 10^{-3}} = 3000 \text{ V/m}$$

4) L'énergie emmagasinée dans cet espace:

$$W = \frac{1}{2} CU^2$$

5) Les expressions des nouvelles tension U' et énergie W' :

$$Q = CU = C'U' \Rightarrow U' = \frac{C}{C'} U = \frac{\frac{\epsilon_0 S}{e}}{\frac{\epsilon_0 S}{e'}} U = \frac{e}{e'} U$$

$$W' = \frac{1}{2} C' U'^2 = \frac{1}{2} C' U \left(\frac{e}{e'} U \right) = \frac{1}{2} CU \left(\frac{e}{e'} U \right) = \underbrace{\frac{1}{2} CU^2}_W \left(\frac{e}{e'} \right)$$

$$\Rightarrow \boxed{W' = W \frac{e}{e'}} \quad |$$



Examen d'Electricité I – Session normale de Juin

Exercice I : Questions de cours (5 pts)

Voir le cours

- 1) Donner les propriétés de la force électrostatique entre deux charges :
 - a-.....
 - b-.....
 - c-.....
- 2) Montrer que la circulation du champ est indépendante du chemin suivi.

.....

.....
- 3) Définir ce qui suit :
 - a-Surface équipotentielle :.....
 - b- Condensateur :.....
- 4) Énoncer le théorème des éléments correspondants :

.....

.....

CLUB NAJAH
 UCD.F.S. ELJADIDA
 L'E. PRÉSIDENT

Exercice II : Cocher la bonne réponse, en cas de doute c'est mieux de laisser la case vide sinon -1. (5 pts)

Soit un carré de centre O et de côté « a » dont les sommets sont occupés par quatre charges (q_1, q_2, q_3 et q_4) (voir figure 1).

- 1) Si $q_1 = -2q_2 = -q_3 = 2q_4 = -2q$, alors l'expression du potentiel créé par ces charges au centre O est donnée par :

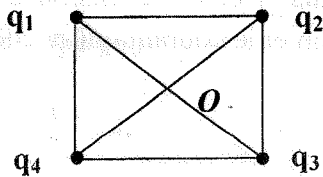


Fig. 1 :

$V(O) = \frac{q}{4\sqrt{2}\pi\epsilon_0 a}$	<input type="checkbox"/>
$V(O) = -\frac{3q\sqrt{2}}{4\pi\epsilon_0 a}$	<input type="checkbox"/>
$V(O) = 0 V$	<input checked="" type="checkbox"/>
Aucune réponse ci-dessus n'est juste	<input type="checkbox"/>

- 2) Le système formé par l'ensemble de ces quatre charges admet :

*Un centre de symétrie	<input type="checkbox"/>
*Un centre d'antisymétrie	<input checked="" type="checkbox"/>
*Aucune symétrie	<input type="checkbox"/>

- 3) Soit $q_1 = 0$ et $q_3 = 2q_2 = -2q_4 = 2q$, écrire dans la partie réservée ci-dessous l'expression du champ électrostatique créé au point O par l'ensemble de ces trois charges.

$$\frac{2q}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{2\sqrt{2}q}{4\pi\epsilon_0 a}$$

Exercice III : (5 pts)

Un ensemble de deux charges de signes opposés distantes entre elles d'une distance égale à « $2a$ » est dit dipôle électrique, si l'on considère le champ électrique en un point M de l'espace assez loin de la position des deux charges. On veut déterminer l'équation des lignes de champ, pour cela on donne le potentiel électrique du dipôle:

$$V = \frac{p \cos \theta}{4 \pi \epsilon_0 r^2}$$

- Donner la relation existante entre le potentiel et le champ électrique.

$$\vec{E} = - \text{grad} V$$

- Donner l'expression du champ électrique au point M .

$$\vec{E} = \frac{p \cos \theta}{2 \pi \epsilon_0 r^3} \vec{e}_r + \frac{p \sin \theta}{4 \pi \epsilon_0 r^3} \vec{e}_\theta$$

- Donner la relation permettant d'obtenir l'équation des lignes de champ.

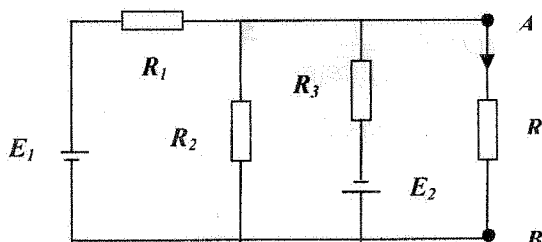
$$\vec{E} \wedge d\vec{r} = 0 \quad \text{avec} \quad d\vec{r} = dr \vec{e}_r + r d\theta \vec{e}_\theta + dz \vec{e}_z$$

- Donner l'équation des lignes de champ E .

$$r = k \sin^2 \theta$$

Exercice IV : Cocher la bonne réponse ; en cas de doute c'est mieux de laisser la case vide sinon -1. (5 pts)

Fig.2 : $R_1=R_3=r$; $R_2=R=2r$; $E_1=E_2=E$



Soit le circuit électrique de la figure 2. En appliquant le théorème de Thevenin, calculer la résistance équivalente vue entre les points A et B, la tension du générateur Thevenin et le courant qui circule dans cette branche.

UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

La résistance équivalente $r_{th}=R_{AB}$ est :

La tension E_{th} est :

$R_{AB} = \frac{2}{5}r$ <input checked="" type="checkbox"/>	$E_{th} = 0V$ <input checked="" type="checkbox"/>
$R_{AB} = \frac{7}{5}r$ <input type="checkbox"/>	$E_{th} = \frac{4}{5}E$ <input type="checkbox"/>
$R_{AB} = \frac{5}{7}r$ <input type="checkbox"/>	$E_{th} = \frac{5}{7}E$ <input type="checkbox"/>
Aucune réponse ci-dessus n'est juste <input type="checkbox"/>	Aucune réponse ci-dessus n'est juste <input type="checkbox"/>

Donner l'expression du courant qui circule dans la branche AB :

$$I_{AB} = \frac{E_{th}}{R_{th} + R} = \frac{E_{th}}{R_{AB} + R} = 0 \text{ A}$$

Les détails de la
correction d'examen
Electricité: 2013/2014
SESSION NORMALE



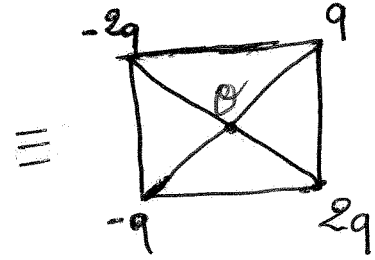
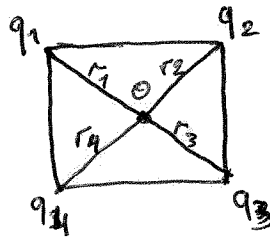
www.facebook.com/succes.club

Exercice II:

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

1) Si $q_1 = -2q_2 = -q_3 = 2q_4 = -2q$

$$\begin{cases} q_1 = -2q \\ q_2 = q \\ q_3 = 2q \\ q_4 = -q \end{cases}$$



On a le potentiel crée au point O est la somme de tous
Les potentiel crée par chaque charge (loi de superposition)

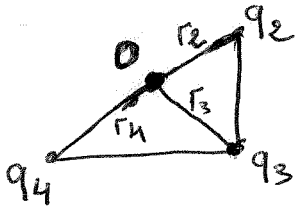
$$V(O) = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_1} + \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_2} + \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0 r_3} + \frac{q_4}{4\pi\epsilon_0 r_4}$$

Par ce que on a un carré donc $r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = r$.

$$V(O) = \frac{-2q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{-q}{4\pi\epsilon_0 r} = 0 \text{ V}$$

2) Le système formé par l'ensemble de ces quatre
charges admet un centre d'antisymétrie

3) $q_1 = 0$; $q_3 = 2q$, $2q_2 = 2q \Rightarrow q_2 = q$
 $-2q_4 = 2q \Rightarrow q_4 = -q$



$$V(O) = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_2} + \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0 r_3} + \frac{q_4}{4\pi\epsilon_0 r_4}$$

$$r_2 = r_3 = r_4 = r$$

$$V(O) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{-q}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

(on peut utiliser $k = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ pour un carré comme ce exemple)

Exercice III :

$$V = \frac{\rho \cos\theta}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

1) La relation entre le potentiel et le champ électrique

$$\vec{E} = -\text{grad } V$$

2) $\vec{E} = -\text{grad } V$ on prend grad en coordonnées cylindrique (par ce que V on a en fonction de (θ, r))

$$\text{Le grad } V = \frac{\partial V}{\partial r} \vec{e}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \theta} \vec{e}_\theta + \frac{\partial V}{\partial z} \vec{e}_z, \quad \left(\frac{\partial V}{\partial z} = 0 \right)$$

$$\vec{E} = -\frac{\partial V}{\partial r} \vec{e}_r - \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \theta} \vec{e}_\theta$$

$$\begin{cases} \frac{\partial V}{\partial r} \vec{e}_r = \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\rho \cos\theta}{4\pi\epsilon_0 r^2} \right) \vec{e}_r = \frac{\rho \cos\theta}{4\pi\epsilon_0} \frac{\partial}{\partial r} (1/r^2) \vec{e}_r = -\frac{2\rho \cos\theta}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{e}_r \\ \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \theta} \vec{e}_\theta = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{\rho \cos\theta}{4\pi\epsilon_0 r^2} \right) \vec{e}_\theta = \frac{\rho}{4\pi\epsilon_0 r^3} \frac{\partial}{\partial \theta} (\cos\theta) \vec{e}_\theta = -\frac{\rho \sin\theta}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{e}_\theta \end{cases}$$

$$\vec{E} = \frac{2\rho \cos\theta}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{e}_r + \frac{\rho \sin\theta}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{e}_\theta$$

3) La relation d'obtenir l'équation de ligne des champs

$$\vec{E} \wedge d\vec{r} = 0 \quad \text{avec} \quad d\vec{r} = dr\vec{e}_r + r d\theta\vec{e}_\theta + \underbrace{dz\vec{e}_z}_0$$

$$\vec{E} = \frac{\rho \cos\theta}{2\pi\epsilon_0 r^3} \vec{e}_r + \frac{\rho \sin\theta}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{e}_\theta + 0 \vec{e}_z$$

$$\vec{E} \wedge d\vec{r} = \begin{array}{c} \frac{\rho \cos\theta}{2\pi\epsilon_0 r^3} \vec{e}_r \\ \frac{\rho \sin\theta}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{e}_\theta \\ 0 \vec{e}_z \end{array} \wedge \begin{array}{c} dr\vec{e}_r \\ r d\theta\vec{e}_\theta \\ 0 \vec{e}_z \end{array} = \frac{\rho \cos\theta d\theta}{2\pi\epsilon_0 r^3} \vec{e}_z - \frac{\rho \sin\theta dr}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{e}_\theta = 0$$

$$\frac{\rho r \cos\theta d\theta}{2\pi\epsilon_0 r^3} = \frac{\rho \sin\theta dr}{4\pi\epsilon_0 r^3} \Leftrightarrow \frac{dr}{r^3} = \frac{\rho r \cos\theta 4\pi\epsilon_0 d\theta}{2\pi\epsilon_0 r^3 \rho \sin\theta}$$

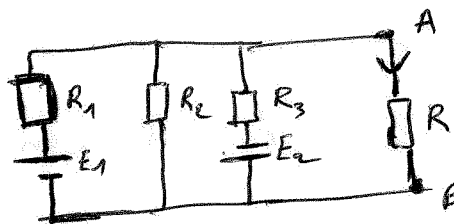
$$\frac{dr}{r} = \frac{\cos\theta}{\sin\theta} d\theta \Rightarrow \int \frac{dr}{r} = \int \frac{\cos\theta}{\sin\theta} d\theta$$

$$\ln r = 2 \ln(\sin\theta) + \ln k = -\ln(\sin^2\theta) + \ln k = \ln k \sin^2\theta$$

$$r = k \sin^2\theta$$

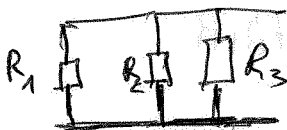
Exercice 11:

$$\begin{aligned} R_1 &= R_3 = r \\ R_2 &= R = 2r \\ E_1 &= E_2 = E \end{aligned}$$



+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

1) La résistance équivalente $r_{th} = R_{AB}$ est

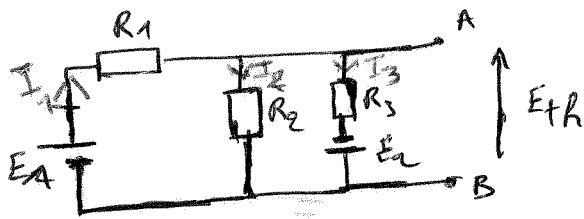


$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{r} = \frac{5}{2r}$$

$$\text{donc } R_{eq} = \frac{2}{5} r = R_{AB}$$

(3)

2)



$$I_1 = I_2 + I_3 \quad (\text{loi de nœud})$$

$$E_{TR} = V_A - V_B = -E_2 + R_3 I_3 = R_2 I_2 = E_1 - R_1 I_1$$

$$R_2 I_2 = -E_2 + R_3 I_3 \Leftrightarrow -E_2 + R_3 (I_1 - I_2) = R_2 I_2$$

$$-E_2 + R_3 I_1 - R_3 I_2 = R_2 I_2 \Leftrightarrow R_3 I_1 = (R_2 + R_3) I_2 + E_2$$

$$I_1 = \frac{R_2 + R_3}{R_3} I_2 + \frac{E_2}{R_3} \quad (*)$$

On remplace (*) dans l'expression de E_{TR}

$$E_{TR} = V_A - V_B = E_1 - R_1 I_1 = E_1 - R_1 \left(\frac{R_2 + R_3}{R_3} I_2 + \frac{E_2}{R_3} \right)$$

$$E_{TR} = E_1 - \frac{(2r + r)}{R_3} I_2 + E_2 = E - (2r + r) I_2 - E$$

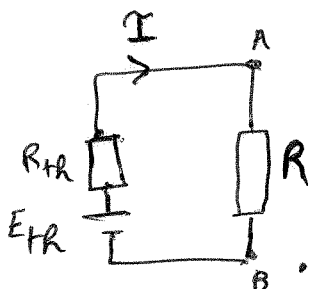
$$E_{TR} = -3r I_2$$

$$\text{or } E_{TR} = R_2 I_2 = E_1 - R_1 I_1 \Leftrightarrow 2r I_2 = -3r I_2$$

donc la seule solution pour que $2r I_2 = -3r I_2$
il faut $I_2 = 0$ donc $E_{TR} = -3r I_2 = 0$

3) L'expression du courant

$$I_{AB} = \frac{E_{TR}}{R_{th} + R} = 0 \text{ A}$$



دعوى الجهد في حالة الكبار والاشارة

LEHMAKI

4

Correction d'examen
d'électricité 2012/13
- session normale -



www.facebook.com/succes.club

Exercice 1 : Questions de cours

1/ Le théorème de Gauss : Le flux sortant du champ électrique créé par une distribution quelconque de charge à travers une surface fermée S (surface de Gauss) est égal à la charge totale Q_{int} située à l'intérieur de S divisée par ϵ_0

$$\phi = \iint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0}$$

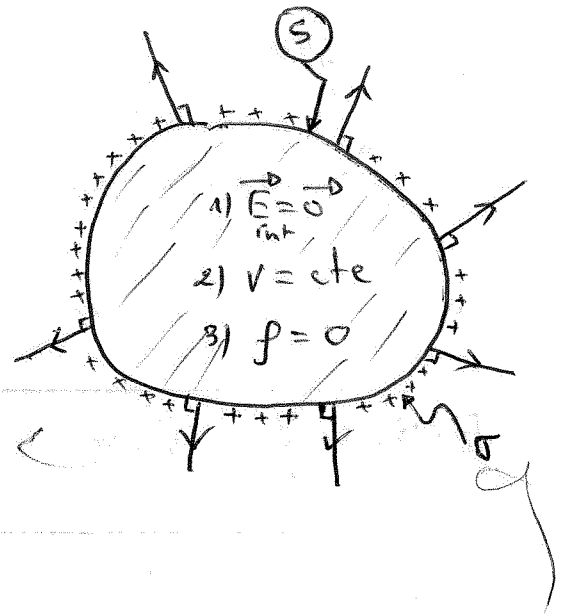
2/ Les propriétés physiques d'un conducteur en équilibre électrostatique :

* si les charges du conducteur sont au repos

$$\Rightarrow \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \vec{0} \Rightarrow \boxed{\vec{E} = \vec{0} \text{ Intérieur}}$$

$$* \vec{E} = \vec{0} \text{ et } \vec{E} = -\text{grad}V = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \boxed{V = cte} \text{ dans tout le conducteur.}$$



* si le conducteur est chargé avec Q , le Th. Gauss donne à l'intérieur

$$\iint_{\vec{0}} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0} = \frac{1}{\epsilon_0} \iiint \rho \, dv = 0 \Rightarrow \boxed{\rho = 0}$$

+ CLUB NAJAH +
UCD, FS, ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

3/ La cage de Faraday c'est une cage métallique permettant

d'effectuer des mesures, en étant à l'abri des champs extérieurs, ou inversement

sans perturber les expériences extérieures.

4/ L'énergie électrostatique d'un condensateur :

$$U = \frac{1}{2} C (V_1 - V_2)^2 \quad \text{où } C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\Rightarrow U = \frac{1}{2} \epsilon_0 \frac{S (V_1 - V_2)^2}{d} \quad \text{or } E = \frac{V_1 - V_2}{d}$$

$$\Rightarrow U = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \mathcal{V} \quad \text{où } \mathcal{V} : \text{Le volume du condensateur est } \mathcal{V} = Sd$$

$$\Rightarrow U = \frac{\sigma^2}{2\epsilon_0} \mathcal{V} \quad \text{avec } E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

L'énergie électrostatique est localisée entre les armatures c à d

dans le volume $\mathcal{V} = Sd$ (d : distance entre les armatures)

5/ La forme locale de loi d'ohm est : $\vec{j} = \gamma \vec{E}$

avec \vec{j} : densité de courant ; $\gamma = \frac{nq^2}{k}$: La conductibilité

avec n : nombre de charges élémentaires dans un volume.

Exercice 2 : Application de TH. de Gauss.

$$\rho(r) = \begin{cases} -\rho_0 & \text{si } R_1 < r < R_2 \\ 0 & \text{si non.} \end{cases}$$

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

1/ Soit $\mathcal{V}(O, r)$, la sphère de Gauss de centre O et de rayon r

$$\Rightarrow \text{TH. Gauss} \Rightarrow \phi = \iint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0} \quad \text{où } \begin{cases} \vec{E}(r) = E_r \vec{e}_r \text{ est radial.} \\ \vec{E} \parallel d\vec{S} \end{cases}$$

$$\Rightarrow E(r) \iint_S ds = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow E(r) 4\pi r^2 = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

$$\left(\begin{array}{l} dS_{\text{sphère}} = r^2 \sin\theta d\theta d\phi \\ S_{\text{sphère}} = r^2 \int_0^\pi \sin\theta d\theta \int_0^{2\pi} d\phi = 4\pi r^2 \end{array} \right)$$

$$\Rightarrow E(r) = \frac{Q_{int}}{4\pi r^2 \epsilon_0}$$

si $r < R_1$ $Q_{int} = 0 \Rightarrow \vec{E}(r) = \vec{0}$

si $R_1 < r < R_2$ $Q_{int} = \iiint \rho(r) dv = -\rho_0 \iiint dv$

$$= -\rho_0 \int_{R_1}^r 4\pi r^2 dr$$

$$= -\rho_0 \frac{4\pi}{3} (r^3 - R_1^3)$$

$$\Rightarrow \vec{E}(r) = \frac{-\rho_0}{3\epsilon_0 r^2} (r^3 - R_1^3) \vec{e}_r$$

si $r > R_2$ $Q_{int} = \iiint \rho(r) dv = -\rho_0 \int_{R_1}^{R_2} r^2 dr \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^\pi \sin\theta d\theta$

$$= -\rho_0 \frac{4\pi}{3} (R_2^3 - R_1^3)$$

$$\Rightarrow \vec{E}(r) = \frac{-\rho_0}{3\epsilon_0 r^2} (R_2^3 - R_1^3) \vec{e}_r$$

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

2) on a.

$$\vec{E} = -\text{grad}v \Rightarrow \vec{E} = -\frac{\partial v}{\partial r} \vec{e}_r \Rightarrow dv = -\int E(r) dr$$

si $r > R_2$ on a $E(r) = \frac{-\rho_0}{3\epsilon_0 r^2} (R_2^3 - R_1^3)$

$$\Rightarrow v(r) = \int \frac{\rho_0}{3\epsilon_0 r^2} (R_2^3 - R_1^3) dr = -\frac{\rho_0}{3\epsilon_0 r} (R_2^3 - R_1^3) + K_1$$

on a $\lim_{r \rightarrow R_2^+} v(r) = \lim_{r \rightarrow R_2^-} v(r) \Rightarrow v(R_2^+) = v(R_2^-)$

$v(\infty) = 0 \Rightarrow K_1 = 0$ $\Rightarrow v(r) = \frac{-\rho_0}{3\epsilon_0 r} (R_2^3 - R_1^3)$

si $R_1 < r < R_2$ $V(r) = - \int \frac{\rho_0}{3\epsilon_0 r^2} (R_1^3 - r^3) dr$

$$V(r) = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \left(\frac{R_1^3}{r} + \frac{r^2}{2} \right) + K_2$$

$\lim_{r \rightarrow R_2^+} V(r) = \lim_{r \rightarrow R_2^-} V(r) \Rightarrow V(R_2^+) = V(R_2^-)$

$$\Rightarrow \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \left(\frac{R_1^3}{R_2} + \frac{R_2^2}{2} \right) + K_2 = \frac{-\rho_0}{3\epsilon_0 R_2} (R_2^3 - R_1^3)$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \left(\frac{2R_1^3 + R_2^3}{2R_2} \right) + K_2 = \frac{-\rho_0}{3\epsilon_0 R_2} (R_2^3 - R_1^3)$$

$$\Rightarrow K_2 = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0 R_2} \left(R_1^3 - R_2^3 - \frac{2R_1^3 + R_2^3}{2} \right)$$

$$= \frac{-\rho_0 R_2^2}{2\epsilon_0}$$

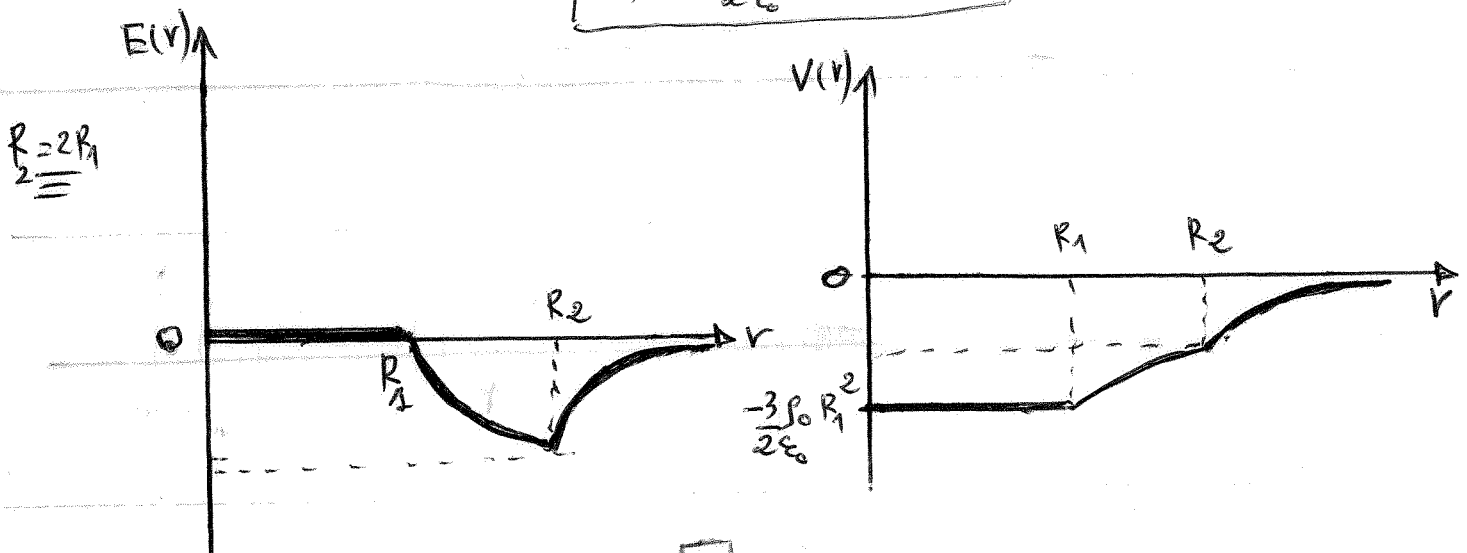
+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

$$\Rightarrow V(r) = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \left(\frac{R_1^3}{r} + \frac{r^2}{2} \right) - \frac{\rho_0 R_2^2}{2\epsilon_0}$$

si $r < R_1$ on a $\vec{E}(r) = \vec{0} \Rightarrow V(r) = K_3$

$$V\left(\frac{R_1^+}{2}\right) = V\left(\frac{R_1^-}{1}\right) \Rightarrow \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \left(\frac{R_1^3}{R_1} + \frac{R_1^2}{2} \right) - \frac{\rho_0 R_2^2}{2\epsilon_0} = \frac{-\rho_0}{2\epsilon_0} (R_2^2 - R_1^2)$$

$3/R_2 = 2R_1 \Rightarrow V(r) = \frac{-\rho_0}{2\epsilon_0} (R_2^2 - R_1^2)$



Exercice 3

1/ L'expression de la résistance équivalente R_{th}

On supprime R et E est court-circuit

On a R_3 et R_4 en série

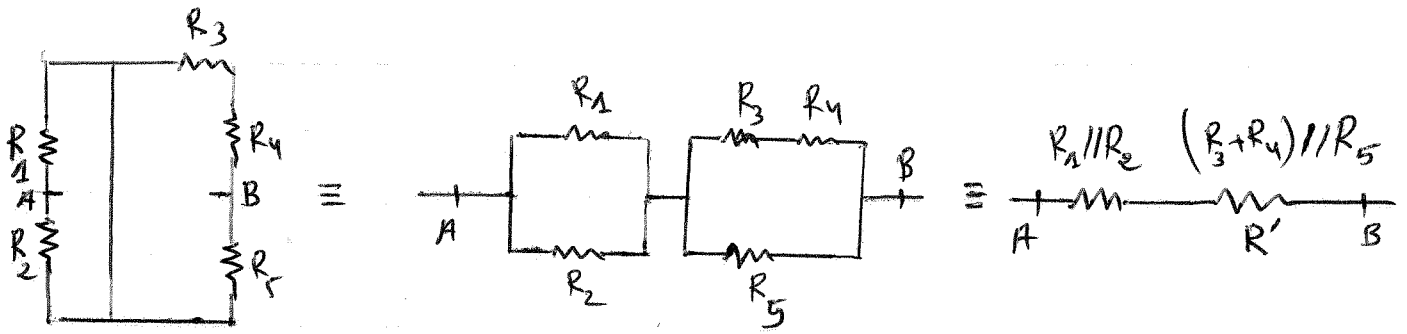
$$\Rightarrow R_{34} = R_3 + R_4 = 75 \text{ k}\Omega$$

• R_1 et R_2 en parallèle $\Rightarrow R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 50 \text{ k}\Omega$

• $R_{34} \parallel R_5 \Rightarrow R' = \frac{25 + 75}{100} = 18,75 \text{ k}\Omega$

• R_{12} et R' en série $\Rightarrow R_{AB} = R_{th} = R_{12} + R' = 50 + 18,75$

$$\Rightarrow \boxed{R_{AB} = R_{th} = 68,75 \text{ k}\Omega}$$

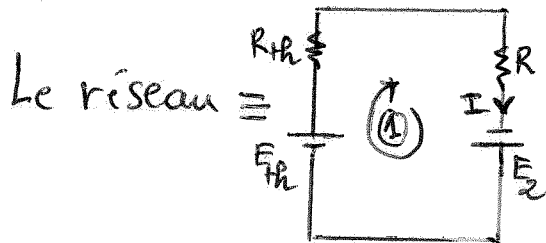


$$\Rightarrow R_{th} = R_1 // R_2 + (R_3 + R_4) // R_5$$

$$R_{th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{(R_3 + R_4) R_5}{R_3 + R_4 + R_5}$$

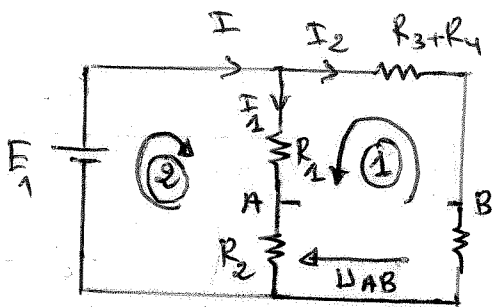
AN $R_{th} = 68,75 \text{ K}\Omega$

2/ L'expression de E_{th}



Maille ① $\Rightarrow I(R + R_{th}) = E_2 + E_{th}$

$$I = \frac{E_2 + E_{th}}{R + R_{th}}$$



$$I = I_1 + I_2$$

et $U_{AB} = E_{th} = I_2(R_3 + R_4) - I_1 R_1$ *

La Maille ① $\Rightarrow I_2(R_3 + R_4 + R_5) - I_1(R_1 + R_2) = 0$

$$\Rightarrow I_2 = I_1 \left(\frac{R_1 + R_2}{R_3 + R_4 + R_5} \right)$$

* CLUB NAJAH+
UCD.FS. ELJAGIDA
LE PRÉSIDENT

Maille ② $\Rightarrow E_1 - I_1(R_1 + R_2) = 0$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{E_1}{R_1 + R_2}$$

①

$$\Rightarrow I_2 = \frac{E_1}{R_3 + R_4 + R_5}$$

②

On remplace ① et ② dans (*), on aura

$$E_{th} = E_1 \left(\frac{R_3 + R_4}{R_3 + R_4 + R_5} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)$$

6

$$AN \Rightarrow E_{Th} = 10 \left(\frac{3}{4} - \frac{1}{2} \right) = 2,5 \text{ V.}$$

3/ l'expression de I

$$I = \frac{E_{Th} + E_1}{R + R_{Th}} \quad AN \quad I = \frac{2,5 + 10}{(100 + 68,75) \cdot 10^3}$$

(Attention!!
 R_i en Ω
 \uparrow)

$$\Rightarrow I = 74,07 \cdot 10^{-6} \text{ A} \Rightarrow \boxed{I = 74,07 \mu\text{A}}$$

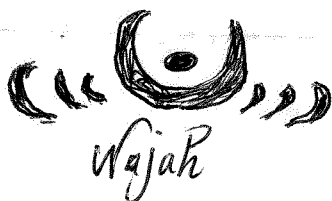
4/ La puissance dissipée dans cette résistance

$$P = UI \text{ avec } U = RI$$

$$\Rightarrow P = RI^2 \quad AN \quad P = 10^5 \cdot (74,07 \cdot 10^{-6})^2$$

$$\Rightarrow \boxed{P = 0,548 \text{ mW}}$$

Success club



+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

Correction d'examen d'Electricité 2012/13 - Session de Rattrapage -



www.facebook.com/succes.club

Exercice 1 - Questions de Cours

1/ L'équation de Poisson : on a $\begin{cases} \vec{E} = -\text{grad} V \\ \text{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \end{cases} \Rightarrow \text{div}(-\text{grad} V) = \frac{\rho}{\epsilon_0}$

or $\text{div}(\text{grad}) = \nabla \cdot \nabla = \Delta$

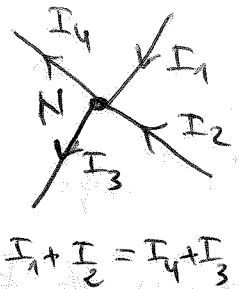
on en déduit $\Delta V = \frac{\rho}{\epsilon_0}$

+ CLUB NAJAH+
UCD.FS. EL JADIDA
LE PRÉSIDENT

2/ Lois de Kirchhoff

- dans un Noeud N; la somme des courants entrant est égale à la somme des courants sortant

$$\sum_{i=1}^n I_{i \text{ entrant}} = \sum_{i=1}^n I_{i \text{ sortant}}$$



- La somme des différences de potentiels (ddp) aux bornes des branches qui constituent la maille est nulle.

3/ On considère deux charges $-q, +q$ placées aux pts A et B, distants de d , ce système appelé dipôle électrostatique



surfaces équipotentielles

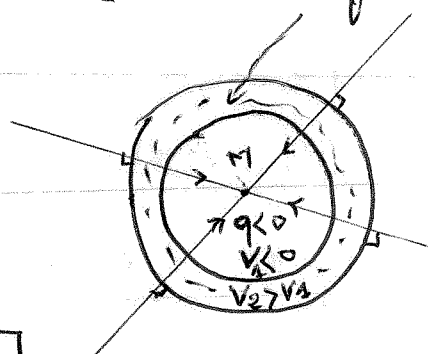
4/ Les lignes de champs

Les surfaces équipotentielles $v = \text{cte}$

sont des sphères ~~centrées~~ centrées en M

$$dv = (\text{grad} v) \cdot d\vec{l} = -\vec{E} \cdot d\vec{l} = 0 \Rightarrow \vec{E} \perp d\vec{l}$$

111



Exercice 2

$$V(r) = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 r} e^{-r/a}$$

1/ On a $\vec{E} = -\text{grad } V = -\frac{\partial V}{\partial r} \vec{e}_r$

$$\Rightarrow \vec{E}(r) = - \left(\frac{-e}{4\pi\epsilon_0 r^2} - \frac{e}{4\pi\epsilon_0 r a} \right) e^{-r/a} \vec{e}_r$$

$$\boxed{\vec{E}(r) = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 r} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{a} \right) e^{-r/a} \vec{e}_r}$$

2/ La densité d'énergie électrostatique au pt M.

$w = \frac{dE_p}{dV} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$ avec V : élément de volume.

$$\Rightarrow \frac{dE_p}{dV} = \frac{e^2}{32\pi^2 \epsilon_0 r^2} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{a} \right)^2 e^{-2r/a}$$

3/ La charge Q

Th. Gauss $\phi = \iint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{ht}}{\epsilon_0} \Rightarrow E(r) \iint dS = \frac{Q_{ht}}{\epsilon_0}$

$$\Rightarrow E(r) 4\pi r^2 = \frac{Q_{ht}}{\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow Q_{ht} = 4\pi r^2 \epsilon_0 E(r)$$

$$\Rightarrow Q = 4\pi r^2 \epsilon_0 \cdot \frac{e}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left(1 + \frac{r}{a} \right) e^{-r/a}$$

$$\Rightarrow \boxed{Q_{ht} = e \left(1 + \frac{r}{a} \right) e^{-r/a}}$$

+ CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

4/ a/ charge totale contenue dans tout l'espace

si $r \rightarrow \infty \Rightarrow \lim_{r \rightarrow \infty} Q_{ht} = \lim_{r \rightarrow \infty} e \left(1 + \frac{r}{a} \right) e^{-r/a} = 0 \Rightarrow$ (espace infini)

b/ charge ponctuelle au centre

si $r \rightarrow 0 \Rightarrow \lim_{r \rightarrow 0} Q_{ht} = \lim_{r \rightarrow 0} e \left(1 + \frac{r}{a} \right) e^{-r/a} = e$ (charge au centre $r=0$)

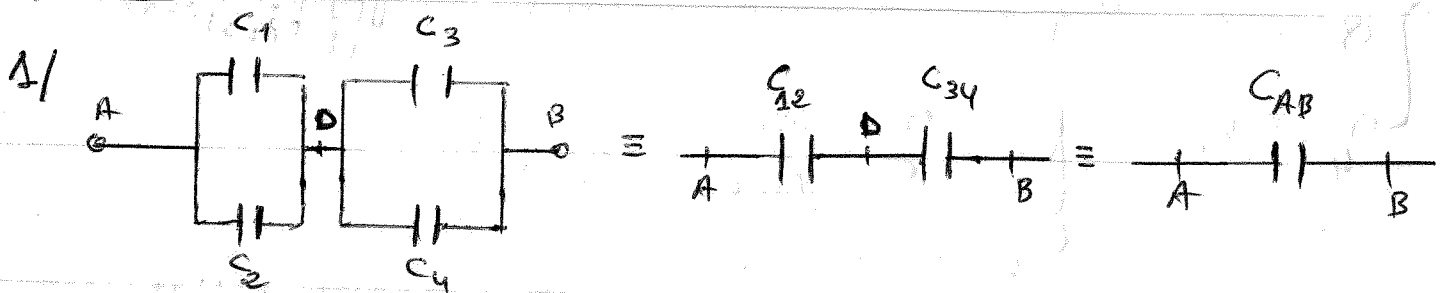
c/ Conclusion: l'atome d'hydrogène H contient d'électrons et de protons

$$\sum Q = +e + (-e) = 0 \quad (\text{neutre})$$

Le noyau de H porte une charge \oplus (proton) au centre.

c/c le modèle de Yukawa donne une bonne description de H.

Exercice 3



$$C_1 \text{ et } C_2 \text{ en parallèle} \Rightarrow C_{12} = C_1 + C_2 = 30 \mu\text{F}$$

$$C_3 \text{ et } C_4 \text{ " " } \Rightarrow C_{34} = C_3 + C_4 = 30 \mu\text{F}$$

$$\text{et } C_{34} \text{ et } C_{12} \text{ en série} \Rightarrow C_{AB} = \frac{C_{34} C_{12}}{C_{34} + C_{12}} = \frac{900}{60} = 15 \mu\text{F}$$

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

2/ La charge de chacun des autres condensateurs

$$\text{on a } Q = Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4$$

$$\text{or } C_1 V_1 = Q_1 \text{ et } C_2 V_2 = Q_2 \text{ or } V_1 = V_2 \text{ car } C_1 \parallel C_2$$

$$\text{donc } Q_1 = C_1 \cdot \frac{Q_2}{C_2} \quad \text{AN } Q_1 = \frac{10 \mu\text{F}}{20 \mu\text{F}} \times 30 \mu\text{C} = 15 \mu\text{C}$$

$$\text{on a } Q_3 + Q_4 = Q \Rightarrow \frac{C_3}{3} V_3 + \frac{C_4}{4} V_4 = Q \text{ or } V_3 = V_4$$

$$\Rightarrow (C_3 + C_4) V_3 = Q_1 + Q_2 \Rightarrow V_3 = \frac{Q_1 + Q_2}{C_3 + C_4}$$

$$\text{or } \frac{C_3}{3} V_3 = Q_3 \Rightarrow Q_3 = C_3 \cdot \frac{(Q_1 + Q_2)}{C_3 + C_4}$$

3

$$AN \quad Q_3 = \frac{10 \mu F}{30 \mu F} \cdot (45 \mu C) = 15 \mu C$$

$$Q_4 = Q - Q_3 = 45 \mu C - 15 \mu C = 30 \mu C$$

3) La tension entre leurs armatures.

$$\begin{cases} Q_1 = C_1 V_1 \\ Q_2 = C_2 V_2 \\ Q_3 = C_3 V_3 \\ Q_4 = C_4 V_4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{15 \mu C}{10 \mu F} = 1,5 V \\ V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{30 \mu C}{20 \mu F} = 1,5 V \\ V_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{15 \mu C}{10 \mu F} = 1,5 V \\ V_4 = \frac{Q_4}{C_4} = \frac{30 \mu C}{20 \mu F} = 1,5 V \end{cases}$$

+CLU N. JAH+
UCD.FS EL JADIDA
LE PRÉSIDENT

+CLUB : H+
UCD.FS EL JADIDA
LE PRÉSIDENT

$$c/c \left[V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = 1,5 V \right]$$

4) La tension V_{AB} que subit l'ensemble du système :

$$\begin{aligned} C_1 = C_3 &\Rightarrow \frac{Q_1}{V_1} = \frac{Q_3}{V_3} \\ C_2 = C_4 &\Rightarrow \frac{Q_2}{V_2} = \frac{Q_4}{V_4} \end{aligned} \Rightarrow \begin{cases} \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{Q_3}{Q_4} \Rightarrow Q_1 = \frac{Q_3}{Q_4} Q_2 \\ Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 \\ Q_1 Q_4 = Q_3 Q_2 \end{cases}$$

or on a $V_1 = V_2$ et $V_3 = V_4$

$$\Rightarrow \frac{Q_3}{Q_4} Q_2 + Q_2 = Q_3 + Q_4 \Rightarrow Q_2 = Q_4$$

$$V_{AB} = V_{AC} + V_{CB} = V_1 + V_3 = V_2 + V_4 = 1,5 + 1,5 = \underline{\underline{3V}}$$

fait par le club

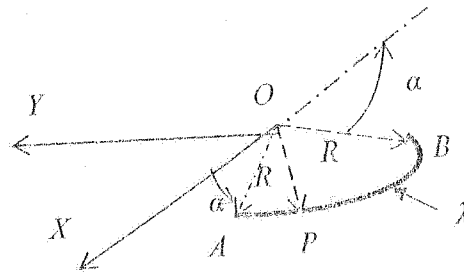
2009/2010

Examen de physique
Electricité 1

Durée : (1H30)

Exercice 1:

On considère un arc de cercle AB de rayon R, de centre O placé dans le plan OXY. L'arc est délimité par les angles α et $\pi - \alpha$ par rapport à l'axe OX (voir figure). On charge cet arc avec une distribution de charge linéique uniforme λ . Chaque point P de cet arc est repéré par ses coordonnées polaires (R, φ) ou φ est l'angle (OX, OP) et $(\alpha < \varphi < \pi - \alpha)$.



- 1) Donner l'expression de l'élément de Parc de cercle dl autour du point P en fonction de R et φ . En déduire l'élément de charge dq en fonction de R, φ et λ .

$$dl = R d\varphi \quad \text{et} \quad dq = \lambda R d\varphi$$

- 2) En utilisant la loi de coulomb, donner l'expression du champ et du potentiel électriques élémentaires $d\vec{E}(O)$ et $dV(O)$ créés par l'élément de charge λdl au tour du point P au centre du cercle O.

$$d\vec{E}_r(O) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{R^2} \vec{u}_{p \rightarrow o} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda dl}{R^2} \vec{u}_{p \rightarrow o} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda R d\varphi}{R^2} \vec{u}_{p \rightarrow o}$$

$$dV(O) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{R} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda dl}{R} = \frac{\lambda d\varphi}{4\pi\epsilon_0}$$

3) Donner les composantes dE_x et dE_y du champ électrique $dE(O)$.

$$\vec{u}_{p,0} = -\cos\varphi \vec{i} + \sin\varphi \vec{j}$$

$$d\vec{E}_x(O) = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda dq}{R^2} \cos\varphi \vec{i} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda dl}{R^2} \cos\varphi \vec{i} = \frac{-1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda d\varphi}{R} \cos\varphi \vec{i}$$

$$d\vec{E}_y(O) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda dq}{R^2} \sin\varphi \vec{j} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda dl}{R^2} \sin\varphi \vec{j} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda d\varphi}{R} \sin\varphi \vec{j}$$

4) En intégrant sur l'arc (C), calculer les composantes $\vec{E}(O)_x$, $\vec{E}(O)_y$ et $V(O)$.

$$d\vec{E}_x(O) = \frac{-1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda d\varphi}{R} \cos\varphi \vec{i} \Rightarrow \vec{E}_x(O) = \int_{\alpha}^{\pi-\alpha} \frac{-1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda d\varphi}{R} \cos\varphi \vec{i} = \frac{-1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} \int_{\alpha}^{\pi-\alpha} \cos\varphi d\varphi \vec{i} =$$

$$\vec{E}_x(O) = \frac{-1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} \int_{\alpha}^{\pi-\alpha} \cos\varphi d\varphi \vec{i} = \frac{-1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} [\sin\varphi]_{\alpha}^{\pi-\alpha} \vec{i} = \frac{-1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} [\sin(\pi-\alpha) - \sin\alpha] = 0$$

$$\vec{E}_x(O) = \vec{0}$$

$$d\vec{E}_y(O) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda d\varphi}{R} \sin\varphi \vec{j} \Rightarrow \vec{E}_y(O) = \int_{\alpha}^{\pi-\alpha} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda d\varphi}{R} \sin\varphi \vec{j} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} \int_{\alpha}^{\pi-\alpha} \sin\varphi d\varphi \vec{j} =$$

$$\vec{E}_y(O) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} \int_{\alpha}^{\pi-\alpha} \sin\varphi d\varphi \vec{j} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} [-\cos\varphi]_{\alpha}^{\pi-\alpha} \vec{j} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} [\cos\alpha - \cos(\pi-\alpha)] \vec{j} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} 2\cos\alpha \vec{j}$$

$$\vec{E}_y(O) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} 2\cos\alpha \vec{j}$$

$$dV(O) = \frac{\lambda d\varphi}{4\pi\epsilon_0} \Rightarrow V(O) = \int_{\alpha}^{\pi-\alpha} \frac{\lambda d\varphi}{4\pi\epsilon_0} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} [\varphi]_{\alpha}^{\pi-\alpha} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} (\pi - 2\alpha)$$

5) En déduire le champ $\vec{E}(O)$ et $V(O)$ créés au centre O d'un cercle de rayon R chargé avec une distribution linéique uniforme λ .

Si $\alpha = 0$, on a alors : $\vec{E}_x(O) = \vec{0}$ et $\vec{E}_y(O) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} 2\cos\alpha \vec{j}$, pour la moitié $(0, \pi)$ on a

$\vec{E}_y(O) = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} \vec{j}$ et pour la moitié $(\pi, 2\pi)$ on a $\vec{E}_y(O) = -\frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} \vec{j}$ et le champ résultant

est : $\vec{E}_y(O) = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} \vec{j} - \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{R} \vec{j} = \vec{0}$ et $V(O) = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} (\pi - 2\alpha) = \frac{\lambda}{4\epsilon_0}$ pour $(0, \pi)$ et

$V(O) = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} (\pi - 2\alpha) = \frac{\lambda}{4\epsilon_0}$ pour $(\pi, 2\pi)$ et $V_y(O) = \frac{\lambda}{4\epsilon_0} + \frac{\lambda}{4\epsilon_0} = \frac{\lambda}{2\epsilon_0}$

Exercice 1 :

1- $V(M) = V_1(M) + V_2(M) + V_3(M)$

Avec : $V_1(M) = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 \|\overline{AM}\|}$, $V_2(M) = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 \|\overline{BM}\|}$ et $V_3(M) = \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0 \|\overline{CM}\|}$

$$\|\overline{AM}\| = \|\overline{BM}\| = \sqrt{y^2 + \frac{a^2}{4}} \quad \text{et} \quad \|\overline{CM}\| = y + \frac{\sqrt{3}}{2}a$$

$$V(M) = \frac{q_1 + q_2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{y^2 + \frac{a^2}{4}}} + \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0 \left(y + \frac{\sqrt{3}}{2}a \right)}$$

2- Soient E_1 : champ crée par q_1 au point M, E_2 : champ crée par q_2 au point M et E_3 :

champ crée par q_3 au point M : $\vec{E}_t = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$

\vec{E}_3 est porté par OY

si $q_1 = q_2 \Rightarrow \|\vec{E}_1\| = \|\vec{E}_2\| \Rightarrow$ les composantes suivant OX s'annulent et celles

suisant OY s'additionnent $\Rightarrow \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ est porté par OY $\Rightarrow \vec{E}_t$ est porté par OY

$$E = -\frac{\partial V}{\partial y} \Rightarrow E(M) = \frac{2q_1 y}{4\pi\epsilon_0 \left(y^2 + \frac{a^2}{4} \right)^{3/2}} + \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0 \left(y + \frac{\sqrt{3}}{2}a \right)^2}$$

2- $q_1 = q_2 = q_3$ $U = \frac{1}{2}q_1 V_1 + \frac{1}{2}q_2 V_2 + \frac{1}{2}q_3 V_3$

$$V_1(M) = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 \|\overline{BA}\|} + \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0 \|\overline{CA}\|} = \frac{q_1}{2\pi\epsilon_0 a}$$

$$V_2(M) = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 \|\overline{AB}\|} + \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0 \|\overline{CB}\|} = \frac{q_1}{2\pi\epsilon_0 a}$$

$$V_3(M) = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 \|\overline{AC}\|} + \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0 \|\overline{BC}\|} = \frac{q_1}{2\pi\epsilon_0 a}$$

$$U = \frac{3q_1^2}{4\pi\epsilon_0 a}$$

Exercice 2 :

1- $Q = \iint \sigma \cdot ds = \sigma \cdot 4\pi \cdot R^2$

+ CLUB NAJAH+
UCD.FS. ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

2- sphère conductrice \Rightarrow le potentiel V est constant sur la sphère $\Rightarrow V = V(O)$

$$dV = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R} \Rightarrow V = V(O) = \iint \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R} \iint dq \Rightarrow \boxed{V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{R\sigma}{\epsilon_0}}$$

$$\Rightarrow \boxed{E = -\frac{\partial V}{\partial r} \Rightarrow E = 0}$$

3-

Théorème de Gauss : $\phi = \iint_{SG} \vec{E} \cdot \vec{dS} = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0}$

Calcul du flux :

- Surface de Gauss (SG) : sphère de rayon r ($\|\vec{OM}\| = r$)

- Par raison de symétrie, le champ \vec{E} créée par (S) est radial : $\vec{E} = E(r)\vec{e}_r$.

- E ne dépend que de $r \Rightarrow E = E(r)$

- E est constant sur SG

Pour une sphère :

$$\vec{dS} = dS \cdot \vec{n} = dS \cdot \vec{e}_r \quad ; \quad (\vec{n} // \vec{e}_r) \text{ et } dS = r^2 \cdot \sin\theta \cdot d\theta \cdot d\varphi$$

$$\phi = E(r) \cdot r^2 \cdot \int_0^\pi \sin\theta \cdot d\theta \cdot \int_0^{2\pi} d\varphi = 4\pi r^2 \cdot E(r)$$

Q_{int} = charge de la sphère de rayon R et de centre O : $Q = 4\pi R^2 \sigma$

$$\boxed{E(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} = \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 r^2}}$$

4- Pour $r < R$: $\boxed{V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{R\sigma}{\epsilon_0}}$

Pour $r < R$: $\vec{E}(r) = -\vec{grad}V = -\frac{\partial V}{\partial r} \vec{e}_r \Rightarrow V = -\int E(r) \cdot dr + K$

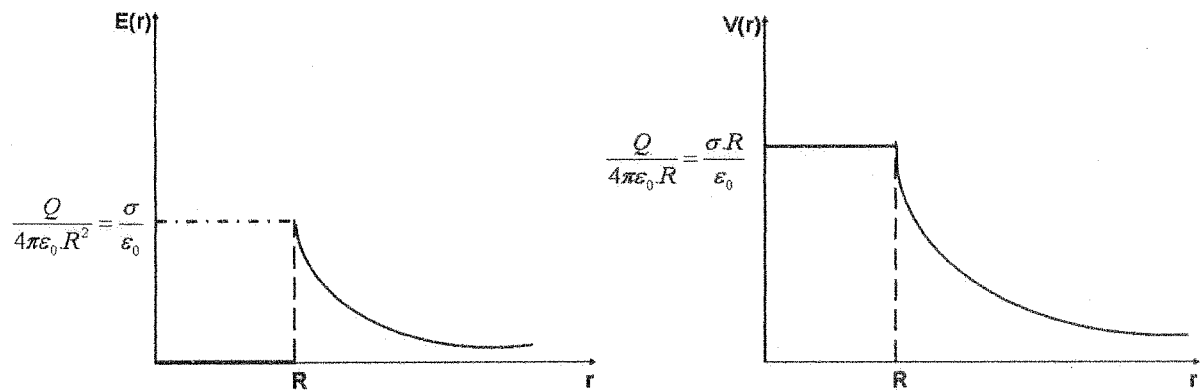
$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} + K = \frac{R^2 \sigma}{\epsilon_0 r} + K$$

$V(\infty) = 0 \Rightarrow K = 0$

$$\boxed{V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{R^2 \sigma}{\epsilon_0 r}}$$

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

5- Représentation de $E(r)$ et $V(r)$



$$6- U = \frac{1}{2} Q.V = \frac{1}{2} (4\pi R^2 \sigma) \frac{\sigma R}{\epsilon_0} \Rightarrow U = \frac{2\pi \sigma^2 R^3}{\epsilon_0}$$

Exercice 3 :

1- nœud C : $I = I_1 + I_2$ ET nœud F : $I_2 = I_3 + I_4 \Rightarrow I_4 = I - I_1 + I_3$

2-

$$ABCD A : -E_1 + R_1 I + I_1 R_2 = 0 \Rightarrow I + 2I_1 = 5$$

$$ABFE A : -E_1 + R_1 I + I_3 R_3 = 0 \Rightarrow I + 3I_3 = 5$$

$$ABGHA : -E_1 + R_1 I + I_4 R_4 + E_2 = 0 \Rightarrow I + 3I_4 = 3$$

} système d'équations



$$I = 2.38 \text{ A} \approx 2.4 \text{ A}$$

3-

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT