UNIVERSITE IBN TOFAIL
ECOLE NATIONALE DES SCIENCES APPLIQUEES
Cycle Intégré Préparatoire aux Formations d'Ingénieurs

Vendredi 2 novembre 2012

Nom : ……………………………………………………………………………..	
Prénom : ……………………………………………………………............................	
Section : …………………………………………………………………………..	

Contrôle Continu : Physique 1

Durée : 1h30

Tous documents interdits. Téléphones portables interdits. Vous devez marquer votre nom sur toutes vos copies. Dans tous les calculs, on donnera toujours les expressions littérales avant d'exécuter, s'il y a lieu, les calculs numériques. Il sera tenu en compte dans la correction du soin apporté à la présentation et à la rédaction ainsi que de la clarté et de la précision des explications fournies.

PROBLEME 1 : *(5 pts)*

Un système constitué de trois charges ponctuelles q_1, q_2 et q_3 ($|q_1| = |q_2| = 1C$ et $|q_3| = 2C$), placées aux trois sommets d'un carrée de coté « **a** » est représenté par les lignes de champs ***(Figure 1)*** :

1-1 Donner le signe des trois charges q_1, q_2 et q_3. Justifier votre réponse ? ***(1 pt)***

1-2 Donner l'expression du **module** des forces de Coulomb $\vec{F}_{14}$, $\vec{F}_{24}$ et $\vec{F}_{34}$ exercées respectivement par les charges q_1, q_2 et q_3 sur une charge $\boldsymbol{q_4 > 0}$ positionnée au niveau du quatrième sommet du carrée, en fonction de k, q_4 et a**,** k est la constante de Coulomb. ***(1 pt)***

1-3 En utilisant le principe de superposition, tracer sur la ***figure 1*** la force de Coulomb résultante $\vec{F}_4$ exercée par les trois charges sur la charge q_4 (cette charge ne modifie pas les lignes de champs qu'elle subit). Utilisez l'échelle : ***3 cm ↔ k.q₄/a². (2 pts)***

1-4 Tracer la ligne équipotentielle passant par le **point *D*** indiqué sur la figure 1. ***(1 pt)***

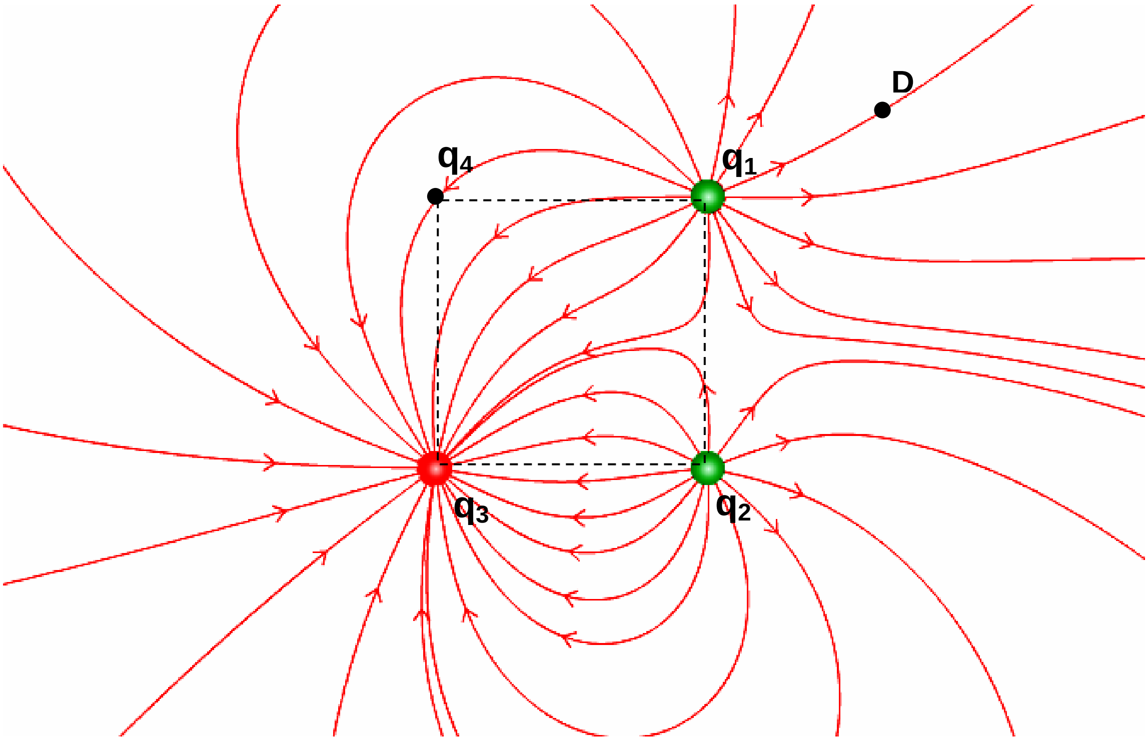


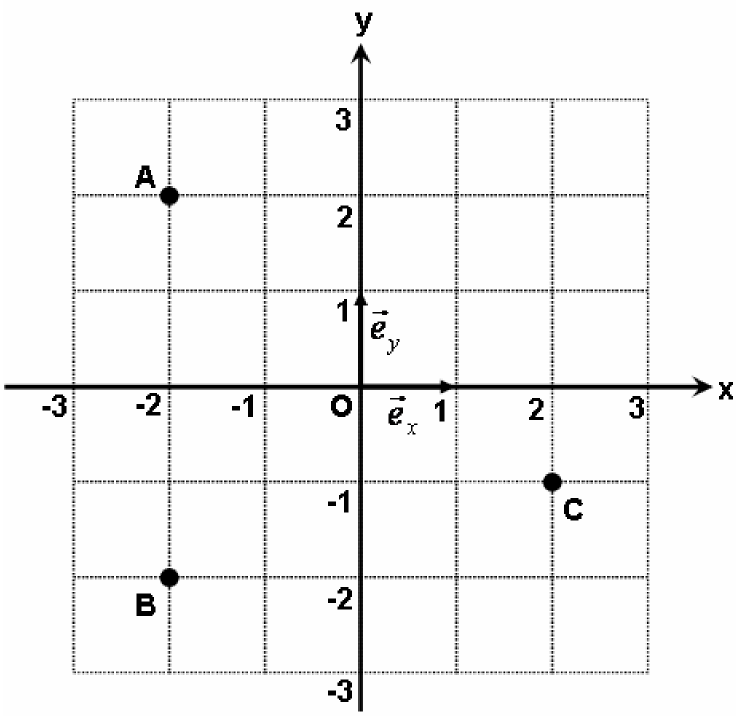
Figure 1

PROBLEME 2 : ***(7 pts)***

Dans la figure ci dessous, $\vec{e}_x$ et $\vec{e}_y$ sont des vecteurs unitaires (de norme = 1), orientés respectivement suivant les axes Ox et Oy. Les valeurs indiquées sur l'axe sont les coordonnées en **mètre**. **On suppose qu'il règne dans cet espace un champ électrique uniforme** $\vec{E}$ **.**

$\vec{E} = E.\vec{e}_x$ **, avec** $E = 5\ V/m$.

Dans tout le problème, on supposera qu'au centre O le potentiel électrique vaut $V_O = 0V$.



3-1 Donner l'expression du potentiel *V(x)* en un point *M* d'abscisse *x*. **(*1 pt)***

3-2 Déterminer les potentiels V_A, V_B et V_C aux points *A, B* et *C*. Faire l'application numérique. **(*0,5 pt)***

3-3 Le champ électrique, toujours uniforme s'écrit maintenant : $\vec{E} = E.\vec{e}_x + E.\vec{e}_y$, avec ***E = 5V/m.*** Donner l'expression du potentiel *V(x,y)* en un point *M(x,y)* puis calculer les nouvelles valeurs de V_A, V_B et V_C . Donner les détails de calcul. **(*1,5 pts)***

3-4 On suppose maintenant que le champ électrique n'est plus uniforme. Il s'écrit : $\vec{E} = E(x).\vec{e}_x$. Son module dépend donc de la variable x et s'écrit : $E(x) = E_0.e^{-\frac{x}{\nu}}$ avec $\boldsymbol{E_0 = 5V/m}$ et $\boldsymbol{\nu = 1\ m}$. (ν est appelée profondeur de pénétration). On donne : $\int e^{-k.x}dx = -\frac{1}{k}e^{-k.x}$.

3-4.1 Déterminer l'expression du potentiel *V(x)* en chaque point d'abscisse *x*. **(*3 pts)***

3-4.2 Calculer les potentiels V_A, V_B et V_C aux points *A, B* et *C*. **(*1 pt)***

Nom : ………………………………………………………………………………..	
Prénom : ……………………………………………………………............................	
Section : ………………………………………………………………………………..	

PROBLEME 3 : ***(8 pts)***

On considère un fil conducteur qui suit une courbure circulaire dans le plan de rayon $\boldsymbol{R}$. Le fil d'une longueur ℓ a une densité linéique de charge uniforme $\boldsymbol{\lambda}$. A un angle $\boldsymbol{\theta}$ donné, on sélectionne une charge élémentaire $\boldsymbol{dq}$ sur une portion de longueur du fil $d\ell$ induisant en $\boldsymbol{O}$ un champ élémentaire $\overrightarrow{dE}(\theta)$ dans le plan *(O,x,y)* et un potentiel élémentaire $dV(\theta)$. On rappelle que $d\ell$ et $d\theta$ sont reliés par la relation suivante : $d\ell = R.d\theta$.

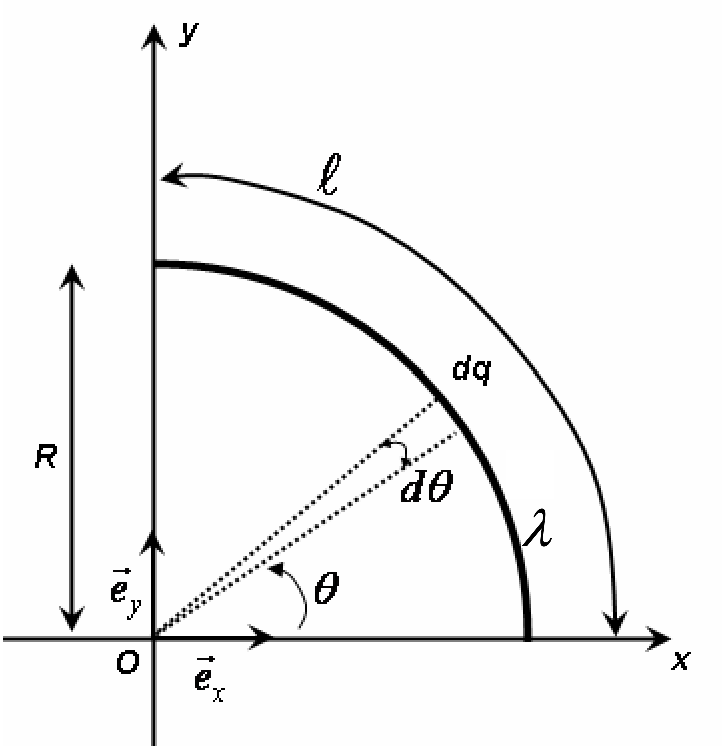


Figure 2

3-1 Détermination du potentiel:

3-1.1 Déterminer l'expression $dq(\theta)$. ***(1 pt)***

3-1.2 Déterminer l'expression du potentiel élémentaire $dV(\theta)$ en O. ***(1 pt)***

3-1.3 Déterminer l'expression de V créé par le fil en O. ***(1 pt)***

3-2 Détermination du champ électrostatique :

3-2.1 Représenter approximativement sur le dessin $\overrightarrow{dE}(\theta)$ induit en O (sens et direction). ***(1 pt)***

3-2.2 Déterminer l'expression du champ électrostatique $\overrightarrow{dE}(\theta) = dE_x(\theta)\vec{e}_x + dE_y(\theta)\vec{e}_y$. ***(2 pts)***

3-2.3 Déterminer ensuite l'expression de champ total $\vec{E} = E_x\vec{e}_x + E_y\vec{e}_y$ créé en O par le fil conducteur chargé ***(2 pts)***

UNIVERSITE IBN TOFAIL
ECOLE NATIONALE DES SCIENCES APPLIQUEES
Cycle Intégré Préparatoire aux Formations d'Ingénieurs

Jeudi 03 janvier 2013

Nom : …………………………………………………………………………….	
Prénom : …………………………………………………………………………	
N° APOGEE : ……………………………………………………………………	

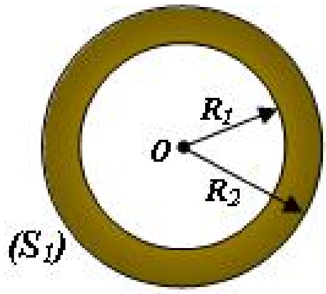
Contrôle terminal d'Electricité 1

Durée : 2h00

PROBLEME 1 : ***(14 pts)***

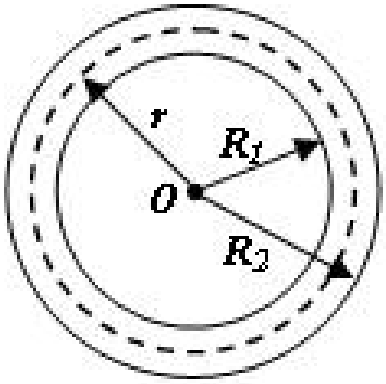
On considère une sphère creuse ***(S₁)*** de centre *O* constituée d'un conducteur en équilibre électrostatique de rayon interne R_1 et de rayon externe R_2 ayant une charge $\boldsymbol{Q_1 > 0}$.

1-1- Comment sont réparties les charges dans un conducteur en équilibre électrostatique ? Et quelle est la valeur du champ électrostatique $\vec{E}$ à l'intérieur d'un tel conducteur ? ***(1pt)***



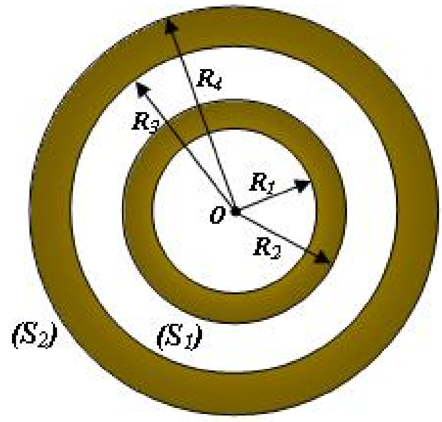
1-2- En utilisant ces deux propriétés, montrez que la charge (Q_1^{int}) sur la surface intérieure de la sphère est nulle. Aidez-vous du théorème de Gauss pour le justifier en utilisant comme surface de Gauss une sphère de rayon $R_1 < r < R_2$ comme le montre la figure ci-dessous.

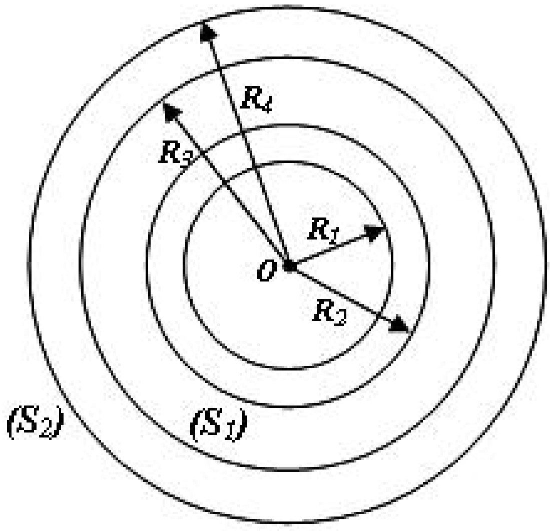
Donnez la valeur de la charge sur la surface extérieure (Q_1^{ext}). ***(1,5pt)***



1-3- La première sphère est ensuite entourée d'une deuxième sphère creuse ***(S₂)*** de centre *O* constituée d'un conducteur avec un rayon interne R_3 et un rayon externe R_4. Elle porte une charge $\boldsymbol{Q_2}$ (avec $\boldsymbol{Q_2 > Q_1 > 0}$).

Donnez les valeurs des charges à l'équilibre électrostatique sur la surface intérieure (Q_2^{int}) et sur la surface extérieure (Q_2^{ext}) de la sphère (S_2) en fonction de $\boldsymbol{Q_1}$ et $\boldsymbol{Q_2}$. Justifier cela en utilisant de nouveau le théorème de Gauss en spécifiant la surface de Gauss utilisée. ***(1,5pt)***



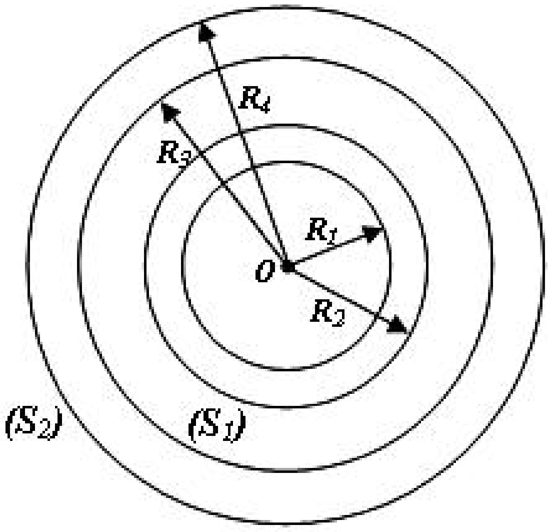


1-4- On se propose de déterminer l'expression du module de ce champ $E = \left\|\vec{E}\right\|$ à l'aide du théorème de Gauss. Comment est la direction du champ électrostatique $\vec{E}$ dans le cas d'une symétrie sphérique. Quelle est la direction d'une ligne de champ électrique à la surface d'un conducteur à symétrie sphérique ? ***(1pt)***

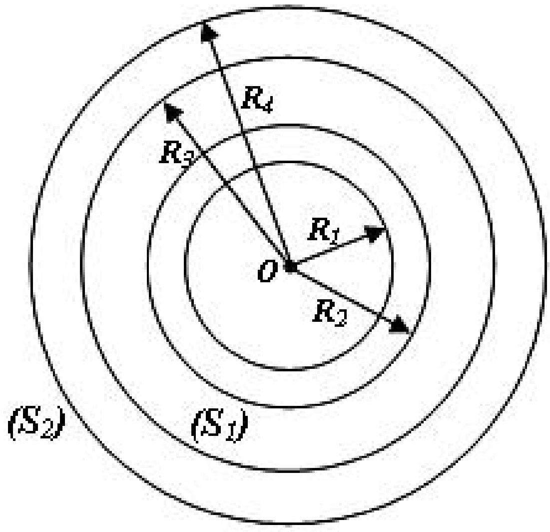
1-5- Quelles sont les variables dont dépend le champ électrostatique $\vec{E}$ dans le cas d'un système à symétrie sphérique. ***(0,5pt)***

1-6- Dessinez sur les figures suivantes une surface de Gauss appropriée pour déterminer le champ en chaque point de l'espace situé à une distance r du centre O (on remarquera qu'il y a quatre cas : r Y R_2 , R_2 Y r Y R_3 , R_3 Y r Y R_4 et R_4 Y r). Sur la figure (1), notez le vecteur normal $\vec{N}$ caractéristique à cette surface. Quelle est l'orientation du champ $\vec{E}$ par rapport à $\vec{N}$? ***(1,5pt)***

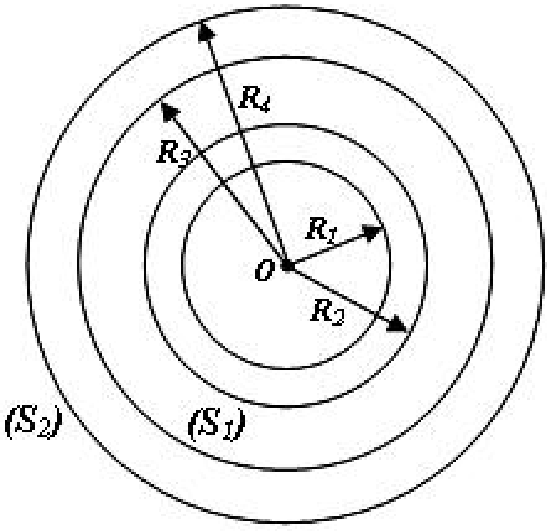
(1)



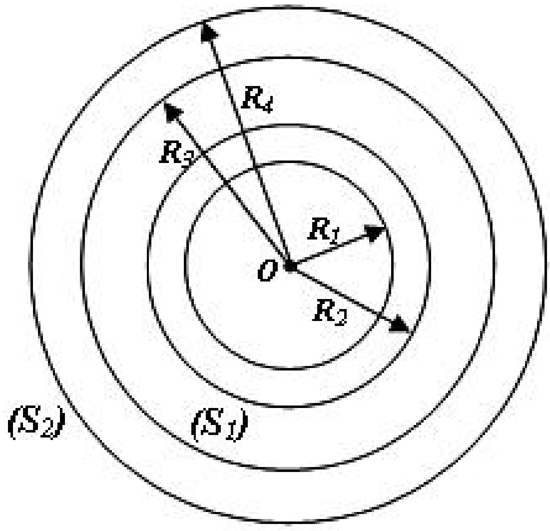
(2)



(3)



(4)



1-7- Le champ électrostatique $\vec{E}_r(r)$ étant nul dans les deux cas suivants: $r \leq R_2$ et $R_3 \leq r \leq R_4$ (questions ***1-2-*** et ***1-3-***). Donnez l'expression du module du champ électrostatique $E_r(r) = \left\|\vec{E}_r(r)\right\|$ en utilisant le théorème de Gauss pour les deux autres cas : $R_2 \leq r \leq R_3$ et $R_4 \leq r$. ***(2pt)***

Nom : ………………………………………………………………………….

Prénom : …………………………………………………………………….

N° APOGEE : ……………………………………………………………….

1-8- On sait que la densité **surfacique** de charges à la surface de (***S₁***) notée $\pm_1$, exprimée en C/m² est la quantité de charge par unité de surface. Démontrez que le module du champ électrostatique sur la surface de la première sphère (S_1), s'écrit sous la forme suivante: $E_{surface\ (S_1)} = \frac{\pm_1}{\pounds_0}$. Pour cela, il faudra exprimer $\pm_1$ en fonction de Q_1. ***(1pt)***

1-9- Calculez le potentiel *V(r)* en chaque point de l'espace situé à une distance r du centre O, sachant que *V(*ã*) = 0*, On donne l'expression du vecteur gradient en coordonnées sphériques : $\overrightarrow{grad} = \left(\frac{\partial}{\partial r}, \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial \text{¯}}, \frac{1}{r\sin \text{¯}}\frac{\partial}{\partial \text{¨}}\right)$. ***(2pt)***

1-10- Donner l'expression des potentiels V_1 du conducteur **(*S_1*)** et V_2 du conducteur **(*S_2*)** en fonction de k, Q_1, Q_2, R_2, R_3 et R_4. ***(1pt)***

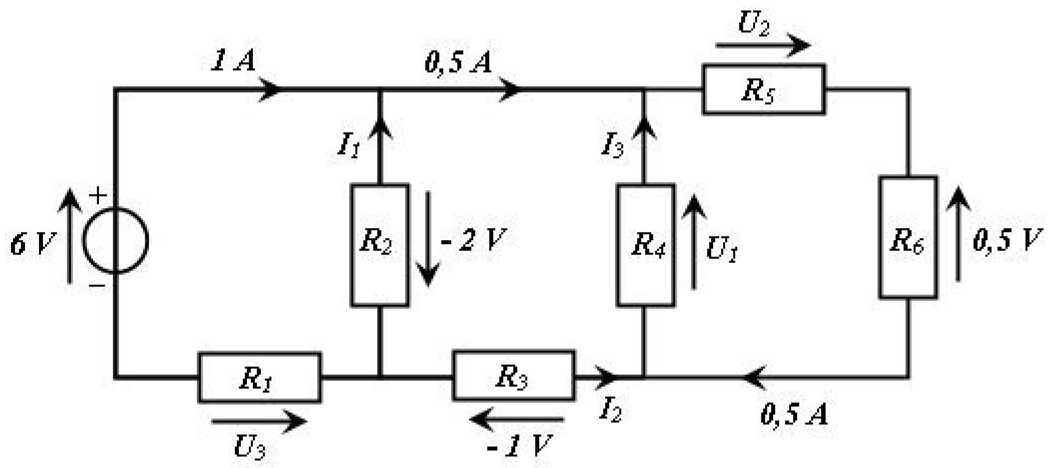
1-11- On néglige à présent la charge à la surface extérieure de **(S_2),** (Q_2^{ext} ù 0). Calculer la capacité ***C*** du condensateur ainsi formé par les deux conducteurs en fonction de k, R_2 et R_3. ***(0,5pt)***

1-12- Calculer l'énergie électrostatique ***W*** de ce condensateur en fonction de k, Q_1, R_2 et R_3. ***(0,5pt)***

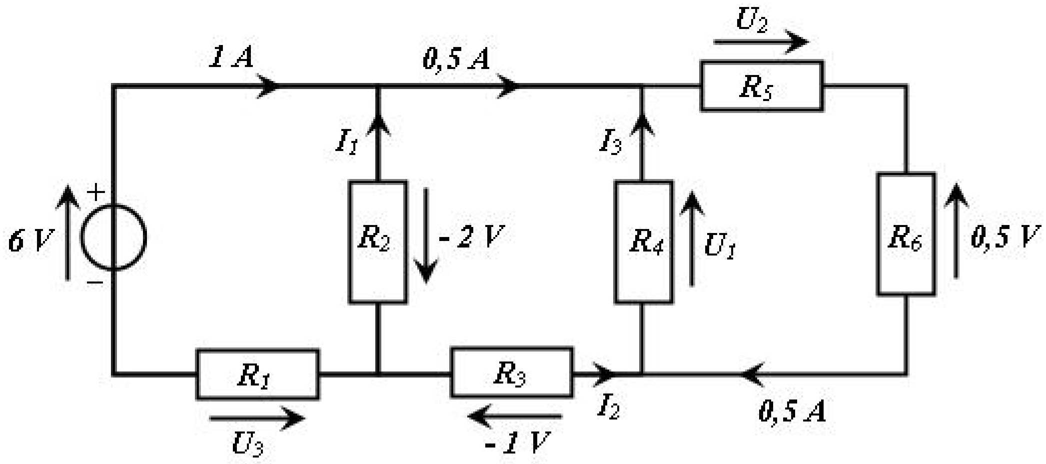
<u>PROBLEME 2 :</u> ***(6 pts)***

On considère le réseau suivant :

2-1- En utilisant la loi des mailles, déterminer les tensions ***U₁, U₂*** et ***U₃***. ***(3pt)***



2-2- En utilisant la loi des nœuds, déterminer les courants I_1, I_2 et I_3. ***(1,5pt)***



2-3- En utilisant la loi d'ohm, calculer les résistances R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 et R_6. ***(1,5pt)***

UNIVERSITE IBN TOFAIL
ECOLE NATIONALE DES SCIENCES APPLIQUEES
Cycle Intégré Préparatoire aux Formations d'Ingénieurs

Mercredi 16 janvier 2013

Nom : ……………………………………………………………………………

Prénom : …………………………………………………………………………

N° APOGEE : ……………………………………………………………………

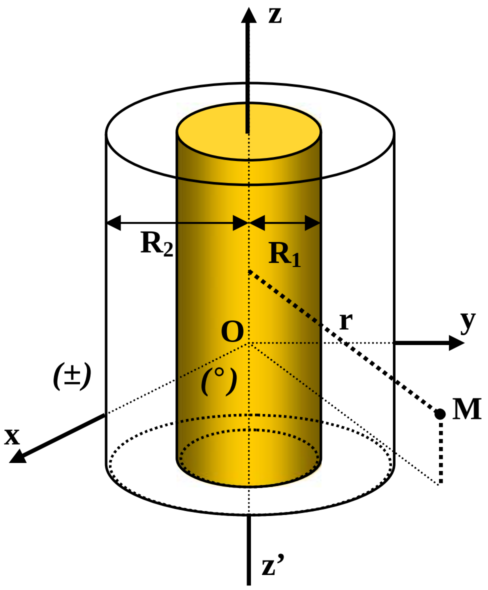
Tous documents interdits
Téléphones portables interdits
Vous devez marquer votre nom sur toutes vos copies
Dans tous les calculs, on donnera toujours les expressions littérales avant d'exécuter, s'il y a lieu, les calculs numériques

Contrôle de Rattrapage : Électricité 1

Durée : 1h30

PROBLEME 1 : *(6 pts)*

On considère un cylindre infini d'axe *zz'* et de rayon R_1 uniformément chargé en volume avec une densité volumique *(°)* constante positive. Ce cylindre est entouré par un autre cylindre infini creux de rayon R_2 d'épaisseur négligeable portant une densité surfacique *(±)* constante positive.

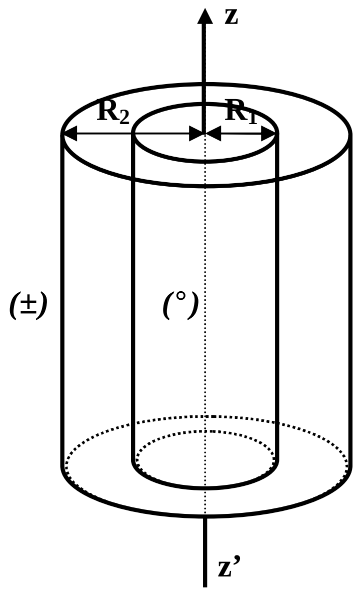


1.1. En tenant compte de la symetrie de la distribution de charges et de l'invariance préciser l'orientation et les variables dont dépend le champ électrostatique crée. ***(1pt)***

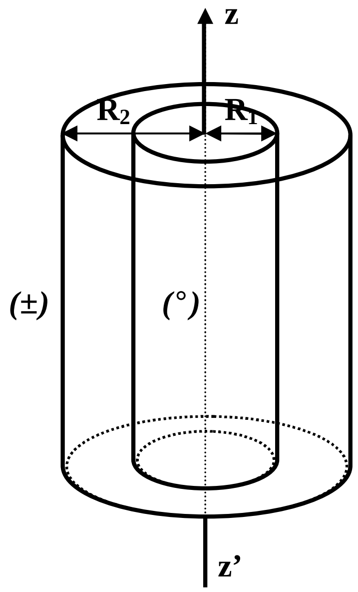
……………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

……
……
……
……
……

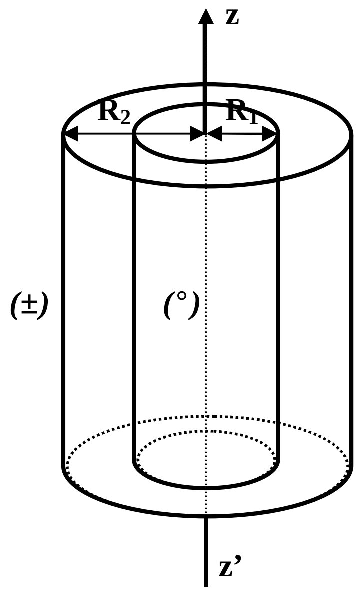
1.2. En utilisant le théorème de Gauss, calculer le champ électrostatique $\vec{E}$ crée en tout point M de l'espace par ce système. Pour chaque cas dessiner la surface de Gauss utilisée sur les figures suivantes. ***(2pt)***



1er cas :…………



2ème cas :…………….



3ème cas :……………..

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

1.3. Vérifier la condition de passage du champ $\vec{E}$ en traversant la surface définie par le rayon R_2. ***(1,5pt)***

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

1.4. Tracer, sur le graphe suivant, la courbe du module du champ $E = \|\vec{E}\|$ en fonction de la distance r. ***(1,5pt)***

PROBLEME 2 : ***(10 pts)***

2.1 Généralités sur les conducteurs en équilibre électrostatique :

2.1.1 Sans faire la démonstration, que peut-on dire du champ et du potentiel dans le conducteur en équilibre ? ***(0,5pt)***

....
....
....
....

2.1.2 En utilisant le théorème de Gauss (forme locale ou intégrale), montrez que dans un conducteur en équilibre, la densité volumique de charges est nulle. Comment les charges sont elles réparties dans le conducteur ? ***(1pt)***

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

2.1.3 Comment est le champ $\vec{E}$ à la surface du conducteur en équilibre? Donner l'expression du champ $\vec{E}$ en fonction de la densité surfacique de charges ***(±). (1pt)***

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

2.1.4 Le conducteur est placé dans une région où règne un champ électrostatique extérieur $\vec{E}_{ext}$. Que se passe t-il ? ***(1pt)***

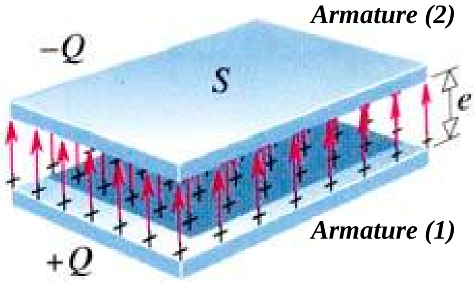
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

....
....
....
....

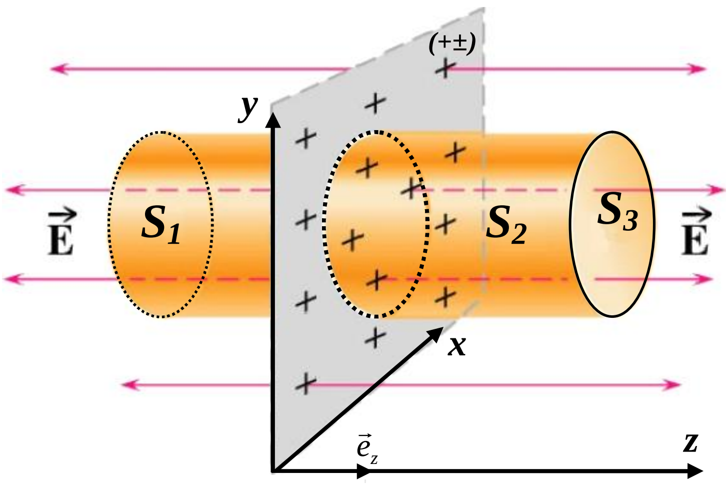
<u>Nom :</u> …………………………………………………………………………. **<u>Prénom :</u>** …………………………………………………………………….. **<u>N° APOGEE :</u>** ………………………………………………………………	

2.2 Capacité d'un condensateur plan :

Un condensateur plan, placé dans l'air ($£ = £_0$), est constitué de deux armatures conductrices planes de surface *S*, parallèles entre elles, et séparées d'une distance ***e*** l'une de l'autre (figure ci-contre). On négligera les effets de bords (approximation d'un condensateur plan infini).



2.2.1. En utilisant le théorème de Gauss, déterminer le champ électrostatique $\vec{E}$ crée par un plan infini chargé avec une densité de charge surfacique uniforme ***(+±)***, (utiliser comme surface de Gauss un cylindre comme indiqué sur la figure ci-dessous). ***(2pt)***

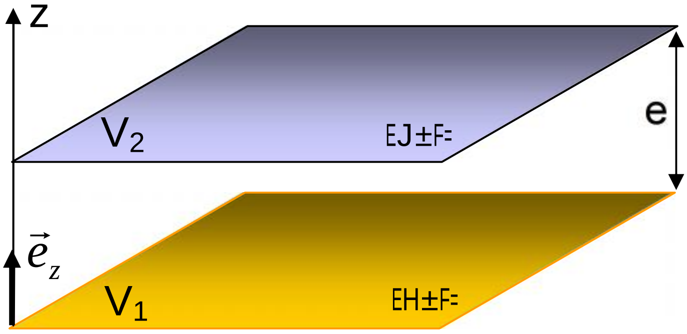


....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

……
……
……
……
……

2.2.2. Déduire le champ entre les deux armatures du condensateur en fonction de la charge surfacique ***(+±)*** puis en fonction de la charge totale ***(+Q)*** portée par l'armature ***(1)***. ***(1pt)***

…………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………



……
……
……
……
……
……
……

2.2.3. En déduire la différence de potentiel a$V = V_1 - V_2$ entre les armatures (1) et (2), puis la capacité ***C*** du condensateur en fonction de ***S***, ***e*** et £$_0$. ***(1pt)***

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

2.2.4. Donner l'expression de l'énergie électrostatique ***W*** du condensateur en fonction de ***C*** et aV. ***(0,5pt)***

……
……
……
……
……
……
……
……

2.2.5. Application numérique:

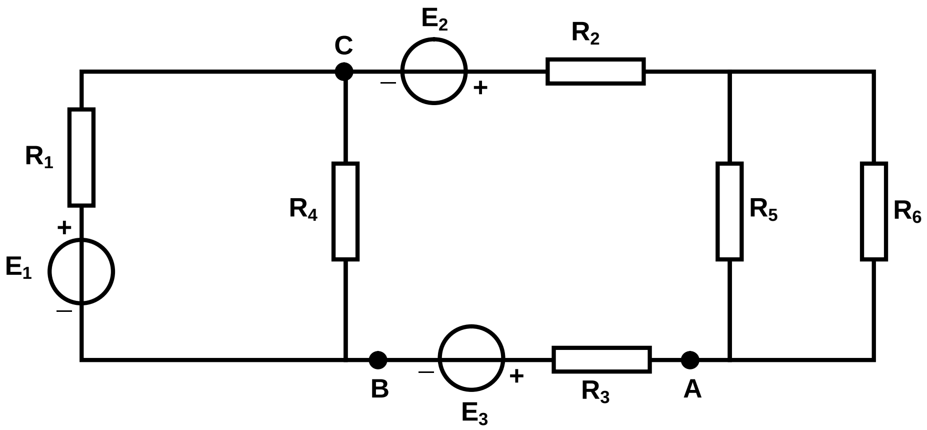
Pendant un orage, la surface de la Terre et la surface inférieure des nuages forment, avec une assez bonne approximation, un condensateur plan. On suppose que le nuage se trouve à 1000 mètres d'altitude et qu'il couvre une surface d'environ 20 km².

- Quelle est la valeur de la capacité du condensateur ainsi formé par le système « Terre – Nuage ». On rappelle que : $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9.10^9\ S.I$. ***(1pt)***

- Quelle est l'énergie emmagasinée sous forme électrique au moment ou un éclair se produit ? (en tenant compte de l'humidité, le champ électrostatique sera d'environ un million de volts par mètre, $E = 10^6$ V.m^{-1}). ***(1pt)***

<u>PROBLEME 3 :</u> ***(4 pts)***

On se propose de calculer par la méthode Thévenin le courant qui circule dans la branche AB du réseau schématisé sur la figure ci-dessous.



3-1- Enlever la branche AB:

3.1.1- Expliquer pourquoi le courant est nul dans la branche AC. ***(0,5pt)***

3.1.2- Calculer la différence de potentiel (d.d.p.) à vide $(V_A\text{-}V_B)_{\text{à vide}}$. Déduire E_{Th}. ***(1,5pt)***

3.1.3- Calculer la résistance équivalente de Thévenin R_{Th} du réseau entre les points A et B. ***(1pt)***

3.2. Remettre la branche AB. En se servant du résultat de la question **(3.1-),** calculer le courant qui circule dans R_3. ***(1pt)***

On donne : $E_1 = 10\ V$, $E_2 = 5V$, $E_3 = 3V$, $R_1 = 4\ \Omega$, $R_2 = 2\ \Omega$, $R_3 = 1\ \Omega$, $R_4 = 4\ \Omega$, $R_5 = 3\ \Omega$, $R_6 = 6\ \Omega$.