UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE Tronc Commun MI 1ère année /20019– 2020
Unité d'Enseignement de Transversale
Responsable du module d'électricité (Coefficient : 2, Crédit : 3) : Professeur A. GASMI
Mode d'Evaluation : Note EMD 60% et Note TD 40 %

Série de TD N°02:Conducteurs (deux semaines)

Exercice 1

a- Un condensateur $C_1 = 10^{-3}\ \mu F$ et porté en 0,02 s au potentiel $U = 1{,}7\ kV$. Quelle est la puissance moyenne mise en jeu ?

b- On associe à ce condensateur C_1 les condensateurs C_2, C_3, C_4, C_5, comme l'indique la figure 1 Ils ont tous les même caractéristiques géométriques mais les permittivités relatives sont respectivement : 1 pour C_1, 3 pour C_2, C_3 et C_4, 2 pour C_5.
On applique entre les points A et B une différence de potentiel $U = 1{,}7\ kV$. Calculer les différences de potentiel entre les armatures des différents condensateurs.

c- Quels sont dans ces conditions le champ régnant entre les armatures du condensateur C_1 et la force qui s'exerce entre elles, la surface des armatures étant de 1125 cm^2 ?

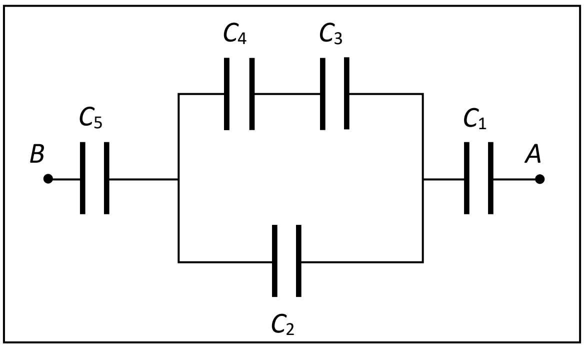


Figure 1

Exercice 2

Un condensateur plan, de surface S est rempli entre les armatures ; parallèles à celles-ci, par des lames diélectriques de permittivités ϵ_1, ϵ_2, ϵ_3, ϵ_4 et ϵ_5.

a) Calculer la capacité de ce condensateur
b) La différence de potentiel appliqué entre les armatures étant V. Déterminer les champs électriques entre les différents milieux

AN : $\epsilon_1 = 7{,}5\ \epsilon_0$, $\epsilon_2 = 8\ \epsilon_0$, $\epsilon_3 = 4\ \epsilon_0$, $\epsilon_4 = 2{,}5\ \epsilon_0$ et $\epsilon_5 = \ \epsilon_0 = 1/36\pi 10^9$.

Et $e_1 = 1$ mm, $e_2 = 2$ mm, $e_3 = 1$ mm, $e_4 = 2$ mm et $e_5 = 1$ mm

Et S = 800 cm^2 avec V = 10KV.

Exercice 3

On considère deux sphères concentriques de centre O et de rayons R_1 et R_2, chargées sur la surface de charge **–q** et **+q** respectivement.

Sachant que $R_1 < R_2$

1)- Calculer le champ électrique E dans tout l'espace.

2)- On rempli entre les deux sphères un diélectrique de permittivité ε_r . Calculer la capacité de ce condensateur.

Solutions **<u>EXO1</u>** :1) L'énergie mise en jeu est : W = $\frac{1}{2}C_1V^2$ = 1,445 J. La puissance moyenne : P = $\frac{W}{0,02}$ = 7,225 10^{-2} W

2) $C_2 = C_3 = C_4 = 3\,C_1$ et $C_5 = 2C_1$

D'autre part $V = V_1 + V_2 + V_5$ et $V_2 = V_3 + V_4$

D'où $Q_1 = Q_5 = C_1 V_1 = C_5 V_5 = 2\, C_1V_5$

$V_3 = V_4$

$Q_1 = C_1V_1 = Q_2 + Q_3 = C_2 V_2 + C_3 V_3 = 3\,C1\,(V_2 + V_3)$

$V_1 = 3\,(V_2 + V_3)$.

$\Rightarrow V_1 = \frac{18}{31}$ V = 987 V, $V_2 = \frac{4}{31}$ V = 219 V , $V_3 = V_4 = \frac{2}{31}$ V = 494 V.

3) $Q_1 = C_1V_1 = 9{,}87.10^{-7}$ C , E = $\frac{Q_1}{\epsilon_0 S} = 36\pi.10^9\,\frac{9{,}87.10^{-7}}{0{,}1125} = 992400$ V/m ,

F = $\frac{\epsilon_0 S}{2e^2}V_1^2 = \frac{C_1^2V_1^2}{2\epsilon_0 S} = \frac{Q_1^2}{2\epsilon_0 S} = \frac{EQ_1}{2}$ = 0,49 N.

<u>EX2:</u>

1) Par symétrie, les surfaces de séparation sont des équipotentielles lorsqu'une tension est appliquée entre les armatures.

Si on métallise ces équipotentielles, rien n'est modifié dans la distribution du système, et on a alors autant de condensateurs en cascade qu'il a des lames diélectriques, tous de surface S, d'épaisseur et de permittivité e_i et ε_i

La capacité totale C est donnée par :

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{S}\left(\frac{e_1}{\varepsilon_1} + \frac{e_2}{\varepsilon_2} + \frac{e_3}{\varepsilon_3} + \frac{e_4}{\varepsilon_4} + \frac{e_5}{\varepsilon_5}\right)$$

AN : $\frac{1}{C} = \frac{36\pi\,10^{11}.10^{-3}}{8.10^{-2}}\left(\frac{1}{7.5} + \frac{2}{8} + \frac{1}{4} + \frac{2}{4.5} + 1\right) \Rightarrow C = 0.291\ \mu F$

2) L'induction D (vecteur), exclusivement normale est la même dans tous les milieux.

Le champ, aussi perpendiculaire aux armatures, a pour intensité dans les différents milieux :

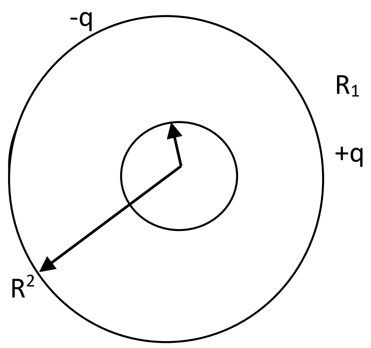
$$E_1 = \frac{D}{\varepsilon_1}\ ,\ E_2 = \frac{D}{\varepsilon_2}\ ,\ E_3 = \frac{D}{\varepsilon_3}\ ,\ E_4 = \frac{D}{\varepsilon_4}\ \ et\ \ E_5 = \frac{D}{\varepsilon_5}$$

La tension V, du champ; est :

$$V = D\left(\frac{e_1}{\varepsilon_1}+\frac{e_2}{\varepsilon_2}+\frac{e_3}{\varepsilon_3}+\frac{e_4}{\varepsilon_4}+\frac{e_5}{\varepsilon_5}\right) \Rightarrow E_1 = \frac{V}{\varepsilon_1\left(\frac{e_1}{\varepsilon_1}+\frac{e_2}{\varepsilon_2}+\frac{e_3}{\varepsilon_3}+\frac{e_4}{\varepsilon_4}+\frac{e_5}{\varepsilon_5}\right)}$$

AN : E_1=550 v/m, E_2= 515 v/m, E_3= 1030 v/m, E_4= 1650 v/m , E_5= 4110 v/m

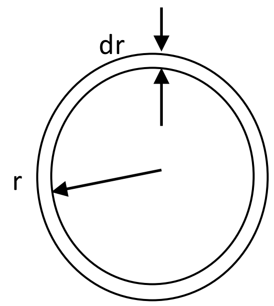
EXO3 : Soit deux sphères concentriques de centre 0 de rayons R_1 et R_2, la petite sphère est chargée positivement et la grande sphère est chargée négativement.



1- Si $r < R_1$ et $r > R_2$ donc on a E= 0

Si $R_1 \leq r \leq R_2$ D'après le Théorème de Gauss on a $E = q / 4\pi\epsilon_0\,\epsilon_r\, r^2$

Soit une couche sphérique, à l'intérieur de la sphère, de rayon r et d'épaisseur dr et de surface $s= 4\pi r^2$ donc de volume élémentaire $dv = 4\pi r^2\, dr$



Comme l'énergie électrostatique élémentaire $dE_p = \epsilon_0\, \epsilon_r E^2\, dv /2$

$dE_p = \epsilon_0\, \epsilon_r\, (q^2 / 16\, \pi^2\, \epsilon_0^2\, \epsilon_r^{\,2}\, r^{\,2})\, 4\pi\, r^2\, dr$

E_p = Intégrale de R_1 à R_2 de $q^2\, dr / 2 . 4\, \pi\, \epsilon_0\, \epsilon_r\, r^{\,2}$

$Ep = \int q2\, dr / 2 . 4\, \pi\, \epsilon_0\, \epsilon_r\, r^{\,2}$ ou $E_p = \int_{R1}^{R2} \frac{q^2}{2.4\pi\varepsilon_0\varepsilon r}[\frac{dr}{r2}]$

On a $E_p = q^2 / 2 . 4\, \pi\, \epsilon_0\, \epsilon_r\, [(R_2 - R_1) /R_1 R_2]$ et on sait que $E_p = q^2 / 2C$ donc

$E_p = q^2 / 2 . 4\, \pi\, \epsilon_0\, \epsilon_r\, [(R_2 - R_1) /R_1 R_2] = q^2 / 2C$

$1 / C = (R_2 - R_1) / 4\, \pi\, \epsilon_0\, \epsilon_r\, R_1 R_2$ donc $C = 4\, \pi\, \epsilon_0\, \epsilon_r\, R_1 R_2 / (R_2 - R_1)$