RÉSUMÉ DU COURS

CONDUCTEURS

CONDUCTEURS EN ÉQUILIBRE ÉLECTROSTATIQUE

- *Champ à l'intérieur d'un conducteur en équilibre électrostatique* $\boxed{\vec{E}_{\text{int}} = \vec{0}}$
- *Potentiel à l'intérieur du C.E.E* $\boxed{V = \text{Constante}}$ ***volume équipotentiel***
- *La charge du C.E.E se trouve à la surface* $\boxed{Q = Q_{\text{suface}} = \sigma . S}$

Capacité d'un conducteur en équilibre électrostatique isolé dans l'espace

$$\boxed{C = \frac{Q}{V}}$$

Energie interne d'un conducteur en équilibre électrostatique isolé dans l'espace

C'est l'energie nécessaire pour porter le conducteur à une charge Q.

$$\boxed{U = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}C.V^2}$$

CONDENSATEURS

Capacité propre d'un condensateur $\boxed{C = \frac{Q}{V}}$

Q : est la charge de chaque armature (en valeur absolue)

$V = V_A - V_B$: est la différence de potentiel entre les armatures

Condensateur plan : $C = \frac{\varepsilon_0 . S}{e}$

Condensateur sphérique : $C = 4\pi\varepsilon_0 \frac{r_2 . r_1}{r_2 - r_1}$ avec $(r_2 > r_1)$

Energie interne d'un condensateur

C'est l'énergie électrique libérée quand on court-circuite les armatures du condensateur

$$\boxed{U = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}C.V^2}$$

Association de condensateur

Condensateurs en parallèle : $\boxed{C = \sum_i C_i}$ *la d.d.p. est la même pour tous les condensateurs*

Condensateurs en série : $\boxed{\frac{1}{C} = \sum_i \frac{1}{C_i}}$ *la charge est la même pour tous les condensateurs*

SÉRIE DE TD N° 04

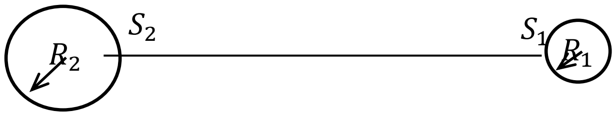
EXERCICE 01 (*):

Une sphère conductrice S_1 ,de rayon R_1 , porte une charge Q_1.

1. Calculez le champ électrique en un point M au voisinage immédiat de la surface et à l'extérieur de la sphère.
2. Calculez le potentiel au point M. En déduire la capacité de S_1.

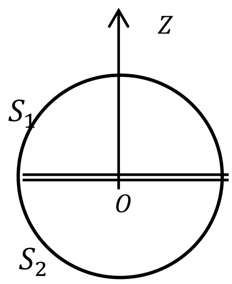
Soit une autre sphère conductrice S_2 , de rayon $R_2 \neq R_1$, et initialement neutre. Les deux sphères étant éloignées l'une de l'autre, nous les relions avec un fil conducteur de capacité négligeable.

3. Calculez la nouvelle charge Q_1' et Q_2' des sphères S_1 et S_2 à l'équilibre électrostatique.
4. Que peut-on en déduire si S_2 est reliée au sol.
5. Trouvez le rapport des densités de charges σ_1/σ_2 en fonction de R_1 et R_2
6. Trouvez le rapport des champs au voisinage des surfaces E_1/E_2 en fonction de R_1 et R_2.



EXERCICE 02 :

Soit une sphère conductrice centrée en O, de rayon R, et portant une charge répartie uniformément sur sa surface avec une densité σ. Une droite sépare la sphère en deux moitiés égales S_1 et S_2 comme le montre la figure ci-contre.



1. Calculez la force F_z appliquée entre les deux hémisphères.
2. En déduire cette force en fonction de la charge totale Q de la sphère, et en fonction de son potentiel V.

EXERCICE 03 (*):

Soit une sphère ***conductrice*** A de rayon a portant une charge positive $+2Q$. Nous la plaçons au centre d'une coquille sphérique ***conductrice*** B de rayon intérieur b et de rayon extérieur c, et portant initialement une charge $-Q$.

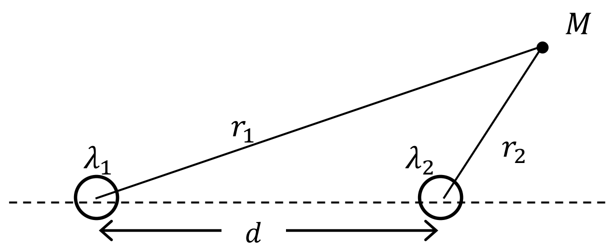
1. Calculer les charges $Q_{B\text{int}}$ et $Q_{B\text{ext}}$ des surfaces intérieure et extérieure de la coquille sphérique B à l'***équilibre électrostatique***.
2. On relie la coquille sphérique B au sol par un fil conducteur. Quelles sont les nouvelles charges $Q_{B\text{int}}$ et $Q_{B\text{ext}}$ après le retour à l'***équilibre électrostatique***.
3. En utilisant le théorème de GAUSS calculez le champ électrique en tout point de l'espace.
4. En déduire le potentiel électrique en tout point de l'espace (sachant qu'il est nul à l'infini).
5. Calculer la capacité du condensateur sphérique constitué par la sphère de rayon a et la face intérieure de la coquille sphérique (rayon b).

EXERCICE 04 :

Un cylindre conducteur de longueur L (L est supposé très grand) et de rayon a, portant une charge $+Q$, est entouré d'une couche conductrice cylindrique ***initialement neutre*** de rayon intérieur b et de rayon extérieur c. La couche conductrice est reliée au sol et l'ensemble est à l'***équilibre électrostatique***.

1. En utilisant le théorème de GAUSS calculez le champ électrique en tout point de l'espace.
2. En déduire la différence de potentiel entre les deux cylindres.
3. Calculer la capacité du condensateur cylindrique constitué par le cylindre de rayon a et la face intérieure de la couche cylindrique (rayon b).

EXERCICE 05 :



Un fil conducteur cylindrique très long, de rayon a , possède une densite de charge par unité de longueur notée λ.

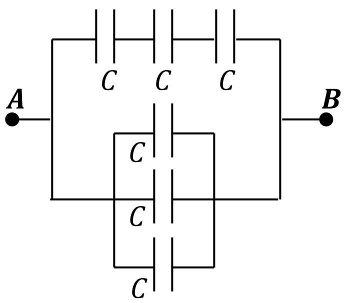
1. Calculez le champ et le potentiel crées à une distance $r \ (r > a)$ de l'axe du cylindre.

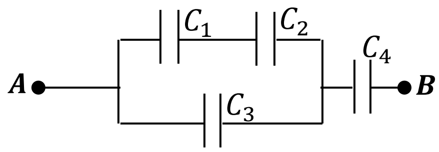
Un fil électrique double est constitué de deux fils identiques au fil cylindrique précédent, sont séparés par une distance $d \ (d \gg a)$ et portent les densités (par unité de longueur) respectives $\lambda_1 = +\lambda$ et $\lambda_2 = -\lambda$. comme le montre la figure ci-dessus.

2. Exprimer le potentiel électrostatique au point M dans la figure.
3. Caculez les potentiels approximatifs V_1 et V_2 des deux fils en fonction de λ , a , d , ε_0.
4. En déduire la capacité linéaire C_l (la capacité par unité de longueur) du système.

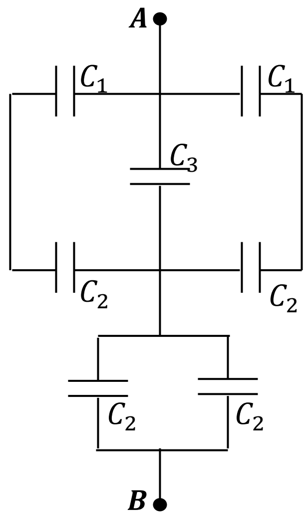
EXERCICE 06 :

Calculez la capacité équivalente dans les deux figures. On donne :
$C = 3\ \mu F$
$C_1 = 6\ \mu F$
$C_2 = 8\ \mu F$
$C_3 = C_4 = 5\ \mu F$





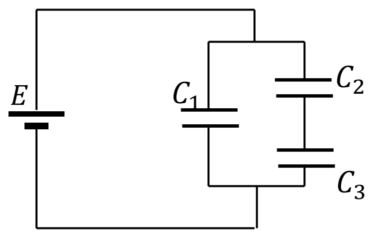
EXERCICE 07 :



1. Calculez la capacité équivalente dans la figure ci-contre.
On applique entre A et B une différence de potentiel $V_{AB} = 48\ Volts$.
On donne : $C_1 = 3\ \mu F$; $C_2 = 6\ \mu F$; $C_3 = 2\ \mu F$
2. Calculez la charge de chaque condensateur et la différence de potentiel entre ses armatures.

EXERCICE 08 :

Dans le montage de la figure ci-contre on donne :
$C_1 = 1\ \mu F$; $C_2 = 3\ \mu F$; $C_3 = 6\ \mu F$ et $E = 120\ V$.



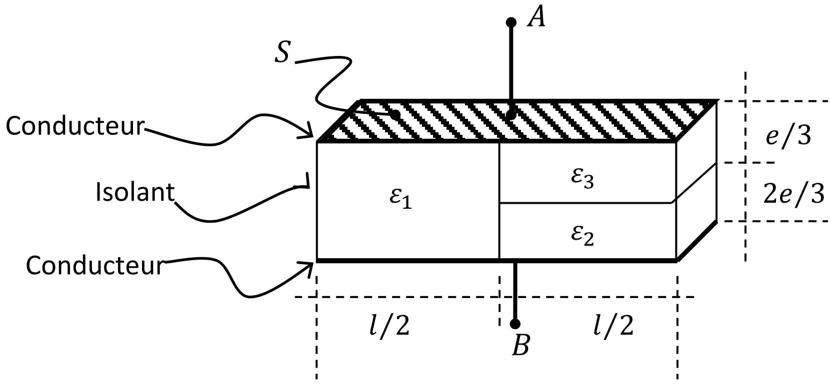
1. Calculez la capacité équivalente $C_{\text{éq}}$ des trois condensateurs.
2. Calculez la charge Q_i de chaque condensateur et la différence de potentiel V_i entre ses armatures ($i = 1$; 2 ; 3).
3. Calculez l'énergie électrique totale U emmagasinée dans les condensateurs.
4. En utilisant les trois condensateurs C_1, C_2 et C_3 quelle est ***la plus grande*** capacité équivalente $C_{\max}$ qu'on peut obtenir ? Dessiner le montage qui correspond à cette valeur.
5. En utilisant les trois condensateurs C_1, C_2 et C_3 quelle est ***la plus petite*** capacité équivalente $C_{\min}$ qu'on peut obtenir ? Dessiner le montage qui correspond à cette valeur.

EXERCICE 09 (*):

1. Donner l'expression de la capacité d'un condensateur plan, dont les armatures ayant une surface S chacune, sont séparées par une couche isolante de permittivité ε et d'épaisseur e.

2. Calculer la capacité du condensateur plan représenté par la figure ci-dessous On donne :
$S = 6\,cm^2$; $e = 4\,\mu m$; $\varepsilon_1 = 1{,}5.\varepsilon_0$; $\varepsilon_2 = 2{,}4.\varepsilon_0$; $\varepsilon_3 = 2.\varepsilon_0$; $\varepsilon_0 = 8{,}84 \times 10^{-12}$[MKSA]
(ε_1 , ε_2 et ε_3 sont les permittivités de trois milieux isolants différents)

3. Si la différence de potentiel entre les armatures du condensateur est égale à $V_{AB} = 9\,V$, calculer l'énergie potentielle électrique U emmagasinée dans ce condensateur.

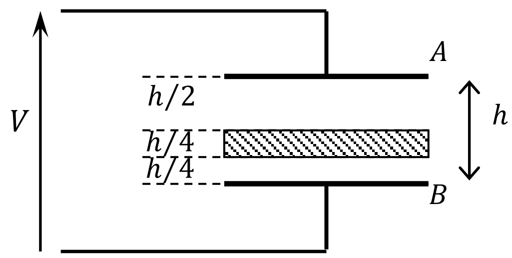


EXERCICE 10 :

Les deux armatures d'un condensateur plan (placé dans le vide) sont espacées d'une distance $h = 4\,cm$; chacune portant une charge Q et ont une surface $S = 12\,cm^2$. On applique entre les deux armatures une différence de potentiel $V = 400\,Volts$.

1. Calculer la capacité C et la charge Q de ce condensateur.

2. Nous introduisons entre les armatures du condensateur une lamelle plane **conductrice**, initialement neutre et d'une épaisseur $h/4$ parallèlement aux armatures comme le montre la figure ci-contre.
   a. Déterminer la capacité équivalente $C_{éq}$ du système.
   b. Si le condensateur est isolé. Indiquer la répartition des charges sur les armatures et les deux faces de la lame puis calculez la nouvelle valeur V' de la d.d.p entre les armatures.
   c. Si le condensateur est relié à un générateur de tension et maintenu à une d.d.p $V = 400\,Volts$. Calculer la charge sur chaque armature et sur les deux faces de la lame.



3. Calculer pour tous les cas précédents (1. 2.b et 2.c) l'énergie emmagasinée par le montage. Comparer.