UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DES SCIENCES

Session : ……**1**……/…………	Durée de l'épreuve :……**2**……….heures
Date : 20 /05 / 2021	Documents autorisés :………………………………….
Licence ■ Master ☐	Mention :……………………….**EEA & Méca** ……
Parcours :…………………**1°année**…………………..	Libellé + Code de l'UE : **HLEE204**

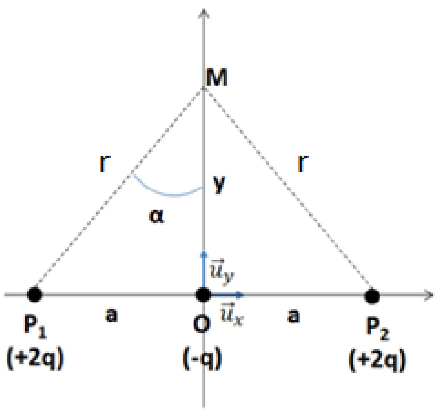
On rappelle : permittivité diélectrique du vide ε_0 ***= 8.85 10***$^{-12}$ ***F/m***

Exercixe 1 : Charges ponctuelles (10 pts). *Toutes les questions sont indépendantes*

Soit 3 charges ponctuelles placées en P_1 (+2q), en O (-q) et en P_2 (+2q) suivant le schéma ci-dessous

Les distances sont telles que $P_1O = P_2O = a$; OM = y et $P_1M = P_2M = r$

q = 1µC (1×10^{-6}C) et a = 10 cm ; $\overrightarrow{u_x}$ et $\overrightarrow{u_y}$ vecteurs unitaires orthogonaux.



1- On veut déterminer la force électrostatique engendrée par l'interaction de la charge en P_1 avec les autres charges.

- Représenter au point P_1 la force exercée par la charge en O sur P_1 ($\overrightarrow{F_{01}}$) ; la force exercée par la charge en P_2 sur P_1 ($\overrightarrow{F_{21}}$)

- Calculer la force électrostatique totale ($\overrightarrow{F_T}$) au point P_1

2- On veut déterminer le champ électrique $\vec{E}$(M) au point M

- Représenter les 3 vecteurs champs ($\overrightarrow{E1}$, $\overrightarrow{E0}$, $\overrightarrow{E2}$) créés par les 3 charges au point M.

- Exprimer le champ électrique au point M, $\vec{E}$(M), en fonction de a et y.

- Déterminer la distance OM = y à laquelle ce champ s'annule au point M. Faire l'application numérique.

3- On veut déterminer le potentiel V(M) au point M

- Exprimer le potentiel au point M, V(M), en fonction de a et y.

- Déterminer la distance OM = y à laquelle ce champ s'annule au point M. Faire l'application numérique.

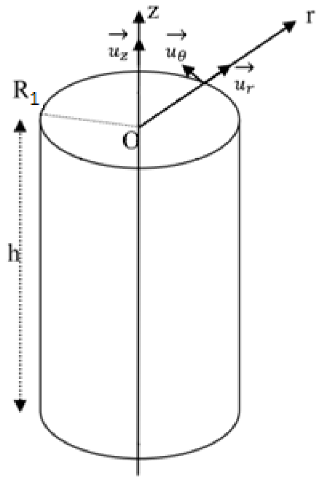
4- Calculer l'énergie électrique totale W de cette répartition de charges

Exercice 2 – Condensateur cylindrique (10 pts). *Les 2 parties sont indépendantes*

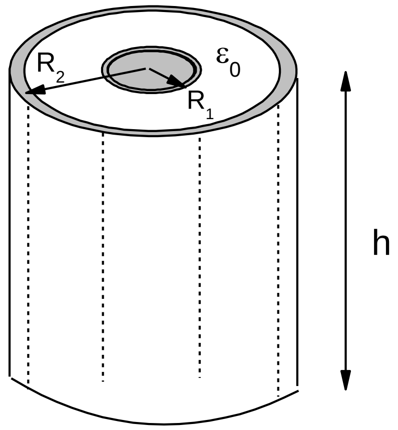
Partie I-

Soit un cylindre considéré, compte tenu de ses dimensions, comme infini suivant l'axe Oz, de rayon R, de hauteur h, uniformément chargé en surface (charges positives, densité surfacique de charge σ). On se placera dans un repère cylindrique $(\overrightarrow{u_r}, \overrightarrow{u_\theta}, \overrightarrow{u_z})$.

On donne $\sigma = 2 \times 10^{-1}$ C/m^2 ; $R_1 = 5$ mm ; h = 10 cm



Partie I : cylindre chargé en surface



Partie II : Condensateur cylindrique

I-1- Calculer la charge Q de ce cylindre chargé en surface.

I-2- En considérant les symétries du système, montrer que le champ électrique en un point M de tout l'espace $\overrightarrow{E(M)}$ est radial donc dirigé selon $\overrightarrow{u_r}$. Représenter les vecteurs champs électriques dans tout l'espace de permittivité ε_0

I-3- En utilisant le théorème de Gauss, établir l'expression du champ électrique radial $\overrightarrow{\mathrm{E(r)}}$ dans tout l'espace, pour r variant de 0 à l'infini, en fonction de (Q, r, h, ε_0, $\overrightarrow{u_r}$). On notera E_1 pour $r < R_1$ et E'_1 pour $r > R_1$.

I-4- Tracer approximativement E = f(r) où l'on précisera l'expression du champ en $r = R_1$

I-5- Le potentiel vaut V_0 en r = 0. Etablir l'expression du potentiel dans tout l'espace en fonction de (Q, r, R, h, ε_0, V_0). On notera V_1 pour $r < R_1$ et V'_1 pour $r > R_1$ et on utilisera la continuité du potentiel en r = R.

Partie II-

On utilise le cylindrique précédent uniformément chargé en surface pour former un condensateur cylindrique. Pour cela, on l'entoure par un cylindre de rayon R_2 neutre qui ensuite est relié au sol. La permittivité reste celle du vide ε_0

II-1- Représenter la répartition des charges dans le condensateur ainsi que les vecteurs champ électrique $\vec{\mathrm{E}}$

II-2- Le système est isolé.

Sachant que l'expression du champ électrique est $\mathrm{E} = \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0 \, r \, h}$ pour R1 < r < R2 (partie I), déterminer l'expression de la capacité C de ce condensateur.

II-3- Calculer la capacité de ce condensateur pour $R_2 = 20$ mm ; $R_1 = 5$ mm ; h = 10 cm

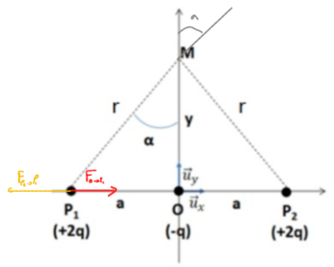
II-4- On applique une tension de 100V aux bornes de ce condensateur. Calculer l'énergie électrique W qu'il peut restituer.

Exercixe 1 : Charges ponctuelles (10 pts). *Toutes les questions sont indépendantes*

Soit 3 charges ponctuelles placées en P_1 (+2q), en O (-q) et en P_2 (+2q) suivant le schéma ci-dessous

Les distances sont telles que $P_1O = P_2O = a$; $OM = y$ et $P_1M = P_2M = r$

$q = 1\mu C$ ($1\text{x}10^{-6}$C) et a = 10 cm ; $\overrightarrow{u_x}$ et $\overrightarrow{u_y}$ vecteurs unitaires orthogonaux.



1- On veut déterminer la force électrostatique engendrée par l'interaction de la charge en P_1 avec les autres charges.

- Représenter au point P_1 la force exercée par la charge en O sur P_1 ($\overrightarrow{F_{01}}$) ; la force exercée par la charge en P_2 sur P_1 ($\overrightarrow{F_{21}}$)

- Calculer la force électrostatique totale ($\overrightarrow{F_T}$) au point P_1

2- On veut déterminer le champ électrique $\vec{E}$(M) au point M

- Représenter les 3 vecteurs champs ($\overrightarrow{E1}$, $\overrightarrow{E0}$, $\overrightarrow{E2}$) créés par les 3 charges au point M.

- Exprimer le champ électrique au point M, $\vec{E}$(M), en fonction de a et y.

- Déterminer la distance OM = y à laquelle ce champ s'annule au point M. Faire l'application numérique.

3- On veut déterminer le potentiel V(M) au point M

- Exprimer le potentiel au point M, V(M), en fonction de a et y.

- Déterminer la distance OM = y à laquelle ce champ s'annule au point M. Faire l'application numérique.

4- Calculer l'énergie électrique totale W de cette répartition de charges

1) Soit la $F_T = \dfrac{2q}{4\pi\varepsilon_0 \, a^2} \cdot \left(-q + \dfrac{2q}{2}\right)$