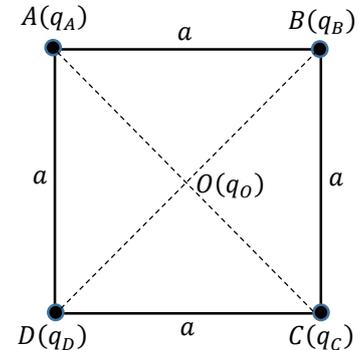


Série spéciale de Physique 2

Exercice 1 :

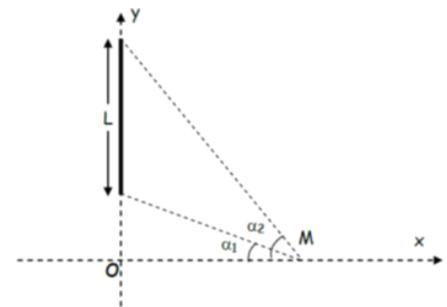
Quatre charges ponctuelles $q_A = 2q_B = -q_C = -2q_D = 2q$ ($q > 0$) sont fixées aux sommets A, B, C et D d'un carré de coté a . Une cinquième charge $q_0 > 0$ est maintenu fixe au centre O du carré (figure ci-contre).



1. Déterminer l'expression de la force électrostatique totale $\vec{F}(O)$ qui s'exerce sur la charge en O ;
2. Trouver l'expression du champ électrostatique $\vec{E}(O)$ résultant au point O en utilisant deux méthodes différentes ;
3. Donner l'expression du potentiel résultant $V(O)$ au point O ;
4. Quelle est l'expression de l'énergie potentielle électrostatique $E_p(O)$ de la charge q_0 ?
5. Calculer l'énergie interne U du système de charges (q_A, q_B, q_C, q_D).

Exercice 2 :

I- Un fil de longueur L uniformément chargé par une densité linéique positive $\lambda_1 = \lambda$. Il est placé suivant l'axe des Y (Figure 1).

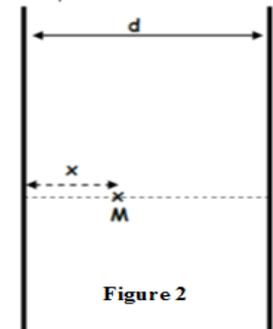


- 1- Donner l'expression des composantes du champ électrique créée par ce fil au point M situé sur l'axe des x , tel que $OM = x$, en fonction de α_1 et α_2 .

2- Montrer que ce champ s'écrit :

$$\vec{E} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda_1}{x} \vec{i} \quad (\text{lorsque le fil devient infini})$$

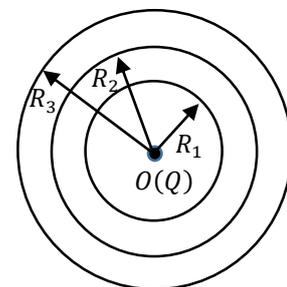
II- On place maintenant un second fil infini de densité linéique $\lambda_2 = -\lambda$, à une distance d du premier fil (Figure 2).



- Donner l'expression du vecteur champ électrique créée par les deux fils en un point M situé à une distance x du premier fil.

Exercice 3 :

Soit la distribution continue de charges de la figure ci-contre constituée d'une charge ponctuelle Q , fixe au point O , et de trois sphères conductrices et concentriques de rayons R_1, R_2 et R_3 et portant les charges $-Q, +2Q$ et $3Q$, respectivement.



1. En utilisant le théorème de Gauss, déterminer l'expression du champ électrique $\vec{E}(M)$ produit par cette distribution de charges en tout point M de l'espace, tel que $OM = r$. Distinguer les régions : $r < R_1, R_1 < r < R_2, R_2 < r < R_3, r > R_3$
2. En déduire l'expression du potentiel électrique $V(M)$ produit par cette distribution dans la région $r > R_3$, sachant que le potentiel est une grandeur nulle à l'infini.

Exercice 04: (les parties A et B sont indépendantes)

Partie A

I) Soit une sphère conductrice S_1 de rayon R_1 portée au potentiel V_1 .

- I- Calculer la charge q_1 portée par cette sphère.

II On isole S_1 de la source de potentiel V_1 . Après l'avoir chargé puis on la relie à la sphère conductrice S_2 de rayon R_2 initialement neutre par un fil conducteur très long.

- Calculer la charge portée par chaque sphère
- Calculer le champ électrique au voisinage de chaque sphère
- Donner l'énergie de l'ensemble avant et après connexion.

Partie B

On donne les valeurs des capacités représentées sur la figure :

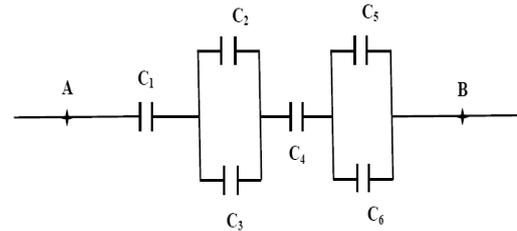
$$C_1 = C_5 = C_6 = 5\mu F, C_2 = 3\mu F, C_3 = 7\mu F, C_4 = 10\mu F.$$

La différence de potentiel entre les bornes A et B est : $V_{AB} = 1000V$.

1- Déterminer la capacité équivalente C_{AB} du circuit.

2- Déterminer la charge équivalente Q_{AB} du condensateur équivalente.

- Déterminer la charge et la différence de potentiel de chaque condensateur.



Exercice supplémentaire :

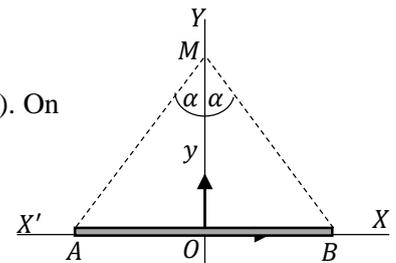
Exercice S1:

Deux charges ponctuelles identiques $q_A = q_B = q > 0$ sont placées respectivement aux points A et B de l'axe OY , tels que $OA = OB = a$. Une troisième charge positive Q est placée en un point M sur l'axe OX , tel que $OM = x$.

- Trouver l'expression du champ électrique et du potentiel électrostatique au point M.
- Déterminer la force résultante \vec{F} exercée par les charges q_A et q_B sur la charge Q et son module
- Trouver la position x pour que \vec{F} soit maximal.
- Trouver l'expression de la force résultante \vec{F} si $q_A = q$ et $q_B = -q$ avec $q > 0$.
- Donner l'énergie potentiel de la charge Q.
- Calculer l'énergie potentiel du système forme par les trois charges.

Exercice S2

Un fil fini, assimilé à un segment de droite AB porté par l'axe (OX) , est uniformément chargé avec une densité linéique positive λ (figure ci-contre). On désigne par O le milieu du segment AB .

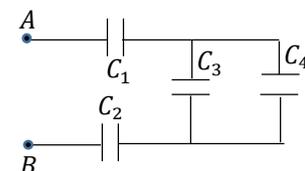


- Déterminer l'expression du champ électrique $\vec{E}(M)$ créée par cette distribution en tout point M de l'axe (OY) , tel que $OM = y > 0$.
- Que devient l'expression de ce champ dans les cas suivants :
 - le point M est très éloigné de l'origine O ;
 - le point est très proche du fil chargé.

Exercice S3:

Soit l'assemblage de condensateur de la figure ci-contre, où :

$$C_1 = 2C_2 = 3C_3 = 4C_4 = C = 24 \mu F$$



- Calculer la capacité équivalente $C_{eq} = C_{AB}$ à ce montage entre les points A et B;
- On relie ces deux points à un générateur délivrant une tension continue $U = 220 V$. A l'équilibre, calculer la charge portée par chaque condensateur et la différence de potentiel entre ses bornes.