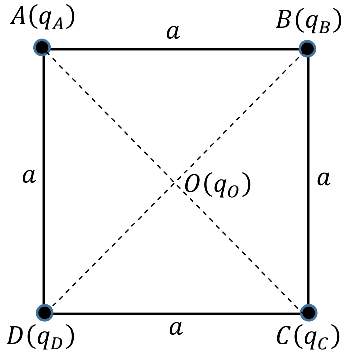
Série spéciale de Physique 2

Exercice 1 :

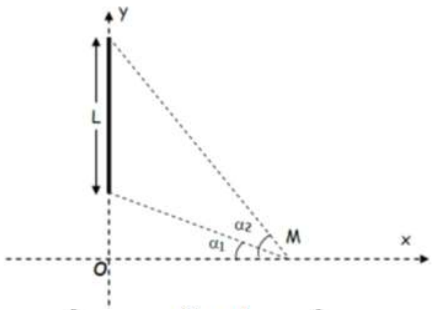
Quatre charges ponctuelles$q_A = 2q_B = -q_C = -2q_D = 2q$ $(q > 0)$ sont fixées aux sommets A, B, C et D d'un carré de coté a. Une cinquième charge$q_0 > 0$ est maintenu fixe au centre O du carré (figure ci-contre).



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 uniformémentcharge par une de 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 crée 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 :

$$\vec{E} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda_1}{x}\vec{\imath} \quad (lorsque\ le\ fil\ devient\ infini)$$

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

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

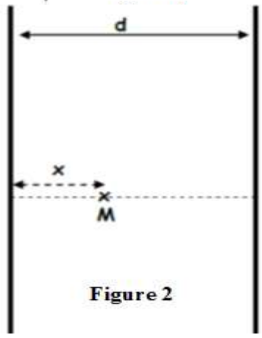
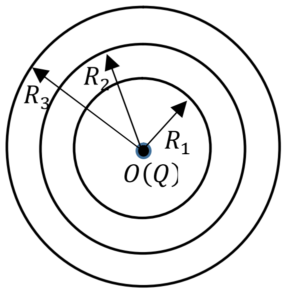


Figure 2

Exercice 3 :

Soit la distribution continue de charges de la figure ci-contre constitué d'une charge ponctuelle Q, fixe au point O, et de trois sphères conductrices et concentriques de rayonsR_1, R_2etR_3et portant les charge $-Q, +2Q\ et\ 3Q$, 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 : $r < R_1, R_2 < r < R_2, R_2 < r < R_3, r > R_3$
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_1de rayon R_1portée au potentielV_1.

1- 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.

a- Calculer la charge portée par chaque sphère

b- Calculer le champ électrique au voisinage de chaque sphère

c- Donner l'énergie de l'ensemble avant et après connexion.

Partie B

On donne les valeurs des capacités représentées sur la figure :

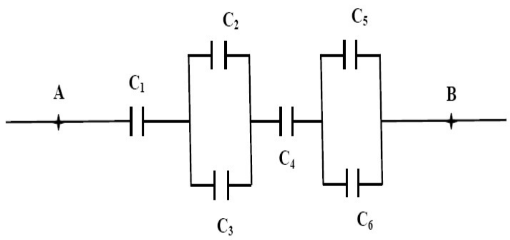
$C_1 = C_5 = C_6 = 5\mu F, C_2 = 3\mu F, C_3 = 7\mu F, C_4 = 10\mu F.$

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.

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



Exercice supplémentaire :

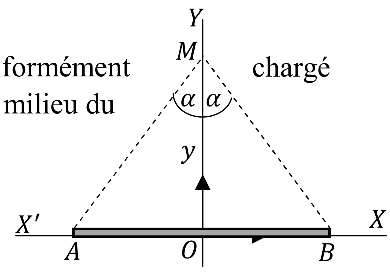
Exercice S1:

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 $OM = x$.

1. Trouver l'expression du champ électrique et du potentiel électrostatique au point M.
2. Déterminer la force résultante $\vec{F}$ exercée par les charges q_A et q_B sur la charge Q et son module
2. Trouver la position x pour que $\vec{F}$ soit maximal.
3. Trouver l'expression de la force résultante $\vec{F}$ si $q_A = q \; et \; q_B = -q$avec $q > 0$.
5. Donner l'énergie potentiel de la charge Q.
6. 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.

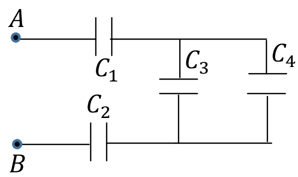


1. Déterminer l'expression du champ électrique $\vec{E}(M)$crée par cette distribution en tout point M de l'axe(OY), tel que $OM = y > 0$.
2. Que devient l'expression de ce champ dans les cas suivants :

a. le point M est très éloigné de l'origine O ;

b. le point est très proche du fil chargé.

Exercice S3:



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

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

1. Calculer la capacité équivalente$C_{eq} = C_{AB}$ à ce montage entre les points A et B;

2. 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.