

Epreuve écrite d'électromagnétisme

Durée 1h30

Documents, calculatrices alphanumériques et téléphones portables interdits.

Les exercices sont indépendants les uns des autres.

Les questions de cours sont indépendantes les unes des autres.

On rappelle :

- la valeur de la constante électrostatique $k = 9 \times 10^9$ S.I.
- la valeur de la charge électrique $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C.

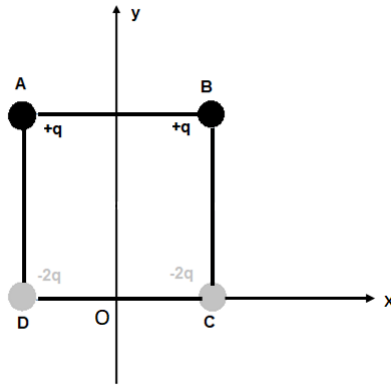
I. Questions de cours.

1. Dans un repère orthonormé direct (Oxy) , on considère deux vecteurs $\vec{A}$ et $\vec{B}$ de composantes respectives $(-5,3)$ et $(2,0)$.
 - (a) Calculer les normes de $\vec{A}$ et $\vec{B}$.
 - (b) Calculer le produit scalaire des deux vecteurs.
 - (c) En déduire la valeur de l'angle formé par ces deux vecteurs.
2. Rappeler l'expression de la loi de Coulomb exprimant la force d'interaction électrostatique entre deux charges électriques q_A et q_B situées aux points A et B distants de r .
3. Rappeler l'expression du champ électrique créé par une charge q située au point O en tout point M (différent de O).
4. Soit $\varepsilon_{qq'}$ l'énergie d'interaction électrostatique de deux charges q et q' séparées d'une distance r .
 - (a) Rappeler son expression et préciser en quelle unité SI elle s'exprime.
 - (b) Calculer (en unités SI) $\varepsilon_{qq'}$ pour $r = 9 \times 10^{-6}$ m, $q = -2 \times 10^{10} \times e$ et $q' = 10^{10} \times e$.
 - (c) Exprimer $\varepsilon_{qq'}$ en eV (electron-Volt).
5. En quelles unités SI s'expriment un champ électrique, un potentiel électrique, un moment dipolaire ?

II. Charges aux sommets d'un carré.

On considère quatre charges électriques situées aux sommets d'un carré de côté a , voir figure ci-dessous. On s'intéresse au point O milieu du côté DC.

1. Exprimer les distances AO et BO en fonction de a .
2. En déduire les valeurs des angles $\widehat{OBC}$ et $\widehat{OAD}$. On notera dans la suite α ces angles.
3. Comment déterminer $V(O)$, le potentiel électrostatique total au point O ?
4. Exprimer $V(O)$ en fonction de k , q et a .
5. En étudiant les symétries et/ou antisymétries de cette distribution de charges, déterminer la direction de $\vec{E}(O)$ le champ électrique total créé au point O par cette distribution de charges.
6. Donner les expressions des champs électrostatiques $\vec{E}_A(O)$, $\vec{E}_B(O)$, $\vec{E}_C(O)$ et $\vec{E}_D(O)$ créés respectivement par les charges situées aux sommets A, B, C et D du carré au point O.



7. Déterminer les composantes de chacun de ces vecteurs champs électrostatiques dans une base orthonormée $(O, \vec{i}, \vec{j})$ en fonction de k , q , a et α .
8. En déduire l'expression de $\vec{E}(O)$ ainsi que celle de $\|\vec{E}(O)\|$ en fonction de k , q , a et α .
9. On place une charge $Q < 0$ au point O .
 - (a) Donner l'expression de $\vec{F}(O)$ la force électrostatique ressentie par Q .
 - (b) Quels sont la direction et le sens de $\vec{F}(O)$?
10. Donner les valeurs numériques, exprimées en unités S.I., de $V(O)$, $\|\vec{E}(O)\|$ et $\|\vec{F}(O)\|$ sachant que $a = 3 \text{ mm}$, $q = 2 \times e$ et $Q = -5 \times e$.