

Physique II: Mécanique - Electricité

SCIENCES DE LA
VIE ET DE LA TERRE



Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



Emploi



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

Filières: SVT

Physique II

Partie 1: Electricité

Assuré par : Pr Soufiane El Adraoui

Département de physique

Partie 1 : Electricité (3 séances de cours)

- a. Electrostatique
- b. Electrocinétique

Partie 2 : Mécanique

Chapitre I : Electrostatique

1 Charge électrique

1.1 Expérience de Coulomb

1.2 Charge ponctuelle

1.3 Distributions de charges

2 Loi de Coulomb

3 Champ et potentiel

3.1 Cas d'une charge ponctuelle

3.2 Principe de superposition

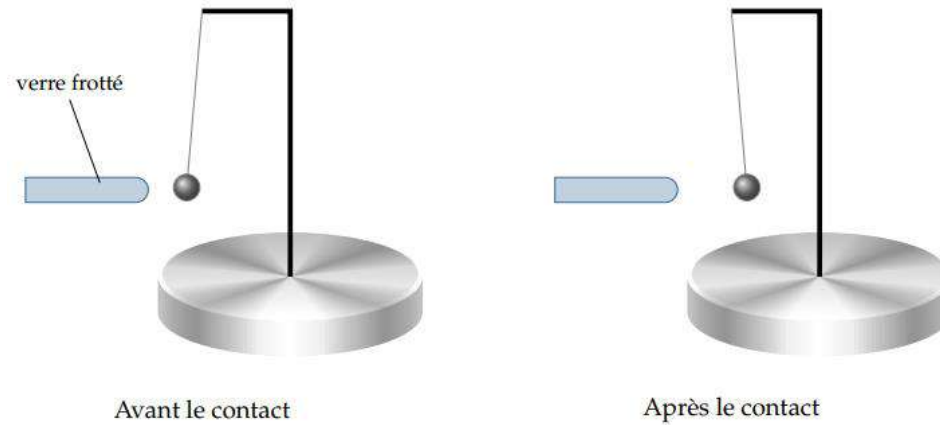
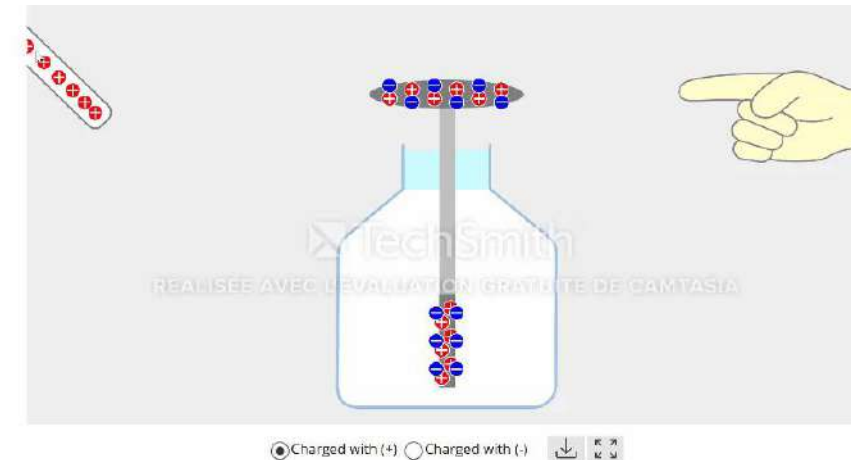
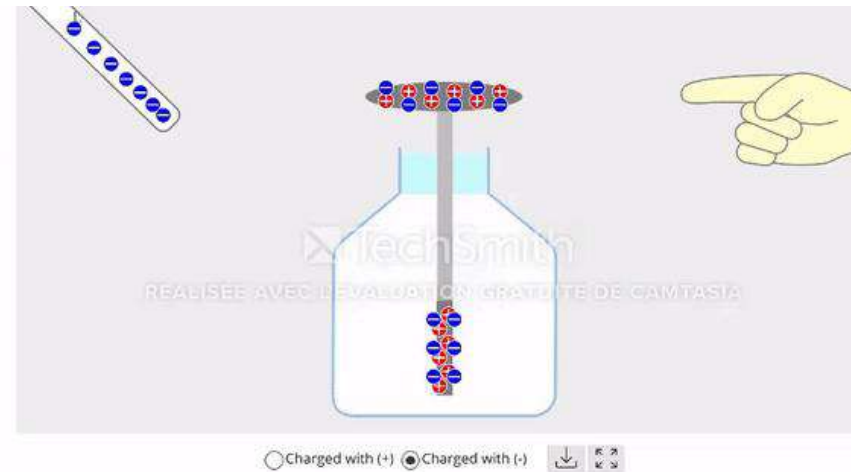
3.3 Lignes de champ

4 Condensateurs

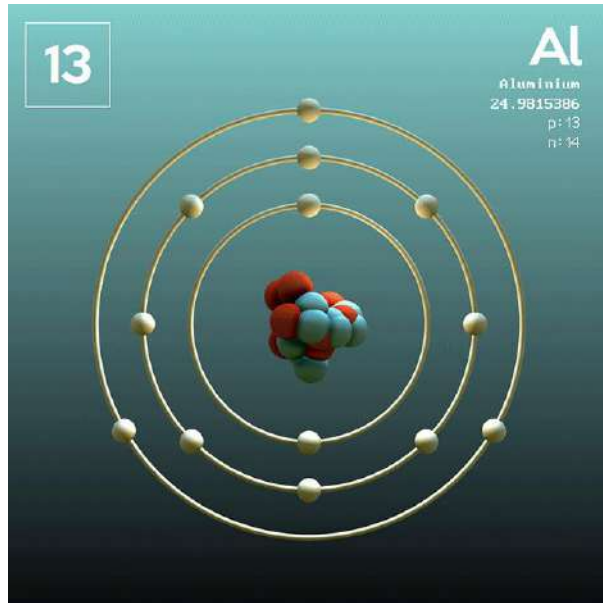
4.1 Capacité du condensateur

4.2 Association de condensateurs

4.3 Energie d'un condensateur

1^{ère} expérience2^{ème} expérience

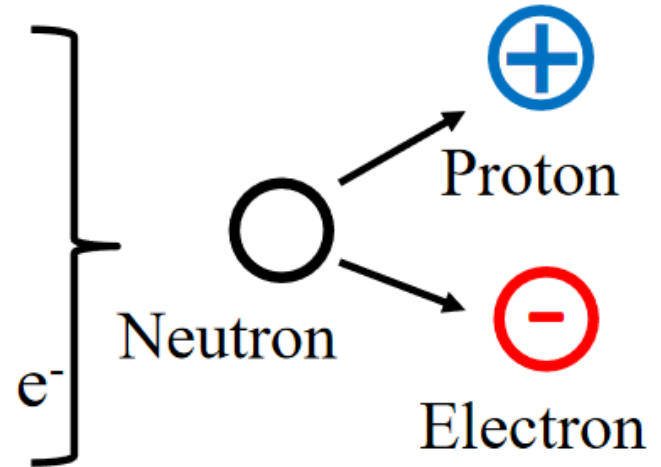
Principaux constituants de la matière



protons : charge électrique positive

neutrons : pas de charge (= neutre)

électrons : charge électrique négative e^-



Définition 1 *Une charge est dite ponctuelle quand on peut concentrer la totalité de la charge en un point. On la note q .*

La charge est **quantifiée** : Toute charge est multiple de la charge élémentaire :

$$q = Ze \quad \text{où } Z \text{ est un entier relatif}$$

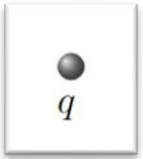
$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

La matière est électriquement neutre.

Distributions de charges

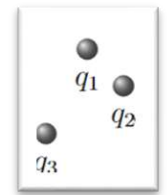
Distributions discrètes

Une seule charge ponctuelle



Plusieurs charges ponctuelles

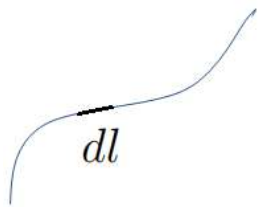
$$Q = \sum_{i=1}^n q_i$$



Distributions continues

Distribution linéique
1 dimension

λ est la densité linéique de charge en (C/m)

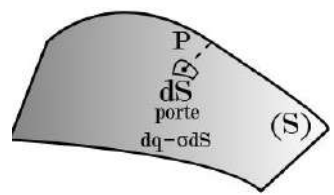


caractérise la répartition de la charge le long d'un fil chargé. Pour un élément de longueur infinitésimal $d\ell$ situé en M, la quantité de charge s'écrit :

$$dq = \lambda(M) d\ell$$

Distribution surfacique
2 dimensions

σ est la densité surfacique de charge en

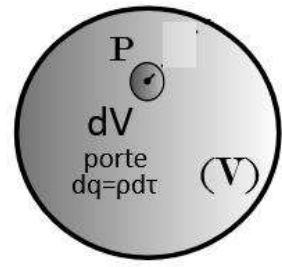


Elle décrit une répartition en surface d'une quantité de charge. En un point M contenu dans un élément d'aire infinitésimal dS , la quantité de charge s'écrit:

$$dq = \sigma(M) dS$$

Distribution volumique
3 dimensions

ρ est la densité volumique de charge en



décrit la répartition en volume d'une quantité de charge. En un point M contenu dans un volume infinitésimal dv , la quantité de charge s'écrit:

$$dq = \rho(M) dv$$

Exercice d'application 1 : On suppose que la Terre, considérée comme sphérique de rayon $R = 6400km$, porte une charge négative $Q = -106C$. On considère que les charges sont réparties uniformément sur sa surface avec une densité de charge surfacique σ_T . Calculer σ_T



Exercice d'application 1 : On suppose que la Terre, considérée comme sphérique de rayon $R = 6400km$, porte une charge négative $Q = -106C$. On considère que les charges sont réparties uniformément sur sa surface avec une densité de charge surfacique σ_T . Calculer σ_T



$$dq = \sigma_T \cdot dS$$

$$\begin{aligned} Q &= \iint_S dq \\ &= \iint_S \sigma_T \cdot dS \end{aligned}$$

Exercice d'application 1 : On suppose que la Terre, considérée comme sphérique de rayon $R = 6400km$, porte une charge négative $Q = -106C$. On considère que les charges sont réparties uniformément sur sa surface avec une densité de charge surfacique σ_T . Calculer σ_T



$$dq = \sigma_T \cdot dS$$

$$\begin{aligned} Q &= \iint_S dq \\ &= \iint_S \sigma_T \cdot dS \end{aligned}$$

Les charge sont réparties uniformément sur la surface, donc la densité surfacique de charge est constante,

Exercice d'application 1 : On suppose que la Terre, considérée comme sphérique de rayon $R = 6400km$, porte une charge négative $Q = -106C$. On considère que les charges sont réparties uniformément sur sa surface avec une densité de charge surfacique σ_T . Calculer σ_T



$$dq = \sigma_T \cdot dS$$

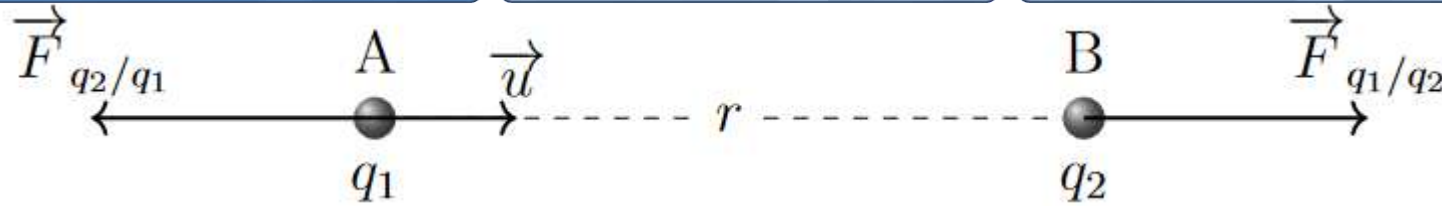
$$\begin{aligned} Q &= \iint_S dq \\ &= \iint_S \sigma_T \cdot dS \end{aligned}$$

Les charge sont réparties uniformément sur la surface, donc la densité surfacique de charge est constante,

$$\begin{aligned} Q &= \sigma_T \cdot \iint_{sphre} dS \\ &= 4\pi R^2 \sigma_T \end{aligned}$$

$$\text{d'ou } \sigma_T = \frac{Q}{4\pi R^2}$$

$$\text{AN. } \sigma_T = \frac{-106}{4\pi(6400 \times 10^3)^2} \simeq 0.2 \times 10^{-12} C.m^{-2}$$



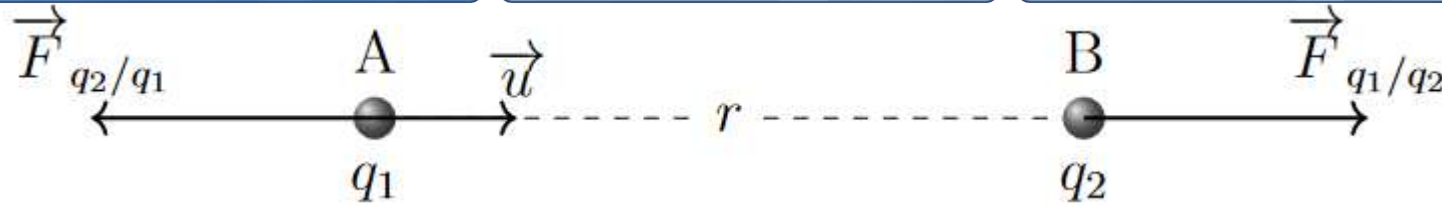
Coulomb a mise en évidence :

1. La force est radiale, c'est à dire dirigée selon la droite qui joint les deux charges
2. Elle est proportionnelle au produit des charges : attractive si elles sont de signe opposé, répulsive sinon
3. Enfin, elle varie comme l'inverse du carré de la distance entre les deux charges.

Loi de Coulomb

Entre deux charges au repos il s'exerce une force directement proportionnelle au produit des charges et inversement proportionnelle au carré de leur distance. La force est dirigée suivant la ligne qui joint les charges.

$$\vec{F}_{q_1/q_2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \vec{u} = -\vec{F}_{q_2/q_1}$$



$$\vec{F}_{q_1/q_2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \vec{u} = -\vec{F}_{q_2/q_1}$$

La loi de Coulomb s'applique à 2 charges ponctuelles placées dans le vide
 Un milieu matériel va modifier la valeur de la permittivité électrique ϵ_0

Air $\approx$ Vide	Eau	Verre	Silicium
ϵ_0	$79 \epsilon_0$	$9 \epsilon_0$	$12 \epsilon_0$

Exercice d'application 2 : *Quelle est la force s'exerçant entre un proton et un électron situés à une distance de $0.1 \text{ \AA}$*

Exercice d'application 2 : *Quelle est la force s'exerçant entre un proton et un électron situés à une distance de $0.1 \text{ \AA}$*

Solution de l'exercice 2 : La force est attractive puisque les charges sont de signe opposé :

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_p q_e}{r^2} \vec{u}$$

AN. Le module de la force vaut $F = 9 \times 10^9 \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{(0.1 \times 10^{-10})^2} = 23 \times 10^{-7} \text{ N}$

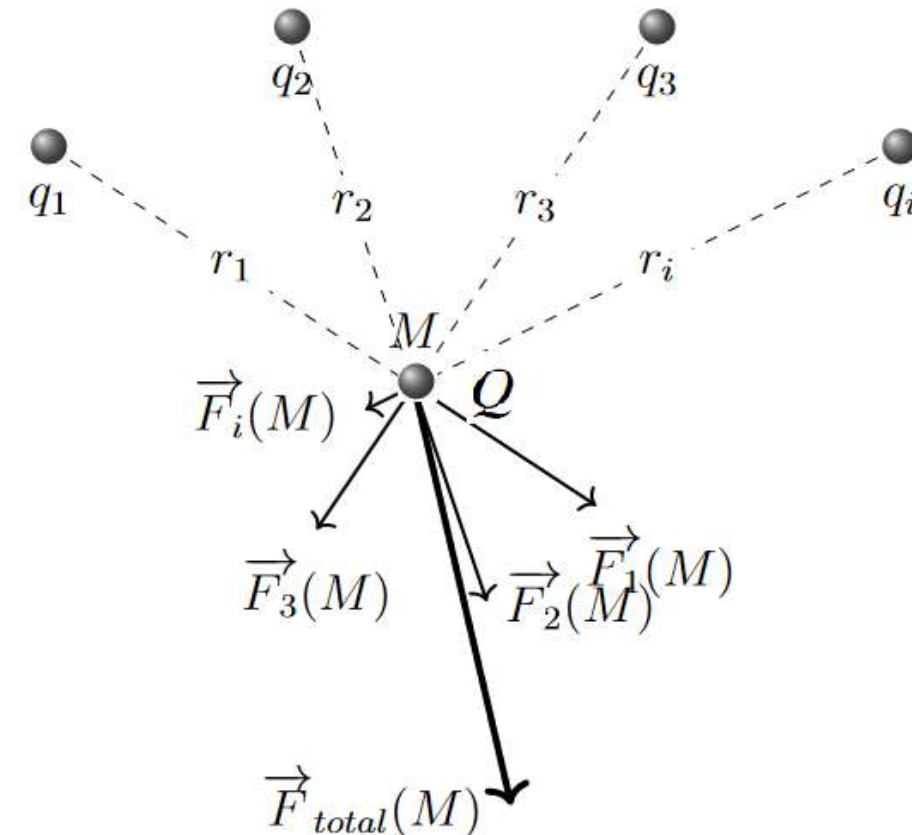
Principe de superposition

Cherchons à exprimer la force qu'exerce cet ensemble de charges sur la charge test Q placée en M .

On admet que l'interaction électrique obéit au principe de superposition :

la force résultante est la **somme vectorielle** des forces qu'exercent chacune des charges q_i sur la charge test Q . soit :

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^N \vec{f}_i = \sum_{i=1}^N \frac{Qq_i}{4\pi\epsilon_0 r_i^2} \vec{u}_i$$



La seule présence d'une charge ponctuelle q_1 au point A permet de définir deux propriétés en un point B de l'espace environnant :

le champ électrostatique $\vec{E}(B)$
une propriété vectorielle

$$\vec{E}(B) = \frac{\vec{F}_{q_1/q_2}}{q_2} = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{u}$$

($N.C^{-1}$ ou $V.m^{-1}$)

le potentiel électrostatique $V(B)$

Une propriété scalaire

$$V(B) = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r} + Cte$$

en volts (V)

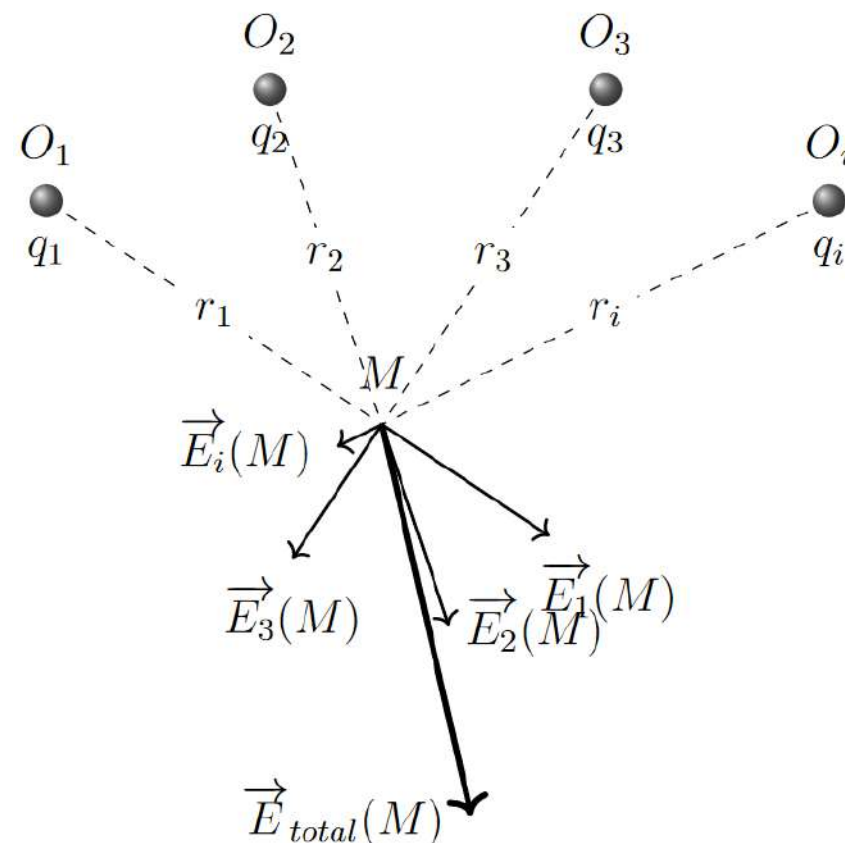
Principe de superposition

le champ électrique créé en M par la distribution de charges découle de l'addition vectorielle des champs:

$$\vec{E}_{Total}(M) = \sum_i \vec{E}_i(M)$$

Et aussi le potentiel:

$$V = \sum_i V_i$$



Relation entre champ et potentiel:

$$dV = -\vec{E} \cdot d\vec{l}$$

ou encore :
$$\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}V$$

L'opérateur « gradient »

L'opérateur $\overrightarrow{\text{grad}}$ est un opérateur *différentiel linéaire*. Il s'applique à une fonction scalaire de l'espace (champ scalaire) et retourne une fonction vectorielle de l'espace (champ vectoriel). Il se lit *gradient*

en coordonnées cartésiennes :

$$\overrightarrow{\text{grad}}V = \frac{dV}{dx} \vec{i} + \frac{dV}{dy} \vec{j} + \frac{dV}{dz} \vec{k}$$

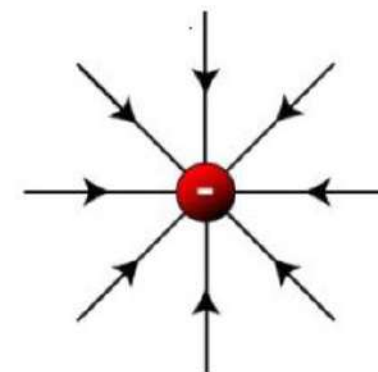


Lignes de champ

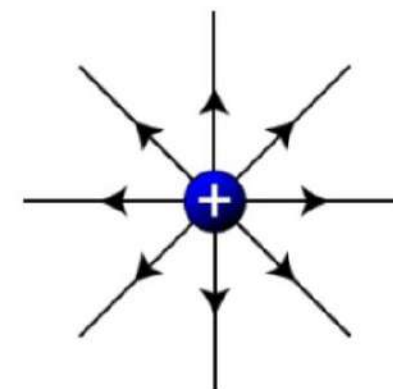
Le tracé des lignes de champ permet d'établir la topographie du champ électrique dans une région de l'espace.

La ligne de champ donne l'orientation du champ électrique résultant en un point de l'espace.

En tout point, le champ électrique résultant est tangent à la ligne de champ passant par ce point



Lignes de champs d'une charge négative

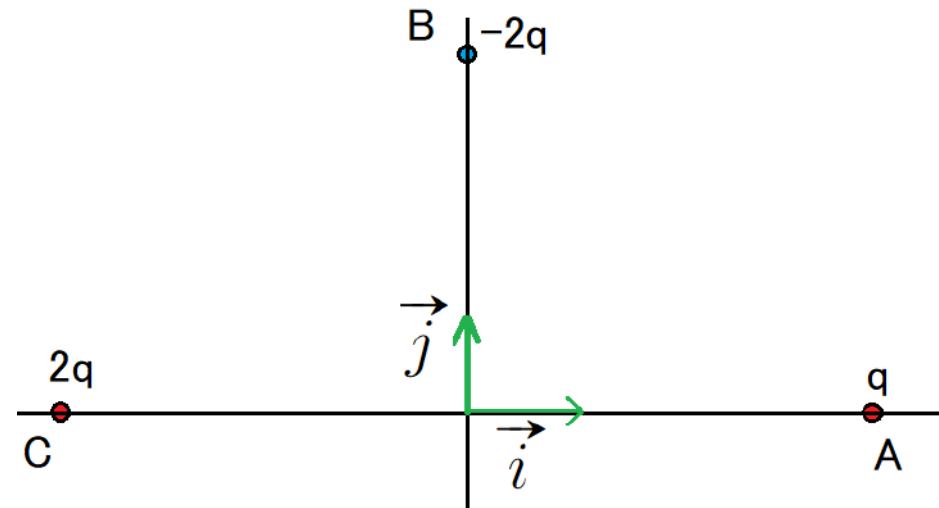


Lignes de champs d'une charge positive

Exercice 3 : Trois charges électriques ponctuelles q_A , q_B et q_C sont placées aux points $A(a, 0)$, $B(0, a)$ et $C(-a, 0)$ respectivement.

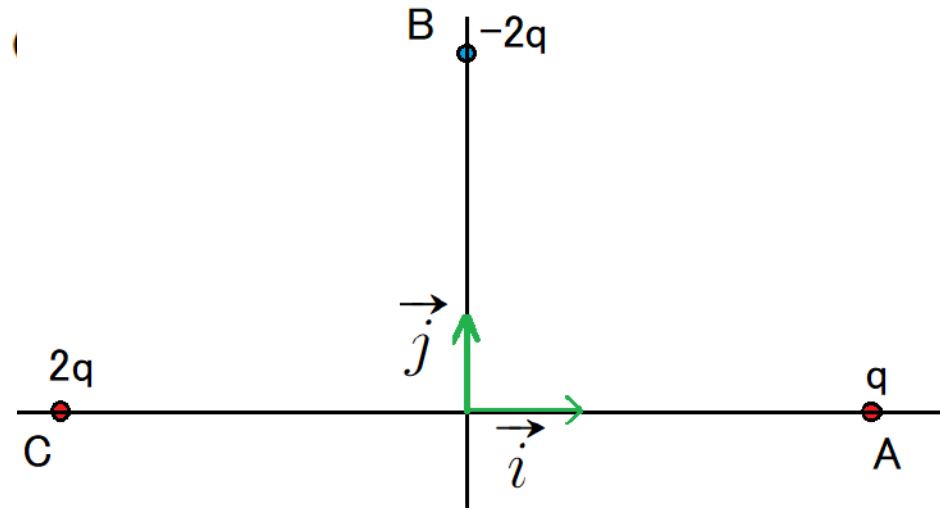
On donne : $q_A = q = 2.10^{-9}C$, $q_B = -2q$, $q_C = 2q$ et $a = 5cm$.

1. Calculer le potentiel électrique V créé par ces trois charges au point O
2. Déterminer le champ électrique $\vec{E}$ créé au point O .
3. En déduire la force électrostatique $\vec{F}$ exercée sur une charge q' placée en O , ($q' = -q$) .



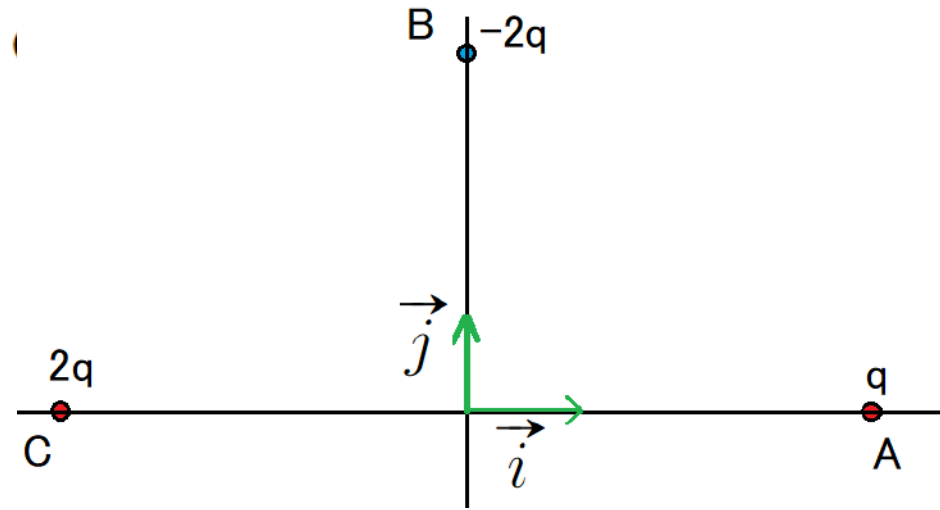
1. Le potentiel V_O est la somme algébrique :

$$V_O = V_A + V_B + V_C$$



1. Le potentiel V_0 est la somme algébrique :

$$\begin{aligned} V_O &= V_A + V_B + V_C \\ &= K \frac{q}{a} - 2K \frac{q}{a} + 2K \frac{q}{a} \end{aligned}$$

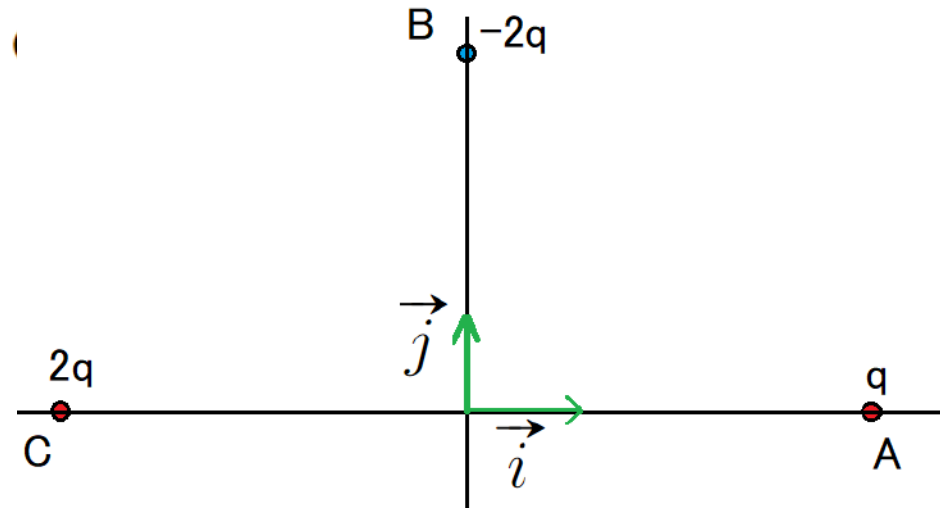


1. Le potentiel V_O est la somme algébrique :

$$V_O = V_A + V_B + V_C$$

$$= K \frac{q}{a} - 2K \frac{q}{a} + 2K \frac{q}{a}$$

$$V_O = K \frac{q}{a}$$

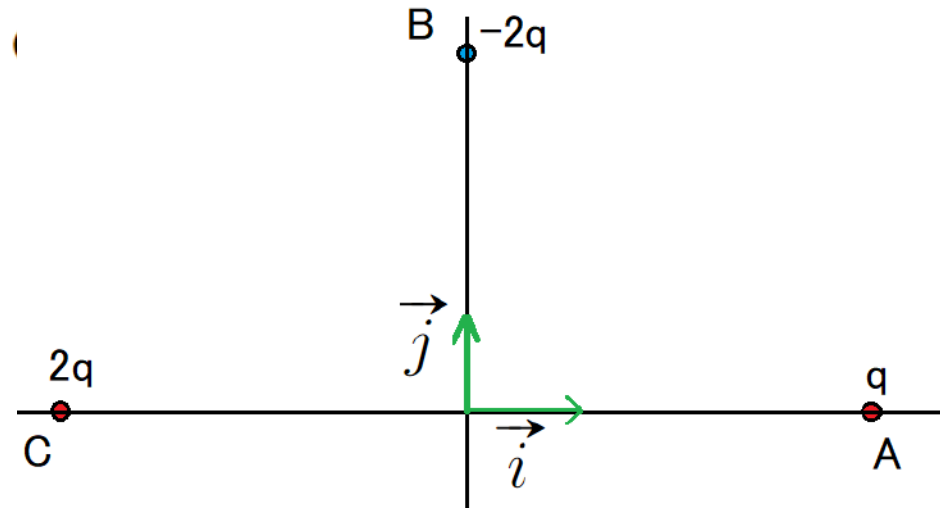


1. Le potentiel V_O est la somme algébrique :

$$V_O = V_A + V_B + V_C$$

$$= K \frac{q}{a} - 2K \frac{q}{a} + 2K \frac{q}{a}$$

$$V_O = K \frac{q}{a}$$

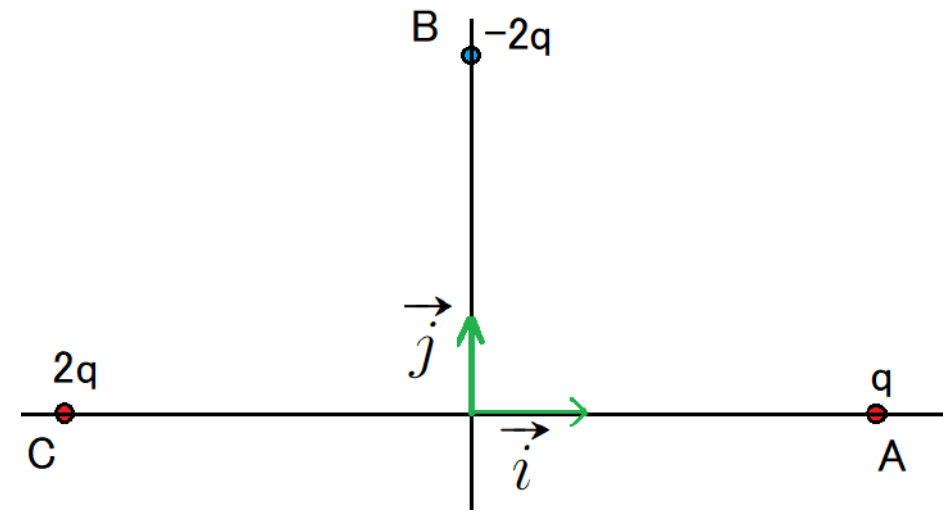


AN.
$$V_O = \frac{9.10^9.2.10^{-9}}{5.10^{-2}} = 360V$$

2. Le champ $\vec{E}$ est la somme vectorielle des champs tel que :

$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O)$$

Nous explicitons le champs appliqué par chacune des charges au point O :

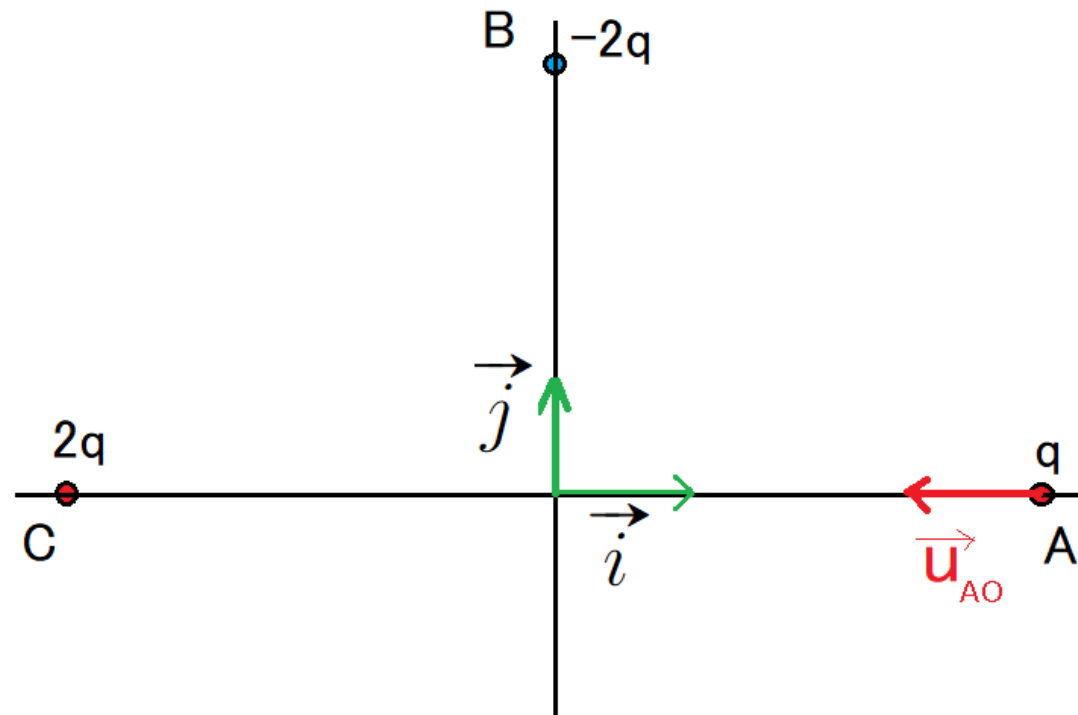


2. Le champ $\vec{E}$ est la somme vectorielle des champs tel que :

$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O)$$

Nous explicitons le champs appliqué par chacune des charges au point O :

$$\vec{E}_A(O) = K \frac{q_A}{AO^2} \vec{u}_{AO}$$

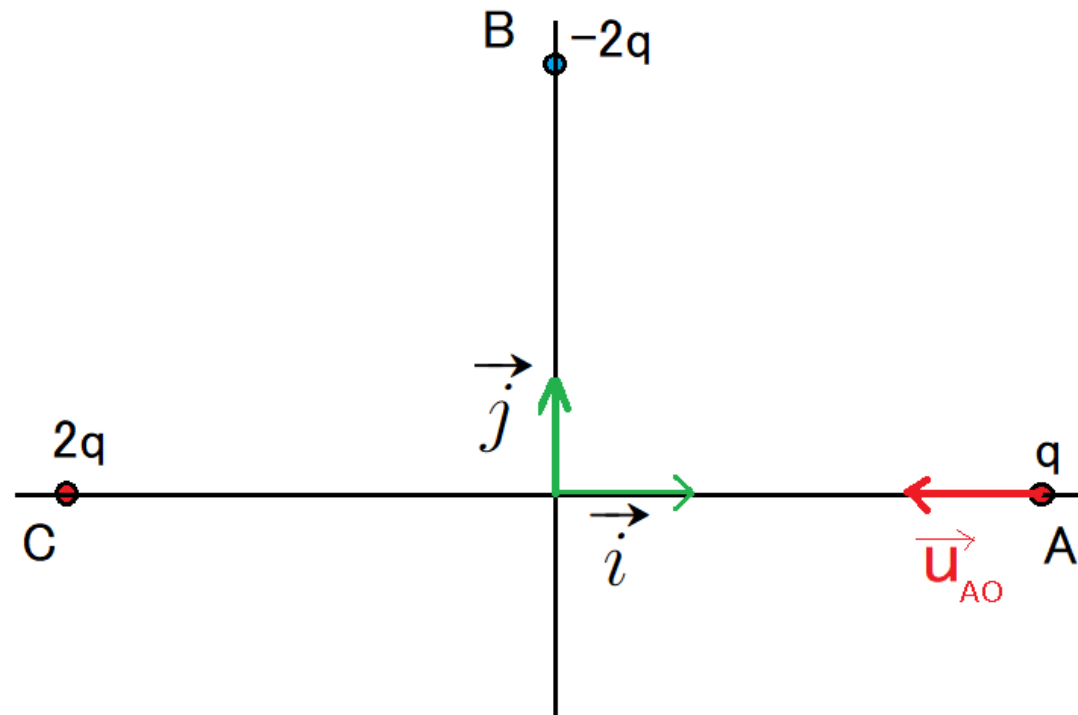


2. Le champ $\vec{E}$ est la somme vectorielle des champs tel que :

$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O)$$

Nous explicitons le champs appliqué par chacune des charges au point O :

$$\begin{aligned}\vec{E}_A(O) &= K \frac{q_A}{AO^2} \vec{u}_{AO} \\ &= K \frac{q_A}{a^2} (-\vec{i})\end{aligned}$$



2. Le champ $\vec{E}$ est la somme vectorielle des champs tel que :

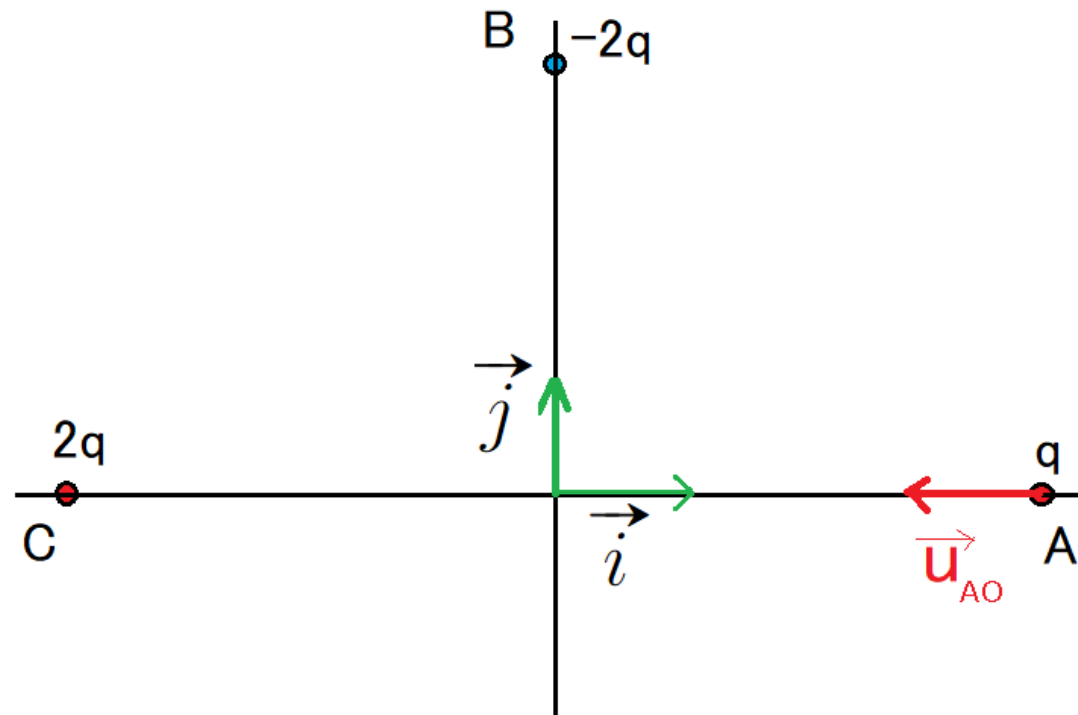
$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O)$$

Nous explicitons le champs appliqué par chacune des charges au point O :

$$\vec{E}_A(O) = K \frac{q_A}{AO^2} \vec{u}_{AO}$$

$$= K \frac{q_A}{a^2} (-\vec{i})$$

$$= -K \frac{q}{a^2} \vec{i}$$

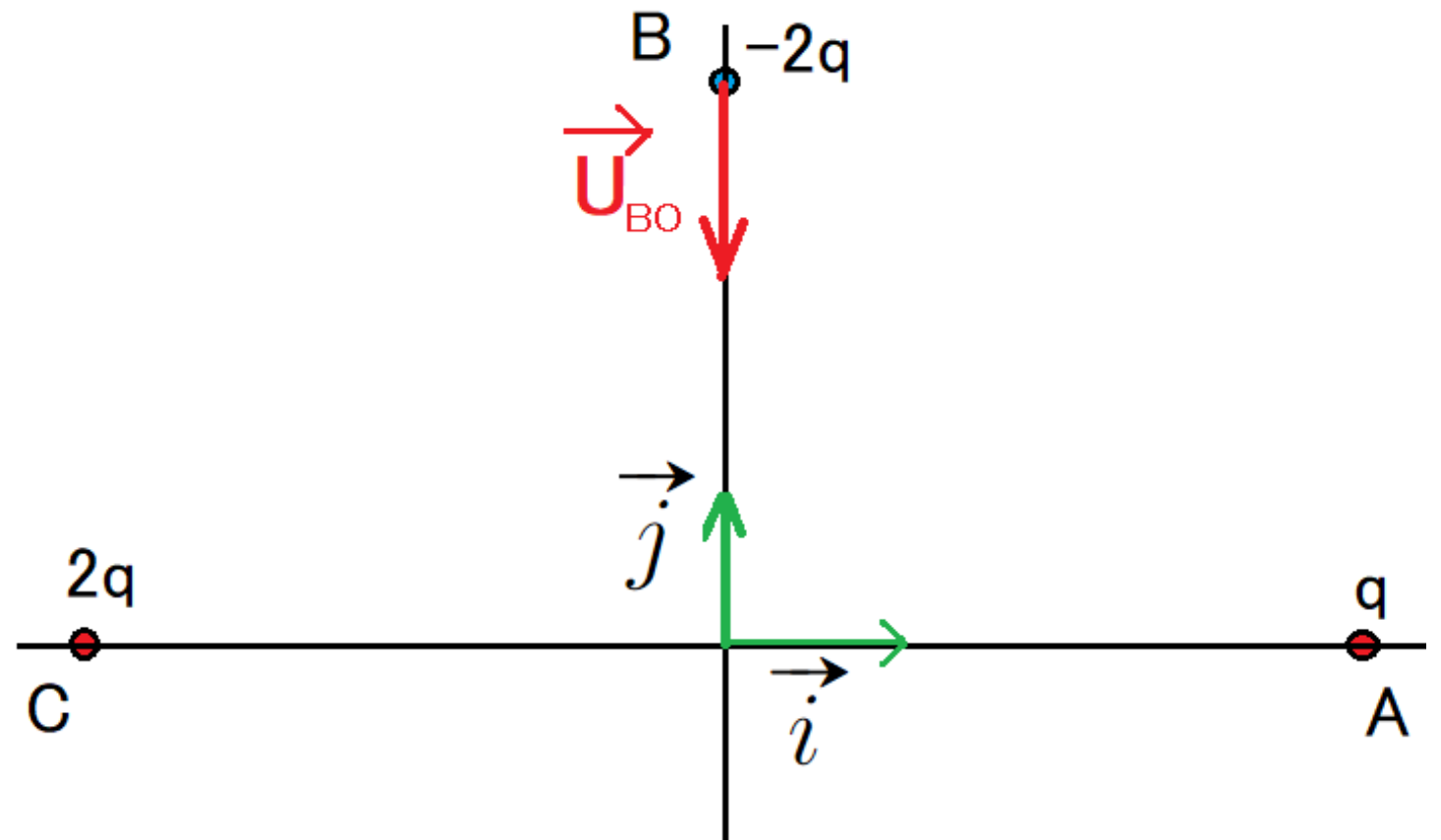


2. Le champ $\vec{E}$ est la somme vectorielle des champs tel que :

$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O)$$

Nous explicitons le champs appliqué par chacune des charges au point O :

$$\vec{E}_B(O) = K \frac{q_B}{BO^2} \vec{u}_{BO}$$

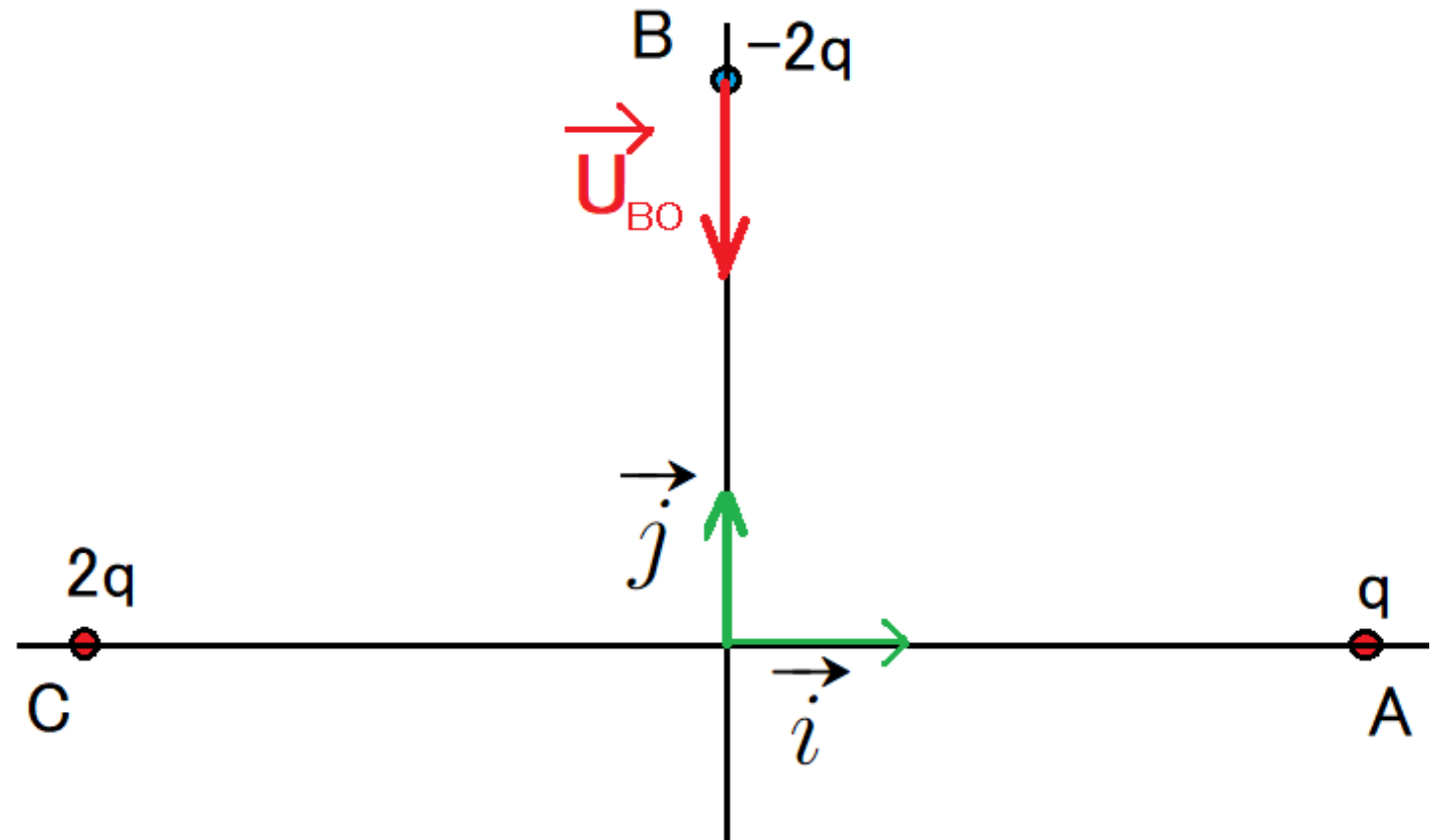


2. Le champ $\vec{E}$ est la somme vectorielle des champs tel que :

$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O)$$

Nous explicitons le champs appliqué par chacune des charges au point O :

$$\begin{aligned}\vec{E}_B(O) &= K \frac{q_B}{BO^2} \vec{u}_{BO} \\ &= K \frac{q_B}{a^2} (-\vec{j})\end{aligned}$$

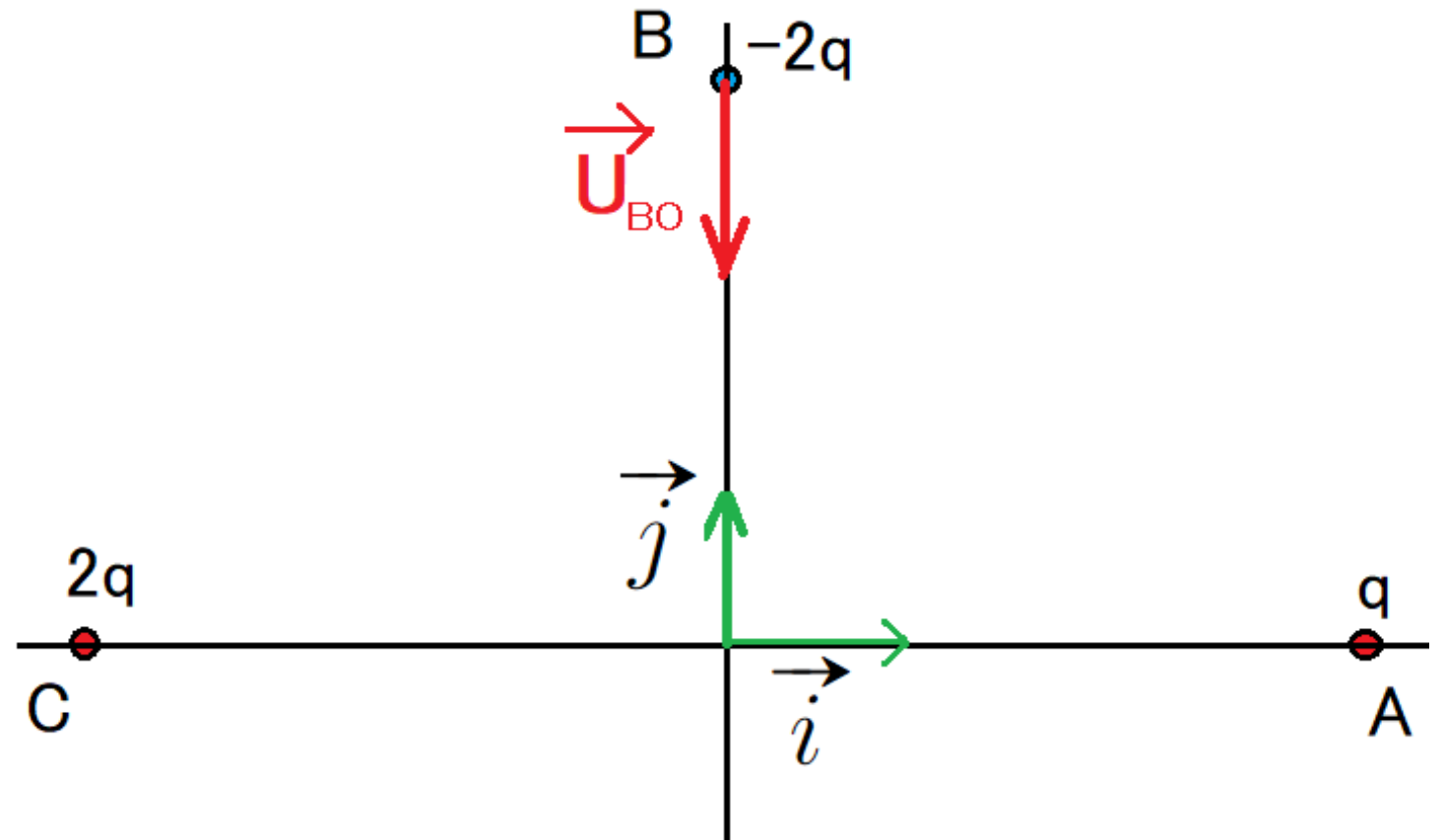


2. Le champ $\vec{E}$ est la somme vectorielle des champs tel que :

$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O)$$

Nous explicitons le champs appliqué par chacune des charges au point O :

$$\begin{aligned}\vec{E}_B(O) &= K \frac{q_B}{BO^2} \vec{u}_{BO} \\ &= K \frac{q_B}{a^2} (-\vec{j}) \\ &= 2K \frac{q}{a^2} \vec{j}\end{aligned}$$

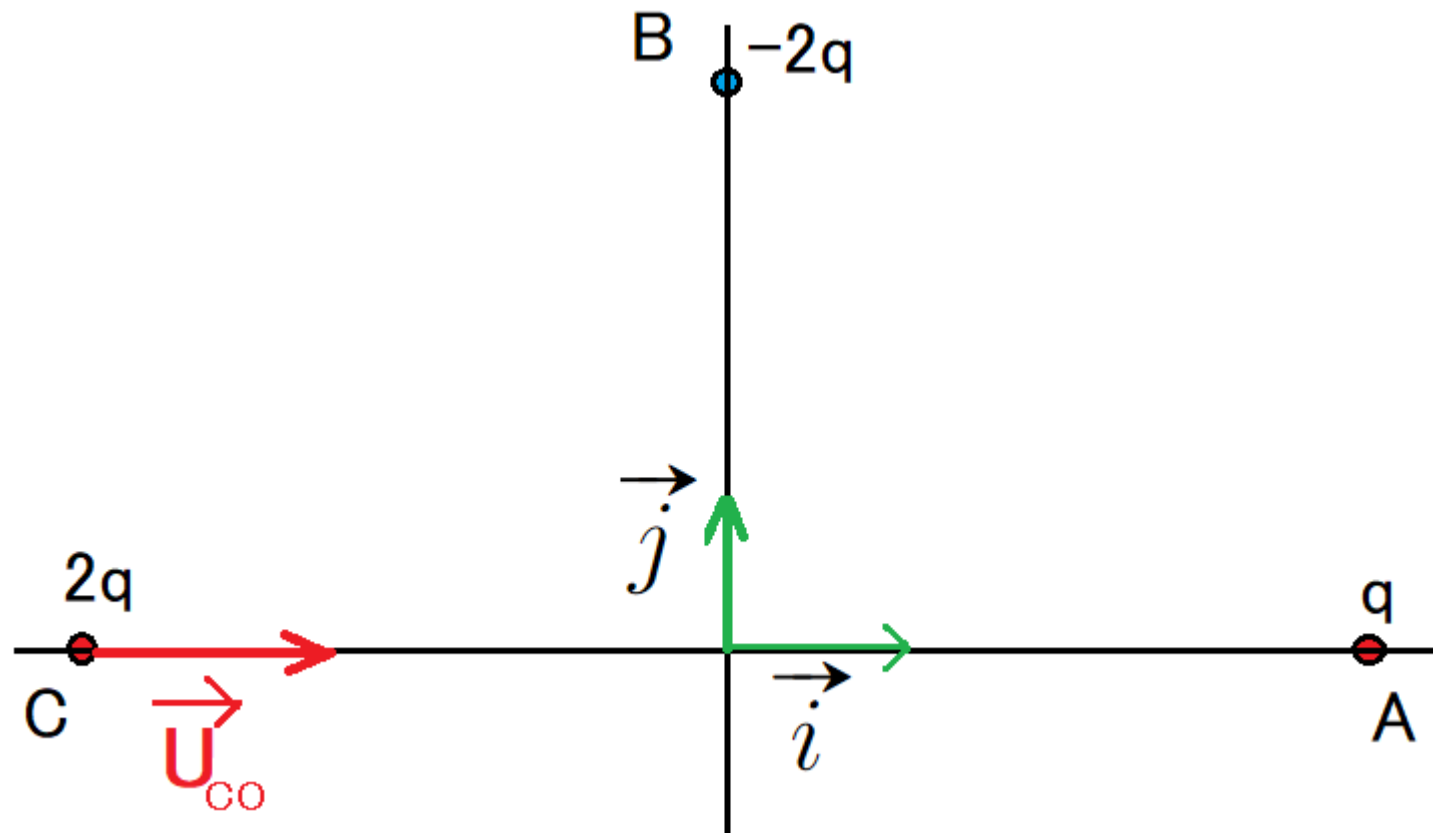


2. Le champ $\vec{E}$ est la somme vectorielle des champs tel que :

$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O)$$

Nous explicitons le champs appliqué par chacune des charges au point O :

$$\vec{E}_C(O) = K \frac{q_B}{CO^2} \vec{u}_{CO}$$

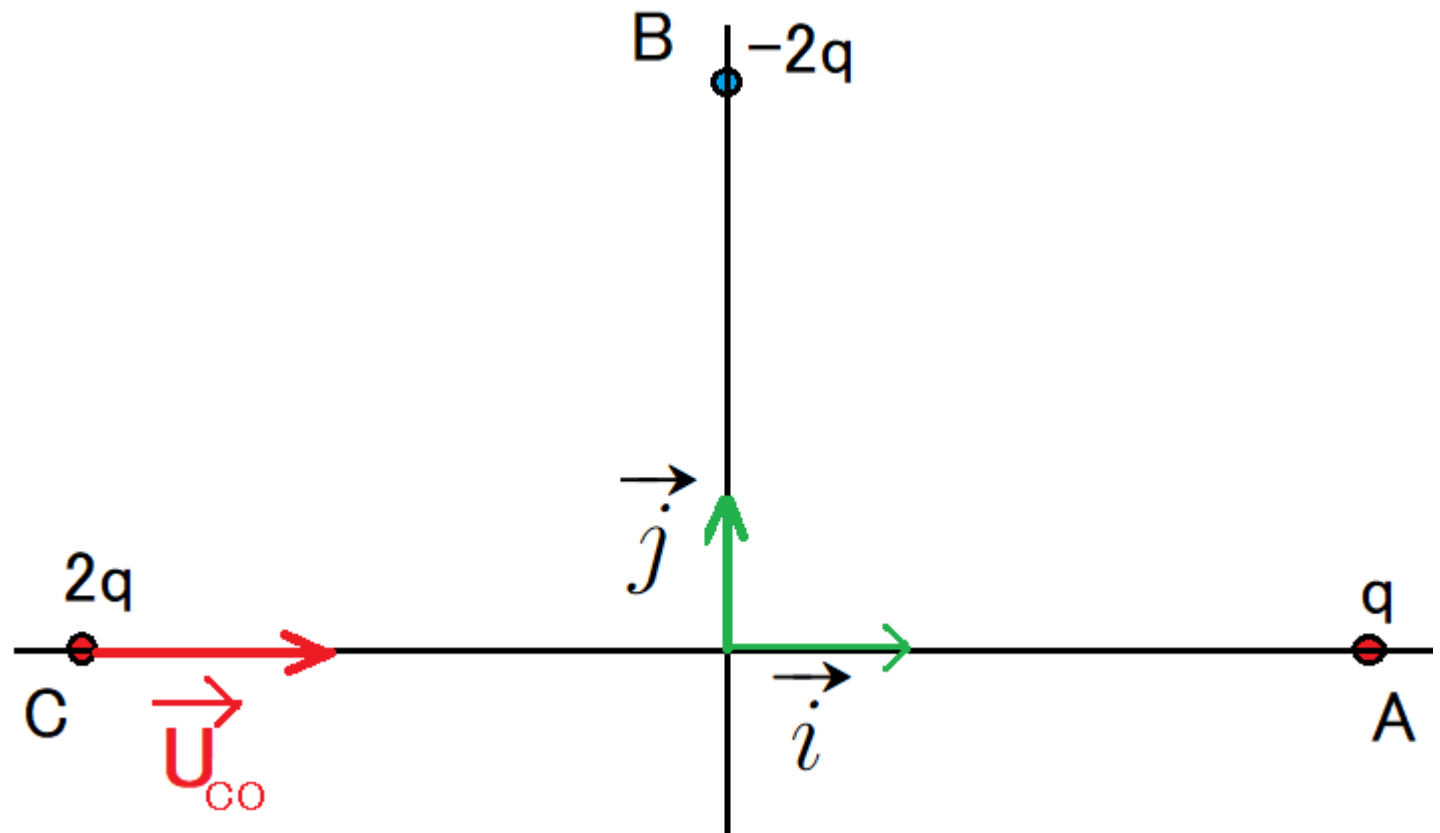


2. Le champ $\vec{E}$ est la somme vectorielle des champs tel que :

$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O)$$

Nous explicitons le champs appliqué par chacune des charges au point O :

$$\begin{aligned}\vec{E}_C(O) &= K \frac{q_B}{CO^2} \vec{u}_{CO} \\ &= K \frac{q_C}{a^2} (\vec{i})\end{aligned}$$



2. Le champ $\vec{E}$ est la somme vectorielle des champs tel que :

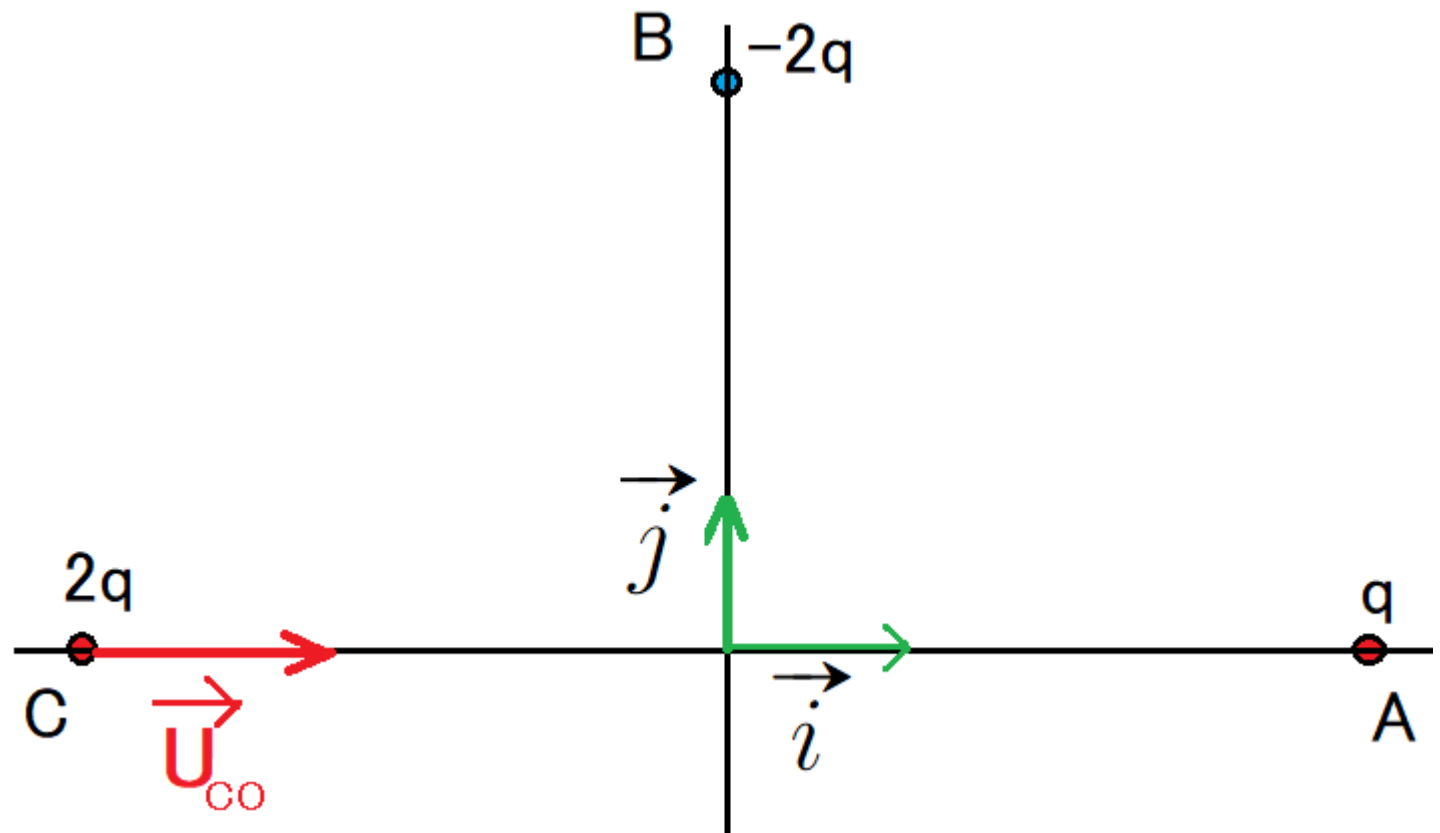
$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O)$$

Nous explicitons le champs appliqué par chacune des charges au point O :

$$\vec{E}_C(O) = K \frac{q_B}{CO^2} \vec{u}_{CO}$$

$$= K \frac{q_C}{a^2} (\vec{i})$$

$$= 2K \frac{q}{a^2} \vec{i}$$



2. Le champ $\vec{E}$ est la somme vectorielle des champs tel que :

$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O)$$

Nous explicitons le champs appliqué par chacune des charges au point O :

$$\vec{E}_A(O) = K \frac{q_A}{AO^2} \vec{u}_{AO} = K \frac{q_A}{a^2} (-\vec{i}) = -K \frac{q}{a^2} \vec{i}$$

$$\vec{E}_B(O) = K \frac{q_B}{BO^2} \vec{u}_{BO} = K \frac{q_B}{a^2} (-\vec{j}) = 2K \frac{q}{a^2} \vec{j}$$

$$\vec{E}_C(O) = K \frac{q_C}{CO^2} \vec{u}_{CO} = K \frac{q_C}{a^2} (\vec{i}) = 2K \frac{q}{a^2} \vec{i}$$

2. Le champ $\vec{E}$ est la somme vectorielle des champs tel que :

$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O)$$

Nous explicitons le champs appliqué par chacune des charges au point O :

$$\vec{E}_A(O) = K \frac{q_A}{AO^2} \vec{u}_{AO} = K \frac{q_A}{a^2} (-\vec{i}) = -K \frac{q}{a^2} \vec{i}$$

$$\vec{E}_B(O) = K \frac{q_B}{BO^2} \vec{u}_{BO} = K \frac{q_B}{a^2} (-\vec{j}) = 2K \frac{q}{a^2} \vec{j}$$

$$\vec{E}_C(O) = K \frac{q_C}{CO^2} \vec{u}_{CO} = K \frac{q_C}{a^2} (\vec{i}) = 2K \frac{q}{a^2} \vec{i}$$

$$\text{donc } \vec{E}(O) = K \frac{q}{a^2} [\vec{i} + 2\vec{j}]$$

2. Le champ $\vec{E}$ est la somme vectorielle des champs tel que :

$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O)$$

Nous explicitons le champs appliqué par chacune des charges au point O :

$$\vec{E}_A(O) = K \frac{q_A}{AO^2} \vec{u}_{AO} = K \frac{q_A}{a^2} (-\vec{i}) = -K \frac{q}{a^2} \vec{i}$$

$$\vec{E}_B(O) = K \frac{q_B}{BO^2} \vec{u}_{BO} = K \frac{q_B}{a^2} (-\vec{j}) = 2K \frac{q}{a^2} \vec{j}$$

$$\vec{E}_C(O) = K \frac{q_C}{CO^2} \vec{u}_{CO} = K \frac{q_C}{a^2} (\vec{i}) = 2K \frac{q}{a^2} \vec{i}$$

$$\text{donc } \vec{E}(O) = K \frac{q}{a^2} [\vec{i} + 2\vec{j}]$$

$$\text{Le module du champs est } E(O) = \|\vec{E}(O)\| = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = K \frac{\sqrt{5}q}{a^2}$$

$$\text{AN. } E(O) = 9 \times 10^9 \times \frac{\sqrt{5} \times 2 \times 10^{-9}}{(5 \times 10^{-2})^2} = 0.16 \text{ V.m}^{-1}$$

3. La force est exprimé par :

3. La force est exprimé par :

$$\vec{F} = q' \vec{E}(O)$$

$$\vec{F} = q' \vec{E}(O)$$

3. La force est exprimé par :

$$\vec{F} = q' \vec{E}(O)$$

$$\vec{F} = q' \vec{E}(O)$$

$$= -qK \frac{q}{a^2} (\vec{i} + 2\vec{j})$$

3. La force est exprimé par :

$$\vec{F} = q' \vec{E}(O)$$

$$\vec{F} = q' \vec{E}(O)$$

$$= -qK \frac{q}{a^2} (\vec{i} + 2\vec{j})$$

$$\vec{F} = -K \frac{q^2}{a^2} (\vec{i} + 2\vec{j})$$

3. La force est exprimé par :

$$\vec{F} = q' \vec{E}(O)$$

$$\vec{F} = q' \vec{E}(O)$$

$$= -qK \frac{q}{a^2} (\vec{i} + 2\vec{j})$$

$$\vec{F} = -K \frac{q^2}{a^2} (\vec{i} + 2\vec{j})$$

$$\text{AN. } F = 1.6 \times 10^4 \times 2.10^{-9} = 3.2 \times 10^{-5} N$$

Exercice 4 :

Dans l'espace assimilé au vide, la plan Π (xOy) d'un repère orthonormé direct de base $(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ porte une charge de densité surfacique $\sigma > 0$. Le champ électrostatique créé par cette distribution en tout point M de l'espace est :

$$\vec{E}(M) = \begin{cases} \vec{E}(z > 0) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} \\ \vec{E}(z < 0) = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} \end{cases}$$

1) Calculer le potentiel électrostatique $V(M)$ dans les deux régions $z > 0$ et $z < 0$. On donne :

$$V(z = 0) = 0 .$$

2) On superpose au plan précédent à la distance $z = d > 0$, un plan Π_1 uniformément chargé avec une densité $(-\sigma)$.

a) En utilisant le principe de superposition, déterminer le champ électrostatique $\vec{E}(M)$ dans les trois régions : $z > d$, $0 < z < d$ et $z < 0$.

b) En déduire le potentiel électrostatique $V(M)$ dans les trois régions : $z \geq d$, $0 \leq z \leq d$ et $z \leq 0$. On donne : $V(z = 0) = 0$.

3) Représenter $E(M)$ et $V(M)$ en fonction de z . Commenter ces courbes.

Solution

1. Calcule du potentiel électrostatique $V(M)$:

Solution

1. Calcule du potentiel électrostatique $V(M)$:

Le champ électrostatique et le potentiel électrostatique sont relié par :

$$\vec{E} = -\overrightarrow{grad}V$$

Solution

1. Calcule du potentiel électrostatique $V(M)$:

Le champ électrostatique et le potentiel électrostatique sont relié par :

$$\begin{aligned}\vec{E} &= -\overrightarrow{grad}V \\ &= -\left(\frac{dV}{dx}\vec{i} + \frac{dV}{dy}\vec{j} + \frac{dV}{dz}\vec{k}\right)\end{aligned}$$

Solution

1. Calcule du potentiel électrostatique $V(M)$:

Le champ électrostatique et le potentiel électrostatique sont relié par :

$$\begin{aligned}\vec{E} &= -\overrightarrow{grad}V \\ &= -\left(\frac{dV}{dx}\vec{i} + \frac{dV}{dy}\vec{j} + \frac{dV}{dz}\vec{k}\right)\end{aligned}$$

$$\vec{E}_{\Pi_o}(M) = \begin{cases} -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} & \text{si } z < 0 \\ +\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} & \text{si } z > 0 \end{cases}$$

Solution

1. Calcule du potentiel électrostatique $V(M)$:

Le champ électrostatique et le potentiel électrostatique sont relié par :

$$\begin{aligned}\vec{E} &= -\overrightarrow{grad}V \\ &= -\left(\frac{dV}{dx}\vec{i} + \frac{dV}{dy}\vec{j} + \frac{dV}{dz}\vec{k}\right)\end{aligned}\quad \vec{E}_{\Pi_o}(M) = \begin{cases} -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} & \text{si } z < 0 \\ +\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} & \text{si } z > 0 \end{cases}$$

Dans ce cas, le champ possède une seule composante selon $\vec{k}$, donc :

Solution

1. Calcule du potentiel électrostatique $V(M)$:

Le champ électrostatique et le potentiel électrostatique sont relié par :

$$\begin{aligned}\vec{E} &= -\overrightarrow{grad}V \\ &= -\left(\frac{dV}{dx}\vec{i} + \frac{dV}{dy}\vec{j} + \frac{dV}{dz}\vec{k}\right)\end{aligned}\quad \vec{E}_{\Pi_o}(M) = \begin{cases} -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} & \text{si } z < 0 \\ +\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} & \text{si } z > 0 \end{cases}$$

Dans ce cas, le champ possède une seule composante selon $\vec{k}$, donc :

$$\vec{E} = -\frac{dV}{dz}\vec{k}$$

Solution

1. Calcule du potentiel électrostatique $V(M)$:

Le champ électrostatique et le potentiel électrostatique sont relié par :

$$\begin{aligned}\vec{E} &= -\overrightarrow{grad}V \\ &= -\left(\frac{dV}{dx}\vec{i} + \frac{dV}{dy}\vec{j} + \frac{dV}{dz}\vec{k}\right)\end{aligned}\quad \vec{E}_{\Pi_o}(M) = \begin{cases} -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} & \text{si } z < 0 \\ +\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} & \text{si } z > 0 \end{cases}$$

Dans ce cas, le champ possède une seule composante selon $\vec{k}$, donc :

$$\vec{E} = -\frac{dV}{dz}\vec{k} \quad \text{alors : } dV = E.dz$$

Solution

1. Calcule du potentiel électrostatique $V(M)$:

Le champ électrostatique et le potentiel électrostatique sont relié par :

$$\begin{aligned}\vec{E} &= -\overrightarrow{grad}V \\ &= -\left(\frac{dV}{dx}\vec{i} + \frac{dV}{dy}\vec{j} + \frac{dV}{dz}\vec{k}\right)\end{aligned}\quad \vec{E}_{\Pi_o}(M) = \begin{cases} -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} & \text{si } z < 0 \\ +\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} & \text{si } z > 0 \end{cases}$$

Dans ce cas, le champ possède une seule composante selon $\vec{k}$, donc :

$$\vec{E} = -\frac{dV}{dz}\vec{k} \quad \text{alors : } dV = E.dz$$

Pour avoir le potentiel, il suffit d'intégrer

Solution

1. Calcule du potentiel électrostatique $V(M)$:

Le champ électrostatique et le potentiel électrostatique sont relié par :

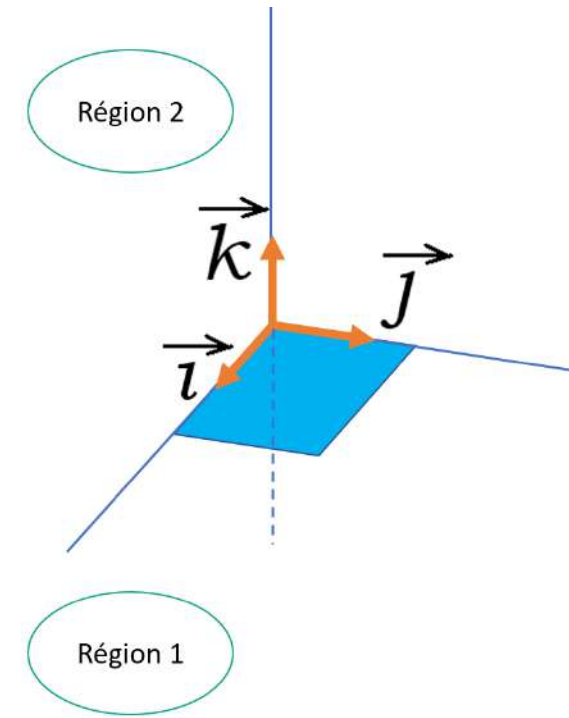
$$\begin{aligned}\vec{E} &= -\overrightarrow{grad}V \\ &= -\left(\frac{dV}{dx}\vec{i} + \frac{dV}{dy}\vec{j} + \frac{dV}{dz}\vec{k}\right)\end{aligned}\quad \vec{E}_{\Pi_o}(M) = \begin{cases} -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} & \text{si } z < 0 \\ +\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} & \text{si } z > 0 \end{cases}$$

Dans ce cas, le champ possède une seule composante selon $\vec{k}$, donc :

$$\vec{E} = -\frac{dV}{dz}\vec{k} \quad \text{alors : } dV = E.dz$$

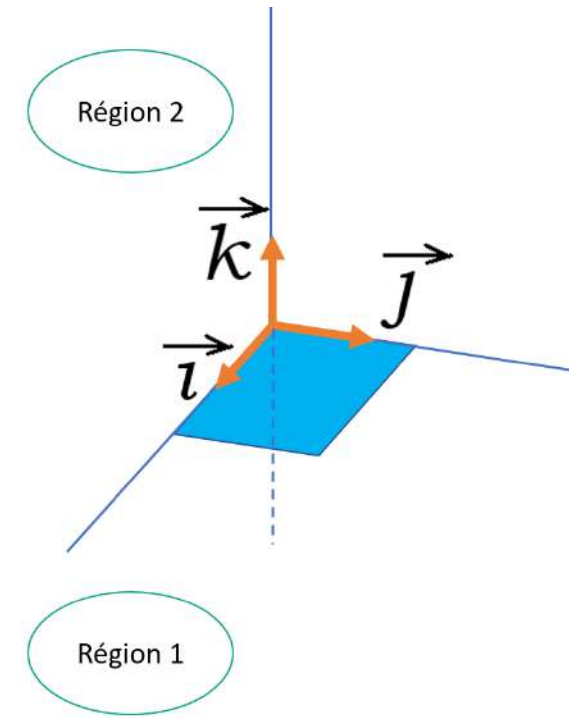
Pour avoir le potentiel, il suffit d'intégrer cette expression $\int dV = -\int E.dz$

— **Région 1** ($z < 0$) : $\int dV = - \int \left(-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right) dz$



— **Région 1** ($z < 0$) : $\int dV = - \int \left(-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right) dz$

ainsi on retrouve : $V(z = 0) - V(z < 0) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} (-z) ;$

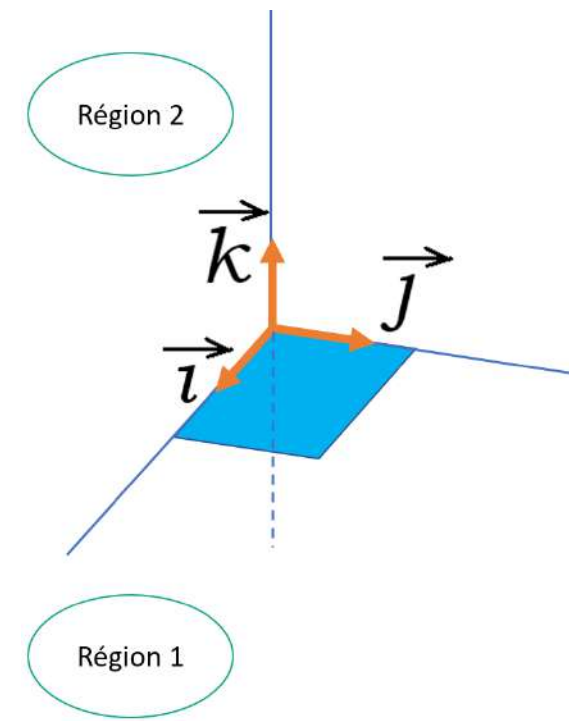


— **Région 1** ($z < 0$) : $\int dV = - \int \left(-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right) dz$

ainsi on retrouve : $V(z = 0) - V(z < 0) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} (-z) ;$

or $V(z = 0) = 0$

on retrouve donc : $V(z < 0) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} z$



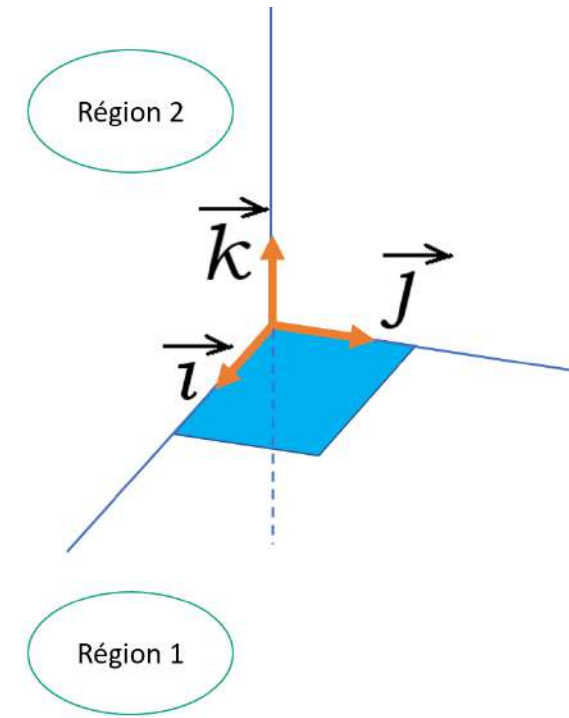
— **Région 1 ($z < 0$)** : $\int dV = - \int \left(-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right) dz$

ainsi on retrouve : $V(z = 0) - V(z < 0) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(-z)$;

or $V(z = 0) = 0$

on retrouve donc : $V(z < 0) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}z$

— **Région 2 ($z > 0$)** :



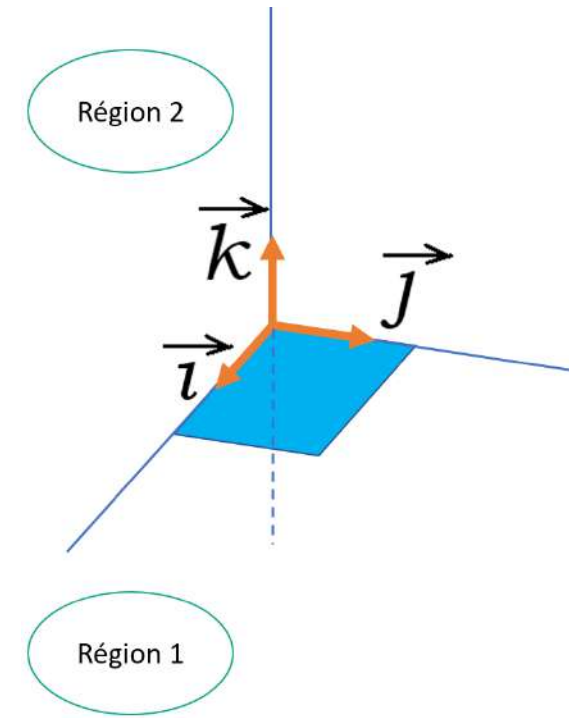
— **Région 1** ($z < 0$) : $\int dV = - \int \left(-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right) dz$

ainsi on retrouve : $V(z = 0) - V(z < 0) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(-z) ;$

or $V(z = 0) = 0$

on retrouve donc : $V(z < 0) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} z$

— **Région 2** ($z > 0$) : $\int dV = - \int \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right) dz$



— **Région 1 ($z < 0$)** : $\int dV = - \int \left(-\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right) dz$

ainsi on retrouve : $V(z = 0) - V(z < 0) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(-z) ;$

or $V(z = 0) = 0$

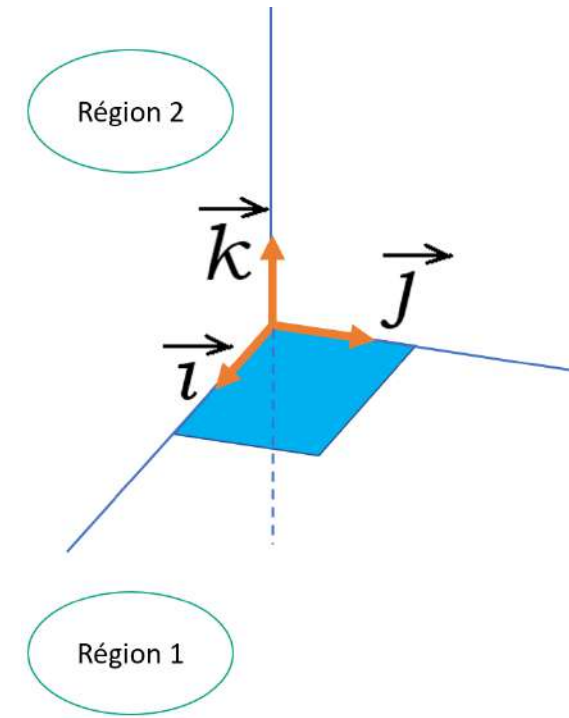
on retrouve donc : $V(z < 0) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} z$

— **Région 2 ($z > 0$)** : $\int dV = - \int \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right) dz$

$$V(z > 0) - V(z = 0) = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} z ;$$

donc

$$V(z > 0) = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} z$$



— Nous écrivons tout d'abord les champs créés par chaque plan chargé :

Pour le plan Π_o :

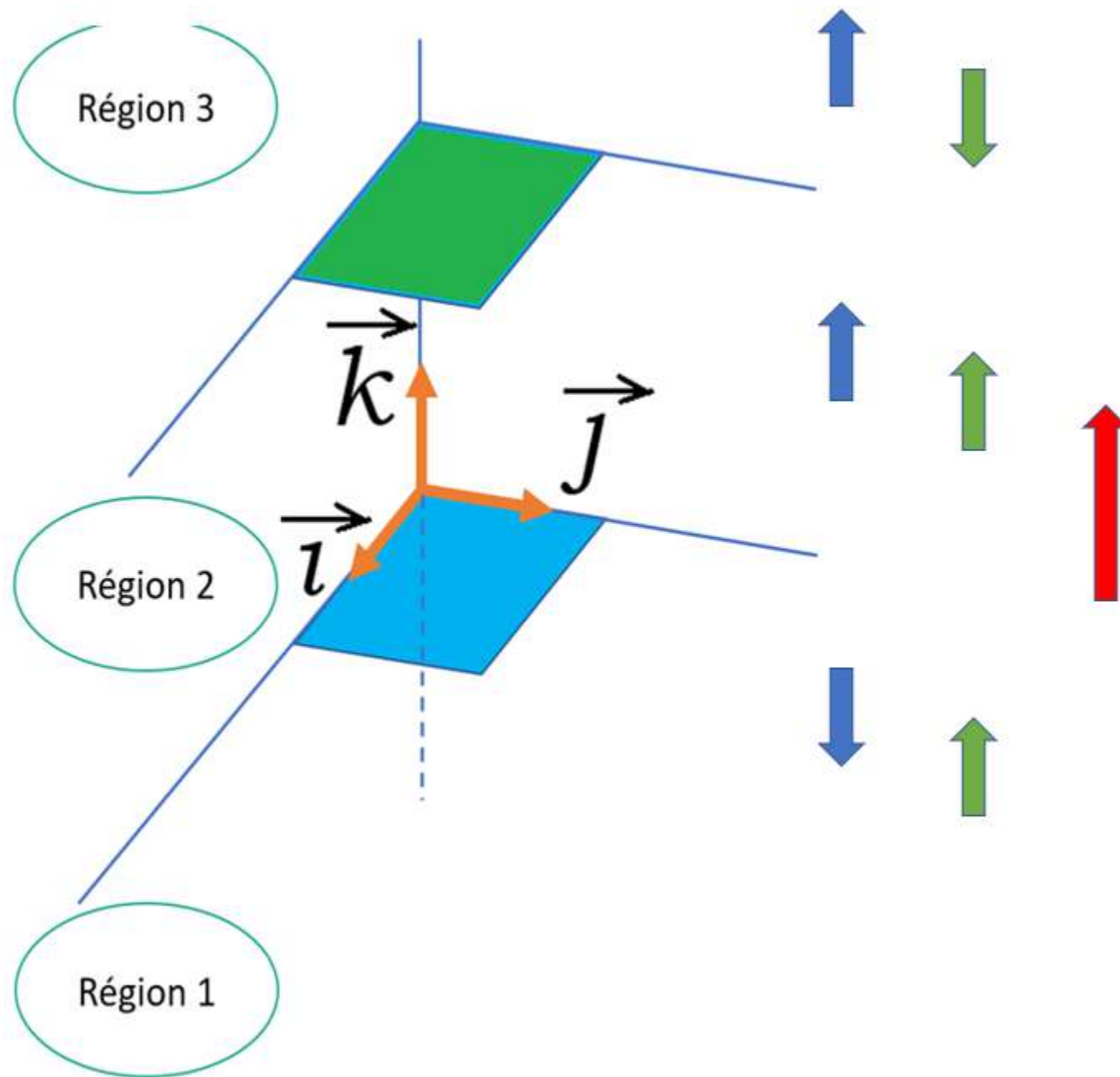
$$\vec{E}_{\Pi_o}(M) = \begin{cases} -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} & \text{si } z < 0 \\ +\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} & \text{si } z > 0 \end{cases}$$

et pour le plan Π_d :

$$\vec{E}_{\Pi_d}(M) = \begin{cases} +\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} & \text{si } z < d \\ -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} & \text{si } z > d \end{cases}$$

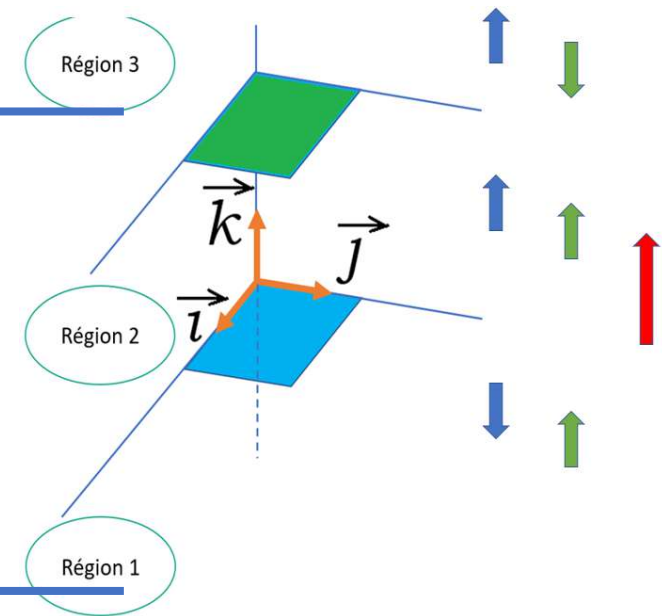
et nous superposons les champs dans chacune des trois régions de l'espace :

$$\vec{E}(M) = \vec{E}_{\Pi_o}(M) + \vec{E}_{\Pi_d}(M)$$



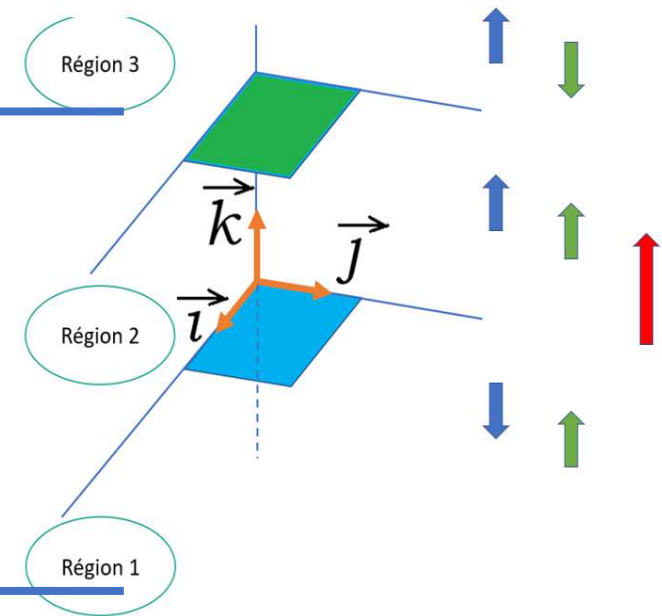
$$\vec{E}_1(M) = \vec{E}_{1\Pi_o}(M) + \vec{E}_{1\Pi_d}(M)$$

— **Région 1 ($z < 0$):**



$$\begin{aligned}\vec{E}_1(M) &= \vec{E}_{1\Pi_o}(M) + \vec{E}_{1\Pi_d}(M) \\ &= -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k}\end{aligned}$$

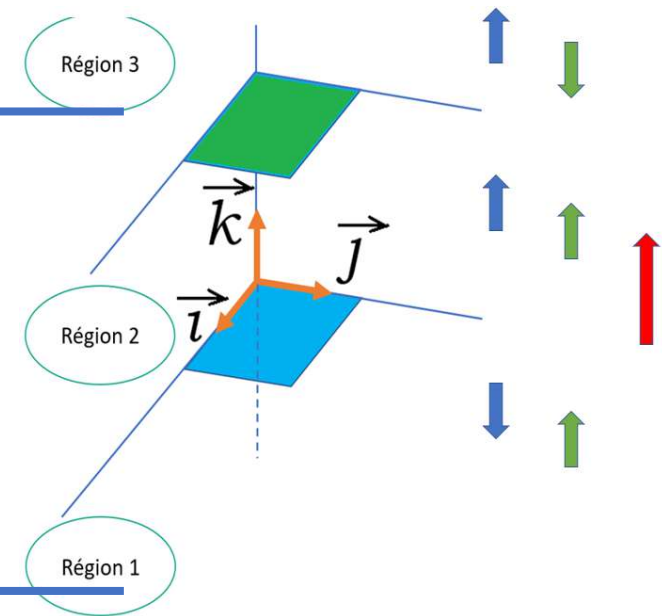
— **Région 1** ($z < 0$):



— **Région 1 ($z < 0$):**

$$\begin{aligned}\vec{E}_1(M) &= \vec{E}_{1\Pi_o}(M) + \vec{E}_{1\Pi_d}(M) \\ &= -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} \\ \vec{E}_1(M) &= \vec{0}\end{aligned}$$

— **Région 2 ($0 < z < d$):**

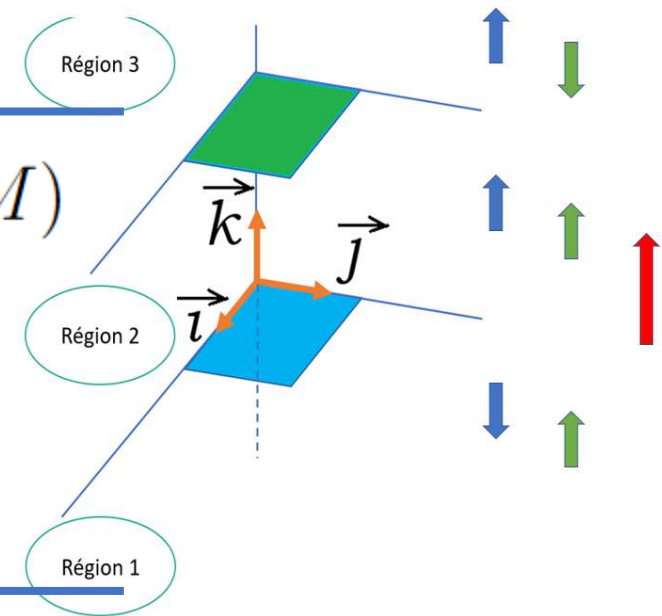


— **Région 1 ($z < 0$):**

$$\begin{aligned}\vec{E}_1(M) &= \vec{E}_{1\Pi_o}(M) + \vec{E}_{1\Pi_d}(M) \\ &= -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} \\ \vec{E}_1(M) &= \vec{0}\end{aligned}$$

— **Région 2 ($0 < z < d$):**

$$\vec{E}_2(M) = \vec{E}_{2\Pi_o}(M) + \vec{E}_{2\Pi_d}(M)$$



— **Région 1 ($z < 0$):**

$$\begin{aligned}\vec{E}_1(M) &= \vec{E}_{1\Pi_o}(M) + \vec{E}_{1\Pi_d}(M) \\ &= -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k}\end{aligned}$$

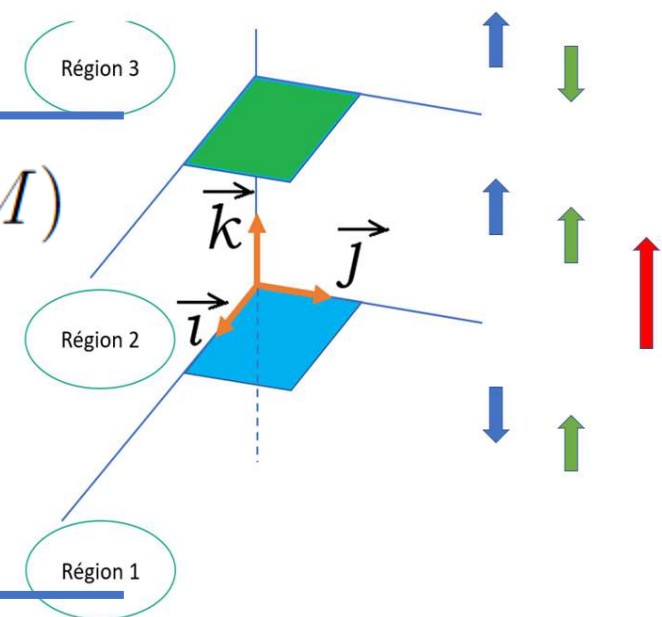
$$\vec{E}_1(M) = \vec{0}$$

— **Région 2 ($0 < z < d$):**

$$\begin{aligned}\vec{E}_2(M) &= \vec{E}_{2\Pi_o}(M) + \vec{E}_{2\Pi_d}(M) \\ &= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k}\end{aligned}$$

$$\vec{E}_2(M) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \vec{k}$$

— **Région 3 ($z > d$):**



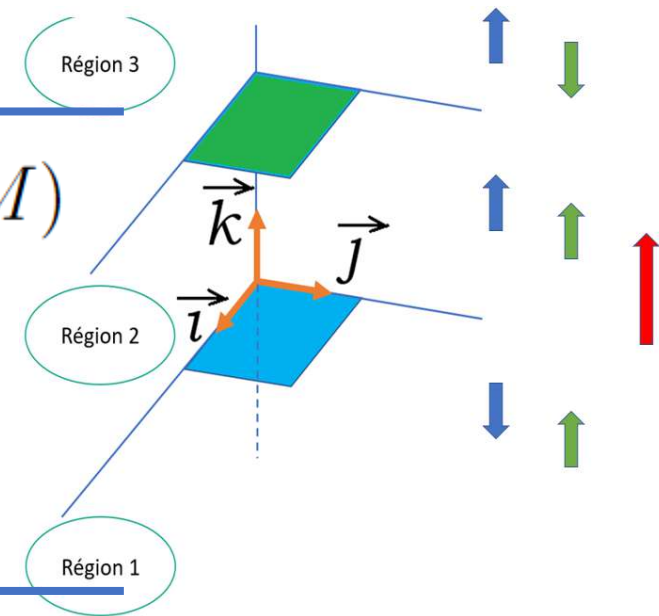
— **Région 1 ($z < 0$):**

$$\begin{aligned}\vec{E}_1(M) &= \vec{E}_{1\Pi_o}(M) + \vec{E}_{1\Pi_d}(M) \\ &= -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} \\ \vec{E}_1(M) &= \vec{0}\end{aligned}$$

— **Région 2 ($0 < z < d$):**

$$\begin{aligned}\vec{E}_2(M) &= \vec{E}_{2\Pi_o}(M) + \vec{E}_{2\Pi_d}(M) \\ &= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} \\ \vec{E}_2(M) &= \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \vec{k}\end{aligned}$$

— **Région 3 ($z > d$):** $\vec{E}_3(M) = \vec{E}_{3\Pi_o}(M) + \vec{E}_{3\Pi_d}(M) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \vec{k} = \vec{0}$



2. Calcul des potentiels dans les trois régions :

— **Région 1** ($z < 0$): $V_1(0) - V_1(z) = \int -E_1 dz$

2. Calcul des potentiels dans les trois régions :

— **Région 1** ($z < 0$): $V_1(0) - V_1(z) = \int -E_1 dz$
donc $V_1(z) = C1$

— **Région 2** ($0 < z < d$):

2. Calcul des potentiels dans les trois régions :

— **Région 1** ($z < 0$): $V_1(0) - V_1(z) = \int -E_1 dz$
donc $V_1(z) = C1$

— **Région 2** ($0 < z < d$): $V_2(z) - V_2(0) = \int -E_2 dz = - \int \frac{\sigma}{\epsilon_0} dz$

2. Calcul des potentiels dans les trois régions :

— **Région 1** ($z < 0$): $V_1(0) - V_1(z) = \int -E_1 dz$
donc $V_1(z) = C1$

— **Région 2** ($0 < z < d$): $V_2(z) - V_2(0) = \int -E_2 dz = - \int \frac{\sigma}{\epsilon_0} dz$
 $V_2(z) = -\frac{\sigma}{\epsilon_0} z$

2. Calcul des potentiels dans les trois régions :

— **Région 1** ($z < 0$): $V_1(0) - V_1(z) = \int -E_1 dz$
donc $V_1(z) = C1$

— **Région 2** ($0 < z < d$): $V_2(z) - V_2(0) = \int -E_2 dz = - \int \frac{\sigma}{\epsilon_0} dz$
 $V_2(z) = -\frac{\sigma}{\epsilon_0} z$

— **Région 3** ($z > d$): $V_3(z) = \int -E_3 dz$

2. Calcul des potentiels dans les trois régions :

— **Région 1** ($z < 0$): $V_1(0) - V_1(z) = \int -E_1 dz$
donc $V_1(z) = C1$

— **Région 2** ($0 < z < d$): $V_2(z) - V_2(0) = \int -E_2 dz = - \int \frac{\sigma}{\epsilon_0} dz$
 $V_2(z) = -\frac{\sigma}{\epsilon_0} z$

— **Région 3** ($z > d$)
 $V_3(z) = \int -E_3 dz$
donc $V_3(z) = C2$

— Continuité de potentiel en $z=0$:



— Continuité de potentiel en $z=d$:

— Continuité de potentiel en $z=0$:

$$V_1(0) = V_2(0)$$



— Continuité de potentiel en $z=d$:

$$V_2(d) = V_3(d)$$

— Continuité de potentiel en $z=0$:

$$V_1(0) = V_2(0)$$

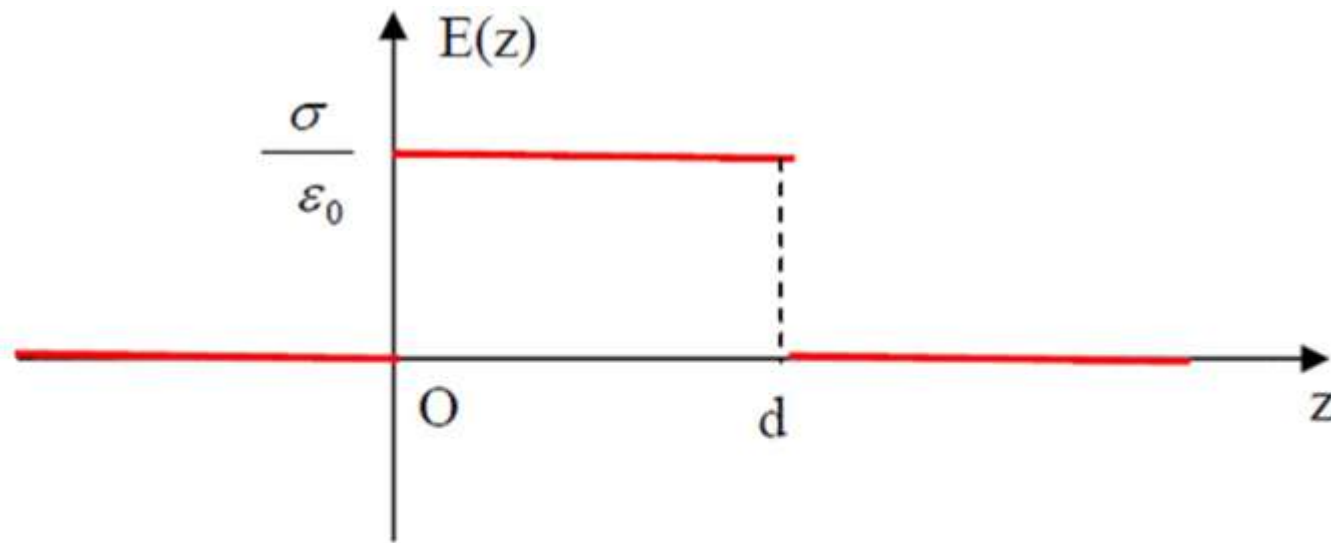
$$\text{donc } C1 = 0$$



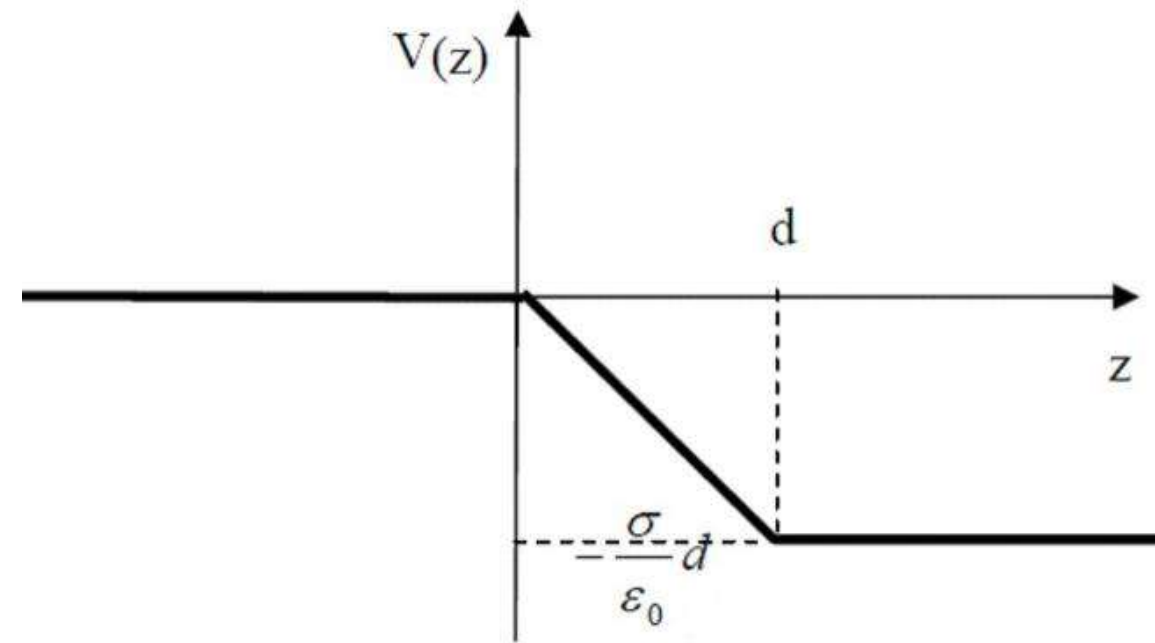
— Continuité de potentiel en $z=d$:

$$V_2(d) = V_3(d)$$

$$\text{donc } C2 = -\frac{\sigma}{\epsilon_0}d$$



Champ E en fonction de z



Potentiel V en fonction de z

le champ $\vec{E}$ est discontinu en $z = 0$ et en $z = d$; alors que le potentiel est continu.

Bon courage



LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

