Séance révision pour l'examen du 06/11/2022

Au programme de l'examen

programme = tout le cours d'électrostatique, le TD1, le TD2

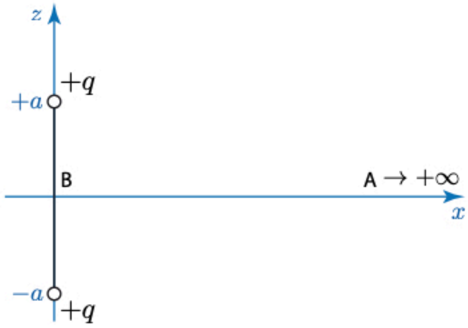
Explications sur un point du cours ou des TD

Généralités - cours

Que réviser ?

TD 1

question 3.3.1 de l'exercice 3, pourquoi le travail fourni par l'operateur est W = + integral(vecteur(F) . vecteur(dx))
et pas W = - integral(vecteur(F) . vecteur(dx)) vu qu'on se place du point de vue de l'opérateur (donc du milieu extérieur).



Lorsqu'on exprime le travail comme étant le travail d'une force extérieure à un système, il faut prendre garde à la convention de signe. Soit W_{AB} le travail mis en jeu pour aller d'un point A à un point B :

$$W_{AB} = +\int_A^B \vec{F} \cdot \vec{dl} \tag{1}$$

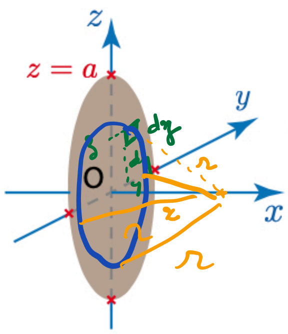
$$W_{AB} = -\int_A^B \vec{F} \cdot \vec{dl} \tag{2}$$

La convention (1), qui est utilisée sur les transparents du cours, est orientée ingénieur : lorsque $W_{AB} > 0$, l'opérateur récupère de l'énergie ; lorsque $W_{AB} < 0$, l'opérateur doit fournir de l'énergie au système pour le déplacer de A en B. Avec la convention (2), orientée système : $W_{AB} > 0$ si le système reçoit de l'énergie (fournie par l'opérateur), $W_{AB} < 0$ si le système perd de l'énergie (récupérée l'opérateur).

TD2

j ai une question sur l exercice 2 du TD2: comment σ. ds= σρ(2PI*dρ)

Une charge $Q = 30\,\mu C$ est répartie de manière uniforme sur un disque de rayon $a = 30\,cm$, de centre O et contenu dans le plan yOz :



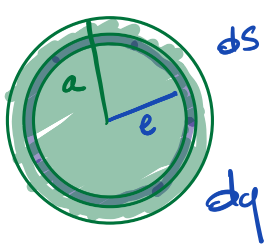
2.3 Calculer le potentiel électrique V en un point de l'axe Ox .

$dS = dy \cdot dz$

$dq = \sigma . dS = \sigma\, dy . dz$

$$\int dV(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int \frac{dq}{r}$$

$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$



$dS = 2\pi \ell\, d\ell$

$S = \pi \ell^2$

$$dS = \frac{d(\pi \ell^2)}{d\ell} . d\ell = 2\pi \ell\, d\ell$$

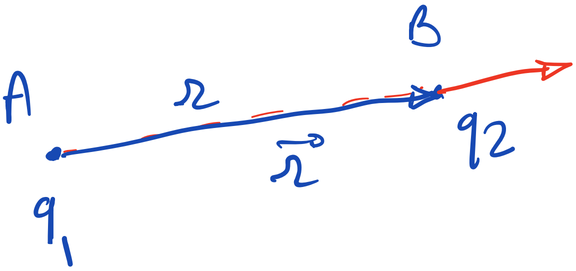
$dq = \sigma\, 2\pi \ell\, d\ell$

$$r = \sqrt{\ell^2 + x^2}$$

$$V(r) = K \frac{dq}{r}$$

Force de Coulomb

Je n'arrive pas à comprendre ces égalités : F12= (Kq1q2 (vecteur) AB)/AB^3 = (Kq1q2 (vecteur) AB) / (norme) AB^3= (Kq1q2 (vecteur) u) / r^2

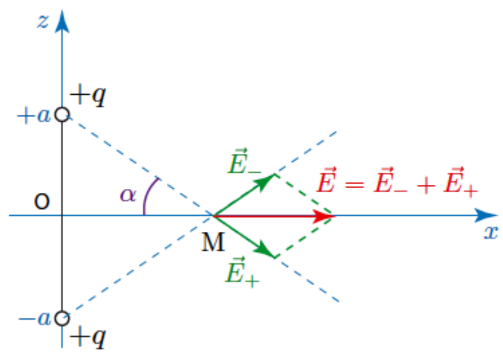


$$\vec{F}_{12} = K \frac{q_1 q_2}{AB^2} \cdot \underbrace{\frac{\vec{AB}}{AB}}_{\vec{u}_r} = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \cdot \vec{u}_r$$

$$F = K q_1 q_2 \frac{\vec{r}}{r^3}$$

j'aimerais bien revenir rapidement sur les projections lorsqu'un champ possède plusieurs composantes comme dans la partie 3.2 de l'exercice 3 de la feuille 1

En vertu du théorème des superpositions, le champ électrique au point $M(x, 0, 0)$ est la somme vectorielle des champs électriques $\vec{E}_-$ et $\vec{E}_+$ créés par chacune des charges ponctuelles :



L'étude des propriétés de symétrie de la distribution de charge permet de simplifier cette somme vectorielle en ne considérant que les composantes portées par $\vec{u}_x$:

$$||\vec{E}|| = 2 \cdot ||\vec{E}_\pm|| \cdot \cos\alpha$$

Or on a :

$$||\vec{E}_\pm|| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{\sqrt{a^2 + x^2}} \qquad (q > 0)$$

$$\cos\alpha = \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}}$$

On en déduit que :

$$||\vec{E}|| = \frac{q}{2\pi\epsilon_0} \frac{x}{(a^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

et

$$\vec{E} = \frac{q}{2\pi\epsilon_0} \frac{x}{(a^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot \vec{u}_x$$

Je ne comprends pas le schéma pourquoi dans l'exo 3 du TD1 on considère q>0 et Q>0 c'est instable et Q<0 c'est stable ou l'inverse?

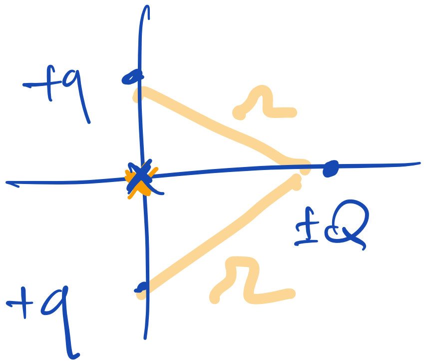
raisonnement en terme de forces lorsque Q est en position « hors équilibre », ou en terme d'énergie potentielle de la charge Q se déplaçant sur l'axe des abscisses

Exercice 3 : Système de deux charges identiques

On considère deux charges identiques q placées sur l'axe Oz en $z = a$ et $z = -a$.

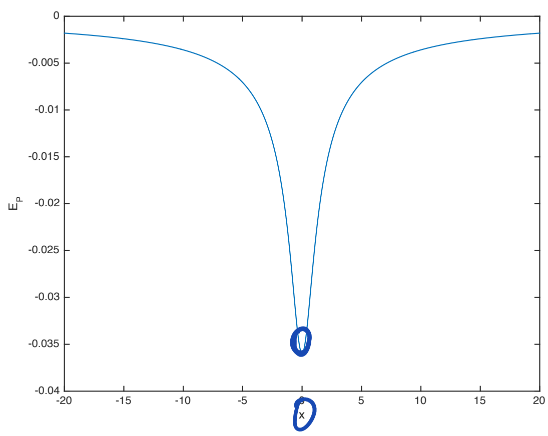
3.3 Un peu de mécanique

Un opérateur déplace une charge $Q = \pm q$ le long de l'axe (Ox) de $x = +\infty$ au point O.

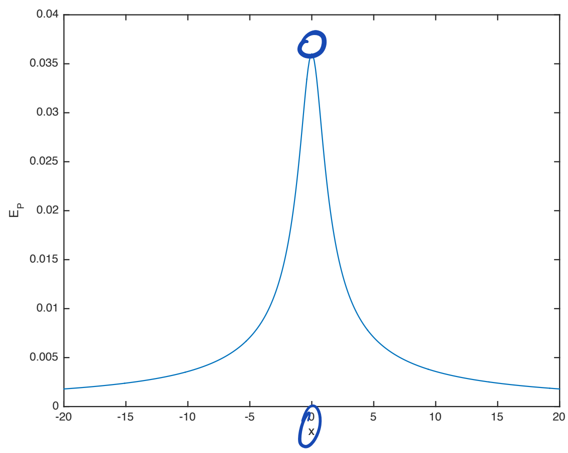


$$E_P = QV = Q\left[\frac{Kq}{r} + \frac{Kq}{r}\right] = \frac{2KQq}{r} = \frac{2KQq}{\sqrt{a^2+x^2}}$$

si Q<0



si Q>0



Champ et potentiel créés par un dipôle

Dans l'exo 4 du td 1 (aussi vu en amphi) comment passer vous de V=(Kp)/(r^2-a^2) à V=KpcosO/r^2 ?

réponse : on ne peut pas passer d'une expression à l'autre, la première n'est valable que sur l'axe du dipôle, la seconde en tout point de l'espace tel que r>>a

je ne comprends pas pourquoi la composante normale du champ E créée par un dipôle au point M est Eteta= Kp sin (teta)/ r^3 et non pas 2Kp sin (teta)/ r^3 (avec un facteur 2 comme pour la composante radiale).

Dans la partie 2/B/2) Champs et potentiel créés par un dipôle, je ne comprend pas la première diapositive ainsi que dans la troisième pourquoi Er=2Kpcos(teta)/r^2, d'ou vient le 2?

réponse :

⚠ approximation dipolaire $r \gg a$ (distance séparant les pôles)

$$V(r,\theta) \# \frac{Kp\cos\theta}{r^2}$$

définition du gradient en coordonnées sphériques :

$$\vec{E} = -\vec{\text{grad}}(V) = -\left(\frac{\partial V}{\partial r}\vec{u}_r + \frac{1}{r}\frac{\partial V}{\partial \theta}\vec{u}_\theta + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial V}{\partial \phi}\vec{u}_\phi\right)$$

$$\frac{\partial V}{\partial r} = -\frac{2Kp\cos\theta}{r^3}$$

$$\frac{1}{r}\frac{\partial V}{\partial \theta} = \frac{1}{r}\left(-\frac{Kp\sin\theta}{r^2}\right) = -\frac{Kp\sin\theta}{r^3}$$

$$\frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial V}{\partial \phi} = \frac{1}{r\sin\theta}(0) = 0$$

Je souhaiterais en cours que l'on revienne sur le potentiel électrique d'un point M quelconque éloigné du dipole s'il vous plait car je ne comprends pas comment vous obtenez la formule du potentiel électrique ni la composante radiale du champ électrique ni la composante normale car jusque la il n' y avait pas ces deux composantes. *les formules sont « admises » dans le cours… mais démontrées en TD*

Dans la partie 2/B/3/b) Polarisation des cellules, 6ème diapositive, dans la formule V(M)= Kpcos(teta)/r^2, pourquoi le r est-il au carré (La formule du cours est V=Kq/r)

(Rép. atténuation plus rapide du champ créé par un dipôle + respect des dimensions)

Pourquoi si on considère que le point M est éloigné du dipôle on ne considère pas le dipôle comme un objet ponctuel tout comme le point M, ainsi vu de loin le dipôle serait un object ponctuel électriquement neutre ?

Tout dépend du contexte. Imaginez une charge ponctuelle q, et un dipôle p, juste à côté l'un de l'autre. Le potentiel V(M) ressenti en un point M situé à la distance r de l'ensemble charge+dipôle :

V = K q / r + K p cos(theta) / r^2

Si le point M est très éloigné, donc si r tend devient très grand, on peut négliger le terme en 1/r^2, c'est-à-dire que l'on peut négliger le potentiel créé par le dipôle (ce qui revient à considérer que le dipôle n'existe plus).

Action d'un champ sur un dipôle

Pourrait on revenir sur la partie concernant l'action d'un champ électrique uniforme sur le dipole s'il vous plait ? Je ne comprends pas le raisonnement ni le résultat auquel on aboutit en disant que le dipole subit une rotation autour de son axe.

***Polarisation induite et potentiel de Lennard Jones,* Forces de Van Der Waals**

Dans l'exemple du peigne :

- Pourquoi la charge négative subit une force attractive plus grande que la charge positive ?
- Le peigne subit-il une rotation ? le peigne n'est pas un dipôle

Symétries - invariances

Est-il possible de réexpliquer comment analyser les éléments de symétrie et les invariances afin de simplifier l'expression du champs électrique.

Serait-il possible que vous réexpliquiez la méthodologie pour déterminer les axes de symétrie, les plans de symétrie ainsi que les invariances parce que c'est encore flou pour un grand nombre d'étudiants parmi nous.

J'aimerai qu'on retraite des symétries de distribution de charges parce que je crois que je n'ai pas bien saisi la différence entre une symétrie classique et ce genre de symétrie

Théorème de Gauss

Partie 2/C/ partie A quoi sert le théorème de Gauss, je ne comprend pas l'exemple du cylindre.

Je ne comprend pas très bien la question 1.6 de l'exercice 1 du td 2 pour l'application du théorème de Gauss.

reprendre l'exemple du fil infini.. puis du segment

Référence des potentiels électriques
reprendre le calcul du potentiel du plan infini à partir du potentiel d'un disque (TD2, question 2.7).

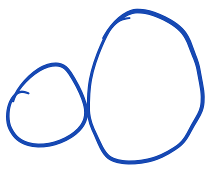
Conducteurs à l'équilibre

Pouvez-vous réexpliquer pourquoi la force est orthogonale à la surface (conducteur en équilibre électrostatique) ? De même, en quoi le champ électrique extérieur et à proximité immédiate du conducteur est normal à sa surface ?

Pourquoi dans la démonstration de l'effet de pointe, après connexion de Q1 et Q2 les potentiels sont égaux ?

V_1  V_2

Q_1, R_1 R_2, Q_2



$E_{int} = 0$

Q'_1 R_1 R_2 Q'_2 V

$Q'_1 < Q'_2$

$V'_1 = V'_2$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon_r} \cdot \frac{Q}{r^2} \cdot \vec{u}_r$$

$\cancel{\Delta V}$ $\quad \vec{E} \quad \vec{F}$

claquage, avalanche