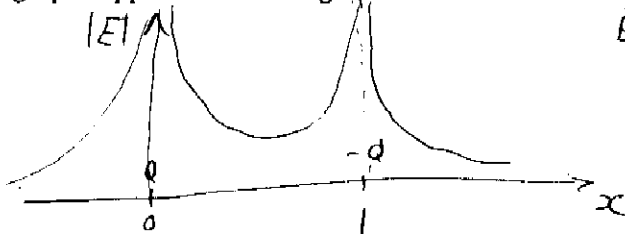


PREMIER EXAMEN INTRA-SEMESTRIEL PHY1522
9 FÉVRIER 2016, 8h30-9h50

Instructions: Seule les calculatrices Texas TI-30X ou équivalentes sont permises. Les formules mathématiques nécessaires sont fournies avec ce questionnaire. Écrire son nom et numéro d'étudiant en haut de chaque page. **L'examen a 5 questions.** Répondre à une question seulement sur la page (et le verso) de son énoncé.

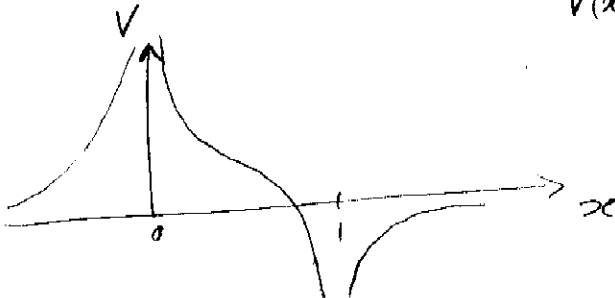
1) Deux charges ponctuelles $Q_1 = Q$ et $Q_2 = -Q$ ($Q > 0$) sont placées sur l'axe des x aux positions $x=0$ m et $x=1$ m, respectivement.

A) Donner une expression pour le champ sur l'axe des x , i.e. pour $\vec{E}(x)$, et faites un graphe approximatif de la grandeur E versus x .



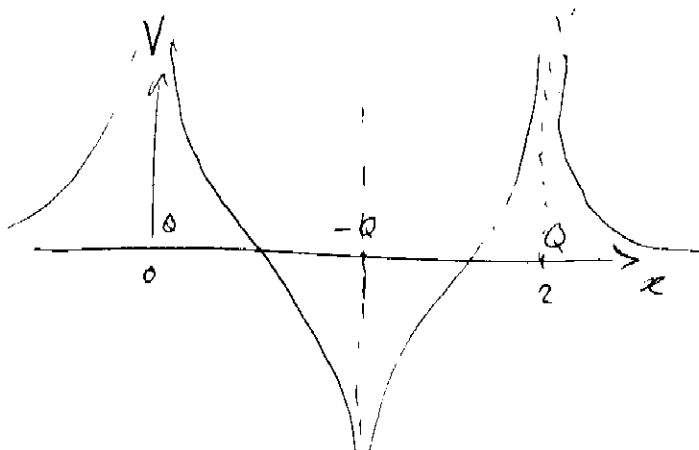
$$\vec{E}(x) = \left(\frac{kQ}{x^2} - \frac{kQ}{(x-1)^2} \right) \vec{i}$$

B) Donner une expression pour le potentiel sur l'axe des x , i.e. pour $V(x)$, et faites un graphe approximatif de V en fonction de x .



$$V(x) = \frac{kQ}{|x|} - \frac{kQ}{|x-1|}$$

C) On ajoute maintenant une troisième charge $Q_3 = Q$ à la position $x=2$ m. Dessinez la forme approximative du potentiel V en fonction de x .



2) Une sphère conductrice de rayon $R_1 = 0,5\text{m}$ et potentiel électrique $V_1 = 3,0\text{V}$ est à une très grande distance d'une seconde sphère conductrice de rayon $R_2 = 0,25\text{m}$ et potentiel électrique $V_2 = 10,0\text{V}$.

- 4 A) Quelle est la densité de charge sur chacune des sphères?
 B) On les relie maintenant par un fil conducteur. Quelle condition doit être remplie pour que le courant cesse de circuler dans le fil?
 C) Calculer les charges finales Q'_1 et Q'_2 des deux sphères.

$$a) \quad V = \frac{kQ}{R} \rightarrow Q = \frac{RV}{k} \quad Q_1 = \frac{R_1 V_1}{k} = \frac{0,5 (3)}{9 \times 10^9} = 1,67 \times 10^{-10} \text{ C}$$

$$Q_2 = \frac{R_2 V_2}{k} = \frac{0,25 (10)}{9 \times 10^9} = 2,78 \times 10^{-10} \text{ C}$$

$$A_{\text{sphère}} = 4\pi R^2$$

$$\sigma_1 = \frac{Q_1}{4\pi R_1^2} = \frac{1,67 \times 10^{-10}}{4\pi (0,5)^2} = 5,32 \times 10^{-11} \text{ C/m}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{Q_2}{4\pi R_2^2} = \frac{2,78 \times 10^{-10}}{4\pi (0,25)^2} = 3,54 \times 10^{-10} \text{ C/m}^2$$

$$b) \quad V_1 = V_2$$

$$\frac{Q'_1}{R_1} = \frac{Q'_2}{R_2} \quad (1)$$

$$c) \quad Q'_1 + Q'_2 = Q_1 + Q_2 = 4,45 \times 10^{-10} \text{ C} \\ = Q_{\text{tot}}$$

avec (1)

par conservation de la charge.

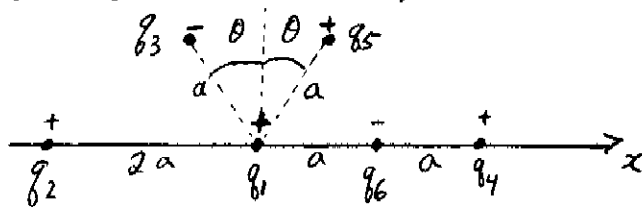
$$Q'_1 + \frac{R_1}{R_2} Q'_1 = \frac{R_1}{R_2} Q_{\text{tot}}$$

$$Q'_1 \cdot \left(\frac{R_2 + R_1}{R_2} \right) = \frac{R_1}{R_2} Q_{\text{tot}}$$

$$Q'_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} Q_{\text{tot}} \\ = 2,97 \times 10^{-10} \text{ C}$$

$$Q'_2 = Q_{\text{tot}} - Q'_1 \\ = 1,48 \times 10^{-10} \text{ C}$$

3) La figure ci-dessous montre 6 particules chargées. La distance $a = 2,0$ cm, et $\theta = 30^\circ$. Chaque particule a la même grandeur de charge, $q = 3,0 \times 10^{-6}$ C. Les signes des charges sont indiquées sur la figure. Quelle est la force électrostatique nette \vec{F}_1 sur la charge q_1 due aux autres charges? (Noter bien: vous pouvez utiliser des arguments de symétrie pour faciliter vos calculs.)

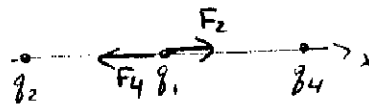


On remarque que $|F|$ dû à chaque charge est la même si la distance entre les charges est la même.

$q_2 = q_4 = +q$ sont les deux à $2a$ de q_1

donc, sur q_1 , $\vec{E}_2 + \vec{E}_4 = 0$

$$\vec{F}_2 + \vec{F}_4 = 0$$



Considérons maintenant $q_5 = -q_3 = -q$

$$\text{donc } F_{3y} + F_{5y} = 0$$

$$F_{3x} + F_{5x} = -2 F_3 \sin \theta$$

$$= -2 F_3 \sin 30$$

$$= -2 F_3 \left(\frac{1}{2}\right)$$

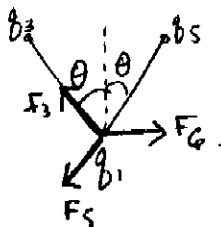
$$= -F_3 = -|F| \text{ (vers les } x \text{ négatifs)}$$

$$F_{3x} + F_{5x} + F_6 = 0$$

$$\vec{F}_3 + \vec{F}_5 + \vec{F}_6 = 0$$

Donc la force résultante sur q_1 est nulle.

Par symétrie on voit directement que $|F|$ $|F|$ $|F|$ résulte $F_{tot} = 0$



4) Un cylindre conducteur de rayon $R=10,0$ cm et de longueur infinie porte une charge de densité linéique $\lambda = 5,0 \mu\text{C m}^{-1}$. A) Quel est le module du champ électrique à $20,0$ cm du centre du cylindre dans la direction radiale? B) Quel est le module du champ électrique à $5,0$ cm du centre du cylindre dans la direction radiale?

a)



Considérons une surface de Gauss de longueur L arbitraire centrée sur le cylindre et de rayon $r=20,0$ cm

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = \int_{\text{bords}} \vec{E} \cdot d\vec{A} + \int_{\text{cylindre}} \vec{E} \cdot d\vec{A} = E \cdot 2\pi r L = \frac{\lambda L}{\epsilon_0}$$

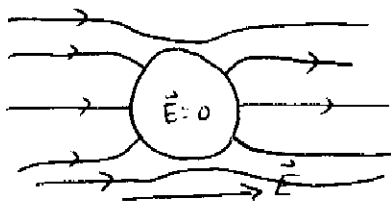
0 car \vec{E} est // aux bords.

charge dans le cylindre

$$\begin{aligned} E &= \frac{\lambda}{2\pi r \epsilon_0} \\ &= \frac{2k\lambda}{r} \\ &= \frac{2(9 \times 10^9)(5 \times 10^{-6})}{0,200} \\ &= 4,5 \times 10^5 \text{ V/m} \end{aligned}$$

b) $\vec{E} = 0$ dans un conducteur.

5) Soit une sphère parfaitement conductrice et une sphère parfaitement isolante. Ils sont sans charge nette. On les plonge dans un champ électrique externe E constant dans l'espace. Faites un dessin des lignes de champ, puis comparez la grandeur du champ électrique à l'intérieur des deux sphères.



CONDUCTEUR



ISOLANT

$$\vec{E}_{\text{int. conducteur}} < \vec{E}_{\text{int. isolant}}$$