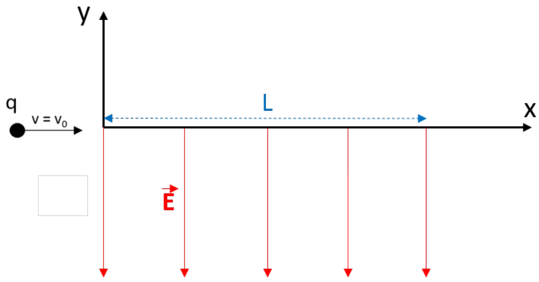
30 Avril 2021 *Olivier Février*

Série 8

Exercice 1: Trajectoire d'une charge q dans un champ $\vec{\mathrm{E}}$

On suppose qu'une charge q traverse une région de l'espace où existe un champ $\vec{E}$ constant et perpendiculaire à v_0, tandis que $\vec{E} = 0$ si $x < 0$ ou $x > L$ (voir la figure). On peut négliger la force de gravité.



(a) Trouvez une expression pour la position de la charge q, $y(x)$, pour $0 < x < L$. Puis, dessinez sa trajectoire.

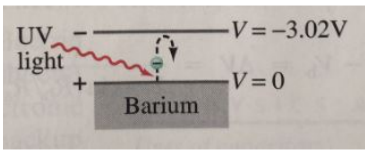
(b) Quelle est sa vitesse lorsqu'elle quitte la région où existe le champ $\vec{E}$? De plus, quelle est sa trajectoire ?

(c) Trouvez le changement de son énergie cinétique.

(d) Comment auriez-vous pu trouver la variation de l'énergie cinétique à partir de la variation du potential électrostatique le long de la trajectoire de la charge q ?

Exercice 2: Cellule photovoltaïque

Dans une cellule photovoltaïque, la lumière UV possède suffisamment d'énergie pour que quelques électrons dans une plaque de barium soient éjectés de la surface à haute vitesse. Pour mesurer l'énergie maximale d'un électron, une seconde plaque de barium, située au dessus de la première, est chargée suffisament négativement afin que les électrons émis soient ralentis puis stoppés, et retournent à la surface de barium initial. Si le potentiel de la plaque supérieure est de -3.02 V (comparé à celle du dessous), l'électron le plus rapide est stoppé. À quelle vitesse cet électron a-t-il été émis ? On néglige l'effet de la gravité.



Exercice 3: Vérification de la loi de Gauss

Soit une charge ponctuelle q centrée en O. Calculez

$$\int_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

où S est la surface de la sphère centrée en O et de rayon R :

(a) sans Gauss.

(b) avec Gauss.

Exercice 4: Calcul du champ $\vec{\mathbf{E}}$

Soit une sphère de rayon R. Sur la sphère il y a une densité de charge de surface σ uniforme.

(a) Quel est le champ $\vec{E}$ au centre de la sphère ?

(b) Calculez le champ $\vec{E}$ en tout point de l'espace par la loi de Gauss.

(c) Comment pourriez vous procéder sans utiliser la loi de Gauss ?

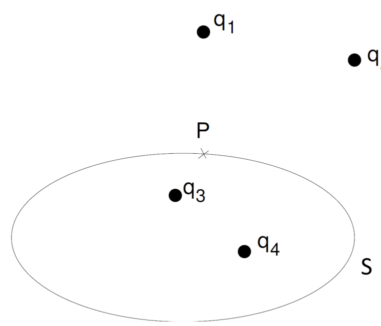
(d) On considère maintenant une sphère de rayon intérieur R_1 et exterior R_2 et une densité de charge ρ (donc, cette fois-ci, ce n'est plus une densité de charge par surface, mais par volume) suivante :

$$\rho(r) = \begin{cases} 0 & 0 < r < R_1 \\ \rho_0 & R_1 \leq r \leq R_2 \\ 0 & r > R_2 \end{cases}$$

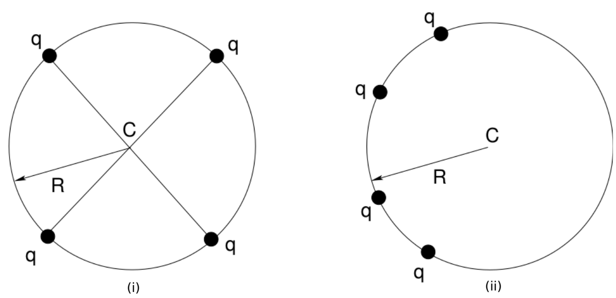
Calculez le champ $\vec{E}$ en tout point de l'espace par la loi de Gauss.

Exercice 5: Question de compréhension

(a) Soient 4 charges égales $q_1 \dots q_4$. Est-ce que les deux charges q_1 et q_2, qui se trouvent á l'èxtèrieur de la surface fermée S, influencent le flux du champ électrique à travers S ? Est-ce que la position des deux charges q_1 and q_2 influencent le champ $\vec{E}$ au point p (avec position r_p) se trouvant sur la surface S ? Justifier votre réponse.



(b) Vous avez les deux structures suivantes. Soit C le centre du cercle de rayon R. Quel est le potentiel électrique en C dans les deux cas ?



(c) Y a-t-il une différence entre les cas (i) et (ii) de la question b) en ce qui concerne le champ électrique en C ?

Exercice 6: Intégrales de surface

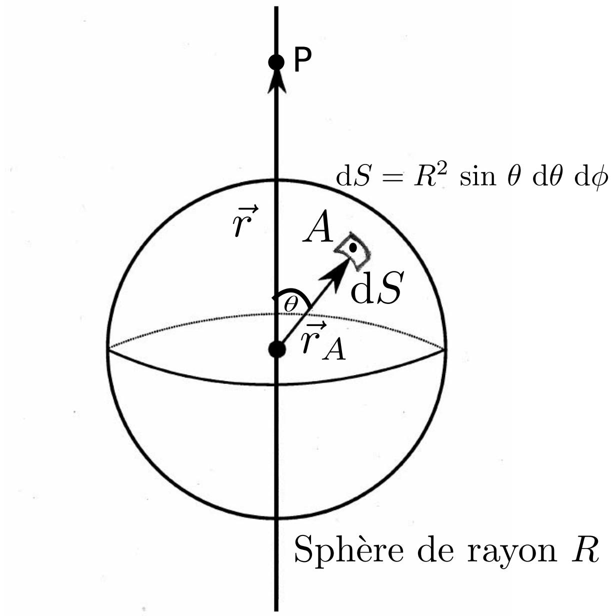
Ètudier les notes complementaires sur les intégrales de surface mise a disposition sur le moodle de cette semaine.

Exercice 7: (Facultatif) Calcul du potentiel et du champ E sans Gauss

Soit une sphère A de rayon R. Sur la surface de la sphère nous avons une densité de charge de surface σ_0 uniforme. Calculer en un point P à l'extérieur et à l'intérieur de la sphère :

(a) Le potentiel électrique.

(b) Le champ électrique.



Indication : Utiliser les coordonnées sphériques et exprimer le potentiel en P pour un élément de surface $\mathrm{d}S$ situé en A. Il faut après intégrer sur θ et ϕ.