

INSTITUT DES HAUTES ÉTUDES

POUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA CULTURE, DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE EN BULGARIE

<http://www.ccr.jussieu.fr/iheb/>

Concours Général de Physiques “Minko Balkanski”

15 mai 2004

Les deux exercices sont indépendantes.

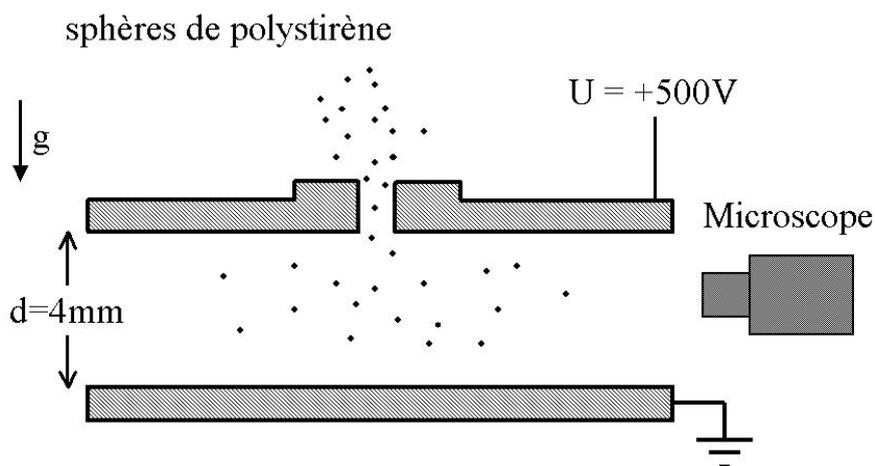
*La clarté et la précision de la rédaction, qui doit être obligatoirement en **français** ou en **anglais**, seront prises en compte dans la note finale.*

La durée de la composition est de 4 heures.

L'expérience de Millikan

La charge électrique e portée par l'électron est une constante fondamentale de la physique. Ce fut le physicien américain Robert Andrews Millikan qui la mesura pour la première fois en 1909 et démontra que toute charge apparaît comme un multiple de e . Les expériences de Millikan lui ont valu le prix Nobel en 1923.

Dans notre problème on présente une version simplifiée de l'expérience originale de Millikan, décrite à la figure ci-dessous :



Des très petites sphères en polystyrène (de rayons de l'ordre de quelques microns) sont injectées entre les plaques d'un condensateur plan. On observe les sphères dans un microscope. La distance entre les plaques du condensateur est $4mm$, la tension appliquée est notée U . Les sphères peuvent se charger suite au frottement dans l'air.

1. La tension appliquée sur les plaques est nulle. Soit une sphère de rayon r . On rappelle la formule de Stokes :

$$F = 6\pi\eta r v,$$

qui donne la force du frottement d'un corps sphérique dans un fluide de viscosité η .

1.a Donnez la vitesse limite v_0 atteinte par la sphère en fonction de ρ - la masse volumique du polystyrène, η , r et g - l'accélération de la pesanteur.

Précisez le sens de mouvement de la sphère.

1.b Donnez la relation entre le rayon r et la vitesse v_0 sous la forme :

$$r = A\sqrt{v_0},$$

où A est une constante que l'on calculera numériquement. Données : $\rho = 1,2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, $\eta = 1,8 \times 10^{-5}$ unités SI, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

2. On applique maintenant une tension $U = +500\text{V}$. On constate que la sphère de la question précédente se déplace *vers le haut*, avec une vitesse v_1 .

2.a Précisez le signe de la charge électrique de la sphère en justifiant votre réponse.

2.b Faites un bilan des forces. Donnez la nouvelle vitesse de la sphère v_1 en fonction des données et q - la charge de la sphère. On rappelle que la distance entre les plaques du condensateur est $d = 4\text{mm}$.

2.c En éliminant la force de pesanteur de l'expression obtenue dans **2.b** démontrez la relation suivante :

$$|q| = Br(v_0 + v_1)$$

où B est une constante que l'on exprimera en fonction de V , d et η .

2.d Que vaut numériquement la constante B en unités SI ?

3 On effectue plusieurs mesures de v_0 et v_1 avec chaque fois de sphères différentes. On ne connaît pas les rayons des sphères. On obtient le tableau suivant :

Expérience n°	v_0 mm/min	v_1 mm/min	rayon r (microns)	charge $ q \times 10^{-19}$ C
1	4,3	10,9		
2	2,6	10,2		
3	7,9	10,7		
4	7,5	11,5		
5	5,6	3,3		
6	5,6	7,7		
7	8,7	5,4		
8	12,5	5,1		
9	3,9	11,9		
10	2,2	12,0		
11	7,9	7,0		
12	11,5	3,8		

3.a. A l'aide des résultats précédents, complétez les colonnes "r" et "q". (Attention aux unités employées!)

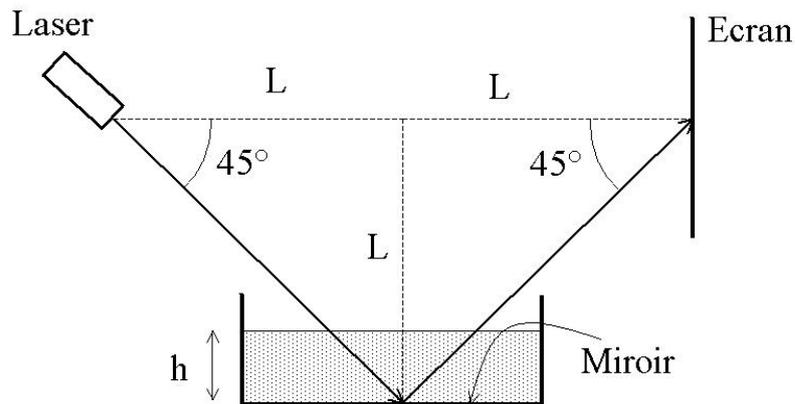
3.b. Représentez chaque mesure par un point sur un système de coordonnées dont l'axe "x" est le rayon mesuré, est l'axe "y" est la charge.

3.c. Que remarque-t-on? Que vaut "la charge élémentaire" d'après ces mesures? Quelle est la charge minimale observée dans les mesures?

3.d. Au lieu de partir vers le haut, certaines sphères continuent à se déplacer vers le bas. Que pouvez-vous dire sur les charges de ces sphères? Est-il possible qu'une sphère chargée comme dans la question 2.a puisse se déplacer vers le bas?

3.e. Sachant que la densité volumique de l'air est $\approx 1\text{kg.m}^{-3}$ estimez la force d'Archimède. Pourquoi ne prend on pas en compte cette force?

Exercice : Mesure d'indice de réfraction d'un liquide



Un faisceau laser est réfléchi par un miroir qui se trouve au fond d'un récipient comme à la figure ci-dessus. Lorsque le récipient est vide, on observe la tache du faisceau laser sur un écran juste en face du laser. La distance L est égale à 10cm , le faisceau est envoyé à un angle de 45° par rapport au miroir.

Lorsque l'on remplit le récipient d'un liquide de profondeur $h = 1.0\text{cm}$, la tache du faisceau laser se déplace de $\Delta x = 0.7\text{cm}$ sur l'écran.

Trouvez l'indice de réfraction n du liquide.

FIN