

Corrigé des problèmes de physique 2004

Les points attribués à chaque question sont donnés en gras. Barème :

Millikan : 22.5 points Optique : 5.5 points Total : 28.0 points, la note finale sera normalisée à 20 : Note = 20*(Nb des points)/28.

L'expérience de Millikan

1.a La sphère commence à se déplacer *vers le bas* (**0.5**) sous l'action du poids. Lorsque le frottement fluide compense le poids, la vitesse limite atteinte est donnée par(**1.0**) :

$$6\pi\eta r v_0 = mg = \frac{4\pi}{3}\rho r^3 g \rightarrow v_0 = \frac{2\rho g r^2}{9\eta}$$

1.b On a

$$r = 3\sqrt{\frac{\eta}{2\rho g}}\sqrt{v_0} = A\sqrt{v_0}$$

avec $A = 8,3 \cdot 10^{-3} SI$ (**0.5**). Si on mesure v_0 en mm/min et r en *microns* on aura :

$$r = 0,3388\sqrt{v_0}.$$

2.a La sphère se déplaçant vers le haut, elle est attirée par l'électrode positive, donc *chargée négativement*(**0.5**).

2.b Il y a en plus la force électrique $|q|U/d$ avec q la charge de la sphère. Cette force est dirigée vers le haut, elle s'oppose au poids et la force de frottement fluide, d'où :

$$\frac{|q|U}{d} = mg + 6\pi\eta r v_1$$

, d'où(**1.0**) :

$$v_1 = \frac{1}{6\pi\eta r} \left(\frac{|q|U}{d} - mg \right).$$

2.c Avec la remarque $6\pi\eta r v_0 = mg$ on obtient(**1.0**) :

$$|q| = \frac{6\pi\eta d}{U} r (v_0 + v_1) = Br(v_0 + v_1),$$

soit

$$B = \frac{6\pi\eta d}{U}.$$

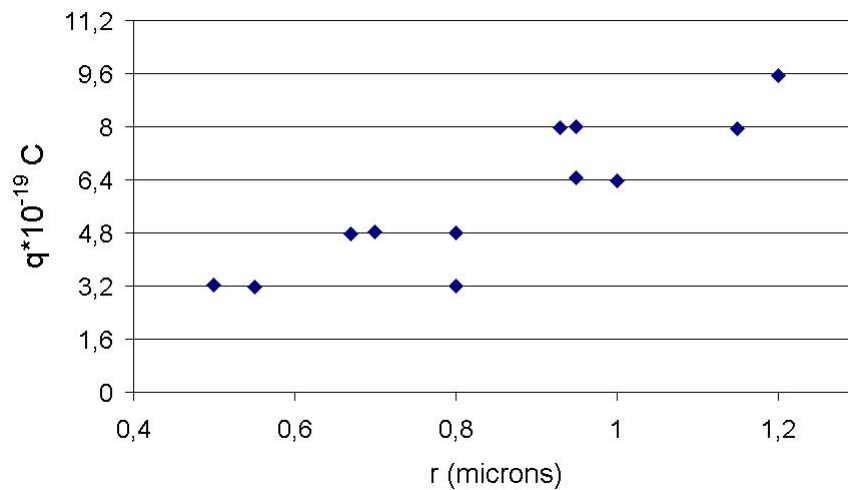
2.d Numériquement $B = 2,7 \cdot 10^{-9} SI$ (**0.5**). Si on normalise $|q|$ par 10^{-19} et on adopte les unités du tableau, on obtient :

$$|q| = 0,45216r(v_0 + v_1).$$

3.a. A l'aide des formules établies précédemment on complète le tableau (**6.0** points aux total, **0.5** par ligne) :

Exp. n°	v_0 mm/min	v_1 mm/min	rayon r (microns)	charge $ q \times 10^{-19}C$
1	4,3	10,9	0,7	4,83
2	2,6	10,2	0,55	3,16
3	7,9	10,7	0,95	8,0
4	7,5	11,5	0,93	7,97
5	5,6	3,3	0,8	3,2
6	5,6	7,7	0,8	4,81
7	8,7	5,4	1,0	6,375
8	12,5	5,1	1,2	9,53
9	3,9	11,9	0,67	4,78
10	2,2	12,0	0,5	3,22
11	7,9	7,0	0,95	6,46
12	11,5	3,8	1,15	7,95

3.b. On obtient la graphique suivante (6.0) :

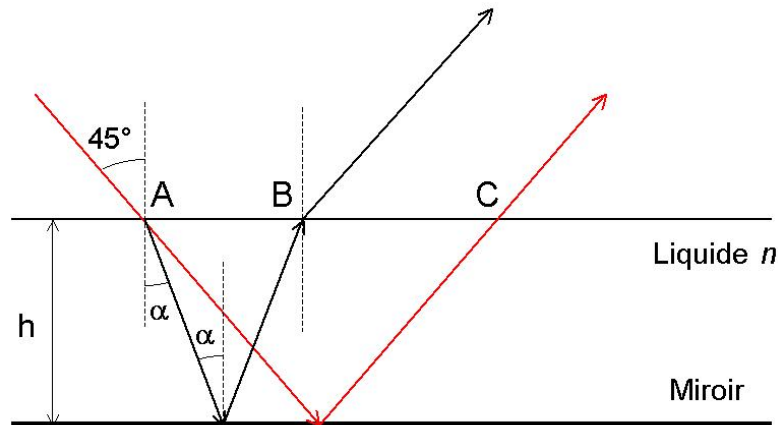


3.c. On remarque que les points se groupent sur paliers bien définies, distants de 1,6. La charge élémentaire(1.0) est alors $e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$. Par contre, le premier palier est à 3,2, donc la charge minimale(1.0) est de $|q| = 3,2 \cdot 10^{-19}C = 2 \times e$.

3.d. Soit la sphère est chargée positivement, et alors elle est repulsée par l'électrode supérieure, soit elle est chargée négativement comme dans la question 2.a, mais elle est trop lourde (de rayon trop grande) pour que la force électrique puisse compenser le poids (2.0).

3.e. Vue la difference des densités volumique de l'aire et le polystyrène, la force d'Archimède est négligeable devant le poids(1.0).

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



A la figure ci-dessus le faisceau sans liquide est en rouge, et α est l'angle de réfraction, donné par :

$$n \sin \alpha = \sin 45^\circ = 1/\sqrt{2}.$$

La distance AB est alors $AB = 2h \tan \alpha$, et on a $AC = 2h$. Comme les faisceaux arrivent sur l'écran sous une angle de 45° , le déplacement de la tache laser est en fait $\Delta x = BC = 2h(1 - \tan \alpha)$, d'où, en éliminant l'angle α on obtient la formule :

$$\Delta x = 2h \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2n^2 - 1}} \right).$$

On obtient ainsi pour l'indice :

$$n = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{\left(1 - \frac{\Delta x}{2h} \right)^2} \right) = 1,7.$$

Comme $n > 1$, on a toujours $2n^2 - 1 > 0$ et le faisceau ne subit jamais de réflexion interne totale sur la surface du liquide (**5.5** points au total).

FIN