

Vérification expérimentale de la loi de Coulomb

par André THÉVENOT, Manuel LUQUE
et Michel RUSTERHOLTZ

BUT

Montrer que la force de Coulomb est inversement proportionnelle au carré de la distance séparant les charges et proportionnelle aux charges Q et Q' .

LE MATÉRIEL

- Balance électronique de haute précision sensibilité : 0,1 mg.
 - Générateur haute tension $U_{\max} = 6\,000$ V.
 - Trois boules d'acier de même diamètre.
 - Support à crémaillère.
 - Tige de plexiglas pour tenir les boules (B) et (C).
 - Éventuellement un grillage métallique à placer autour de la balance et servant de cage de Faraday.
 - Une réglette graduée fixée de telle sorte que la graduation située en face de l'index solidaire du plateau, indique d_{\min} (trois centimètres dans notre montage, soit le diamètre d'une boule) lorsque les deux boules sont en contact.
- L'utilité de cette réglette est de mesurer la distance entre les centres des deux boules.

Le tarage de la balance s'effectue après avoir écarté la boule (B) de la boule (A) d'une distance $d_{\max} = 24$ cm par exemple.

Cette expérience a été effectuée aussi avec une machine de Wimshurst et des boules (A) et (B) différentes, (B) et (C) étant identiques. Dans ce cas il est impossible de charger les deux boules (A) et (B) avec des charges égales $Q = Q'$, ce qui ne nuit en rien à la vérification de la loi, mais par contre les charges obtenues étant bien

plus importantes, la force de Coulomb devient telle, qu'une balance sensible au simple mg permet de faire une vérification satisfaisante.

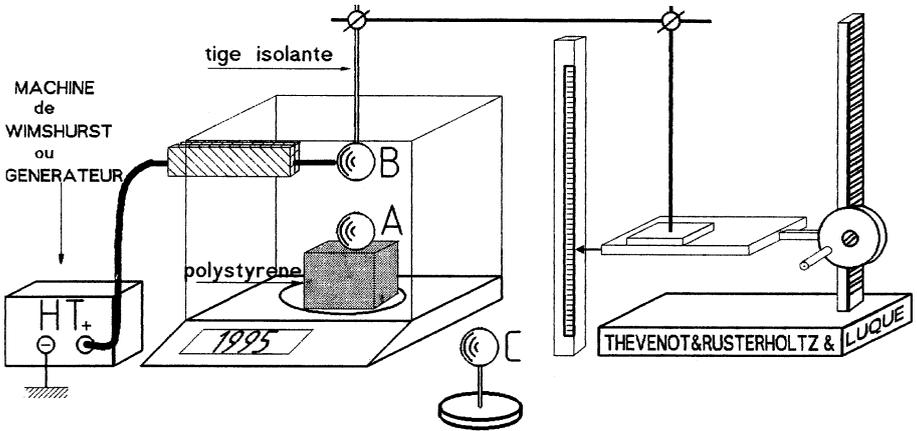


Figure 1

1. INFLUENCE DE LA DISTANCE

1.1. La charge des deux boules

Le générateur HT dont nous disposons délivre une tension maximale de 6 000 V continue. Le (-) est relié à une masse métallique quelconque. Le fil allant au (+) doit être plus court et le plus mince possible (voir remarque). L'extrémité métallique de ce fil avec laquelle on va **toucher successivement chacune des deux boules** est tenue par une pince en bois.

Après contact, chacune des boules porte la même charge Q .

Les portes de la balance sont refermées.

1.2. Les mesures

La force de répulsion se déduit de la lecture de «m» sur la balance :

$$F = mg.$$

Les mesures suivantes se font en descendant la boule (B). On peut choisir des distances $\frac{d_{\max}}{2}$ $\frac{d_{\max}}{4}$ $\frac{d_{\max}}{8}$ etc. en évitant toutefois, de trop rapprocher les boules afin de limiter les phénomènes d'influence.

Résultats obtenus :

d en cm	16	12	8	6
m en mg	4,1	8,2	17,8	32,2
F en 10^{-5} N	4,1	8,2	17,8	32,2
F.d² en 10^{-6} N.m²	1,05	1,18	1,14	1,16

2. INFLUENCE DES CHARGES Q ET Q'

C'est ici qu'entre en scène la troisième boule (C) identique aux deux autres, ou tout au moins à (B).

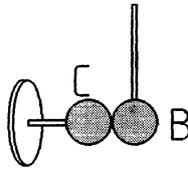


Figure 2

Après s'être assuré que (C) est déchargée, elle est mise en contact avec (B). Chacune des boules (B) et (C) porte une charge $\frac{Q}{2}$. La boule (A) porte toujours une charge Q. Les mesures répétées dans les mêmes conditions que dans l'expérience précédente montrent que la force de répulsion a été dans chaque cas divisée par 2.

Remarque : Il est tentant de vouloir vérifier par le calcul que l'on retrouve le même résultat que la force mesurée.

En effet pour une sphère isolée $C = 4\pi\epsilon_0 R$; portée à un potentiel U, elle acquiert une charge $Q = C.U$. La distance entre les deux centres étant connue on en déduit $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q.Q'}{d^2}$.

Cependant la valeur calculée est plus grande que la valeur mesurée.

2.1. Interprétation

Lorsqu'on touche la sphère avec l'extrémité métallique du fil relié au générateur HT cet ensemble porte une charge $Q = C.U$; C étant la capacité de l'ensemble, qui n'est pas la somme des capacités de chacun des deux objets.

La répartition des charges n'est pas uniforme car le rayon de courbure n'est pas le même. Lorsque le contact est rompu la charge totale est répartie sur les deux conducteurs : $Q = Q' + Q''$. Mais que valent Q' et Q'' ?

Il n'est pas facile de le déterminer, car cela dépend de la longueur et de la section du fil. Il est donc très délicat de trouver par le calcul la charge portée par la boule.

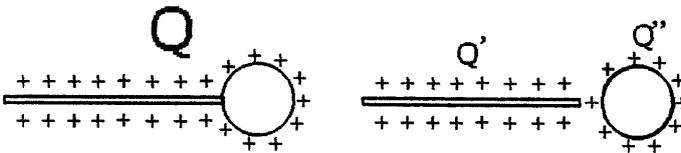


Figure 3