

Constante de gravitation universelle

1. Dans le manteau terrestre, la masse volumique de la Terre s'exprime selon $\rho(r) = \frac{g_0}{2\pi r G}$, où $g_0 = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$, r est la distance au centre de la Terre et G la constante de gravitation universelle.

En déduire l'expression du champ gravitationnel $g(r)$ dans le manteau terrestre. On néglige l'effet de la rotation de la Terre sur elle-même ainsi que l'influence des autres astres.

2. Expliquer la mesure du couple de torsion de la balance de torsion, puis exploiter les données suivantes pour déterminer la constante de gravitation universelle
- longueur de tige : 2 m ;
 - masses fixées à la tige : 10,105 kg ;
 - période du dispositif constitué : 271,5 s ;
 - un miroir est disposé dans l'axe de la tige ; il est éclairé par un spot lumineux et la lumière réfléchie est projetée sur un écran situé à 2,5 m ;
 - des masses $M = 158 \text{ kg}$ distantes de 200 mm des masses de la tige (et disposées selon la **figure 1**) provoquent un déplacement de 2,42 mm du spot lumineux sur l'écran.

Loi locale vérifiée par le champ de gravitation \vec{g} en un point P quelconque : $\text{div}(\vec{g}) = -4\pi\rho G$.

On rappelle que le moment d'inertie produit par une masse ponctuelle m située à une distance f de l'axe de rotation est égal à md^2 .

Le principe de la balance de torsion

Charles Augustin Coulomb (1736–1806) fut l'un des premiers à utiliser ce système. Pour démontrer que la force entre deux sphères chargées est en $1/R^2$, il utilise une balance qui établit l'équilibre entre la force électrique et la force de torsion. Pour les expériences de Cavendish (1798) et de Boys (1895), c'est l'attraction gravitationnelle qui est compensée par la force de torsion. Ce phénomène entraîne une torsion du fil qui maintient le système en équilibre.

Initialement, les petites sphères sont dans une position stable. Lorsque l'on approche les grosses sphères des plus petites, la force d'attraction gravitationnelle entre les deux types de sphères va produire un couple tendant à faire tourner la tige. Les petites sphères s'approchent des plus grosses jusqu'à ce que la torsion du fil équilibre le couple gravitationnel.

À la nouvelle position d'équilibre, il y a égalité entre le moment du couple de torsion et le moment provoqué par la force d'attraction. Cette condition va permettre d'obtenir une relation qui sera utilisée pour la détermination de la valeur de G . Lors du changement de positions des grosses sphères, le fléau va passer d'un état d'équilibre à un autre. Il y aura rotation du fléau. La mesure de l'angle de rotation permettra de remonter au couple de torsion. Cependant ce couple fait intervenir les caractéristiques mécaniques du fil de suspension. Pour déterminer ces caractéristiques, il suffira de mesurer la période d'oscillation de la balance. Ainsi, la mesure de la période d'oscillation et la mesure de l'angle de rotation du fléau permettent d'obtenir la force d'attraction.

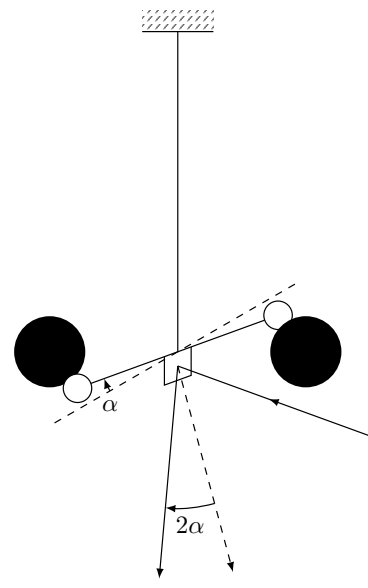


Figure 1