

Exemple de problème intégrateur – Charge électrique

Loïc Séguin-Charbonneau

203-NYB-05, Automne 2024

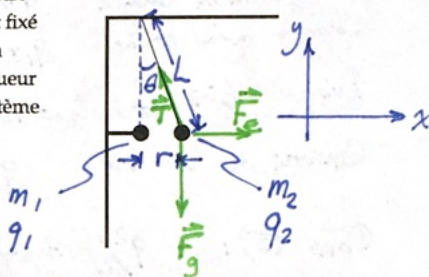
On considère deux balles métalliques identiques de 300 g. Une des balles est initialement neutre et l'autre porte une charge q . Les deux balles sont mises en contact, puis on en place une sur un support fixé au mur et l'autre suspendue à une corde attachée au plafond. On positionne les balles tel qu'illustré ci-contre. La corde a une longueur de 20 cm et forme un angle de 20° avec la verticale lorsque le système est à l'équilibre.

Quelle est la charge q ?

$$m = m_1 = m_2 = 300 \text{ g}$$

$$L = 20 \text{ cm}$$

$$\theta = 20^\circ$$



Plan

1. Équilibre statique donc force nette sur balle 2 est nulle.
2. Calcul de la force nette pour trouver la force électrique sur la balle 2.
3. Loi de Coulomb pour exprimer cette force en terme des charges et r (qu'on peut exprimer en terme de θ, L avec trigo).
4. Conservation de la charge + conducteurs identiques en contact pour trouver relation entre q_1, q_2 et q .

$$1. \quad \Sigma \vec{F} = \vec{0} \quad \text{en } x: \quad -T \sin \theta + F_e = 0 \quad (1)$$

$$\text{en } y: \quad T \cos \theta - mg = 0 \quad (2)$$

$$2. \quad \text{De (2):} \quad T = \frac{mg}{\cos \theta}$$

$$\text{Dans (1):} \quad F_e = \frac{mg}{\cos \theta} \sin \theta = mg \tan \theta \quad (3)$$

$$3. \quad F_e = \frac{kq_1 q_2}{r^2} = \frac{kq_1 q_2}{L^2 \sin^2 \theta} \quad (4)$$

En combinant (3) et (4): $mg \tan \theta = \frac{k|q_1 q_2|}{L^2 \sin^2 \theta}$

$$|q_1 q_2| = \frac{1}{k} mg L^2 \tan \theta \sin^2 \theta \quad (5)$$

4. Charge avant contact $q + 0$

Charge après contact $q_1 + q_2$

Puisque objets conducteurs identiques $q_1 = q_2$ donc $q_1 + q_2 = 2q_1$

Conserv. de la charge $q = 2q_1 \Rightarrow q_1 = q/2$

Dans (5): $q^2/4 = \frac{1}{k} mg L^2 \tan \theta \sin^2 \theta$

$$q = \pm 2L \sin \theta \sqrt{\frac{mg \tan \theta}{k}}$$

$$q = \pm 1,4935 \mu\text{C}$$

$$m \cdot \sqrt{\frac{\text{kg} \cdot \text{m/s}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2}} = m \cdot \sqrt{\frac{\text{C}^2}{\text{m}^2}} = \text{C} \quad \checkmark$$