

Conservation de la quantité de mouvement

Buts de l'expérience

Vérifiez la conservation de la quantité de mouvement totale d'un système de deux corps qui entrent en collision presque élastique et déterminez la perte d'énergie cinétique totale.

Matériel à disposition

Une plaque de verre horizontale, avec support muni d'un bras courbé pour le guidage des fils de connexion ; deux mobiles cylindriques, à base métallique, muni chacun :

- d'un dispositif lui permettant de se déplacer sur coussin d'air ;
- d'une électrode située au centre de sa base et produisant des étincelles.

Générateur de tension continue ; générateur de tension alternative de fréquence variable ; rouleau de papier conducteur thermosensible ; fils de connexion et électrode ; balance.

Éléments de théorie

Nous allons étudier la collision presque élastique de deux cylindres de masses m_1 et m_2 , où m_2 est initialement immobile, dans chaque situation suivante :

1°) $m_2 = m_1$; 2°) $m_2 > m_1$; 3°) $m_2 < m_1$.

La conservation de la quantité de mouvement totale peut s'écrire :

$$(1) \quad \vec{v}_1 = \vec{v}'_1 + k \cdot \vec{v}'_2 \quad \text{avec} \quad k = \frac{m_2}{m_1}.$$

Ici : 1°) $k = 1$; 2°) $k > 1$; 3°) $k < 1$.

Comme chaque vitesse avant et après le choc est constante et peut être mesurée grâce à la longueur de la trace ℓ laissée par le cylindre sur la feuille de papier pendant la même durée t , on peut écrire (1)

$$\text{comme suit : } \frac{\vec{\ell}_1}{t} = \frac{\vec{\ell}'_1}{t} + k \cdot \frac{\vec{\ell}'_2}{t} \quad (\text{voir la figure de la page suivante})$$

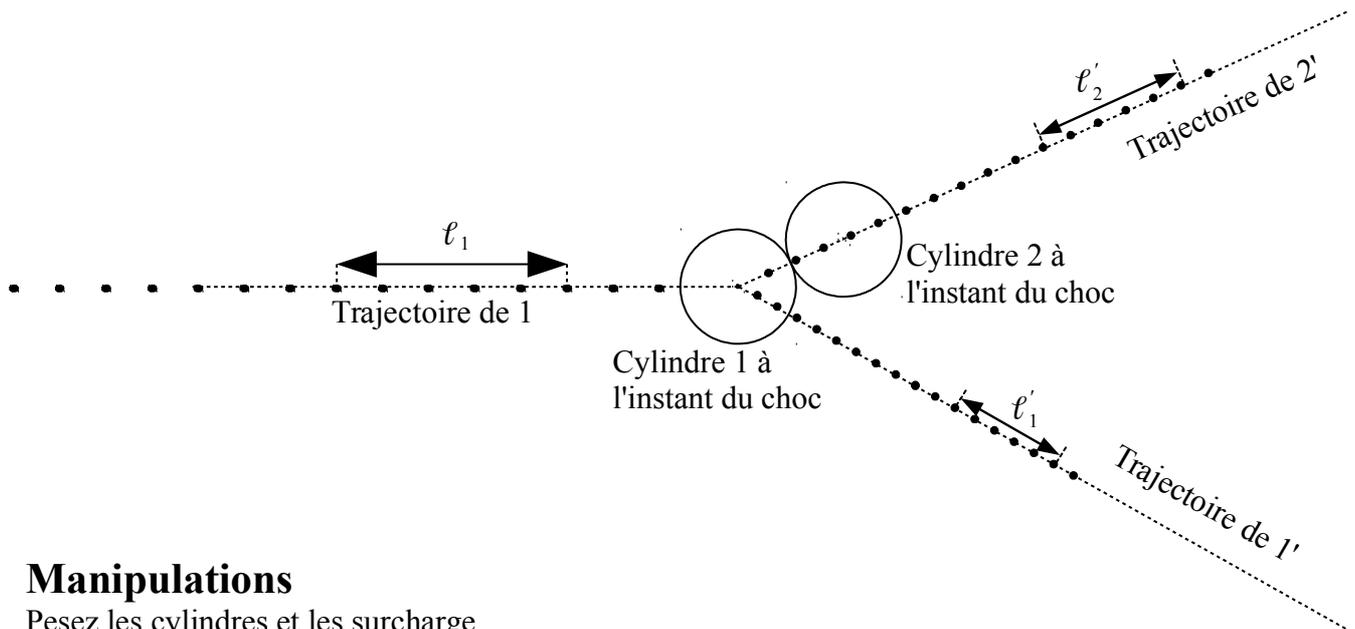
La durée t est choisie pour un même nombre N d'intervalles de temps Δt que l'on peut relever sur la trace laissée par l'électrode centrale du cylindre mobile. L'intervalle Δt est égal à l'inverse de la fréquence constante de la tension alternative appliquée à l'électrode qui est d'environ 20 [Hz]. Ainsi la vérification de la conservation de la quantité de mouvement se réduit à comparer les vecteurs $\vec{\ell}_1$ et

$$\vec{\ell}'_1 + k \cdot \vec{\ell}'_2. \quad \text{Quant à la perte relative d'énergie cinétique totale, elle s'écrit : } Perte = \frac{\ell_1'^2 + k \cdot \ell_2'^2}{\ell_1^2} - 1.$$

Justifiez pourquoi.

suite au verso...

Dans la figure ci-dessous, $k < 1$ et $N = 5$:



Manipulations

Pesez les cylindres et les surcharge.

Avant d'enclencher le traceur des cylindres, faites quelques essais de chocs. Placez une feuille de papier avec précaution sur la plaque de verre. Posez l'électrode connectée sur cette feuille. Le circuit électrique, pour l'établissement du coussin d'air et la production d'étincelles, est prêt à fonctionner. Les cylindres étant convenablement placés au départ pour un choc *non frontal*, actionnez les deux interrupteurs des cylindres et lancez le premier sur le deuxième initialement immobile. Après la collision, coupez le circuit à l'aide de l'interrupteur du générateur de tension continue.

Procédez ainsi pour trois collisions sur une feuille, pour : 1°) $k = 1$; 2°) $k \approx \frac{3}{2}$; 3°) $k \approx \frac{2}{3}$.

Présentation des résultats

a) Vérifiez la conservation de la quantité de mouvement dans chaque cas.

Calculez : $\frac{\|\vec{V}_1 - (\vec{V}'_1 + k \cdot \vec{V}'_2)\|}{\|\vec{V}_1\|}$, qui caractérise la perte relative de la quantité de mouvement.

b) Calculez la perte relative d'énergie cinétique totale dans chaque cas.

c) Mesurez l'angle entre les vitesses finales pour $k = 1$. Qu'en concluez-vous ?