
OBJECTIF
Étude de collisions unidimensionnelles sur le banc à coussin d'air
RESUME

La conservation d'impulsion résultant de la collision de deux corps constitue une conséquence importante du troisième axiome de Newton. On peut la vérifier par ex. en étudiant les collisions unidimensionnelles de deux patins sur un banc à coussin d'air. On parle de collisions élastiques lorsque toute l'énergie cinétique est conservée, et de collisions inélastiques lorsque seule l'énergie cinétique du centre de gravité commun est conservée.

Dans l'expérience, les différentes vitesses des patins sont déterminées à partir des durées d'interruption à hauteur d'une barrière lumineuse, qui permettent alors de calculer les impulsions.

EXERCICES

- Étudier la collision élastique et inélastique de deux patins sur le banc à coussin d'air.
- Démontrer la conservation d'impulsion en cas de collision élastique et inélastique et observer les impulsions individuelles en cas de collision élastique.
- Étudier les bilans énergétiques en cas de collision élastique et inélastique.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Banc à coussin d'air	1019299
1	Soufflerie (230 V, 50/60 Hz)	1000606 ou
	Soufflerie (115 V, 50/60 Hz)	1000605
1	Compteur numérique à interface (230 V, 50/60 Hz)	1003123 ou
	Compteur numérique à interface (115 V, 50/60 Hz)	1003122
2	Barrière photoélectrique	1000563
2	Socle de serrage, 1000 g	1002834
2	Noix universelle	1002830
2	Tige statif, 470 mm	1002934
Équipements complémentaires recommandés		
1	Balance pour laboratoires 610	1003419

GENERALITES

La conservation d'impulsion résultant de la collision de deux corps constitue une conséquence importante du troisième axiome de Newton. On peut la vérifier par ex. en étudiant les collisions unidimensionnelles de deux patins sur un banc à coussin d'air.

Dans le référentiel du centre de gravité commun, l'impulsion totale des deux patins des masses m_1 et m_2 est nulle avant et après la collision.

$$(1) \quad \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 = 0$$

\vec{p}_1, \vec{p}_2 : impulsions individuelles avant la collision, \vec{p}'_1, \vec{p}'_2 : impulsions individuelles après la collision.

Selon le type de collision, l'énergie cinétique des deux patins dans ce référentiel

$$(2) \quad \vec{E} = \frac{\vec{p}_1^2}{2m_1} + \frac{\vec{p}_2^2}{2m_2}$$

peut être transformée partiellement ou complètement en d'autres formes d'énergie. On parle de collision élastique lorsque l'énergie cinétique dans le système barycentrique est conservée dans son intégralité, et de collision inélastique lorsqu'elle est transformée complètement.

Vous trouverez les informations techniques sur les appareils sur «3bscientific.com»

1

Dans le référentiel du banc, la conservation d'impulsion est

$$(3) \quad p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2 = p = \text{const.}$$

p_1, p_2 : impulsions individuelles avant la collision,
 p'_1, p'_2 : impulsions individuelles après la collision.

En conséquence de la conservation d'impulsion, la vitesse

$$(4) \quad v_c = \frac{p}{m_1 + m_2}$$

et l'énergie cinétique

$$(5) \quad E_c = \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot v_c^2$$

du centre de gravité sont conservées. Ceci s'applique tant aux collisions élastiques qu'inélastiques.

Dans l'expérience, le second patin est au repos avant la collision. C'est pourquoi la conservation d'impulsion (équation 3) est la suivante :

$$(6) \quad p = m_1 \cdot v_1 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

v'_1 et v'_2 prenant différentes valeurs après une collision élastique, mais coïncidant après une collision inélastique. En cas de collision élastique, un coulisseau plat du premier patin entre en collision avec un ruban en caoutchouc tendu du second patin ; en cas de collision inélastique, un coulisseau long et pointu s'accroche dans de la pâte à modeler. Pour varier la masse, on peut ajouter des masses supplémentaires.

Après une collision élastique :

$$(7) \quad p'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot p, \quad p'_2 = \frac{2 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \cdot p$$

et

$$(8) \quad E = \frac{m_1}{2} \cdot v_1^2 = \frac{m_1}{2} \cdot v_1'^2 + \frac{m_2}{2} \cdot v_2'^2$$

En cas de collision inélastique, seule est conservée l'énergie cinétique du centre de gravité. À partir de (4), (5) et (6), on calcule

$$(9) \quad E_c = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1}{2} \cdot v_1^2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot E$$

EVALUATION

Les intervalles de temps Δt enregistrés dans le compteur numérique doivent être affectés aux différentes étapes du déroulement expérimental. Pour la vitesse des patins, on a

$$v = \frac{25 \text{ mm}}{\Delta t}$$

En l'absence de balance, on suppose un patin d'une masse de 204 g, toutes les masses supplémentaires représentent en tout 200 g. Si l'on étudie de plus près le bilan énergétique et des impulsions, il faut tenir compte également des pertes dues aux frottements. Sur les impulsions déterminées, elles représentent $\approx 5\%$ et pour les valeurs énergétiques 10 % (Fig. 1 à 5).

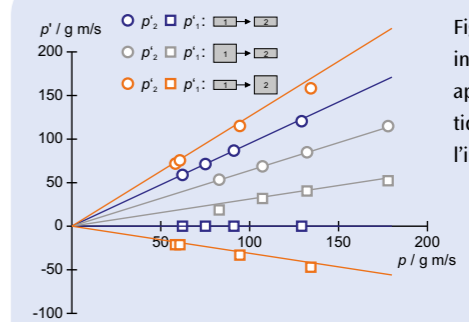


Fig. 1 : Impulsions individuelles des corps après la collision élastique en fonction de l'impulsion initiale.

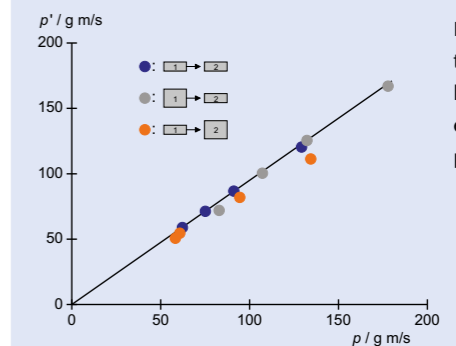


Fig. 2 : Impulsion totale des corps après la collision élastique en fonction de l'impulsion initiale.

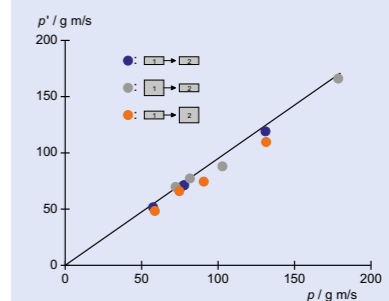


Fig. 3 : Impulsion totale des corps après la collision inélastique en fonction de l'impulsion initiale.

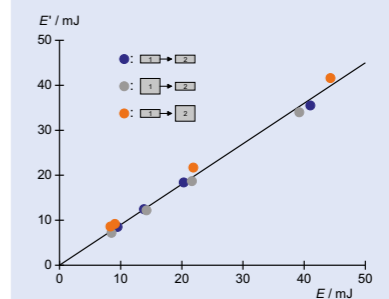


Fig. 4 : Énergie totale des corps après la collision élastique en fonction de l'énergie initiale.

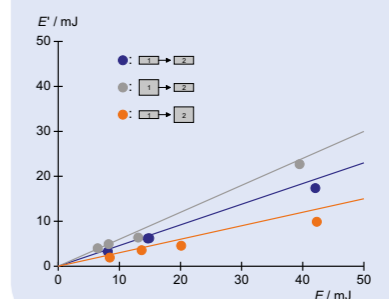


Fig. 5 : Énergie totale des corps après la collision inélastique en fonction de l'énergie initiale.