

Choc élastique

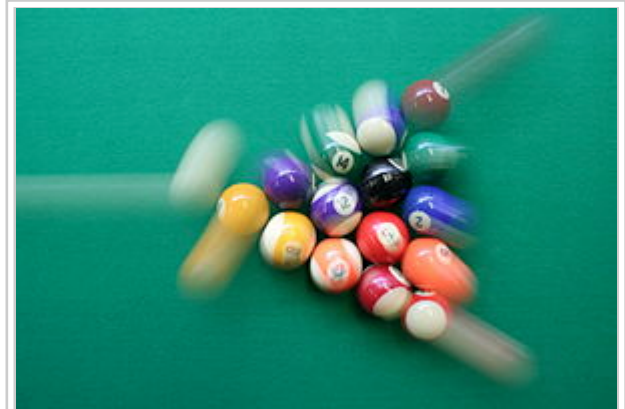
Un **choc élastique** est un choc entre deux corps¹ qui produit un rebond entièrement régi par l'élasticité des zones d'impact. Cela signifie que les corps reprennent leur forme initiale, sans déformation permanente comme dans un écrasement.

Il se modélise en mécanique du solide par une **collision élastique**, c'est-à-dire sans dissipation². Le système composé des corps qui se heurtent conserve :

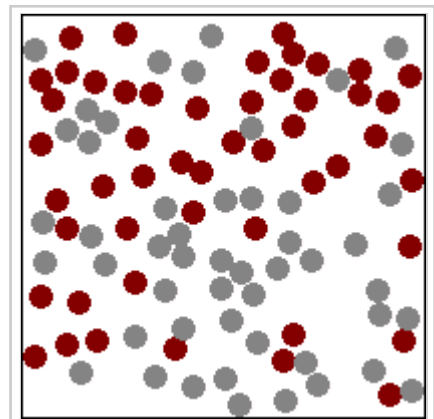
- son énergie cinétique, du fait de l'absence de dissipation,
- sa quantité de mouvement, comme tout système isolé.

La vitesse relative entre les objets est la même (de sens opposé) avant et après la collision³. Autrement dit, le coefficient de restitution (rapport des vitesses relatives) est égal à 1. On parle parfois aussi de *choc dur* (par opposition à un choc mou).

La collision élastique s'oppose à la collision inélastique pour laquelle l'énergie cinétique n'est pas conservée (les corps qui se heurtent peuvent, par exemple, absorber de l'énergie par déformation plastique).



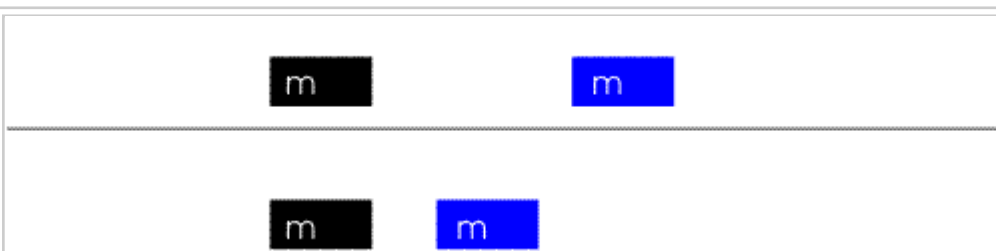
Dans une partie de billard, les collisions sont pratiquement élastiques.



Collisions élastiques dans un gaz.



Collision élastique de masses égales dont une au repos.



Collision élastique de masses égales dans un repère quelconque.

Sommaire

- 1 Formulation pour deux corps
- 2 Exemples de résolution
 - 2.1 Choc direct de deux points
 - 2.2 Résolution sous forme vectorielle dans le cas de masses ponctuelles
 - 2.3 Choc de 2 boules de même masse
- 3 Choc élastique en relativité restreinte
- 4 Notes
- 5 Voir aussi

Formulation pour deux corps

Si on considère le choc de deux corps 1 et 2 et :

- \vec{p}_1 la quantité de mouvement avant choc et \vec{p}_1' celle après choc du corps 1
- \vec{p}_2 la quantité de mouvement avant choc et \vec{p}_2' celle après choc du corps 2
- m_1 la masse du corps 1 (supposée constante)
- m_2 la masse du corps 2 (supposée constante)
- \vec{v}_1 la vitesse avant choc \vec{v}_1' celle après choc du corps 1
- \vec{v}_2 la vitesse avant choc \vec{v}_2' celle après choc du corps 2

Le théorème de conservation de la quantité de mouvement donne :

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$$

La conservation de l'énergie cinétique totale donne :

$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2$$

Étant donné que $\vec{p} = m\vec{v}$, on obtient le système suivant pour un choc parfaitement élastique :

$$(1) \begin{cases} \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2' \\ \frac{p_1^2}{m_1} + \frac{p_2^2}{m_2} = \frac{p_1'^2}{m_1} + \frac{p_2'^2}{m_2} \end{cases}$$

Exemples de résolution

Choc direct de deux points

Si une collision est dite directe, les vecteurs vitesse des points avant et après collision sont portés sur un même axe. En projetant dessus, le système (1) peut donc se simplifier sous la forme :

$$\begin{cases} m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \\ m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2 \end{cases}$$

La résolution de ce système donne les vitesses après choc en fonction des masses et vitesses initiales :

$$\begin{cases} v'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} v_2 \\ v'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} v_2 \end{cases}$$

Résolution sous forme vectorielle dans le cas de masses ponctuelles

Si \vec{v}_i et \vec{v}'_i , $i = 1; 2$, sont les vitesses des corps respectivement avant et après le choc, et

$\vec{V}_I = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}{m_1 + m_2}$ est la vitesse du centre d'inertie (inchangée avant et après le choc), alors

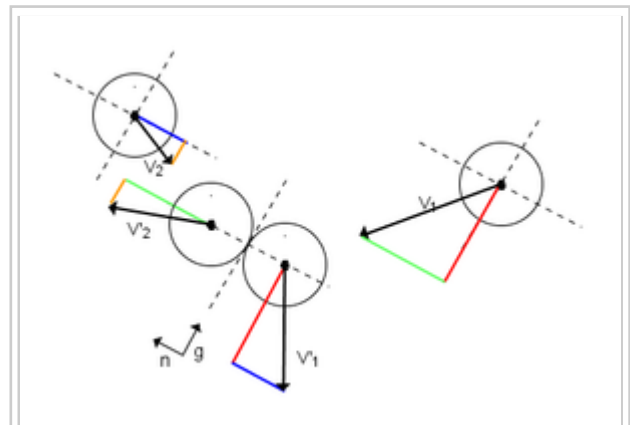
$\vec{v}'_i = -\vec{v}_i + 2\vec{V}_I$, pour $i = 1; 2$.

Choc de 2 boules de même masse

Lorsque les 2 boules ont la même masse, elles échangent simplement leurs quantités de mouvement normales par rapport au « plan de collision » (bleu et vert) et conservent leurs vitesses tangentielles (orange et rouge).

Le point de contact est facilement déterminé en résolvant l'équation du second degré d'inconnue t suivante:

$$[(\vec{op}_1 + \vec{v}_1 t) - (\vec{op}_2 + \vec{v}_2 t)]^2 = 4r^2$$



Choc de 2 boules de même masse

$$(\vec{v}_1 - \vec{v}_2)^2 t^2 + 2\vec{p}_2 \vec{p}_1 \cdot (\vec{v}_1 - \vec{v}_2) t + \vec{p}_2 \vec{p}_1^2 - 4r^2 = 0$$

ou \vec{p}_n est la position de la boule n , \vec{v}_n sa vitesse, r le rayon, et t la date de la collision. Il y a collision si l'équation ci-dessus admet au moins une racine positive. Le code suivant montre comment calculer les vecteurs vitesses après la collision.

```
// Calcul de la collision entre 2 boules
// de même masse et de rayon r en 2D (ex: boules de billard)
// Les boules sont positionnées au point de contact
// (m.x,m.y) = centre de la boule m (repère de l'image)
// (m.vx,m.vy) = vitesse de la boule m avant le choc (repère de l'image)

// Calcul de la base orthonormée (n,g)
// n est perpendiculaire au plan de collision, g est tangent
double nx = (m2.x - m1.x)/(2*r);
double ny = (m2.y - m1.y)/(2*r);
double gx = -ny;
double gy = nx;

// Calcul des vitesses dans cette base
double v1n = nx*m1.vx + ny*m1.vy;
double v1g = gx*m1.vx + gy*m1.vy;
double v2n = nx*m2.vx + ny*m2.vy;
double v2g = gx*m2.vx + gy*m2.vy;
```

```
// Permute les coordonnées n et conserve la vitesse tangentielle
// Exécute la transformation inverse (base orthonormée => matrice transposée)
m1.vx = nx*v2n + gx*v1g;
m1.vy = ny*v2n + gy*v1g;
m2.vx = nx*v1n + gx*v2g;
m2.vy = ny*v1n + gy*v2g;
```

Choc élastique en relativité restreinte

Le problème du choc élastique en mécanique relativiste est traité dans l'article sur la relativité restreinte.

Article détaillé : Collision élastique relativiste.

Notes

- indifféremment deux mobiles ou un mobile sur un obstacle rigide.
- Il s'agit d'une idéalisation car rien ne se produit sans dissipation ; mais la collision élastique reste très proche de ce qui peut s'observer avec, par exemple, des billes d'acier.
- dans le cas du rebond d'un mobile sur un obstacle rigide, la vitesse de rebond est l'opposée de la vitesse d'impact.

Voir aussi

- Choc élastique en relativité restreinte
- Coefficient de restitution
- Mécanique
- Choc mécanique
- Collision inélastique

Ce document provient de « http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Choc_élastique&oldid=82163364 ».

Dernière modification de cette page le 21 août 2012 à 18:41.

Droit d'auteur : les textes sont disponibles sous licence Creative Commons paternité partage à l'identique ; d'autres conditions peuvent s'appliquer. Voyez les conditions d'utilisation pour plus de détails, ainsi que les crédits graphiques. En cas de réutilisation des textes de cette page, voyez comment citer les auteurs et mentionner la licence.

Wikipedia® est une marque déposée de la Wikimedia Foundation, Inc., organisation de bienfaisance régie par le paragraphe 501(c)(3) du code fiscal des États-Unis.