

**Série 8 : chocs**

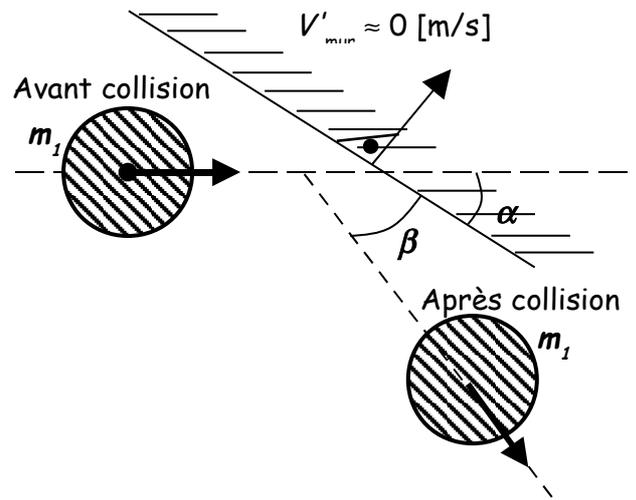
1. Un cylindre de masse  $m_1$ , glisse à vitesse constante  $\vec{V}_1$ , sans frottement sur une table horizontale. Il entre en collision frontale avec un cylindre de masse  $m_2$ , qui est à l'arrêt. Après la collision, les deux cylindres glissent sans frottement sur la table à des vitesses  $\vec{V}_1'$  et  $\vec{V}_2'$ .

1.1 En supposant que le choc est élastique, déterminez ces deux vitesses :  $\vec{V}_1'$  et  $\vec{V}_2'$ .

1.2 Etudiez les cas limites suivants :

- a)  $m_1 \ll m_2$  ;    b)  $m_1 = m_2$  ;    c)  $m_1 \gg m_2$ .

2. Une balle de masse  $m_1$  avance à vitesse constante  $\vec{V}_1$  et entre en collision sans frottement avec un mur de masse  $m_{mur}$  beaucoup plus grande que celle de la balle. Le mur est à l'arrêt avant la collision. L'angle entre le mur et la direction de la balle est  $\alpha$ .



2.1 Montrez que la loi de conservation de la quantité de mouvement implique que le mur reste pratiquement à l'arrêt après la collision. Son énergie cinétique sera négligeable, mais pas sa quantité de mouvement !

2.2 Notons  $e^2$  le rapport de l'énergie cinétique de la balle après collision sur son énergie cinétique avant collision.

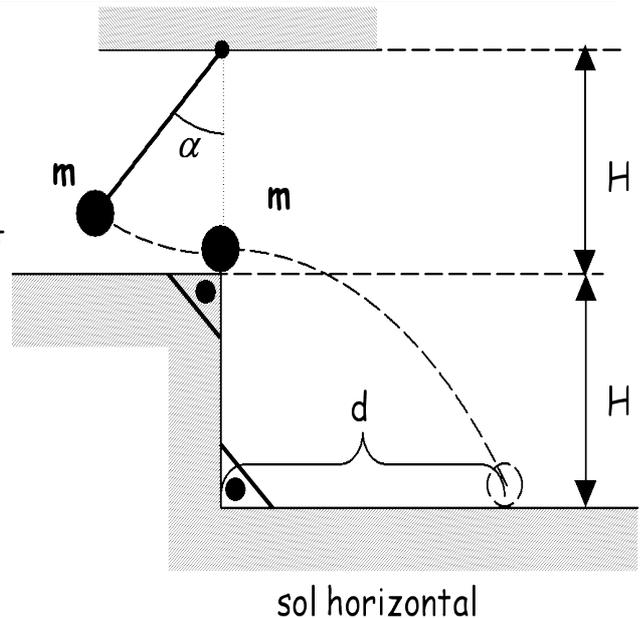
Quel est l'angle  $\beta$  entre le mur et la direction de la balle après le choc, en fonction de l'angle  $\alpha$  et de  $e$  ?

Quelles sont les valeurs minimales et maximales possibles pour  $\beta$  ? Et pour  $e$  ?

3. Considérons un pendule simple de masse  $m$  (de fil rigide et sans masse) et une petite boule initialement immobile de masse identique  $m$ .

Le pendule est lâché sous un angle  $\alpha$  par rapport à la verticale. Le choc est élastique et central. On néglige tout frottement.

Sous quel angle  $\alpha$  doit-on lâcher le pendule pour que la deuxième boule, après le choc, atteigne la distance  $d$  ?

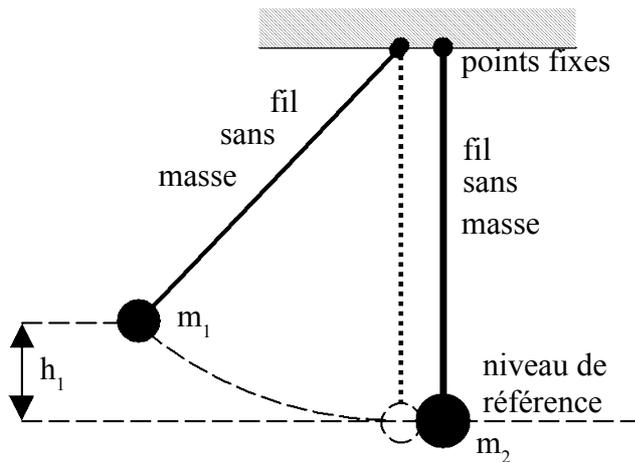


Discutez les trois cas suivants:

- A)  $d < 2H$
- B)  $d = 2H$
- C)  $d > 2H$

## Série 8 : chocs

4. Une boule de masse  $m_1$  est libérée à une hauteur  $h_1$  au-dessus du centre d'une seconde boule  $m_2$ . La seconde boule est initialement au repos et le choc est central.



- A) Dans le cas où le choc est **élastique**, calculez la vitesse de  $m_1$  juste après le choc, la hauteur  $h_1'$ , au-dessus de la ligne des centres à laquelle la première boule remonte après le choc, ainsi que la hauteur  $h_2'$  à laquelle la seconde boule remonte.
- B) On considère maintenant un choc mou. Les conditions initiales sont les mêmes. Calculez la hauteur  $h'$  atteinte par les deux boules accolées après le choc.

5. Un problème de non conservation d'énergie ???

**Problème :**

Une voiture de 2'000 kg accélère sur une route horizontale de 0 [m/s] à 20 [m/s] en 10 secondes. Sachant que le pouvoir énergétique de l'essence est de  $40 \cdot 10^6$  [J/kg], et que le rendement de conversion d'essence en énergie mécanique est de 25%, calculez la quantité d'essence qui a été nécessaire.

Résolution :

Energie mécanique au départ = 0 Joules

$$\text{Energie mécanique à l'arrivée} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = 1000 \cdot 20^2 = 4 \cdot 10^5 \text{ [J]}$$

Donc la quantité d'essence qui a été nécessaire est de  $\underbrace{4}_{= 1/25\%} \cdot \frac{4 \cdot 10^5}{40 \cdot 10^6} = 0,04 \text{ [kg]} = \underline{\underline{40 \text{ [g]}}}$

Mais ...

Où est l'erreur dans le raisonnement suivant :

Je me place dans un référentiel qui va à  $v_0 = 1$  [m/s] dans la même direction et le même sens que la voiture.

Donc :

$$\text{Energie mécanique au départ} = \frac{1}{2} m \cdot v_0^2 = 1000 \cdot 1^2 = 10^3 \text{ [J]}$$

$$\text{Energie mécanique à l'arrivée} = \frac{1}{2} m \cdot (v - v_0)^2 = 1000 \cdot 19^2 = 3,61 \cdot 10^5 \text{ [J]}$$

Donc la quantité d'essence qui a été nécessaire est de  $4 \cdot \frac{3,61 \cdot 10^5 - 0,01 \cdot 10^5}{40 \cdot 10^6} = 0,036 \text{ [kg]} = \underline{\underline{36 \text{ [g]}}}$

Conséquence, en choisissant un autre référentiel, on trouve une autre consommation d'essence.

Comment est-ce possible que la consommation dépende du choix du référentiel ?

Y a-t-il une erreur ? Où est-elle ?

Très peu de personnes savent répondre à ces questions !