

Chapitre 8 – Principe d'inertie et quantité de mouvement

Corrigés des parcours en autonomie

Préparer l'évaluation – 13 – 19 – 21

13 Tir sportif

Exercice résolu.

19 Saut en parachute

a. Le mouvement est rectiligne uniforme si le vecteur vitesse est un vecteur constant : $\vec{v} = \text{cte}$

Le mouvement est étudié dans le référentiel terrestre considéré galiléen.

b. Les actions mécaniques qui s'exercent sur le système constitué par le parachutiste et son parachute sont : l'action exercée par l'air et l'action exercée par la Terre.

c. D'après le principe d'inertie, le mouvement étant rectiligne uniforme, le système est isolé: $\vec{F} + \vec{P} = \vec{0}$ soit $\vec{F} = -\vec{P}$

Le poids \vec{P} est une force verticale dirigée vers le bas, de valeur $P = mg$;

$$P = 90 \times 9,8 = 8,8 \times 10^2 \text{ N}$$

La force \vec{F} est une force verticale dirigée vers le haut, de valeur $F = P$; $F = 8,8 \times 10^2 \text{ N}$.

d. La distance parcourue est $d = 400 \text{ m}$ et la durée est $\Delta t = 1 \text{ min } 30 \text{ s} = 90 \text{ s}$.

La vitesse du parachutiste est $v = \frac{d}{\Delta t}$.

$$v = \frac{400}{90} = 4,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

21 Accrochage de wagon

a. On note \vec{p}_{avant} la quantité de mouvement du système avant l'accrochage et $\vec{p}_{\text{après}}$, la quantité de mouvement du système après l'accrochage. Le système constitué par le wagon et la motrice est supposé isolé :

$$\vec{p}_{\text{avant}} = \vec{p}_{\text{après}}$$

$$p_{\text{avant}} = p_{\text{après}} = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$p_{\text{avant}} = 100 \times 10^3 \times \frac{4,0}{3,6} = 1,1 \times 10^5 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

b. Après l'accrochage, la vitesse du convoi étant noté v' : $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v'$

d'où $v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}$ avec $v_2 = 0$.

$$\text{A.N. : } v' = \frac{100 \times 10^3 \times 4,0}{(100 \times 10^3 + 20 \times 10^3)} = 3,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}.$$

c. Cas 2 : $v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$ avec $v_2 = 2,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. A.N. : $v' = 3,7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Cas 3 : le wagon se déplace en sens inverse de la motrice, la coordonnée de sa quantité de mouvement sur un axe orienté dans le sens du mouvement de la motrice sera $-m_2 v_2$. Ainsi :

$$v' = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2} \text{ avec } v_2 = 2,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}. \text{ A.N. : } v' = 3,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$$

Approfondir — **24** — **25** — **26**

24 Apprendre à chercher

Dans un référentiel galiléen, le vecteur quantité de mouvement d'un système isolé est un vecteur constant.

Étudions le système constitué par le neutron et le noyau d'hélium.

Avant le choc, la quantité de mouvement est celle du neutron de masse m_n animé de la vitesse \vec{v} :

$$\vec{p}_{\text{avant}} = m_n \vec{v}$$

Après le choc, la quantité de mouvement est celle du noyau d'hélium de masse m_{He} animé de la vitesse \vec{v}_1 et celle du neutron de masse m_n animé de la vitesse \vec{v}_2 .

$$\vec{p}_{\text{après}} = m_{\text{He}} \vec{v}_1 + m_n \vec{v}_2$$

Le système constitué par le neutron et le noyau d'hélium étant supposé isolé et le référentiel d'étude étant supposé galiléen, la quantité de mouvement de ce système se conserve :

$$\vec{p}_{\text{avant}} = \vec{p}_{\text{après}} ; \text{ ce qui donne : } m_n \vec{v} = m_{\text{He}} \vec{v}_1 + m_n \vec{v}_2$$

Les vitesses étant colinéaires, la relation vectorielle projetée selon la direction de la trajectoire des particules est :

$$m_n v = m_{\text{He}} v_1 - m_n v_2$$

On en déduit le rapport des masses :

$$\frac{m_{\text{He}}}{m_n} = \frac{v + v_2}{v_1}$$

L'application numérique donne :

$$\frac{m_{\text{He}}}{m_n} = \frac{1,0 \times 10^6 + 6,0 \times 10^5}{4,0 \times 10^5} = 4$$

Soit $m_{\text{He}} = 4m_n$.

25 Bateau pop pop

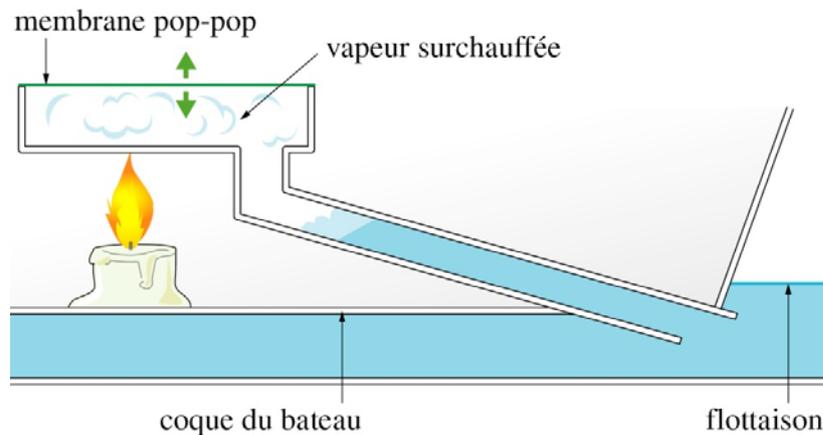
a. Le moteur pop-pop est formé d'un petit réservoir situé dans le bateau et relié à deux fines tubulaires qui aboutissent sous le niveau de l'eau, à l'arrière du bateau.

Le réservoir et les tubulures sont remplis d'eau avant le démarrage.

Une bougie allumée est placée sous le réservoir. L'eau qu'il contient chauffe, se vaporise provoquant une déformation de la membrane souple qui ferme le réservoir

à sa partie supérieure. On entend alors un bruit : « pop ». Simultanément, de l'eau est éjectée par les tubulures et le bateau avance. La pression ayant diminué dans le réservoir, la membrane se déforme dans l'autre sens, de l'eau rentre dans le réservoir et le cycle recommence.

Le bateau avance en faisant « pop-pop » tant que la bougie brûle.



b. Au démarrage du bateau, la conservation de la quantité de mouvement s'écrit :

$$\vec{p}_{\text{eau éjectée}} + \vec{p}_{\text{bateau}} = \vec{0} \text{ soit } \vec{p}_{\text{bateau}} = -\vec{p}_{\text{eau éjectée}}$$

Les vecteurs quantités de mouvement sont opposés, il y a propulsion par réaction.

26 Détecteur d'impureté

a. La quantité de mouvement du système constitué par les deux protons s'écrit :

$$\vec{p}_{\text{avant}} = m \vec{v}_1, \text{ avant la collision}$$

$$\vec{p}_{\text{après}} = m \vec{v}_1' + m \vec{v}_2', \text{ après la collision}$$

Le système étant supposé isolé et le référentiel d'étude étant galiléen, la quantité de mouvement de ce système se conserve :

$$\vec{p}_{\text{avant}} = \vec{p}_{\text{après}} \text{ soit } m \vec{v}_1 = m \vec{v}_1' + m \vec{v}_2' \text{ et en simplifiant par } m :$$

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_1' + \vec{v}_2' \text{ (relation 1)}$$

b. La conservation de l'énergie cinétique donne :

$$\frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m v_1'^2 + \frac{1}{2} m v_2'^2$$

soit après simplification :

$$v_1^2 = v_1'^2 + v_2'^2 \text{ (relation 2)}$$

c. La relation 1 élevée au carré devient :

$$(\vec{v}_1)^2 = (\vec{v}_1' + \vec{v}_2')^2$$

$$v_1^2 = v_1'^2 + v_2'^2 + 2 \vec{v}_1' \cdot \vec{v}_2' \text{ (relation 3)}$$

En utilisant la relation 2, on obtient :

$$0 = \vec{v}_1' \cdot \vec{v}_2'$$

Le produit scalaire des deux vecteurs étant nul, l'angle entre les deux vecteurs est un angle droit :

$$\theta + \psi = 90^\circ ; \text{ avec } \theta = 30^\circ, \psi = 60^\circ$$

d. En présence d'une impureté, la collision ne se produit pas avec un angle de 90° entre les deux directions. Dans ce cas, les détecteurs placés à 90° l'un de l'autre ne détectent pas simultanément un signal.