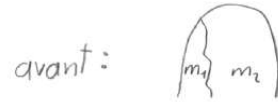


Exercices supplémentaires M2 : Quantité de mouvement

1) petites questions

- a) Une roche immobile éclate en deux fragments dont l'un est trois fois plus lourd que l'autre. Que pouvez-vous dire de leurs vitesses?



$\vec{p}_{initial} = \vec{0}$
On peut dire que:

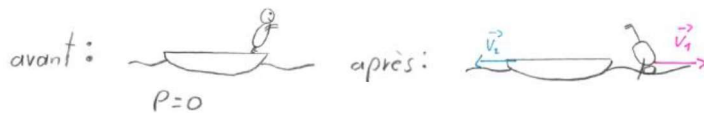
$$m_2 = 3m_1$$

- $\vec{p}_1 = -\vec{p}_2$, les 2 vitesses sont colinéaires et de sens opposé.

- en norme: $m_1|v_1| = m_2|v_2|$

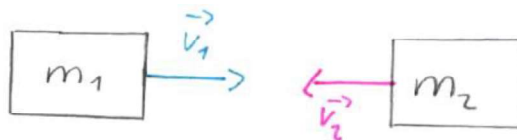
$$|v_1| = \frac{m_2}{m_1}|v_2| = \frac{3m_1}{m_1}|v_2| = 3|v_2|$$

- b) Nous sommes en été. Il fait 30° et vous vous trouvez sur une barque au milieu d'un lac. Pour vous rafraîchir, vous plongez de la barque dans l'eau bien fraîche. Que se passe-t-il?



La barque recule $m_1 \cdot v_{1x} + m_2 \cdot v_{2x} = 0$ $v_{1x} > 0$ et $v_{2x} < 0$

- c) La quantité de mouvement d'un système constitué par deux solides peut-elle être nulle s'ils sont en mouvement ?



oui si les vitesses ont même direction et sens opposés et si $m_1|v_1| = m_2|v_2|$

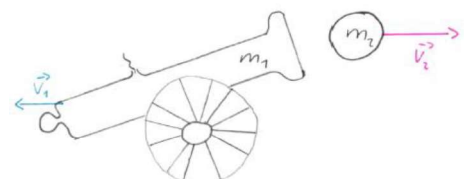
- d) Expliquer pourquoi une baudruche (« Luftballon ») s'envole lorsque l'air s'en échappe.

Le ballon s'envole vers le haut si l'air s'échappe vers le bas



- e) Lors du lancement d'un projectile avec un canon médiéval, il faut éviter de se placer derrière le canon. Expliquer pourquoi !

Le canon recule quand le projectile est tiré.



2) Comparez les valeurs des quantités mouvement :

a) d'une balle de fusil de masse 20 g et de vitesse 500 m/s,

b) d'une boule de pétanque de masse 1 kg et de vitesse 10 m/s.

D'après vous, la quantité de mouvement suffit-elle à décrire complètement le comportement des corps mobiles ? Calculer l'énergie cinétique.

a) qte. de mouvement

$$p_{\text{balle}} = m_1 \cdot v_1 = 0,020 \cdot 500 = 10 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

$$p_{\text{boule}} = m_2 \cdot v_2 = 1 \cdot 10 = 10 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

b) Énergie cinétique :

$$E_{\text{balle}} = \frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 = 2500 \text{ J}$$

$$E_{\text{boule}} = \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2 = 50 \text{ J}$$

3) Vous glissez sur un étang gelé et on suppose qu'il n'y a aucun frottement. Votre vitesse est de 9 m/s. Soit $m_1 = 90 \text{ kg}$ votre masse.

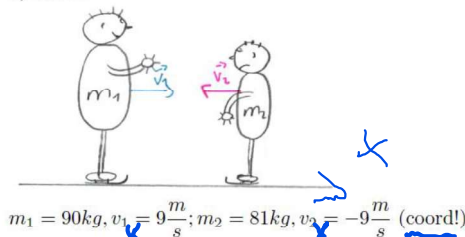
a) Quelle est la nature de votre mouvement ?

b) Un(e) camarade, de masse $m_2 = 81 \text{ kg} = 0,9 \cdot m_1$, vient vers vous, à la même vitesse et sur la même trajectoire en sens inverse. Vous vous repoussez avec les mains et après le contact, vous vous retrouvez immobile au milieu de l'étang. Quelle est la vitesse de votre camarade, repart(i) en suivant la même trajectoire ?

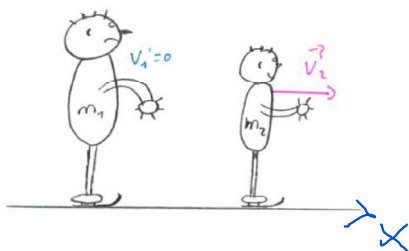
c) Comment ferez-vous pour regagner le bord de l'étang ?

a) Il s'agit d'un MRU.

b) avant:



après:



Sans frottement il s'agit d'une interaction dans un système isolé.

$$m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} = m_1 \cdot 0 + m_2 \cdot v_{2x}'$$

$$\Leftrightarrow v_{2x}' = \frac{m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x}}{m_2}$$

$$\Leftrightarrow v_{2x}' = \frac{90 \cdot 9 + 81(-9)}{81}$$

$$\Leftrightarrow v_{2x}' = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

c) Jeter un objet vers l'avant pour reculer.

(notation v_x est préférable)

Quantité de mouvement et de vitesse du centre de masse.

$$m_1 = 10 \text{ kg}, v_1 = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$m_2 = 20 \text{ kg}, v_2 = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (coord.)}$$

$$P_{\text{total}} = m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_G$$

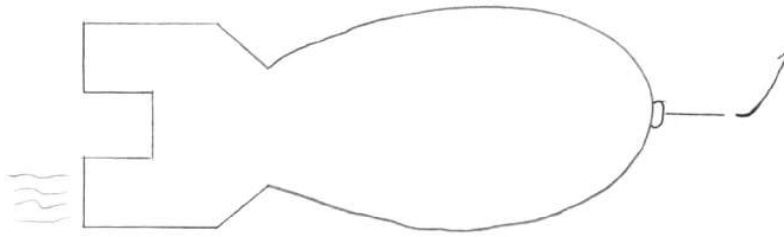
$$= 10 \cdot 3 + 20(-2)$$

$$= 30 \cdot v_G$$

$$\Rightarrow v_G = \frac{-10}{30} = -0,33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4) Deux corps, de masses $m_1 = 10 \text{ kg}$ et $m_2 = 20 \text{ kg}$, se dirigent l'un vers l'autre avec des vitesses valant respectivement, en valeur absolue, $v_1 = 3 \text{ m/s}$ et $v_2 = 1 \text{ m/s}$. Quelle est la vitesse du centre de masse de ce système ?

5) Expliquez comment une fusée peut changer de direction dans l'espace (figure). Précisez quels sont les corps qui interagissent.



Si un réacteur est plus fort que l'autre la fusée tourne.

6) Une motrice de masse 100 t avance à la vitesse $v_1 = 5$ m/s sur des rails où l'on peut négliger les frottements.

- Elle vient percuter un wagon immobile, les deux s'accrochent et partent ensemble suivant la direction incidente de la motrice à la vitesse $v_2 = 4$ m/s. Déterminer la masse du wagon ?
- Comparer l'énergie cinétique du système motrice-wagon avant et après le choc.
- La même motrice percute un wagon de masse 25 t qui progresse suivant la même direction, mais dans le sens inverse de la motrice. Les 2 partent ensemble suivant la direction et le sens incidents de la motrice à la vitesse $v_3 = 3,2$ m/s. Déterminer la vitesse initiale du wagon ?

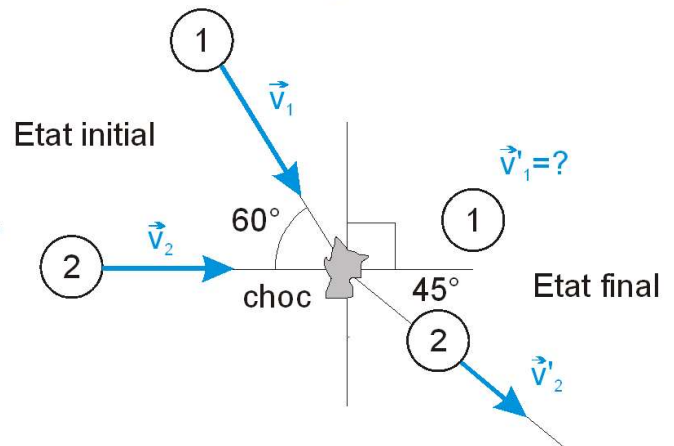
$$(m_w = 25 \text{ t} ; E_{cf}/E_{ci} = 0,8 ; v_w = 4 \text{ m/s})$$

7) Un neutron vient frapper, à la vitesse $v_n = 10^6$ m/s, un noyau d'hélium immobile. Le noyau d'hélium est projeté dans le sens de v_n à la vitesse $v_\alpha = 4 \cdot 10^5$ m/s, tandis que le neutron rebondit dans le sens inverse, à la vitesse $v_n = 6 \cdot 10^5$ m/s. Quelle relation peut-on en déduire entre la masse m_α du noyau d'hélium et la masse m_n du neutron ? (figure!) ($m_\alpha/m_n=4$)

8) On fait exploser un bloc de glace sur un lac gelé où tous les frottements peuvent être négligés.

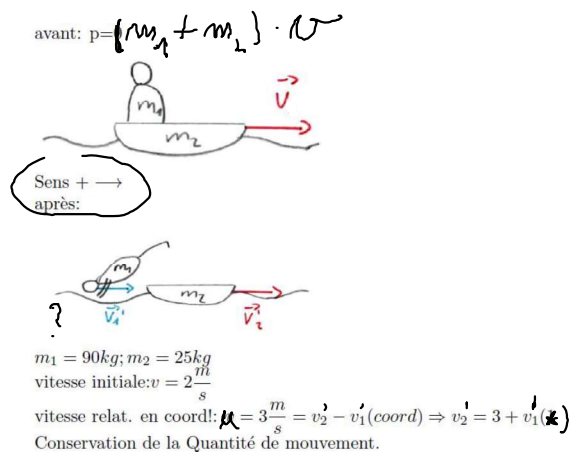
- Précisez pourquoi ce bloc peut-être considéré comme un système pseudo-isolé.
- Si le bloc explose en 2 fragments, établissez la relation vectorielle qui existe entre les quantités de mouvement de ces fragments (figure).
- Le premier fragment, de masse 100 kg, part horizontalement vers la droite à la vitesse $v_1 = 20$ m/s, le second acquiert une vitesse $v_2 = 5$ m/s. Calculez la masse du second fragment.
- Un second bloc, de masse 600 kg, explose en 3 morceaux de masse égale. Un morceau part vers le nord à la vitesse $v'_1 = 10$ m/s, le second vers l'ouest à la vitesse $v'_2 = 8$ m/s. Déterminez graphiquement la direction et le sens du mouvement du 3e fragment et calculez sa vitesse.

9) Deux boules de billard de même masse progressent suivant des directions qui font un angle de 60° aux vitesses respectives $v_1 = 1 \text{ m/s}$ et $v_2 = 0,8 \text{ m/s}$. Après le choc, la boule (2) part avec un angle de 45° par rapport à sa direction initiale, à la vitesse $v'_2 = 0,6 \text{ m/s}$.



- Déterminez la vitesse (norme et direction) de la boule (1) après le choc.
- Comparer l'énergie cinétique du système des deux boules avant et après le choc.
($v'_{1x} = 0,876 \text{ m/s}$; $v'_{1y} = -0,442 \text{ m/s}$ (dévié à droite vers le bas) $v'_1 = 0,981 \text{ m/s}$ et $\alpha'_1 = -26,8^\circ$; $E_f/E_i = 0,81$)

10) Un touriste $m_1 = 90 \text{ kg}$ se promène en canoë $m_2 = 25 \text{ kg}$ à la vitesse 2 m/s . A un certain moment il saute de l'arrière du bateau avec une vitesse relative de $u = 3 \text{ m/s}$ par rapport au bateau. Quelle est la vitesse du canoë après le saut ?



$P_{\text{avant}} = P_{\text{après}}$

$$\Leftrightarrow (m_1 + m_2)v = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$\Leftrightarrow (90 + 25)2 = 90 v_1' + 25 v_2'$$

$$\Leftrightarrow 230 = 90 v_1' + 25 v_2'$$

$$\Leftrightarrow 230 = 90 v_1' + 25(3 + v_1') \quad \leftarrow \text{(*) } v_2' = v_1' + 3$$

$$\Leftrightarrow 230 = 90 v_1' + 75 + 25 v_1'$$

$$\Leftrightarrow 155 = 115 v_1'$$

$$\Leftrightarrow v_1' = 1,34 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

dans (**): $v_2' = 4,34 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

11) Une boule A, frappe une boule B. On connaît les vitesses de A et B avant le choc et la vitesse de A après le choc.

- Déterminer la vitesse de B (v_x , v_y , norme, angle) après le choc.
- Calculer le rapport $E_{\text{cin}}/E_{\text{cin}_i}$.

