

## Exercices M2 : Quantité de mouvement

### 1 ) petites questions

- 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?
- Nous sommes en été. Il fait  $30^\circ$  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?
- «Une fois qu'elle a quitté le champ de gravitation terrestre, une fusée ne peut plus changer sa vitesse.» Que pensez-vous de cette affirmation?
- La quantité de mouvement d'un système constitué par deux solides peut-elle être nulle s'ils sont en mouvement ?
- Expliquer pourquoi une baudruche (« Luftballon ») s'envole lorsque l'air s'en échappe.
- Lors du lancement d'un projectile avec un canon médiéval, il faut éviter de se placer derrière le canon. Expliquer pourquoi !

### 2) Comparez les valeurs des quantités mouvement :

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

### 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.

- Quelle est la nature de votre mouvement ?
- Un(e) camarade, de masse  $m_2 = 0,9 m_1$ , vient vers vous, à la même vitesse et sur la même trajectoire en sens inverse. Après le choc, vous vous retrouvez immobile au milieu de l'étang. Quelle est la vitesse de votre camarade, reparti(e) en suivant la même trajectoire ?
- Comment ferez-vous pour regagner le bord de l'étang ?

### 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.

### 6) Une motrice de masse 100 t avance à la vitesse $v_1 = 5 \text{ m/s}$ 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  $v_2 = 4 \text{ m/s}$ . 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  $v_3 = 3,2 \text{ m/s}$ . Déterminer la vitesse initiale du wagon ?

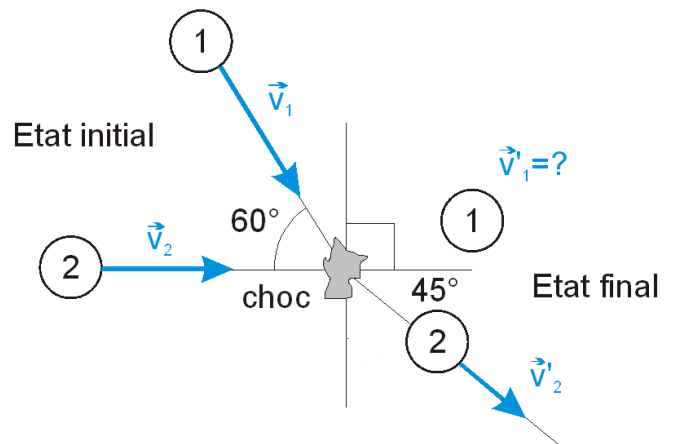
$$(m_w = 25 \text{ t} ; E_c / E_{c_i} = 0,8 ; v_w = 4 \text{ m/s})$$

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  $m_\alpha$  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  $60^\circ$  aux vitesses respectives  $v_1 = 1$  m/s et  $v_2 = 0,8$  m/s. Après le choc, la boule (2) part avec un angle de  $45^\circ$  par rapport à sa direction initiale, à la vitesse  $v'_2 = 0,6$  m/s.



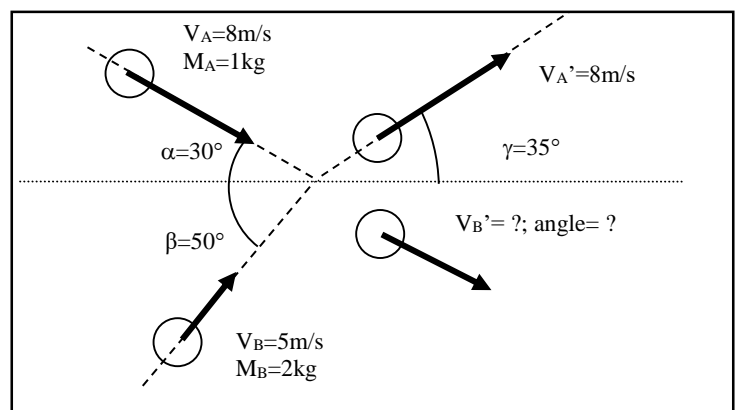
- Déterminez la vitesse (norme et direction) de la boule (1) après le choc.

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

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

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  $E_{cin} / E_{cin_i}$ .



## Exercices M3: Dynamique

1) Vrai ou faux? Justifier

- Si deux corps isolés du reste du monde interagissent, leurs accélérations sont opposées.
- Un chariot de masse  $m$  placé sur un rail à coussin d'air horizontal et soumis à une force de traction  $F=2N$  subit une accélération  $a$  qui est inversement proportionnel à sa masse.
- Le centre d'inertie d'un corps soumis à un ensemble de forces de résultante nulle est nécessairement immobile.
- Un corps soumis exclusivement à une force constante (p.ex. son poids) décrit un MRU.

2) Sur une route horizontale, Julien pousse une voiture en panne, de masse 1200 kg.

- Il exerce une force de 600 N et ne parvient pas à la déplacer. Déterminer toutes les forces (direction, sens, norme) s'exerçant sur la voiture. Pour chacune de ces forces, déterminer la force réciproque. Que vaut l'accélération de la voiture ?
- Julien exerce maintenant une force de 700 N. Sachant que la force de frottement vaut 650 N, expliquer ce qui se passe. Que vaut l'accélération de la voiture ?

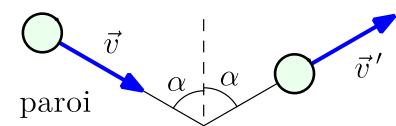
3) Par l'application d'une force de freinage  $F$  constante, la vitesse d'une voiture de masse  $m = 800$  kg passe de 90 km/h à 60 km/h en 5 s.

Déterminez la valeur de la décélération de la voiture et déduisez-en l'intensité de la force de freinage. ( $a_x = -1,67$  m/s<sup>2</sup> et  $a = 1,67$  m/s<sup>2</sup> ainsi  $F = 1,33$  kN)

4) Trouvez l'intensité de la force (supposée constante) agissant sur une balle de base-ball de 150 g, sachant que :

- elle est lancée à 25 m/s par une main qui se déplace de 2 m;
- elle est ensuite frappée par un bâton qui inverse le sens du mouvement et lui donne la vitesse de 35 m/s en 5 ms;
- elle est attrapée et arrêtée par un joueur dont le gant se déplace de 15 cm après que la balle ait ralenti jusqu'à 20 m/s.

5) Un atome d'argon frappe une paroi de son récipient avec une vitesse de valeur  $1,8 \cdot 10^5$  m/s et rebondit avec la même vitesse. Les directions des vecteurs vitesse font le même angle  $\alpha = 30^\circ$  avec la normale au point d'impact. La durée de l'interaction est  $2 \cdot 10^{-5}$  s.



Déterminez les caractéristiques de la force exercée sur la paroi (direction, sens, intensité).  
Donnée : masse molaire de l'argon 39,948 g/mol.

6) a) Une fusée Saturne V a une masse de  $2,7 \cdot 10^6$  kg et une poussée de  $3,3 \cdot 10^7$  N. Quelle est son accélération verticale initiale ? ( $a = 2,4$  m/s<sup>2</sup>)

b) Une savonnette de masse  $m$  glisse sans frottement sur un plan incliné de  $\alpha = 15^\circ$  par rapport à l'horizontale. Calculez l'accélération de la savonnette. ( $a = 2,54$  m/s<sup>2</sup>)

7) Une fillette de masse 30 kg monte en patins à roulettes un plan incliné à  $10^\circ$  à 15 km/h. En supposant qu'elle ne fait aucun effort pour maintenir sa vitesse, quelle distance parcourt-elle sur le plan incliné avant de s'arrêter ? On néglige le frottement. ( $x = 5,11$  m)

8) Une voiture de masse 850 kg passe de 72 km/h à 90 km/h en 5 s. Quelle est sa force motrice dans les cas suivants :

- Elle accélère sur sol horizontal sans frottement.
- Elle accélère sur un plan incliné montant faisant un angle de  $15^\circ$  avec l'horizontale sans frottement.
- Elle accélère sur un plan incliné montant faisant un angle de  $15^\circ$  avec l'horizontale et subit une force de frottement de 1500 N opposée au mouvement.

( $F_{\text{mot}} = 850\text{N}$  ;  $F_{\text{mot}} = 3008\text{N}$  ;  $F_{\text{mot}} = 4508\text{N}$ )

9) Une petite boule de masse 400 g est reliée par l'intermédiaire d'un fil de masse négligeable au plafond d'un ascenseur. Calculez la tension du fil :

- lorsque l'ascenseur démarre vers le haut avec une accélération de  $3 \text{ m/s}^2$ ,
- lorsque l'ascenseur se déplace ensuite à vitesse constante,
- lorsque l'ascenseur ralentit enfin avec une décélération de norme  $2 \text{ m/s}^2$ .

10) La masse de Franck Schleck est de 70 kg, celle de la bicyclette de 9 kg. Dans la montée vers l'Alpe d'Huez, Schleck fait un démarrage canon : en 20 m, il passe de 6 m/s à 10 m/s. En supposant que la norme de la force de frottement vaut 40N et qu'il gravit une pente de 12%, calculez sa force motrice.

Faites une figure où vous indiquez les forces qui agissent.

11) Un cycliste démarre sur un sol horizontal et atteint une vitesse de 36 km/h au bout de 20 s.

- Déterminer son accélération.
- La masse du cycliste est de 80 kg, celle de la bicyclette de 15 kg. On suppose que les frottements mécaniques et la résistance de l'air sont assimilables à une force opposée au déplacement, de norme 40 N. Déterminer la force motrice qu'il doit développer.
- Ce cycliste descend maintenant une pente en roue libre (les frottements restant le même que sous b)). Partant sans vitesse initiale, il atteint une vitesse de 10 m/s au bout de 200 m.

Déterminer l'inclinaison de la pente.  
( $a_x = 0,5 \text{ m/s}^2$  ;  $F_{\text{mot}} = 87,5 \text{ N}$  ;  $\alpha = 3,92^\circ$ )

12) Vrai ou faux. Justifier

- Si une voiture suit un virage circulaire à vitesse constante, la norme de l'accélération  $a=0$ .
- Si le vecteur accélération est constant, alors la trajectoire d'un mobile est une droite.
- La tension d'un fil auquel on suspend un corps peut être plus petite que le poids de ce corps.

13) Ecrire l'unité « un newton » en utilisant uniquement les unités de base S.I.

14) Une voiture remorque une autre à vitesse constante par l'intermédiaire d'un câble.

- On s'intéresse uniquement à la deuxième voiture qui avance à vitesse constante. Indiquez sur la figure les forces qui s'appliquent **à la 2e voiture** et précisez leur nature:



- On s'intéresse à présent à l'interaction entre les deux voitures. Indiquez sur la figure les **forces d'interaction** auxquelles elles se soumettent mutuellement et précisez leur nature.

