Renforcement physique
Conservation de la quantité de mouvement - solution

Exercice 1 : Vitesse d'un ensemble {bloc + support}

1. La conservation de la quantité de mouvement a pour expression $mv_i = mv_f + m_s v_f$ d'où $v_f = \frac{m}{m+m_s} v_i \simeq 0{,}9\,\mathrm{m\,s^{-1}}$.

Exercice 2 : Collision 1

1. La quantité de mouvement des deux blocs est nul avant collision. Nous devons donc avoir $m_A v'_A + m_B v'_B = 0$ après la collision d'où $v'_B = -\frac{m_A}{m_B} v'_A = -\frac{5}{3} v'_A$ avec v'_A et v'_B les composantes des vecteurs vitesses. Cela montre que les blocs repartent en sens inverse après collision.

Exercice 3 : Collision 2

1. L'exercice précédent montre que $v'_A = -\frac{3}{5} v'_B = -1\,\mathrm{m\,s^{-1}}$. Le bloc A se dirige vers la gauche.
2. Avant collision, $E_c = \frac{1}{2} m_A v'^2_A + \frac{1}{2} m_B v'^2_B = 0{,}6\,\mathrm{J}$. Après collision, $E_c = \frac{1}{2} m_A v'^2_A + \frac{1}{2} m_B v'^2_B = 0{,}07\,\mathrm{J}$. L'énergie cinétique ne se conserve pas.

Exercice 4 : Collision 3

1. Dans le cas d'une collision élastique, l'énergie cinétique se conserve pendant la collision. Nous avons donc $\frac{1}{2} m_A v'^2_A + \frac{1}{2} m_B v'^2_B = \frac{1}{2} m_A v^2_A + \frac{1}{2} m_B v^2_B$. La conservation de la quantité de mouvement s'écrit $m_A v'_A + m_B v'_B = 0$ car $m_A v_A + m_B v_B = 0$. La combinaison de ces trois équations donne $v'_A = \pm v_A$ où $\pm$ correspond au deux directions possibles du bloc après la collision. Physiquement, le bloc repars forcement vers la gauche après la collision, nous avons donc $v'_A = -3\,\mathrm{m\,s^{-1}}$ si nous orientons positivement l'axe horizontal vers la droite. Dans ce cas, nous avons $v'_B = 2\,\mathrm{m\,s^{-1}}$.
2. Nous supposons que le tiers de l'énergie cinétique initiale est dissipée sous forme de chaleur et d'onde de choc lors de la collision. Nous avons donc $\frac{1}{2} m_A v'^2_A + \frac{1}{2} m_B v'^2_B = \frac{2}{3}\left(\frac{1}{2} m_A v^2_A + \frac{1}{2} m_B v^2_B\right)$. Nous obtenons donc dans ce cas $v'_A = -\sqrt{\frac{2}{3}} v_A = -2{,}45\,\mathrm{m\,s^{-1}}$ et $v'_B = 1{,}6\,\mathrm{m\,s^{-1}}$
3. Si les deux blocs restent collés après la collision, alors $v'_A = v'_B$ d'où $m_A v'_A + m_B v'_A = 0$ et donc $v'_A = v'_B = 0$. L'énergie cinétique après collision est donc nulle dans ce cas. La perte d'énergie cinétique est donc totale si les deux blocs restent "collés" après la collision.

Exercice 5 : Compression balistique d'un ressort

1. La vitesse du bloc après le choc est donnée par la conservation de la quantité de mouvement, nous avons ainsi $(m_c + m_b)v_i' = m_b v_i$ soit $v_i' = \frac{m_b}{m_c+m_b} v_i$. Le bloc glisse ensuite sans frottement, nous pouvons utiliser la conservation de l'énergie mécanique pour déterminer la compression maximale X du ressort. Nous obtenons $\frac{1}{2}kX^2 = \frac{1}{2}(m_c + m_b)v_i'^2$ d'où $X = \sqrt{\frac{1}{k}\frac{m_b^2}{m_c+m_b}} v_i = 50\,\mathrm{cm}$.

Exercice 6 : Vitesse d'un chariot pour faire du béton

1. La conservation de la quantité de mouvement s'écrit $(m_c + m_s)v' = m_c v$ d'où $v' = \frac{m_c}{m_c+m_s} v = 3{,}4\,\mathrm{m\,s^{-1}}$.

Exercice 7 : Choc élastique à une dimension

1. On utilise une identité remarquable pour obtenir $M(V' - V)(V' + V) = m(v - v')(v + v')$ à partir de la conservation de l'énergie cinétique.
2. La conservation de la quantité de mouvement $MV + mv = MV' + mv'$ combiné à l'équation précédente implique que $V' - v' = -(V - v)$.

Exercice 8 : Choc mou à une dimension

1. $v' = \frac{m_A v_A + m_B v_B}{m_A + m_B}$. Dans un choc mou, la vitesse après le choc représente la vitesse du centre de masse.
2. Il faut que $m_A v_A = -m_B v_B$.

Exercice 9 : Collision à 2 dimensions

1. La conservation de la quantité de mouvement selon Ox s'écrit $v_A - v_B \cos(30) = v'_{A,x} + v'_{B,x}$.
2. La conservation de la quantité de mouvement selon Oy s'écrit $-v_B \sin(30) = v'_{A,y} + v'_{B,y}$.
3. $v_A^2 + v_B^2 = v'^2_{A,x} + v'^2_{A,y} + v'^2_{B,x} + v'^2_{B,y}$.
4. Il y a 3 équations pour 4 inconnues, il n'est donc pas possible de résoudre le système.
5. On suppose maintenant que $v'_{A,x} = 0$ et $v'_{A,y} = -v'_A$. Nous en déduisons $v'_{B,x} = 1{,}5\,\mathrm{m\,s^{-1}}$. Nous en déduisons ensuite $v'_{B,y}$ et v'_A.

Exercice 10 : Collision inélastique à 2 dimensions

1. La conservation de la quantité de mouvement selon Ox s'écrit $v_A - v_B \cos(30) = 2v'_x$. La conservation de la quantité de mouvement selon Oy s'écrit $-v_B \sin(30) = 2v'_y$. Nous en déduisons $v'_x = 0{,}77\,\mathrm{m\,s^{-1}}$ et $v'_y = -1\,\mathrm{m\,s^{-1}}$.
2. $\frac{E_C - E'_C}{E_C} = \frac{v_A^2 + v_B^2 - v'^2}{v'^2_A + v'^2_B} = 96\,\%$