**ANNEXE 23 : La quantité de mouvement
et l’impulsion – Renseignements pour l’élève**

Voici des exemples de problèmes d’impulsion et de quantité de mouvement.

**Exemple 1 : Collision en une dimension**

Un fusil d’une masse de 3,00 kg tire une balle d’une masse de 19,4 g. La vitesse de la balle à sa sortie de la bouche du fusil est 549 m/s. Calcule :

1. la vitesse vectorielle du recul du fusil;
2. l’impulsion donnée à la balle;
3. l’impulsion donnée au fusil;
4. la force moyenne agissant sur la balle si elle voyageait le long du tube du fusil pendant 3,60 x 10-3 s.

Solution :

1. Note les données qui démontrent l’état initial et final.

|  |  |
| --- | --- |
| état initial | état final |
| $$m\_{f}=3,00 kg$$ | $$\vec{v}\_{2f}= ?$$ |
| $$m\_{b}=19,4 g=1,94×10^{-2} kg$$ | $$\vec{v}\_{2b}=549{m}/{s}\left[droite\right]$$ |
| $$\vec{v}\_{1f}=0{m}/{s}$$ |  |
| $$\vec{v}\_{1b}=0{m}/{s}$$ |  |

Puisque cet exemple démontre la conservation de la quantité de mouvement dans une dimension, les directions vectorielles peuvent être identifiées en utilisant les termes droite/gauche ou +/-.

Puisque la quantité de mouvement doit être conservée,

$$\vec{p}\_{totale initiale}=\vec{p}\_{totale finale}$$

$$\vec{p}\_{1f}+\vec{p}\_{1b}=\vec{p}\_{2f}+\vec{p}\_{2b}$$

$$m\_{f}\vec{v}\_{1f}+m\_{b}\vec{v}\_{1b}=m\_{f}\vec{v}\_{2f}+m\_{b}\vec{v}\_{2b}$$

$$\vec{v}\_{2f}=\frac{m\_{f}\vec{v}\_{1f}+m\_{b}\vec{v}\_{1b}-m\_{b}\vec{v}\_{2b}}{m\_{f}}$$

$$\vec{v}\_{2f}=\frac{\left(3,00 kg\right)\left(0{m}/{s}\right)+\left(1,94×10^{-2} kg\right)\left(0{m}/{s}\right)-\left(1,94×10^{-2} kg\right)\left(549{m}/{s}\right)}{3,00 kg}$$

$$\vec{v}\_{2f}=\frac{-10,7 kg∙{m}/{s}}{3,00 kg}$$

$\vec{v}\_{2f}=-3,57{m}/{s} ou 3,57{m}/{s} \left[gauche\right]$

Bloc G

**ANNEXE 23 : La quantité de mouvement et l’impulsion – Renseignements pour l’élève (suite)**

1. L’impulsion donnée à la balle est égale à la variation de quantité de mouvement.
$$impulsion donnée à la balle: m\_{b}∆\vec{v}\_{b}=m\_{b}\left(\vec{v}\_{2b}-\vec{v}\_{1b}\right)$$

$$=\left(1,94×10^{-2} kg\right)\left(549{m}/{s}-0{m}/{s}\right)$$

$$=10,6 kg∙{m}/{s}\left[droite\right]$$

$=10,6 N∙s\left[droite\right]$

1. L’impulsion donnée au fusil est égale à l’impulsion donnée à la balle, mais en direction opposée.

$$impulsion donnée au fusil=10,6 N∙s \left[gauche\right]$$

$$\vec{F}\_{moy}=\frac{∆\vec{p}\_{b}}{∆t}$$

$$\vec{F}\_{moy}=\frac{10,6 kg∙{m}/{s}}{3,60×10^{-3} s}$$

$$\vec{F}\_{moy}=2,94×10^{3} N \left[droite\right]$$

**Exemple 2 : Collision en deux dimensions**

Une pierre de curling de 18,8 kg glisse à une vitesse vectorielle de 1,45 m/s [E]. Elle entre en collision avec une pierre immobile. La vitesse vectorielle finale de la deuxième pierre est de 1,00 m/s [E 30,0o S].

Calcule :

1. la quantité de mouvement totale avant la collision et après la collision;
2. la quantité de mouvement de la première pierre après la collision;
3. la vitesse vectorielle finale de la première pierre;
4. La variation de quantité de mouvement de la première pierre;
5. L’impulsion donnée à la première pierre;

1. Solution :

1. Note les données qui démontrent l’état initial et final.

**Avant la collision**

$$\vec{v}\_{1i}=1,45{m}/{s} \left[E\right]$$

$$\vec{v}\_{2i}=0{m}/{s}$$

pierre 1

m1 = 18,8 *kg*

pierre 2

m2 = 18,8 *kg*

Bloc G

**ANNEXE 23 : La quantité de mouvement et l’impulsion – Renseignements pour l’élève (suite)**

**après la collision**

pierre 2

$$\vec{v}\_{2f}=1,00{m}/{s} \left[E 30° S\right]$$

nord

pierre 1

est

30o

$$\vec{p}\_{it}=\vec{p}\_{1i}+\vec{p}\_{2i}$$

$$\vec{p}\_{it}=m\_{1}\vec{v}\_{1i}+m\_{2}\vec{v}\_{2i}$$

$$\vec{p}\_{it}=\left(18,8 kg\right)\left(1,45{m}/{s}\left[E\right]\right)+\left(18,8 kg\right)\left(0{m}/{s}\right)$$

$$\vec{p}\_{it}=27,3 kg∙{m}/{s \left[E\right]}$$

Puisqu’il y a conservation de quantité de mouvement, la quantité de mouvement après la collision est la même.

1. Pour calculer la quantité de mouvement finale de la première pierre, on substitue les valeurs obtenues dans (a) dans l’équation suivante :

$$\vec{p}\_{it}=\vec{p}\_{ft}$$

$$\vec{p}\_{1t}=\vec{p}\_{1f}+m\vec{v}\_{2f}$$

$$\vec{p}\_{1f}=\vec{p}\_{1t}-m\vec{v}\_{2f}$$

$$\vec{p}\_{1f}=27,3 kg∙{m}/{s} \left[E\right]-\left(18,8 kg\right)\left(1,00{m}/{s} \left[E 30,0° S\right]\right)$$

$$\vec{p}\_{1f}=27,3 kg∙{m}/{s} \left[E\right]-18,8 kg∙{m}/{s}\left[E 30,0° S\right]$$

Bloc G

**ANNEXE 23 : La quantité de mouvement et l’impulsion – Renseignements pour l’élève (suite)**

On calcule les composantes horizontale et verticale

$$30°$$

$$\vec{p}\_{2f}$$

$$\vec{p}\_{2fx}$$

$$\vec{p}\_{2fy}$$

Composantes horizontales :

$$\vec{p}\_{1 initiale x}=27,3 kg∙{m}/{s} \left[E\right]$$

$$\vec{p}\_{2 finale x}=\cos(30°×18,8 kg∙{m}/{s})$$

$$\vec{p}\_{2 finale x}=16,3 kg∙{m}/{s}\left[E\right]$$

$$\vec{p}\_{1 finale x}=27,3 kg∙{m}/{s} \left[E\right]-16,3 kg∙{m}/{s} \left[E\right]=11,0 kg∙{m}/{s} \left[E\right]$$

Composantes verticales :

$$\vec{p}\_{1 initiale y}=0 kg∙{m}/{s}$$

$$\vec{p}\_{2 finale y}=\sin(30°×18,8 kg∙{m}/{s})$$

$$\vec{p}\_{2 finale y}=9,4 kg∙{m}/{s}\left[S\right]$$

$$\vec{p}\_{1 finale y}=0 kg∙{m}/{s} -9,4 kg∙{m}/{s} \left[S\right]=9,4 kg∙{m}/{s} \left[N\right]$$

Finalement, on utilise la trigonométrie pour additionner les composantes x et y :

$\left|p\_{1 finale}\right|=\sqrt{\left(p\_{1 finale}\right)\_{x}^{2}+\left(p\_{1 finale}\right)\_{y}^{2}}=\sqrt{\left(11 kg∙{m}/{s}\right)^{2}+\left(9,4 kg∙{m}/{s}\right)^{2}}$

$$\vec{p}\_{ftx}$$

$$\vec{p}\_{fty}$$

$$\left|p\_{1 finale}\right|=14,5 kg∙{m}/{s}$$

$$\tan(θ)=\frac{opp}{adj}=\frac{9,4 kg∙{m}/{s}}{11 kg∙{m}/{s}}=0,85$$

$$θ=E 40,4° N$$

$$\vec{p}\_{1f}=14,5kg∙{m}/{s} \left[E 40,4° N\right]$$

1. Pour calculer la vitesse vectorielle finale de la première pierre, on place la valeur obtenue dans (b) dans l’équation suivante :

$$\vec{p}\_{1f}=m\_{1}\vec{v}\_{1f}$$

$$\vec{v}\_{1f}=\frac{\vec{p}\_{1f}}{m\_{1}}$$

$$\vec{v}\_{1f}=\frac{14,5 kg∙{m}/{s} \left[E 40,4° N\right]}{18,8 kg}$$

$\vec{v}\_{1f}=0,771{m}/{s} \left[E 40,4° N\right]$

Bloc G

**ANNEXE 23 : La quantité de mouvement et l’impulsion – Renseignements pour l’élève (suite)**

1. La variation de quantité de mouvement de la première pierre est calculée en soustrayant la quantité de mouvement initiale de la pierre de sa quantité de mouvement finale. Ceci nécessite une soustraction vectorielle. Cependant la variation de quantité de mouvement de la première pierre est égale mais opposée à la variation de quantité de mouvement de la deuxième pierre. On peut facilement calculer cette variation, car la quantité de mouvement initiale de la deuxième pierre est égale à 0.

$$∆\vec{p}\_{1}=-∆\vec{p}\_{2}=-\left(\vec{p}\_{2f}-\vec{p}\_{2i}\right)$$

$$∆\vec{p}\_{1}=-\left(18,8 kg∙{m}/{s}\left[E 30,0° S\right]-0\right)$$

$$∆\vec{p}\_{1}=18,8 kg∙{m}/{s} \left[O 30,0° N\right]$$

L’impulsion donnée à la première pierre est égale à sa variation de quantité de mouvement, donc a une valeur de $∆\vec{p}\_{1}=18,8 N∙s \left[O 30,0° N\right]$

Bloc G