1. Quantité de mouvement totale avant le saut :

$p_{tot\_avant} = m_{\text{homme}} \cdot V_{\text{homme}} + m_{\text{chariot}} \cdot V_{\text{chariot}} = 80 \cdot 4 + 30 \cdot 0 = 320\,[kg \cdot m/s]$

Quantité de mouvement totale après le saut :

$p_{tot\_après} = (m_{\text{homme}} + m_{\text{chariot}}) \cdot V_{\text{après}} = (80 + 30) \cdot V_{\text{après}} = 110 \cdot V_{\text{après}}$

La conservation de la quantité de mouvement implique : $p_{tot\_avant} = p_{tot\_après}$, donc :

La vitesse finale du chariot avec l'homme est : $V_{après} = \dfrac{320}{110} = \underline{\underline{2{,}91\,[m/s]}}$

2. Quantité de mouvement totale avant le choc :

$p_{tot\_avant} = m_? \cdot V_{\text{m?\_avant}} + m_2 \cdot V_{\text{m\_2\_avant}} = m_? \cdot 4 + m_2 \cdot 0 = 4 \cdot m_?$ unités : MKSA

Quantité de mouvement totale après le choc :

$p_{tot\_après} = m_? \cdot V_{\text{m?\_après}} + m_2 \cdot V_{\text{m\_2\_après}} = m_? \cdot (-2{,}48) + 0{,}5 \cdot 0{,}54 = -2{,}48 \cdot m_? + 0{,}27$

La conservation de la quantité de mouvement implique : $p_{tot\_avant} = p_{tot\_après}$, donc :

$4 \cdot m_? = -2{,}48 \cdot m_? + 0{,}27 \quad \Rightarrow \quad 6{,}48 \cdot m_? = 0{,}27 \quad \Rightarrow \quad m_? = \dfrac{0{,}27}{6{,}48} = 0{,}0417\,[kg]$

La masse de l'objet inconnu est : $m_? = 41{,}7\,[g]$

3. Quantité de mouvement totale avant le tir :

$p_{tot\_avant} = m_{\text{fusil}} \cdot V_{\text{fusil\_avant}} + m_{\text{balle}} \cdot V_{\text{balle\_avant}} = m_{\text{fusil}} \cdot 0 + m_{\text{balle}} \cdot 0 = 0\,[kg \cdot m/s]$ unités : MKSA

Quantité de mouvement totale après le choc :

$p_{tot\_après} = m_{\text{fusil}} \cdot V_{\text{fusil\_après}} + m_{\text{balle}} \cdot V_{\text{balle\_après}} = 6 \cdot V_{\text{fusil\_après}} + 0{,}020 \cdot 600 = 6 \cdot V_{\text{fusil\_après}} + 12$

La conservation de la quantité de mouvement implique : $p_{tot\_avant} = p_{tot\_après}$, donc :

$6 \cdot V_{\text{fusil\_après}} = -12$

La vitesse de recul du fusil est de : $V_{\text{fusil\_après}} = -2\,[m/s]$.

Le signe négatif signifie que le sens de la vitesse du fusil est opposé au sens de la balle.

4. Quantité de mouvement totale avant l'impact :

$p_{tot\_avant\_1} = m_{\text{wagon}} \cdot V_{\text{wagon\_avant}} + m_{\text{balle}} \cdot V_{\text{balle\_avant}} = 1 \cdot 2{,}00 + 0{,}020 \cdot 500 = 12{,}0\,[kg \cdot m/s]$ unités : MKSA

Quantité de mouvement totale après l'impact :

$p_{tot\_après\_1} = (m_{\text{wagon}} + m_{\text{balle}}) \cdot V_{\text{après\_1}} = (1 + 0{,}020) \cdot V_{\text{après\_1}} = 1{,}020 \cdot V_{\text{après\_1}}$

La conservation de la quantité de mouvement implique : $p_{tot\_avant\_1} = p_{tot\_après\_1}$, donc :

$1{,}020 \cdot V_{\text{après\_1}} = 12$

La vitesse du wagon après l'impact du premier tir est de : $V_{après\_1} = \dfrac{12}{1{,}020} = \underline{\underline{11{,}76\,[m/s]}}$

Juste avant le second impact, la quantité de mouvement totale, qui tient compte de la 2ème balle vaut :

$p_{tot\_avant\_2} = p_{tot\_après\_1} + m_{\text{balle}} \cdot V_{\text{avant\_2}} = 12{,}0 + 0{,}020 \cdot (-500) = 2{,}00\,[kg \cdot m/s]$

Après l'impact du second tir, la quantité de mouvement totale est de :

$p_{tot\_après\_2} = (m_{\text{wagon}} + 2 \cdot m_{\text{balle}}) \cdot V_{\text{après\_2}} = (1 + 2 \cdot 0{,}020) \cdot V_{\text{après\_2}} = 1{,}040 \cdot V_{\text{après\_2}}$

La conservation de la quantité de mouvement implique : $p_{tot\_avant\_2} = p_{tot\_après\_2}$, donc :

$1{,}040\,[kg] \cdot V_{\text{après\_2}} = 2{,}00\,[kgK.m/s]$

La vitesse du wagon après l'impact du deuxième tir est de : $V_{après\_2} = \dfrac{2}{1{,}040} = \underline{\underline{1{,}92\,[m/s]}}$

5. Première expérience :

Quantité de mouvement totale avant la collision :

$p_{tot\_avant\_1} = m_{\mathrm{A}} \cdot V_{\mathrm{A\_avant\_1}} + m_{\mathrm{B}} \cdot V_{\mathrm{B\_avant\_1}} = m_A \cdot 0{,}5 + m_B \cdot 0 = 0{,}5 \cdot m_A$ unités : MKSA

Quantité de mouvement totale après la collision :

$p_{tot\_après\_1} = m_{\mathrm{A}} \cdot V_{\mathrm{A\_après\_1}} + m_{\mathrm{B}} \cdot V_{\mathrm{B\_après\_1}} = m_A \cdot (-0{,}1) + m_B \cdot 0{,}3 = 0{,}3 \cdot m_B - 0{,}1 \cdot m_A$

La conservation de la quantité de mouvement implique : $p_{tot\_avant\_1} = p_{tot\_après\_1}$, donc :

$0{,}5 \cdot m_A = 0{,}3 \cdot m_B - 0{,}1 \cdot m_A \quad \Rightarrow \quad 0{,}6 \cdot m_A = 0{,}3 \cdot m_B \quad \Rightarrow \quad 2 \cdot m_A = m_B$

Deuxième expérience :

Quantité de mouvement totale avant la collision : unités : MKSA

$p_{tot\_avant\_2} = (m_{\mathrm{A}} + m_{\mathrm{bloc}}) \cdot V_{\mathrm{A\_avant\_2}} + m_{\mathrm{B}} \cdot V_{\mathrm{B\_avant\_2}} = (m_A + 1) \cdot 0{,}5 + m_B \cdot 0 = 0{,}5 \cdot m_A + 0{,}5$

Quantité de mouvement totale après la collision :

$p_{tot\_après\_2} = (m_{\mathrm{A}} + m_{\mathrm{bloc}}) \cdot V_{\mathrm{A\_après\_2}} + m_{\mathrm{B}} \cdot V_{\mathrm{B\_après\_2}} = 0 + m_B \cdot 0{,}5$

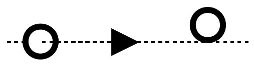
La conservation de la quantité de mouvement implique : $p_{tot\_avant\_2} = p_{tot\_après\_2}$, donc :

$0{,}5 \cdot m_A + 0{,}5 = 0{,}5 \cdot m_B \quad \Rightarrow \quad m_A + 1 = m_B = 2 \cdot m_A \quad \Rightarrow \quad m_A = 1\,[kg]$

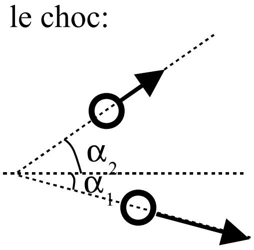
La masse du chariot A est de 1 [kg], celle du chariot B est de 2 [kg].

6. La conservation de la quantité de mouvement implique : $\overrightarrow{p_{tot\_avant}} = \overrightarrow{p_{tot\_après}}$. Donc :

Avant le choc :



Après le choc:



Selon l'axe x :

$p_{tot\_avant\_x} = m \cdot V_{\mathrm{1\_avant}} + m \cdot V_{\mathrm{2\_avant\_x}} = m \cdot V_{\mathrm{1\_avant}}$

$= p_{tot\_après\_x} = m \cdot V_{\mathrm{1\_après\_x}} + m \cdot V_{\mathrm{2\_après\_x}} = m \cdot V_{\mathrm{1\_après}} \cdot \cos(\alpha_1) + m \cdot V_{\mathrm{2\_après}} \cdot \cos(\alpha_2)$

$= p_{tot\_après\_x} = m \cdot V_{\mathrm{1\_après}} \cdot \cos(-15^\circ) + m \cdot 5 \cdot \cos(35^\circ)$

On a 3 inconnues : m ; $V_{\mathrm{1\_avant}}$ et $V_{\mathrm{1\_après}}$.

On a une équation : $m \cdot V_{\mathrm{1\_avant}} = m \cdot V_{\mathrm{1\_après}} \cdot \cos(-15^\circ) + m \cdot 5 \cdot \cos(35^\circ)$,

donc : $V_{\mathrm{1\_avant}} = V_{\mathrm{1\_après}} \cdot \cos(15^\circ) + 5 \cdot \cos(35^\circ)$, les masses se simplifient et $\cos(15°) = \cos(-15°)$.

Selon l'axe y :

$p_{tot\_avant\_y} = 0$, car il n'y a pas de déplacement dans la direction y.

$= p_{tot\_après\_y} = m \cdot V_{\mathrm{1\_après\_y}} + m \cdot V_{\mathrm{2\_après\_y}} = m \cdot V_{\mathrm{1\_après}} \cdot \sin(\alpha_1) + m \cdot V_{\mathrm{2\_après}} \cdot \sin(\alpha_2)$

$= p_{tot\_après\_y} = m \cdot V_{\mathrm{1\_après}} \cdot \sin(-15^\circ) + m \cdot V_{\mathrm{2\_après}} \cdot \sin(35^\circ)$ ($\sin(-15°) = -\sin(15°)$)

donc : $V_{\mathrm{1\_après}} \cdot \sin(15^\circ) = V_{\mathrm{2\_après}} \cdot \sin(35^\circ)$.

$V_{\mathrm{1\_après}} = V_{\mathrm{2\_après}} \cdot \dfrac{\sin(35^\circ)}{\sin(15^\circ)} = V_{\mathrm{2\_après}} \cdot 2{,}22 = 5 \cdot 2{,}22 = 11{,}1\,[m/s]$ Ceci montre que celle qui fait le plus grand angle avance à la plus petite vitesse qui est de 5 [m/s].

La vitesse de la 1ère boule après le choc est de 11,1 [m/s], vers le bas.

Donc la vitesse de la 1ère boule avant le choc vaut : $V_{\mathrm{1\_avant}} = 11{,}1 \cdot \cos(15^\circ) + 5 \cdot \cos(35^\circ) = 14{,}8\,[m/s]$

7. La conservation de la quantité de mouvement implique : $\overrightarrow{p_{tot\_avant}} = \overrightarrow{p_{tot\_après}}$. Donc :

<u>Selon l'axe *x* :</u>

$p_{tot\_avant\_x} = m \cdot V_{1\_avant\_x} + 2m \cdot V_{2\_avant\_x} = m \cdot V_{1\_avant} - 2m \cdot V_{2\_avant} \cdot \cos(\alpha) = m \cdot 7 - 2m \cdot V_{2\_avant} \cdot \cos(\alpha)$

$= p_{tot\_après\_x} = 3m \cdot V_{après\_x} = -3m \cdot V_{1\_après} \cdot \cos(30°) = -3m \cdot V_{1\_après} \cdot \cos(30°) = -3m \cdot 7 \cdot \cos(30°)$

$p_{tot\_après\_x} = -m \cdot 18{,}19$ unités MKSA.

donc : $7 - 2 \cdot V_{2\_avant} \cdot \cos(\alpha) = -18{,}19$, les masses se simplifient.

donc : $V_{2\_avant} = \dfrac{25{,}19}{2 \cdot \cos(\alpha)} = \dfrac{12{,}6}{\cos(\alpha)}$, les masses se simplifient. Reste 2 inconnues.

<u>Selon l'axe *y* :</u>

$p_{tot\_avant\_y} = m \cdot V_{1\_avant\_y} + 2m \cdot V_{2\_avant\_y} = 0 - 2m \cdot V_{2\_avant} \cdot \sin(\alpha)$.

$= p_{tot\_après\_y} = -3m \cdot V_{après\_y} = -3m \cdot V_{1\_après} \cdot \sin(\alpha') = -3m \cdot 7 \cdot \sin(30°) = -10{,}5 \cdot m$

donc : $-2 \cdot V_{2\_avant} \cdot \sin(\alpha) = -10{,}5$, les masses se simplifient. Reste 2 inconnues.

En combinant les deux équations : $-2 \cdot \dfrac{12{,}6}{\cos(\alpha)} \cdot \sin(\alpha) = -10{,}5 \;\Rightarrow\; \tan(\alpha) = \dfrac{10{,}5}{25{,}2} \;\Rightarrow\; \alpha = 22{,}6°$

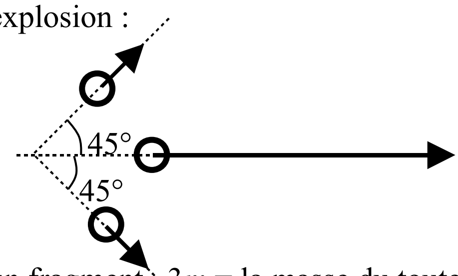
La vitesse de la seconde boule avant le choc était de : $V_{2\_avant} = \dfrac{12{,}6}{\cos(\alpha)} = \dfrac{12{,}6}{\cos(22{,}6°)} = 13{,}6\,[m/s]$

Elle valait 1,95 fois la vitesse de la première boule.

8. La conservation de la quantité de mouvement implique : $\overrightarrow{p_{tot\_avant}} = \overrightarrow{p_{tot\_après}}$. Donc :

Avant l'explosion :

Après l'explosion :



<u>Selon l'axe *x* :</u>

$p_{tot\_avant\_x} = 3 \cdot m \cdot V_{1\_avant} = 3 \cdot m \cdot 8$, m = la masse d'un fragment, $3m$ = la masse du toute.

$= p_{tot\_après\_x} = m \cdot V_{1\_après\_x} + m \cdot V_{2\_après\_x} + m \cdot V_{3\_après\_x} =$

$= p_{tot\_après\_x} = m \cdot V_{1\_après} + m \cdot V_{2\_après} \cdot \cos(45°) + m \cdot V_{3\_après} \cdot \cos(-45°)$

$= p_{tot\_après\_x} = m \cdot 16 + m \cdot V_{2\_après} \cdot \cos(45°) + m \cdot V_{3\_après} \cdot \cos(-45°)$ unités MKSA.

On a 3 inconnues : m ; $V_{2\_après}$ et $V_{3\_après}$.

On a une équation : $m \cdot 24 = m \cdot 16 + m \cdot V_{2\_après} \cdot \cos(45°) + m \cdot V_{3\_après} \cdot \cos(-45°)$,

donc : $24 = 16 + V_{2\_après} \cdot \cos(45°) + V_{3\_après} \cdot \cos(45°)$, les masses se simplifient et cos(–45°)=cos(45°).

<u>Selon l'axe *z* :</u>

$p_{tot\_avant\_z} = 0$, car il n'y a pas de déplacement dans la direction *z*.

$= p_{tot\_après\_z} = m \cdot V_{1\_après\_z} + m \cdot V_{2\_après\_z} + m \cdot V_{3\_après\_z} = 0 + m \cdot V_{2\_après} \cdot \sin(45°) + m \cdot V_{3\_après} \cdot \sin(-45°)$

$= p_{tot\_après\_z} = \left(V_{2\_après} - V_{3\_après}\right) \cdot m \cdot \sin(45°)$ sin(–45°) = – sin(45°)

donc : $0 = \left(V_{2\_après} - V_{3\_après}\right) \cdot m \cdot \sin(45°)$. Donc $V_{2\_après} = V_{3\_après}$ et

$24 = 16 + V_{2\_après} \cdot 2 \cdot \cos(45°) \;\Rightarrow\; V_{2\_après} = \dfrac{8}{2 \cdot \cos(45°)} = 5{,}66\,[m/s]$

Les vitesses du deuxième et du troisième fragment juste après l'explosion valent : 5,66 [m/s].