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

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

Quantité de mouvement totale après la collision :

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

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

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

Quantité de mouvement totale après la collision :

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

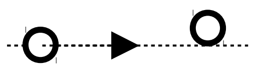
La conservation de la quantité de mouvement implique : $p_{tot\_avant\_2} = p_{tot\_après\_2}$, donc :

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

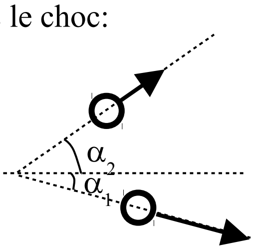
La masse du chariot A est de 1 [kg], celle du chariot B est de 2 [kg].

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

Avant le choc :



Après le choc:



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$V_{1\_après} = V_{2\_après} \cdot \dfrac{\sin(35°)}{\sin(15°)} = V_{2\_après} \cdot 2,22 = 5 \cdot 2,22 = 11,1\,[m/s]$ 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 : $V_{1\_avant} = 11,1 \cdot \cos(15°) + 5 \cdot \cos(35°) = 14,8\,[m/s]$

7. Ecrivons les égalités vectoriellement avant de décomposer selon les axes x et y.

$\vec{p}_{tot\,avant} = m \cdot \vec{V}_1 + 2\text{m} \cdot \vec{V}_2 = \langle m \cdot V_1 - 2\text{m} \cdot V_{2\text{x}} \;;\; -2\text{m} \cdot V_{2\text{y}} \rangle$

$\vec{p}_{tot\,après} = 3\text{m} \cdot \vec{V}'_{12} = \langle -3\text{m} \cdot V'_{12} \cdot \cos(\alpha') \;;\; -3\text{m} \cdot V'_{12} \cdot \sin(\alpha') \rangle$

La conservation de la quantité de mouvement implique : $\vec{p}_{tot\,avant} = \vec{p}_{tot\,après}$. Donc :

$\langle m \cdot V_1 - 2\text{m} \cdot V_{2\text{x}} \;;\; -2\text{m} \cdot V_{2\text{y}} \rangle = \langle -3\text{m} \cdot V'_{12} \cdot \cos(\alpha') \;;\; -3\text{m} \cdot V'_{12} \cdot \sin(\alpha') \rangle$

La première composante donne : $V_{2\text{x}} = 0.5 \cdot 3 \cdot V'_{12} \cdot \cos(\alpha') + 0.5 \cdot V_1$

$V_{2\text{x}} = 0.5 \cdot 3 \cdot 7.00 \cdot \cos(30°) + 0.5 \cdot 7.00 = 12.6 [m/s]$

La deuxième composante donne : $V_{2\text{y}} = 0.5 \cdot 3 \cdot V'_{12} \cdot \sin(\alpha')$

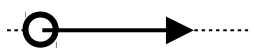
$V_{2\text{y}} = 0.5 \cdot 3 \cdot 7.00 \cdot \sin(30°) = 5.25 [m/s]$

La vitesse de la boule de masse $2m$ avant le choc était de :

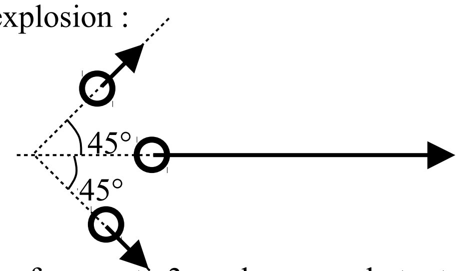
$\vec{V}_2 = \langle 12.6 \;;\; 5.25 \rangle [m/s]$, $\|\vec{V}_2\| = 13.6 [m/s]$, $\alpha_2 = \arctan(5.25/12.6) = 22,6°$.

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

Avant l'explosion :



Après l'explosion :



Selon l'axe x :

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

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

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

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

On a 3 inconnues : m ; $V_{2\_\text{après}}$ et $V_{3\_\text{après}}$.

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

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

Selon l'axe z :

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

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

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

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

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

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