

Pendule balistique - Corrigé

1. fig. a : système $\{bac\}$: $\mathbf{p} = \mathbf{0}$ $E_c = 0$
 système $\{balle\}$: $\mathbf{p} = m.\mathbf{v}$ $E_c = \frac{1}{2} m.|\mathbf{v}|^2$
fig. b : système $\{bac+balle\}$: $\mathbf{p} = (m+M).\mathbf{V}_0$ $E_c = \frac{1}{2} (m+M).|\mathbf{V}_0|^2$

2. Le choc entre la balle et bac de sable est inélastique. Deux éléments permettent de le dire. (i) La vitesse du bac avant le choc est nulle et la masse de la balle est inférieure à celle du bac. Par conséquent, la balle rebondirait sur le bac (le vecteur vitesse changerait de sens après le choc) si le choc était élastique. (ii) De plus, l'énoncé précise qu'une partie de l'énergie cinétique du projectile est dissipée sous forme de chaleur au moment du choc. Si l'énergie cinétique n'est pas conservée, c'est que le choc est inélastique.

Relation de conservation de la quantité de mouvement :

$$\mathbf{p}_{\{bac\}} + \mathbf{p}_{\{balle\}} = \mathbf{p}_{\{bac+balle\}} \quad \Rightarrow \quad m.\mathbf{v} = (m+M).\mathbf{V}_0$$

(avant le choc) (après le choc)

3. Après le choc, entre les instants correspondant à fig.2 et fig.3, la variation ΔE_p de l'énergie potentielle s'écrit :

$$\Delta E_p = (M+m).g.h$$

La variation ΔE_m de l'énergie mécanique s'écrit :

$$\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_p = \frac{1}{2} (M+m).(|\mathbf{0}|^2 - |\mathbf{V}_0|^2) + (M+m).g.h$$

Le déplacement du bac s'effectue sans frottement, par conséquent il y a conservation de l'énergie mécanique au cours du mouvement :

$$\begin{aligned} \Delta E_m = 0 & \Rightarrow -\frac{1}{2} (M+m).|\mathbf{V}_0|^2 + (M+m).g.h = 0 \\ & \Rightarrow \frac{1}{2} (M+m).|\mathbf{V}_0|^2 = (M+m).g.h \\ & \Rightarrow |\mathbf{V}_0|^2 = 2.g.h \Rightarrow V_0 = \sqrt{2.g.h} \end{aligned}$$

4. La relation de conservation de la quantité de mouvement permet d'exprimer la vitesse initiale $\mathbf{v}$ de la balle en fonction des masses m et M :

$$m.\mathbf{v} = (m+M).\mathbf{V}_0 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{v} = [(m+M)/m].\mathbf{V}_0$$

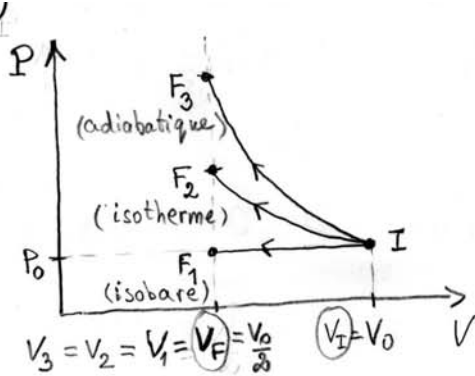
La fraction d'énergie cinétique δE_c dissipée par échauffement au moment du choc s'exprime ainsi :

$$\begin{aligned} \delta E_c &= E_{c\{bac\}} + E_{c\{balle\}} - E_{c\{bac+balle\}} = 0 + \frac{1}{2} m.|\mathbf{v}|^2 - \frac{1}{2} (m+M).|\mathbf{V}_0|^2 \\ &\quad \text{(avant le choc)} \quad \text{(après le choc)} \\ \delta E_c &= \frac{1}{2} m. \left[\left[\frac{(m+M)}{m} \right].V_0 \right]^2 - \frac{1}{2} (m+M).V_0^2 \\ &= \frac{1}{2} .[m. \left[\frac{(m+M)}{m} \right]^2 - (m+M)] .V_0^2 \\ &= \frac{1}{2} .[(m+M)^2/m - (m+M)].(2.g.h) \\ &= M.(1+M/m).g.h \end{aligned}$$

5. A.N. : $v = [(m+M)/m].V_0 = [(2800+8)/8] \times \sqrt{2 \times 10 \times 0,05} = 351 \text{ m.s}^{-1}$
 $\delta E_c = M.(1+M/m).g.h = 2,8 \times (1 + 2800/8) \times 10 \times 0,05 = 491,4 \text{ J}$

Gaz Parfait – Corrigé

1)



$$2) P_0 V_0 = n R T_0, n=1$$

$$\Rightarrow T_0 = \frac{P_0 V_0}{R}$$

$$3) I \rightarrow F_1,$$

isobare

$$\Rightarrow P_1 = P_0$$

$$I \rightarrow F_2$$

isotherme

$$\begin{cases} P_0 V_0 = R T_0 \\ P_2 V_2 = R T_0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{P_2 V_2}{P_0 V_0} = 1$$

$$\Rightarrow P_2 = \frac{V_0}{V_2} P_0$$

$$\text{A.N. } P_2 = 2 P_0$$

$$I \rightarrow F_3$$

adiabatique

$$P_0 V_0^\gamma = P_3 V_3^\gamma$$

$$\Rightarrow P_3 = \left(\frac{V_0}{V_3} \right)^\gamma P_0$$

$$\text{A.N. } P_3 = 2^{\frac{5}{3}} P_0 = 3.17 P_0$$

$$4) I \rightarrow F_1$$

isobare

$$P_0 V_0 = R T_0$$

$$P_0 V_1 = R T_1$$

$$\Rightarrow \frac{T_1}{T_0} = \frac{V_1}{V_0}$$

$$T_1 = \frac{V_1}{V_0} T_0$$

$$\text{A.N. } T_1 = 0.5 T_0$$

$$I \rightarrow F_2$$

isotherme

$$\Rightarrow T_2 = T_0$$

$$I \rightarrow F_3$$

adiabatique

$$\Rightarrow P_0 V_0^\gamma = P_3 V_3^\gamma$$

$$\text{G.P. } \Rightarrow P_3 V_3 = R T_3$$

$$\Rightarrow P_3 = R \frac{T_3}{V_3}$$

$$\Rightarrow P_0 V_0^\gamma = R \frac{T_3}{V_3} V_3^\gamma = R T_3 V_3^{\gamma-1}$$

$$\Rightarrow T_3 = \frac{P_0 V_0^\gamma}{R V_3^{\gamma-1}} = \frac{P_0 V_0^\gamma \cdot 2^{\gamma-1}}{R V_0^{\gamma-1}}$$

$$T_3 = \frac{P_0 V_0}{R} \times 2^{\gamma-1} \Rightarrow T_3 = 2^{\gamma-1} T_0$$

$$\text{A.N. } T_3 = 1.59 T_0$$

5) on a vu pour un G.P. monoatomique :

$$U = \left(\frac{3}{2}\right) n R T = n C_V T \quad \Rightarrow \Delta U = n C_V \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta U_1 = C_V (T_1 - T_0) = C_V (0.5 T_0 - T_0) = -0.5 C_V T_0 < 0$$

$$\Delta U_2 = C_V (T_2 - T_0) = C_V (T_0 - T_0) = 0$$

$$\Delta U_3 = C_V (T_3 - T_0) = C_V (1.5 T_0 - T_0) = 0.5 C_V T_0$$

$\Rightarrow \Delta U_1$ (isobare) est min