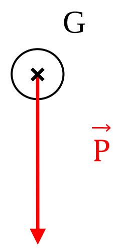
La panenka
(Bac Spécialité SI - Métropole - mars 2022)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie

1.

- système : {ballon}
  référentiel : terrestre, considéré galiléen



- bilan des forces extérieures appliquées au système :
  $\vec{P}$ son poids
  On néglige l'action de l'air

2.

- D'après la 2ème loi de Newton, $\Sigma \vec{F}_{ext} = m\,\vec{a}_G$
  car le référentiel d'étude est considéré galiléen et la masse du système est constante.

$\Rightarrow \vec{P} = m\vec{a}_G$

$\Rightarrow m\vec{g} = m\vec{a}_G$

$\Rightarrow \vec{a}_G = \vec{g}$

- $\vec{a}_G \left| \begin{array}{l} a_x \\ a_y \end{array} \right. = \vec{g} \left| \begin{array}{l} 0 \\ -g \end{array} \right. \quad \Rightarrow \quad \vec{a}_G \left| \begin{array}{l} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{array} \right.$

3. $\vec{a}_G = \dfrac{d\vec{v}_G}{dt} \quad \Rightarrow \quad \vec{v}_G \left| \begin{array}{l} v_x = C_1 \\ v_y = -gt + C_2 \end{array} \right.$

Or $\vec{v}_G\,(t=0\text{ s}) \left| \begin{array}{l} C_1 \\ C_2 \end{array} \right. = \vec{v}_0 \left| \begin{array}{l} v_{0x} \\ v_{0y} \end{array} \right. \quad \Rightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} C_1 = v_{0x} \\ C_2 = v_{0y} \end{array} \right.$

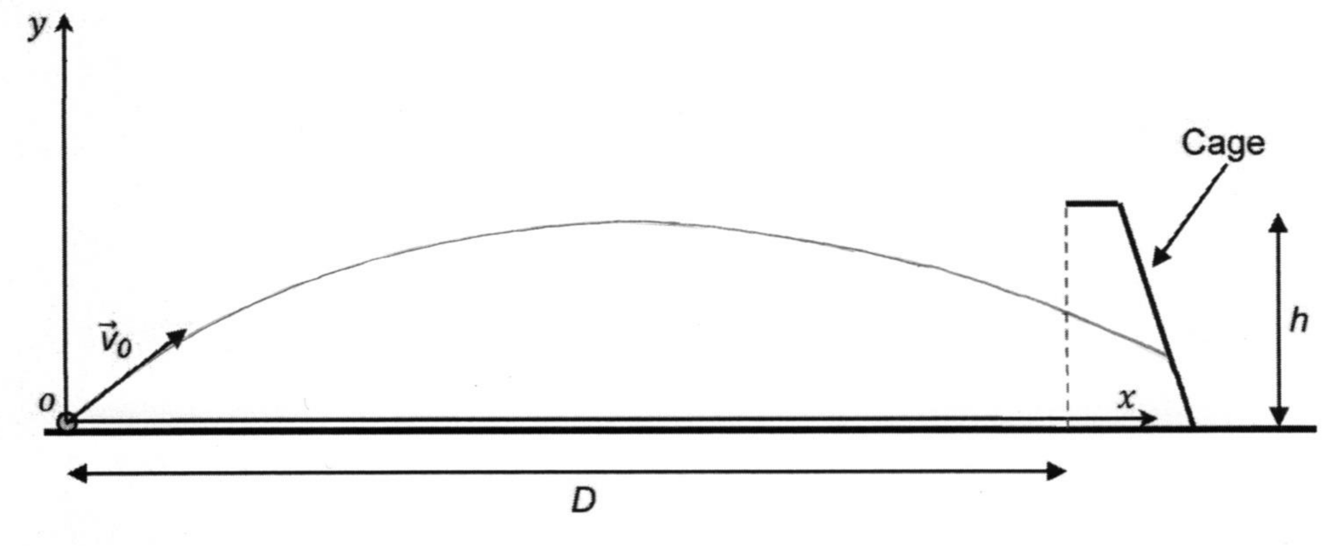
Donc $\vec{v}_G(t) \left| \begin{array}{l} v_x = v_{0x} \\ v_y = -gt + v_{0y} \end{array} \right.$

- $\vec{v}_G = \dfrac{d\overrightarrow{OG}}{dt} \Rightarrow \overrightarrow{OG} \left| \begin{array}{l} x = v_{0x}\, t + C_3 \\ y = -\dfrac{1}{2} g t^2 + v_{0y}\, t + C_4 \end{array} \right.$

Or $\overrightarrow{OG}(t=0\ s) \left| \begin{array}{l} C_3 \\ C_4 \end{array} \right. = \overrightarrow{OG}_0 \left| \begin{array}{l} 0 \\ 0 \end{array} \right. \Rightarrow \begin{cases} C_3 = 0 \\ C_4 = 0 \end{cases}$

Donc $\overrightarrow{OG}(t) \left| \begin{array}{l} x = v_{0x}\, t \\ y = -\dfrac{1}{2} g t^2 + v_{0y}\, t \end{array} \right.$

4.



5.

- Le ballon franchit la ligne de but à l'instant $t_b = 0{,}96$ s
  $\Rightarrow x(t_b) = D$
  $\Rightarrow v_{0x}\, t_b = D$
  $\Rightarrow v_{0x} = \dfrac{D}{t_b} = \dfrac{11}{0{,}96} = 11\ m.s^{-1}$

- Le ballon franchit la ligne de but au milieu de la cage dans le sens de la hauteur
  $\Rightarrow y(t_b) = \dfrac{h}{2}$
  $\Rightarrow -\dfrac{1}{2} g t_b^2 + v_{0y}\, t_b = \dfrac{h}{2}$
  $\Rightarrow v_{0y}\, t_b = \dfrac{h}{2} + \dfrac{1}{2} g t_b^2$
  $\Rightarrow v_{0y} = \dfrac{h}{2t_b} + \dfrac{1}{2} g\, t_b = \dfrac{2{,}44}{2 \times 0{,}96} + \dfrac{1}{2} \times 9{,}81 \times 0{,}96 = 6{,}0\ m.s^{-1}$

6. Calculons la vitesse initiale du tir au but de Panenka :

$v_0 = \| \vec{v}_0 \| = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2} = \sqrt{11^2 + 6,0^2} = 13 \text{ m.s}^{-1} = 13 \times 3,6 \text{ km.h}^{-1} = 47 \text{ km.h}^{-1}$

Cette valeur est plus de 2 fois plus faible que celle lors d'un penalty "classique" (120 km.h^{-1}).
Panenka a donc effectivement frappé "mollement" dans le ballon.