Correction des parties 1.et 2. de l'exercice
"Le saut de Félix Baumgartner"
(Bac S – Amérique du Sud - novembre 2015)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie
© *http://b.louchart.free.fr*

1. Attraction gravitationnelle lors du saut

1.1. $F_{T/F} = \dfrac{GM_T m}{(R_T + H)^2}$

1.2. En assimilant le poids à cette force, on obtient :

$F_{T/F} = P$

$\Rightarrow \dfrac{GM_T m}{(R_T + H)^2} = mg$

$\Rightarrow g = \dfrac{GM_T}{(R_T + H)^2}$

Au cours de la chute, H diminue et G, M_T et R_T sont constantes, donc g augmente.

Ainsi :

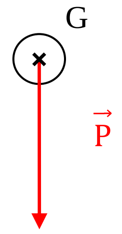
- initialement, au point A d'altitude H_A = 39045 m, $g_A = \dfrac{6{,}67\times10^{-11}\times5{,}98\times10^{24}}{(6380\times10^3 + 39045)^2} = 9{,}68\ \text{m.s}^{-2}$
- à l'arrivée, au point B d'altitude H_B = 0 m, $g_B = \dfrac{6{,}67\times10^{-11}\times5{,}98\times10^{24}}{(6380\times10^3)^2} = 9{,}80\ \text{m.s}^{-2}$

2. Étude de la première phase du saut de Félix Baumgartner avec le modèle de la chute libre

2.1.

- système : {Félix Baumgartner}
  référentiel : terrestre, considéré galiléen

- bilan des forces extérieures appliquées au système :
  $\vec{P}$ son poids
  Les frottements de l'air et la poussée d'Archimède sont négligés dans cette étude.



- D'après la 2ème loi de Newton, dans un référentiel galiléen, $\Sigma \vec{F}_{ext} = \dfrac{d\vec{p}}{dt}$

  Or : $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{P}$

  et : $\dfrac{d\vec{p}}{dt} = \dfrac{d(m\,\vec{v}_G)}{dt} = m\,\dfrac{d\vec{v}_G}{dt} = m\,\vec{a}_G$

  car m ne dépend pas de t

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

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

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

  L'énoncé indique que le repère comporte un axe (Oy), mais sans préciser son sens et la position du point O.
  On choisit O confondu avec le point situé à la surface de la Terre, à la verticale du point d'où Félix Baumgartner a sauté.
  L'axe (Oy) est choisi vertical vers le haut.
  L'origine des dates n'est pas non plus indiquée dans l'énoncé. On choisit que la date $t = 0$ s correspond au début de la chute.

  Projetons cette relation sur l'axe (Oy).
  On obtient $a_y = g_y$, donc $a_y = -g$

- La trajectoire de G est une droite (droite (Oy)), donc G a un mouvement rectiligne.
  De plus, $\vec{a}_G$ est constant ($\neq \vec{0}$).
  On en déduit que G a un mouvement rectiligne uniformément varié.
  De plus, $\vec{a}_G \cdot \vec{v}_G > 0$, donc G a un mouvement accéléré.
  Finalement, G a un mouvement rectiligne uniformément accéléré.

2.2.

- $\vec{a}_G = \dfrac{d\vec{v}_G}{dt} \Rightarrow a_y = \dfrac{dv_y}{dt}$

  Donc $v_y = -gt + C_1$

  $$\text{À } t = 0 \text{ s}, \quad \left.\begin{array}{l} v_y = 0 \\ v_y = C_1 \end{array}\right\} \Rightarrow C_1 = 0$$

  Donc $v_y(t) = -gt$

- $\vec{v}_G = \dfrac{d\overrightarrow{OG}}{dt} \Rightarrow v_y = \dfrac{dy}{dt}$

  Donc $y = -\dfrac{1}{2}gt^2 + C_2$

$$\left.\begin{array}{l}\text{À } t = 0 \text{ s}, \quad y = H_A \\ \qquad\qquad\quad y = C_2\end{array}\right\} \Rightarrow \quad C_2 = H_A$$

Donc $y(t) = -\dfrac{1}{2}gt^2 + H_A$

2.3. Déterminons l'instant t_1 auquel Félix Baumgartner a atteint sa vitesse maximale :

$$1342 \text{ km.h}^{-1} = \frac{1342}{3{,}6} \text{ m.s}^{-1} = 372{,}8 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v(t_1) = \sqrt{v_y^2(t_1)} = |v_y(t_1)| = g\,t_1$$

On obtient donc : $t_1 = \dfrac{v(t_1)}{g} = \dfrac{372{,}8}{9{,}71} = 38{,}4 \text{ s}$

2.4. À cet instant, il a parcouru une distance :

$$d_1 = y(t_0) - y(t_1) = H_A - \left(-\frac{1}{2}gt_1^2 + H_A\right) = \frac{1}{2}g\,t_1^2 = \frac{1}{2} \times 9{,}71 \times 38{,}4^2 = 7{,}16\times10^3 \text{ m} = 7{,}16 \text{ km}$$

Son altitude vaut donc :
$H_1 = H_A - d_1 = 39{,}045 - 7{,}16 = 31{,}89 \text{ km}$