Bac S 2015 Amérique du sud **Correction © http://labolycee.org**

EXERCICE I. LE SAUT DE FÉLIX BAUMGARTNER (5 points)

1. Attraction gravitationnelle lors du saut

1.1. D'après la loi d'attraction universelle de Newton, la force d'attraction $\overrightarrow{F_{T/F}}$ exercée par la Terre sur Félix Baumgartner a pour expression : $F_{T/F} = \dfrac{G.M_T.m}{(R_T + H)^2}$.

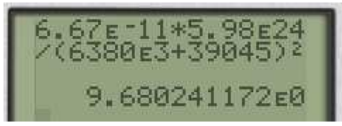
1.2. On assimile le poids *P* à la force d'attraction : $P = F_{T/F}$

$$m.g = \frac{G.M_T.m}{(R_T + H)^2}$$

$$\text{soit } \boxed{g = \frac{G.M_T}{(R_T + H)^2}}$$

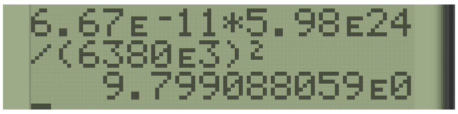
Cette expression montre que l'intensité du champ de pesanteur *g* n'est pas constante au cours de la chute car elle dépend de l'altitude *H* de Félix Baumgartner. L'intensité du champ de pesanteur augmente au cours de la chute (quand *H* diminue).

« Justifier quantitativement. » impose de faire des calculs.



Pour $H = H_0$ = 39 045 m, $g(H_0) = \dfrac{6{,}67\times10^{-11}\times5{,}98\times10^{24}}{(6380\times10^3 + 39045)^2}$ = **9,68 m.s^{-2}**

Pour *H* = 0 m, *g*(0) = **9,80 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 : le sol, référentiel terrestre supposé galiléen.

Inventaire des forces : On suppose que Félix Baumgartner est en chute libre, il n'est donc soumis qu'à son poids $\vec{P} = m.\vec{g}$

Par application de la deuxième loi de Newton, avec m constante $\Sigma\overrightarrow{F_{ext.}} = m.\vec{a}$, on obtient :

$\vec{P} = m.\vec{a}$

$m.\vec{g} = m.\vec{a}$

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

Par projection suivant un axe Oy vertical **orienté vers le haut**, **O étant confondu avec la position d'arrivée au sol de Félix** : $\boldsymbol{a_y = -g}$

Le vecteur accélération est vertical, orienté vers le bas et sa valeur est constante, il s'agit d'un **mouvement rectiligne uniformément accéléré**.

ATTENTION du choix du sens de l'axe dépend le signe de a_y. Il faut impérativement l'indiquer.

2.2. $a_y = \dfrac{dv_y(t)}{dt}$ donc $v_y(t)$ est une primitive de a_y.

$v_y(t) = -g.t + C$ où *C* est une constante qui dépend des conditions initiales.

Félix ayant sauté de la nacelle avec une vitesse initiale nulle, on a $v_y(t=0) = 0$, ainsi $C = 0$.

$\boldsymbol{v_y(t) = -g.t}$

Par définition $v_y(t) = \dfrac{dy(t)}{dt}$ donc $y(t)$ est une primitive de $v_y(t)$.

$y(t) = -\dfrac{1}{2}.g.t^2 + C_1$ où C_1 est une constante qui dépend des conditions initiales.

ATTENTION du choix de l'origine du repère dépend l'ordonnée initiale, il faut impérativement l'indiquer (fait au 2.1.).

Au début du saut, à $t = 0$, Félix Baumgartner se trouve à l'altitude H_0 : $y(0) = H_0$ d'où $C_1 = H_0$

L'équation horaire du mouvement est $\boxed{y(t) = -\frac{1}{2}.g.t^2 + H_0}$

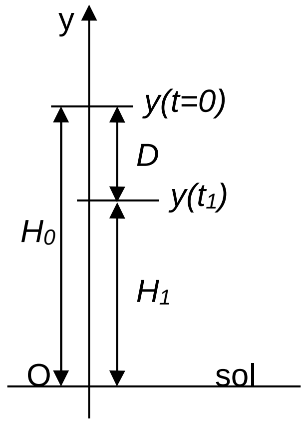
2.3. À la date t_1, Félix atteint une vitesse de pointe de 1342 km.h^{-1}.

$v(t_1) = \sqrt{v_y(t)^2} = g.t_1$

$\boxed{t_1 = \frac{v(t_1)}{g}}$

On convertit $v(t_1)$ en m.s^{-1}.

$t_1 = \frac{1342/3{,}6}{9{,}71}$ = **38,4 s** *Valeur non arrondie stockée en mémoire.*



2.4. Félix a parcouru la distance $\boldsymbol{D = y(t=0) - y(t_1) = H_0 - y(t_1)}$

$D = H_0 - y(t_1) = H_0 - (-\frac{1}{2}.g.t_1^2 + H_0)$

$\boxed{D = \frac{1}{2}.g.t_1^2}$

soit $D = \frac{1}{2} \times 9{,}71 \times 38{,}4^2 = 7{,}16 \times 10^3$ m = **7,16 km** *Calcul avec t_1 non arrondie.*

Son altitude H_1 est donnée par $H_1 = y(t=0) - D = H_0 - D$ *Faire un schéma*

$H_1 = 39{,}045 \times 10^3 - 7{,}16 \times 10^3 = 31{,}89 \times 10^3$ m = **31,89 km**

3. Dans la stratosphère, le modèle choisi de la chute libre est-il pertinent ?

3.1. Félix s'est élancé depuis la stratosphère où la masse volumique de l'air est bien plus faible que dans la troposphère. Ainsi les forces de frottement de l'air seront très faibles et négligeables face à la force poids. De ce point de vue le modèle de chute libre est pertinent.

3.2. En 2.4., nous avions utilisé le modèle de la chute libre pour calculer la distance parcourue par Félix. En réalité, la distance parcourue par Félix Baumgartner lorsqu'il atteint sa vitesse maximale est supérieure à celle ainsi calculée.

On peut expliquer cette différence car les forces de frottement sont d'autant plus importantes que la **vitesse de chute est grande**. Ici, la vitesse atteinte par Félix Baumgartner est très élevée (1342 km.h^{-1}). En conséquence le frottement de Félix Baumgartner avec l'air **n'est pas négligeable**, il faut plus de temps à Félix pour atteindre sa vitesse maximale, et en une durée plus grande il a parcouru une plus grande distance.

4. Analyse des transferts d'énergie lors de la première phase du saut

Lors de la chute, l'énergie potentielle de pesanteur est transformée en énergie cinétique d'une part, et en chaleur, par le travail des forces de frottement de l'air, d'autre part.

L'énergie potentielle de pesanteur diminue donc alors que l'énergie cinétique augmente mais dans une moindre proportion.

L'énergie mécanique, somme de l'énergie potentielle de pesanteur et de l'énergie cinétique diminue au cours de la chute car une partie de cette énergie est dissipée par les forces de frottement.