

Résolution de problème : théorème de l'énergie mécanique

Le 14 octobre 2012, l'Autrichien Felix Baumgartner s'est laissé tomber de l'altitude de 38 968 m au-dessus du sol et a été le premier homme à dépasser le mur du son lors d'une chute (doc. 1 et doc. 2).

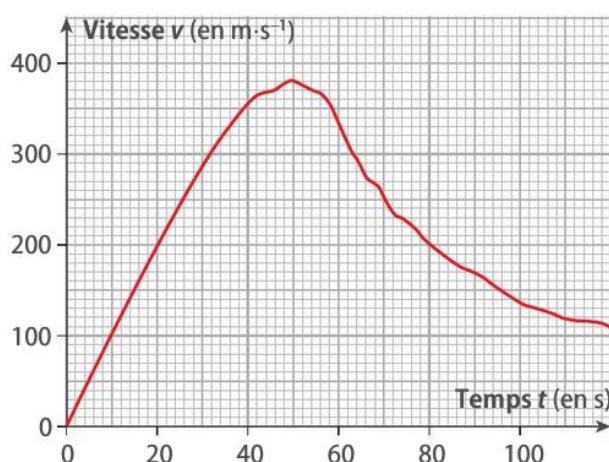
Le record du saut en parachute le plus haut a été dépassé depuis, mais Baumgartner détient toujours le record de vitesse. Ainsi, le site du Guinness World Records indique qu'il a atteint « *the highest vertical speed in freefall* ».

Or, pour un physicien, un système mécanique est en chute libre (*freefall*) si et seulement si l'unique force qu'il subit est son poids.

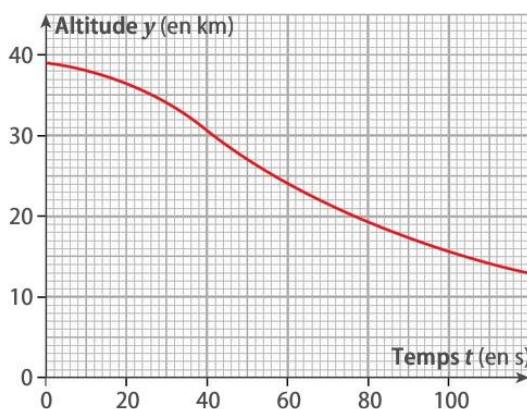
Données

- Masse de Felix Baumgartner avec son équipement : $m = 120 \text{ kg}$.
- On considérera le champ de pesanteur comme uniforme, de norme $g = 9,7 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Doc. 1 Vitesse v au-dessus du sol de Felix Baumgartner en fonction du temps t au début de sa chute



Doc. 2 Altitude y au-dessus du sol de Felix Baumgartner en fonction du temps t au début de sa chute



Problème

La chute de Felix Baumgartner est-elle réellement une chute libre entre le début de sa chute et l'instant où il atteint sa vitesse maximale ?

Justifier numériquement en calculant le travail d'éventuels frottements qui lui sont appliqués sur ce trajet.

Correction :

60 Si sa chute est libre, alors son énergie mécanique doit être constante. L'altitude du point d'où il se laisse tomber est $y_0 = 38\ 968\ \text{m}$ au-dessus du sol.

Son énergie mécanique est alors $E_{m0} = mg y_0 = 4,5 \times 10^7\ \text{J}$.

Il atteint sa vitesse maximale au bout de 50 s.

À cette date, sa vitesse vaut $v_{\max} = 380\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ et son altitude est $y_1 = 27\ \text{km}$. Son énergie mécanique est alors :

$$\begin{aligned}E_m &= \frac{1}{2}mv_{\max}^2 + mg y_1 \\&= 4,0 \times 10^7\ \text{J}.\end{aligned}$$

L'énergie mécanique n'a pas été conservée, donc sa chute n'est pas réellement une chute libre.

La variation d'énergie mécanique vaut alors :

$$\Delta E_m = E_m - E_{m0} = -0,5 \times 10^7\ \text{J}.$$

D'après le théorème de l'énergie mécanique, cette valeur est égale au travail des forces de frottements :

$$W_{AB}(\vec{f}) = -0,5 \times 10^7\ \text{J}$$