

Métropole juin 2021 sujet 1	
CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/	
CLASSE : Terminale	EXERCICE C : au choix du candidat (5 points)
VOIE : ☒ Générale	ENSEIGNEMENT : physique-chimie
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53	CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE A - UN SAUT STRATOSPHERIQUE (5 points)

Mot-clé : mouvement dans un champ de pesanteur uniforme

1.1.

$$\Delta g = |g(z_{\max}) - g(z_{\min})|$$

Or

$$g(z) = \frac{g_0 \times R_T^2}{(R_T + z)^2}$$

$$\Delta g = \left| \frac{g_0 \times R_T^2}{(R_T + z_{\max})^2} - \frac{g_0 \times R_T^2}{(R_T + z_{\min})^2} \right|$$

$$\Delta g = \left| \frac{9,81 \times (6370 \cdot 10^3)^2}{(6370 \cdot 10^3 + 50 \cdot 10^3)^2} - \frac{9,81 \times (6370 \cdot 10^3)^2}{(6370 \cdot 10^3 + 11 \cdot 10^3)^2} \right|$$

$$\Delta g = 0,12$$

1.2.

$$g(z_{\max}) = \frac{9,81 \times (6370 \cdot 10^3)^2}{(6370 \cdot 10^3 + 50 \cdot 10^3)^2} = 9,66 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$\frac{\Delta g}{g(z_{\max})} = \frac{0,12}{9,66} = 0,012 = 1,2\%$$

2.

Système {Félix Baumgartner}

Référentiel terrestre supposé galiléen

D'après la deuxième loi de Newton :

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}$$

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

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

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

Le vecteur accélération du centre d'inertie du solide est égal au vecteur champ de pesanteur.

Projetons sur l'axe Oz :

$$g_z = -g$$

$$a_{z(t)} = -g$$

Or

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

On intègre l'accélération :

$$v_{z(t)} = -gt + C_1$$

Pour trouver C_1 , on utilise v_0

$$v_0 = 0 \text{ m.s}^{-1}$$

d'où

$$v_{z(t)} = -gt$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt}$$

On intègre la vitesse :

$$z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + C_2$$

Pour trouver les constantes, on utilise z_0 :

$$z_0 = z_{\text{départ}}$$

d'où

$$z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + z_{\text{départ}}$$

3.

Pour trouver l'altitude à laquelle la valeur de la vitesse de Félix Baumgartner est égale à 307 ms^{-1} , il faut trouver le temps pour lequel cette vitesse est atteinte et l'insérer dans l'altitude z .

$$v_{z(t)} = -gt$$

$$t = \frac{v_{z(t)}}{-g}$$

$$z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + z_{\text{départ}}$$

$$z(t) = -\frac{1}{2}g \left(\frac{v_{z(t)}}{-g} \right)^2 + z_{\text{départ}}$$

$$z(t) = -\frac{1}{2}g \frac{v_{z(t)}^2}{g^2} + z_{\text{départ}}$$

$$z(t) = -\frac{1}{2} \frac{v_{z(t)}^2}{g} + z_{\text{départ}}$$

$$z(t) = -\frac{1}{2} \times \frac{307^2}{9,66} + 38\,969$$

$$z(t) = 34\,090 \text{ m}$$

4.

Trouvons graphiquement la vitesse du son pour l'altitude $z(t) = 34\,090 \text{ m}$

Pour $z(t) = 34\,090 \text{ m}$, $v_{\text{son}} = 305 \text{ m.s}^{-1}$.

La vitesse de Félix Baumgartner est égale à 307 ms^{-1} pour cette altitude. Felix Baumgartner a donc dépassé la vitesse du son lorsqu'il atteint cette altitude.

Remarque : la détermination de la vitesse du son avec ce graphique est peu précise.

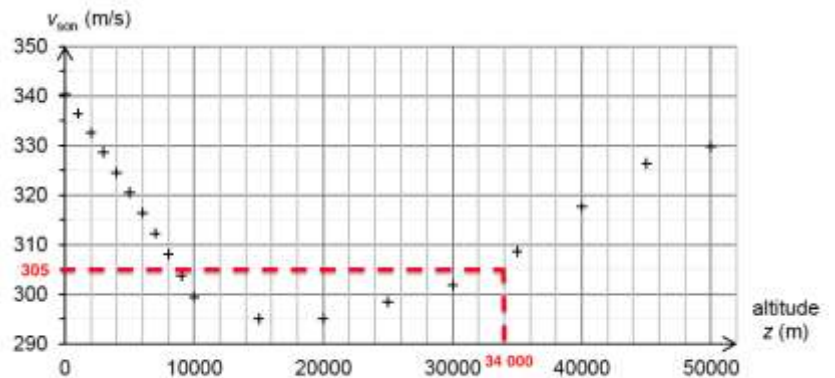


Figure 1. Vitesse du son en fonction de l'altitude

5.

Pour comparer la norme de la force de frottement de l'air et la norme du poids, on fait leur quotient :

$$\frac{P}{f} = \frac{m \times g}{0,4 \times \rho_{\text{air}}(z) \times v^2}$$

Graphiquement :

$$\rho_{\text{air}}(33\,446) = 0,010 \text{ Kg. m}^{-3}$$

$$\frac{P}{f} = \frac{120 \times 9,66}{0,4 \times 0,010 \times 307^2}$$

$$\frac{P}{f} = 3$$

Le poids est 3 fois plus grand que la force de frottement. Cependant la force de frottement n'est pas négligeable.

Nous ne sommes donc pas dans une chute libre.

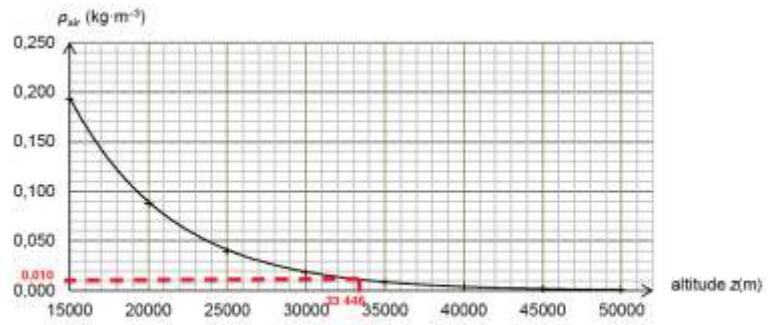


Figure 2. Masse volumique de l'air dans la stratosphère (entre 15 et 50 km) en fonction de l'altitude

6.

D'après le texte : « La vitesse limite est la vitesse atteinte lorsque la norme de la force de frottement devient égale à celle du poids. »

$$f = P$$

$$0,4 \times \rho_{\text{air}}(z) \times v_{\text{lim}}^2 = m \times g$$

$$v_{\text{lim}}^2 = \frac{m \times g}{0,4 \times \rho_{\text{air}}(z)}$$

$$v_{\text{lim}} = \sqrt{\frac{m \times g}{0,4 \times \rho_{\text{air}}(z)}}$$

Félix Baumgartner s'il s'était élancé d'une altitude $z = 20\,000 \text{ m}$ et la vitesse limite est atteinte après $4\,000 \text{ m}$ de chute. Soit $z = 20\,000 - 4\,000 = 16\,000 \text{ m}$.

Graphiquement :

$$\rho_{\text{air}}(16\,000) = 0,170 \text{ Kg. m}^{-3}$$

$$v_{\text{lim}} = \sqrt{\frac{120 \times 9,66}{0,4 \times 0,170}}$$

$$v_{\text{lim}} = 130 \text{ m. s}^{-1}.$$

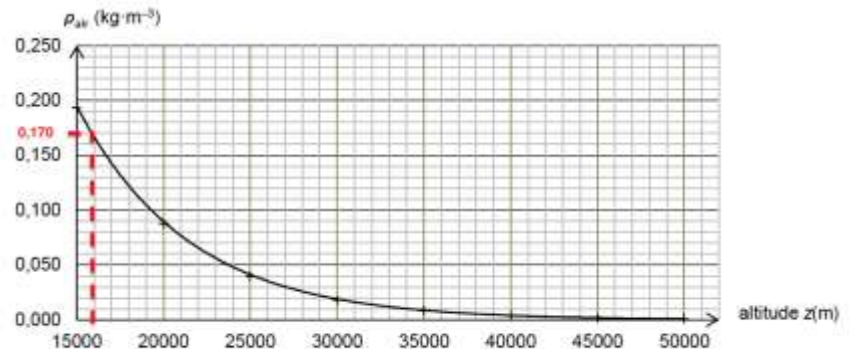


Figure 2. Masse volumique de l'air dans la stratosphère (entre 15 et 50 km) en fonction de l'altitude

7.

Quelque soit l'altitude : $v_{\text{son}} > 295 \text{ m.s}^{-1}$

Or depuis cette zone $v_{\text{lim}} = 130 \text{ m.s}^{-1} < v_{\text{son}}$

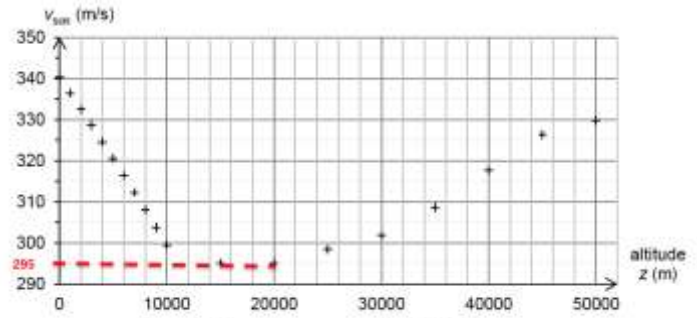


Figure 1. Vitesse du son en fonction de l'altitude

Pour augmenter la vitesse, il faut réduire les forces de frottements.

$$\text{Or } f = 0,4 \times \rho_{\text{air}}(z) \times v_{\text{lim}}^2$$

Pour réduire f il faut $\rho_{\text{air}}(z)$ soit plus faible.

Or $\rho_{\text{air}}(z)$ décroît avec l'altitude.

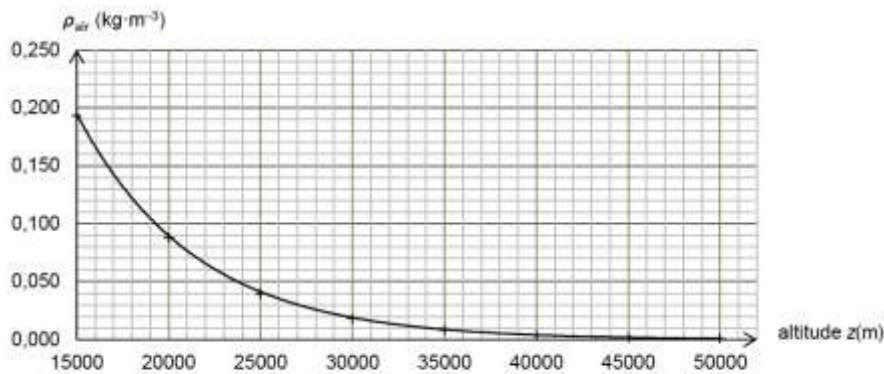


Figure 2. Masse volumique de l'air dans la stratosphère (entre 15 et 50 km) en fonction de l'altitude

Ainsi est nécessaire de s'élancer depuis la zone supérieure de la stratosphère pour atteindre une vitesse égale à celle du son.