

Apprentissage du saut en parachute
(Bac Spécialité Physique-Chimie - Afrique - juin 2021)

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

© <http://b.louchart.free.fr>

I. Communication dans l'environnement bruyant de l'avion

1. D'après le texte, on estime que, dans le cas de deux émissions sonores simultanées, il faut que les niveaux d'intensité sonore soient séparés de 8 dB au minimum pour que le son le plus faible n'empêche pas d'entendre clairement le son le plus fort.

Le niveau d'intensité sonore dû à l'environnement bruyant de l'avion valant $L_1 = 82$ dB, le niveau d'intensité sonore minimal que doit avoir la conversation entre les 2 personnes est :

$$L_2 = L_1 + 8 = 82 + 8 = 90 \text{ dB.}$$

2. Calculons l'intensité sonore I_2 correspondante :

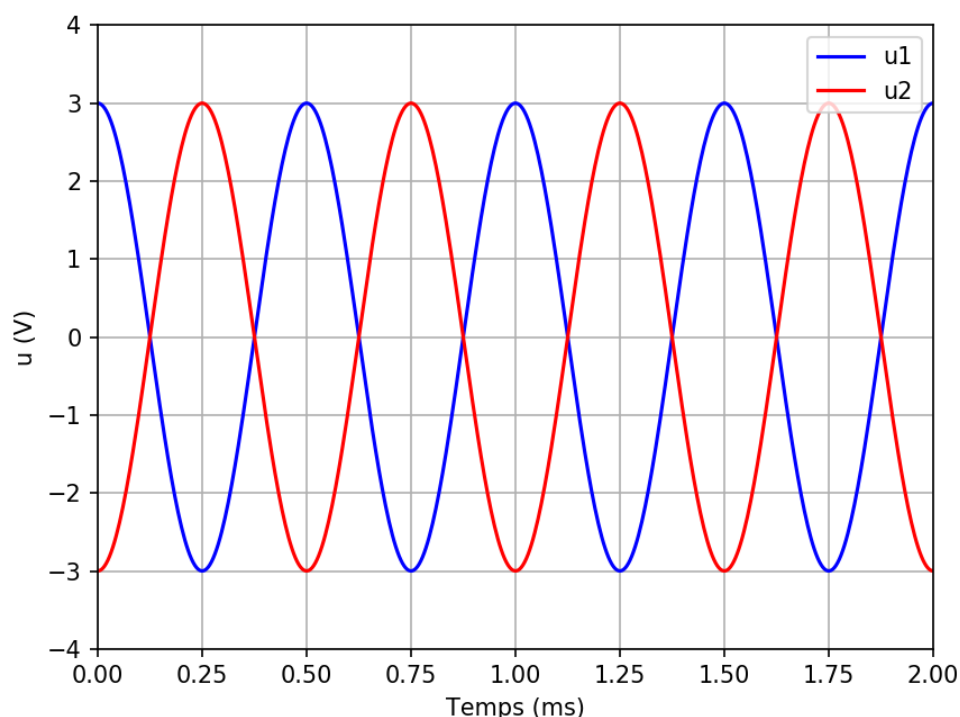
$$L_2 = 10 \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) \Rightarrow \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) = \frac{L_2}{10} \Rightarrow \frac{I_2}{I_0} = 10^{\frac{L_2}{10}}$$

$$\Rightarrow I_2 = I_0 \times 10^{\frac{L_2}{10}} = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{\frac{90}{10}} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ W.m}^{-2}$$

$I_2 \geq I_c$ (qui vaut $1,0 \times 10^{-3} \text{ W.m}^{-2}$), donc d'après l'énoncé, il est nécessaire de crier.

3. C'est le phénomène d'interférences destructives.

4.



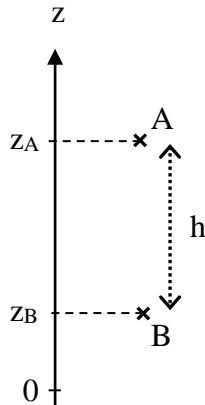
II. Détermination expérimentale de l'altitude au moment de l'ouverture du parachute

5. $\rho = \frac{m}{V} = \frac{nM}{V}$

Or d'après l'équation d'état des gaz parfaits, $PV = nRT \Rightarrow \frac{n}{V} = \frac{P}{RT}$

On en déduit que $\rho = \frac{PM}{RT} = \frac{845 \times 10^2 \times 29,0 \times 10^{-3}}{8,314 \times (273,15 + 5,5)} = 1,06 \text{ kg.m}^{-3}$

6.



D'après la loi fondamentale de la statique des fluides, $P(z_B) - P(z_A = z_B + h) = \rho gh$

$$\Rightarrow P_B - P_A = \rho g (z_A - z_B) = \rho g z_A - \rho g z_B$$

$$\Rightarrow \rho g z_B = \rho g z_A - (P_B - P_A)$$

$$\Rightarrow z_B = z_A - \frac{P_B - P_A}{\rho g} = 1500 - \frac{31,8 \times 10^2}{1,06 \times 9,81} = 1194 \text{ m}$$

III. Détermination théorique de l'altitude lors de l'ouverture du parachute

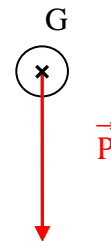
système : {parachutiste + équipement}

référentiel : terrestre, considéré galiléen

7. bilan des forces extérieures appliquées au système :

\vec{P} son poids

On néglige l'action de l'air



8. D'après la 2^{ème} loi de Newton, $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a}_G$

car le référentiel d'étude est considéré galiléen et la masse du système est constante.

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

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

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

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

$$\blacksquare \vec{a}_G = \frac{d\vec{v}_G}{dt} \Rightarrow \vec{v}_G \left| \begin{array}{l} v_x = C_1 \\ v_z = -gt + C_2 \end{array} \right.$$

$$\text{Or } \vec{v}_G (t=0 \text{ s}) \left| \begin{array}{l} C_1 \\ C_2 \end{array} \right| \begin{array}{l} \vec{v}_A \\ 0 \end{array} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} C_1 = v_A \\ C_2 = 0 \end{array} \right.$$

$$\text{Donc } \vec{v}_G(t) \left| \begin{array}{l} v_x = v_A \\ v_z = -gt \end{array} \right.$$

$$9. \vec{v}_G = \frac{d\vec{OG}}{dt} \Rightarrow \vec{OG} \left| \begin{array}{l} x = v_A t + C_3 \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 + C_4 \end{array} \right.$$

$$\text{Or } \vec{OG}(t=0 \text{ s}) \left| \begin{array}{l} C_3 \\ C_4 \end{array} \right| \begin{array}{l} \vec{OA} \\ z_A \end{array} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} C_3 = 0 \\ C_4 = z_A \end{array} \right.$$

$$\text{Donc } \vec{OG}(t) \left| \begin{array}{l} x = v_A t \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 + z_A \end{array} \right.$$

$$10. z_c = z(t_c = 10 \text{ s}) = -\frac{1}{2}gt_c^2 + z_A = -\frac{1}{2} \times 9,81 \times 10^2 + 1500 = 1,00 \times 10^3 \text{ m}$$

11. 2 raisons pouvant expliquer l'écart :

- le modèle utilisé n'est pas correct : l'action de l'air ne peut pas être négligée ici
- le parachutiste n'a pas ouvert son parachute exactement 10 s après le début du saut

IV. Parachute de secours

12. Pour que le système soit fonctionnel, il doit permettre de passer de 200 km.h⁻¹ à moins de 20 km.h⁻¹ en 10 s.

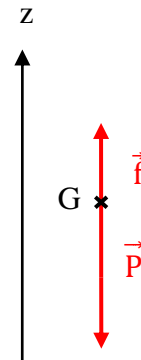
Sur le graphique correspondant à la modélisation, v passe de 56,0 m.s⁻¹ (soit 56×3,6 km.h⁻¹ = 202 km.h⁻¹) à 5,5 m.s⁻¹ = 20 km.h⁻¹ en 10 s.

La condition est donc respectée.

13.

- système : {parachutiste + équipement}
- référentiel : terrestre, considéré galiléen
- bilan des forces extérieures s'exerçant sur le système :

\vec{P} son poids
 \vec{f} la force de frottements dus à l'air
 On néglige la poussée d'Archimède.



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

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

$$\Rightarrow \vec{a}_G = \frac{1}{m}(\vec{P} + \vec{f})$$

14. G a un mouvement vertical vers le bas pendant la chute, et à partir de $t = 9$ s, v_G est constante. G a alors un mouvement rectiligne uniforme.

D'après le principe de l'inertie, on a donc $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0}$

$$\Rightarrow \vec{P} + \vec{f} = \vec{0}$$

En projetant cette relation sur l'axe (Oz), on obtient : $P_z + f_z = 0$

$$\Rightarrow -P + f = 0$$

$$\Rightarrow -mg + k v_f^2 = 0$$

$$\Rightarrow k = \frac{mg}{v_f^2}$$

15. $k = \frac{75,0 \times 9,81}{5,0^2} = 29 \frac{\text{N}}{(\text{m.s}^{-1})^2} = 29 \frac{\text{kg.m.s}^{-2}}{\text{m}^2.\text{s}^{-2}} = 29 \text{ kg.m}^{-1}$

16. $\vec{a}_G = \frac{1}{m}(\vec{P} + \vec{f})$

\vec{P} et \vec{f} étant selon (Oz), la direction de \vec{a}_G est également la droite (Oz).

De plus, $a_z = \frac{1}{m}(P_z + f_z) = \frac{1}{m}(-mg + kv_f^2) = -g + \frac{kv_f^2}{m} = -9,81 + \frac{29 \times 10,3^2}{75,0} = 31 \text{ m.s}^{-2}$

Finalement, les caractéristiques du vecteur \vec{a}_G sont les suivantes :

direction : droite (Oz)
 sens : vers le haut
 valeur : $a_G = 31 \text{ m.s}^{-2}$

Le mouvement de G est rectiligne et $\vec{a}_G \cdot \vec{v}_G < 0$,
 donc G a un mouvement rectiligne décéléré.

