Exercice I - Apprentissage du saut en parachute

Partie 1 -

1.1- $L_2 = L_1 + 8\,dB = 82 + 8 = 90\,dB$ 0,5

1.2- $I_2 = I_0 \times 10^{L/10}$ 0,25

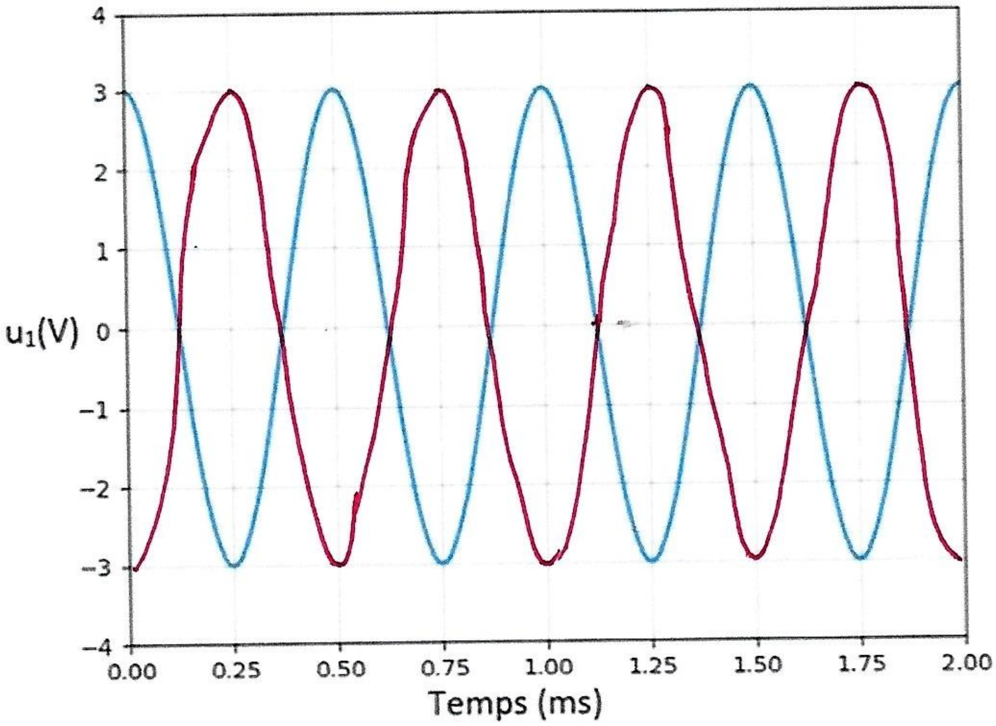
$I_2 = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{90/10} = 1,0 \times 10^{-3}\ W.m^{-2}$ 0,25

$I_2 = I_c$ il est donc nécessaire de crier 0,25

1.3- Interférences destuctives 0,25

1- 4

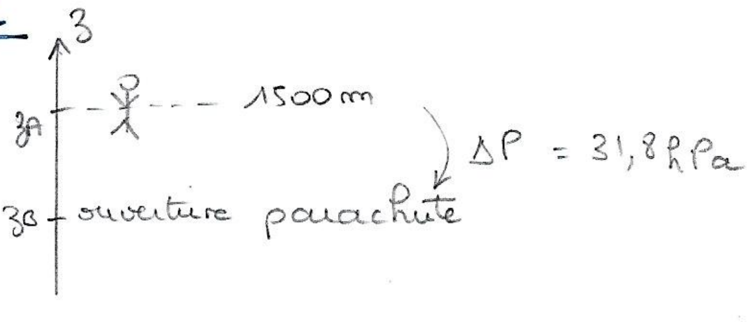
document 1



0,25

Partie 2

Données :



2-1- Equation des gaz parfaits : $PV = nRT$ 0,25 2

avec $P = p_A = 845\ kPa = 845 \times 10^2\ Pa$

$T = \theta_A + 273,15 = 5,5 + 273,15 = 278,65 K$ 0,25

et $\rho = \frac{m}{V}$ et $M = \frac{m}{n}$ soit $n = \frac{m}{M}$

d'où $PV = \frac{m}{M} \times RT$

$P = \frac{m}{V} \times \frac{RT}{M}$

$P = \rho \times \frac{RT}{M}$ d'où $\boxed{\rho = \frac{M \times P}{R \times T}}$ 0,5

$\rho = \frac{29,0 \times 845 \times 10^2}{8,314 \times 278,65} = \underline{1,06 \times 10^3\ g.m^{-3}}$

soit $\rho = 1,06\ kg.m^{-3}$

2-2- $\underbrace{p(z) - p(z+h)}_{31,8\ kPa = 31,8 \times 10^2\ Pa} = \rho g h$

pas compté car erreur ~~0,85~~ dans le sujet

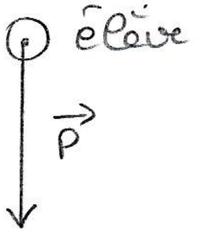
$h = \frac{31,8 \times 10^2}{\rho g} = \frac{31,8 \times 10^2}{1,06 \times 9,81}$

$h = 3,06 \times 10^2\ m$

$z_B = z_A - h = 1500 - 3,06 \times 10^2 = \underline{1194\ m}$ ~~0,25~~

Partie 3

3-1- Seul le poids $\vec{P}$ a une action sur le parachutiste car il est en chute libre 0,25



$\vec{P} = m\vec{g}$ 0,25

3.2- D'après la seconde loi de Newton exercé sur le système élève dans le référentiel terrestre supposé galiléen : 0,25

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

$$\vec{P} = m\vec{a}$$ 0,25

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

$$\boxed{\vec{a} = \vec{g}}$$ 0,25

or $\vec{g}\begin{cases} g_x = 0 \\ g_z = -g \end{cases}$ donc $\boxed{\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases}}$ 0,25

Intégrons par rappot au temps pour trouver v_x et v_y :

$\vec{v}\begin{cases} v_x = 0 \times t + v_{0x} \\ v_z = -g \times t + v_{0z} \end{cases}$ → v_{0x} et v_{0y} sont les constantes d'intégrations qui dépendent des conditions initiales pour $t = 0\,s$. 0,25

à $t = 0\,s$ $\vec{v_0}\begin{cases} v_{0x} = v_A \\ v_{0z} = 0 \end{cases}$ 0,25

d'où $\boxed{\vec{v}\begin{cases} v_x = v_A \\ v_z = -gt \end{cases}}$ 0,25

1,75

3.3. Intégrons par rapport au temps les coordonnées de $\vec{v}$ pour trouver x et z

$$\begin{cases} x(t) = v_A \times t + x_0 \\ z(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + z_0 \end{cases}$$

constantes d'intégration qui dépendent des conditions initiales à t = 0 s

0,25

à t = 0 s $\begin{cases} x_0 = 0 \\ z_0 = z_A \end{cases}$

0,25

$$\boxed{\begin{cases} x(t) = v_A \times t \\ z(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + z_A \end{cases}}$$

3.4. Calcul de z_C pour t = 10 s

$z_C = -\frac{1}{2} g t^2 + z_A$

$z_C = -\frac{1}{2} \times 9{,}81 \times 10^2 + 1500$

$z_C = 1009{,}5 \text{ m}$

$\underline{z_C = 1{,}00 \times 10^3 \text{ m}}$

~~0,25~~ 0,5

3.5. Une raison qui peut expliquer cette différence est les frottements de l'air qui n'ont pas été pris en compte.

0,25

Partie 4

4.1 - La condition sur la vitesse est que la vitesse doit passer de 200 km/h à 20 km/h en 10 s.

$$\frac{km}{h} \xrightarrow{\times 10^3} \frac{m}{s} \Rightarrow \frac{10^3}{3600} \qquad (\times 3600)$$

$$200\ km/h = \frac{200 \times 10^3}{3600}\ m/s$$

$$= 55\ m/s$$ 0,25

$$20 km/h = \frac{20 \times 10^3}{3600}\ m/s$$

$$= 5\ m/s$$

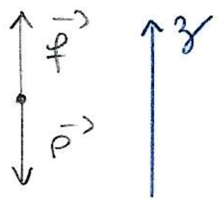
Graphiquement à $t = 0\ s$, on peut lire une vitesse de 55 m/s et à $t = 10\ s$ on peut lire une vitesse de 5 m/s, donc la modélisation rend bien compte de la condition de fonctionnement du parachute portant sur la vitesse. 0,25

4.2 - Les deux forces qui s'exercent sur le système sont le poids $\vec{P}$ et la force de frottement. D'après la seconde loi de Newton : $\Sigma \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$ 0,25

$$\boxed{\vec{P} + \vec{f} = m\vec{a}}$$ 0,25

4.3 - Après $t = 9\ s$, la vitesse est constante ce qui veut dire que l'accélération est nulle 0,25

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



si on projette $-P + f = 0$ 0,25

(ou principe d'inertie ou en 2nde, si $\vec{v}$ est constante, les forces se compensent)

$P = f$ les 2 forces se compensent 0,25

$$mg = k \times v_f^2 \qquad \boxed{k = \frac{mg}{v_f^2}}$$

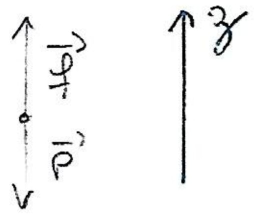
4-4- Après 9 s graphiquement on peut lire

$v_f = 5$ m/s 0,25

$$k = \frac{mg}{v_f^2} = \frac{75{,}0 \times 9{,}81}{5^2} = 29 \text{ kg/m}$$ 0,25

$$k = \frac{\overset{kg}{m}\, g \rightarrow \cancel{m}/\cancel{s^2}}{v_f^2 \rightarrow m^{\cancel{2}}/\cancel{s^2}} \Big\} \text{ kg/m}$$ 0,25

4-5- à $t = 2$ s $\quad \vec{P} + \vec{f} = m\vec{a}$



Pour savoir si $\vec{a}$ est positive ou négative calculons les 2 valeurs de $\vec{P}$ et $\vec{f}$ à $t = 2$ s $\quad v = 10{,}0$ m/s

$P = mg = 75{,}0 \times 9{,}81 = 735{,}75$ N 0,25

$f = kv^2 = 29 \times 10{,}0^2 = 2900$ N

On trouve $f > P$ donc le vecteur accélération sera dirigé vers le haut.

Si on projette : $-P + f = ma$

$$a = \frac{f - P}{m}$$ 0,25

$$a = \frac{2900 - 735{,}75}{75{,}0}$$

$\underline{a = 28{,}9 \text{ m/s}^2}$ 0,25

caractéristiques $\begin{cases} \text{sens : vers le haut.} \\ \text{direction : verticale} \\ \text{valeur : } 28{,}9 \text{ m/s}^2 \end{cases}$ 0,5