CLASSE : Terminale	**EXERCICE 1** : commun à tous les candidats (10 points)
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT : physique-chimie**
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h45	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE 1 : APPRENTISSAGE DU SAUT EN PARACHUTE (10 points)

Partie 1 – 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. »

$L_2=L_1+8=82+8=90$ dB

2.

D'après le texte : « On estime qu'il est nécessaire de crier pour produire un son d'intensité sonore égale ou supérieure à $I_C = 1,0 \times 10^{-3}$ W.m^{-2}. »

Calculons l'intensité sonore I_2 correspondant au niveau sonore L_2 :

$$L_2 = 10\log\left(\frac{I_2}{I_0}\right)$$
$$10\log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) = L_2$$
$$\log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) = \frac{L_2}{10}$$
$$\frac{I_2}{I_0} = 10^{\frac{L_2}{10}}$$
$$I_2 = I_0 \times 10^{\frac{L_2}{10}}$$
$$I_2 = 1{,}0.10^{-12} \times 10^{\frac{90}{10}}$$
$$I_2 = 1{,}0.10^{-3}\mathrm{W.m^{-2}}$$

$I_2 = I_C$, il est donc nécessaire de crier.

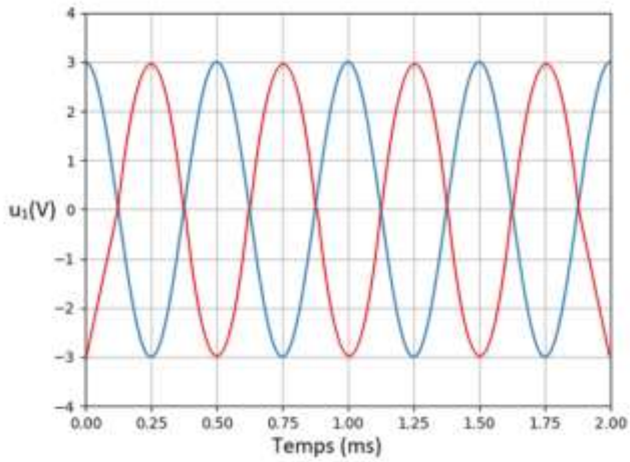
3.

La technologie ANR utilise le phénomène physique d'interférences destructives.

4.

Le signal que doit produire la deuxième enceinte pour « supprimer » le son modélisant le bruit de l'avion doit produire des interférences destructives. Ainsi les deux ondes doivent être en opposition de phase.

document 1



Partie 2 – Détermination expérimentale de l'altitude au moment de l'ouverture du parachute

5.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

équation d'état des gaz parfaits : $PV = nRT$

$$V = \frac{nRT}{P}$$

D'ou

$$\rho = m \times \frac{P}{nRT}$$

Or $n = \frac{m}{M}$, $m = n \times M$

D'ou

$$\rho = n \times M \times \frac{P}{nRT}$$
$$\rho = M \times \frac{P}{RT}$$
$$\rho = 29,0 \times \frac{845.10^2}{8,314 \times (5,5 + 273,15)}$$
$$\rho = 1,06.10^3 g.m^{-3}$$
$$\rho = 1,06\ Kg.m^{-3}$$

6.

$$p(z) - p(z+h) = \rho gh$$
$$h = \frac{p(z) - p(z+h)}{\rho g}$$
$$h = \frac{31,8.10^2}{1,06 \times 9,81}$$
$$h = 306\ m$$

$$z_B = z_A - h = 1500 - 306$$
$$z_B = 1194\ m$$

Partie 3 – Détermination théorique de l'altitude lors de l'ouverture du parachute

7.

D'après le texte : « Dans cette partie, pour modéliser le mouvement du parachutiste, on fait l'hypothèse que les actions de l'air sont négligeables »

La terre exerce une action sur le parachutiste, elle est modélisée par la force poids : $\vec{P} = m\vec{g}$

8.

Système {parachutiste + équipement}

Référentiel terrestre supposé galiléen

D'après la deuxième loi de newton :

$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}$

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

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

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

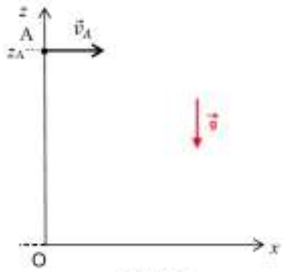


figure 1

Or

$\vec{g}\left|\begin{array}{l}0\\-g\end{array}\right.$

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

$$\boxed{\vec{\mathbf{a}}\left|\begin{array}{l}\mathbf{a_{x(t)}} = \mathbf{0}\\ \mathbf{a_{z(t)}} = -\mathbf{g}\end{array}\right.}$$

Or

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

On intègre le système d'équation précédent :

$$\vec{v}\left|\begin{array}{l}v_{x(t)} = C_1\\ v_{z(t)} = -gt + C_2\end{array}\right.$$

Pour trouver les constantes, on utilise $\vec{v}_A$

$$\vec{v}_A\left|\begin{array}{l}v_{Ax} = v_A\\ v_{Az} = 0\end{array}\right.$$

d'ou

$$\boxed{\vec{v}\left|\begin{array}{l}v_{x(t)} = v_A\\ v_{z(t)} = -gt\end{array}\right.}$$

9.

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

On intègre le système d'équation précédent :

$$\overrightarrow{OM}\left|\begin{array}{l}x(t) = v_A t + C_3\\ z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + C_4\end{array}\right.$$

Pour trouver les constantes, on utilise $\overrightarrow{OA}$

$$\overrightarrow{OA}\left|\begin{array}{l}x_A = 0\\ z_A = z_A\end{array}\right.$$

d'ou

$$\boxed{\overrightarrow{OM}\left|\begin{array}{l}x(t) = v_A t\\ z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + z_A\end{array}\right.}$$

10.

$$\mathbf{z_c = z_{(t=10)} = -\frac{1}{2} \times 9,81 \times 10^2 + 1500}$$

$$\mathbf{z_c = 1,0.10^3 m}$$

11.
Raisons pour expliquer la différence entre la valeur mesurée Z_B et la valeur calculée Z_C :
- Nous avons négligé les forces de frottements.
- L'élève a ouvert son parachute trop tôt (il a compter trop vite les 10s)

Partie 4 – Parachute de secours
12.
D'après le texte : "il doit respecter les deux conditions suivantes :
- Il doit entrer en action avant que l'altitude ne devienne inférieure à 320 m (condition sur l'altitude).
- Il doit permettre de passer de 200 $km.h^{-1}$ à moins de 20 $km.h^{-1}$ en 10 s (condition sur la vitesse)."

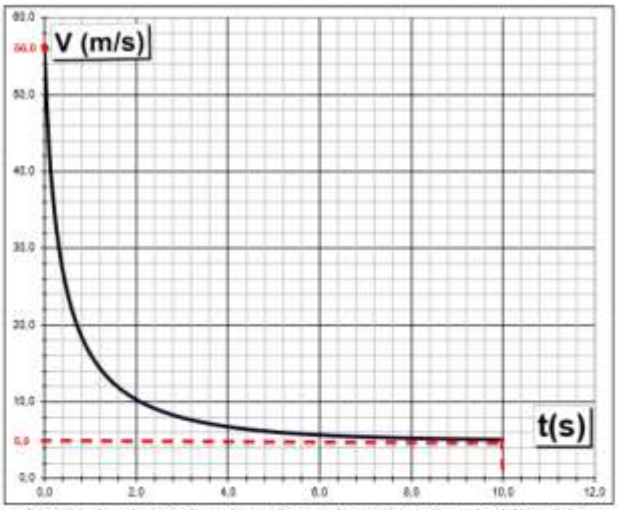


figure 2 : évolution de la valeur de la vitesse du système, dans le référentiel terrestre, après l'ouverture du parachute de secours

Par lecture graphique :

$$\mathbf{v_{(t=0s)} = 56\ m.s^{-1} = 201\ km.h^{-1}}$$
$$\mathbf{v_{(t=10s)} = 5,0\ m.s^{-1} = 18\ km.h^{-1}}$$

Il permet bien de passer de 200 $km.h^{-1}$ à moins de 20 $km.h^{-1}$ en 10 s

13.
Système {parachutiste + équipement}
Référentiel terrestre supposé galiléen

D'après la deuxième loi de newton :

$$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}$$
$$\vec{P} + \vec{f} = m\vec{a}$$
$$\mathbf{\vec{a} = \frac{\vec{P} + \vec{f}}{m}}$$

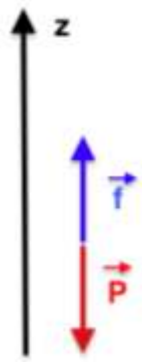
14.
D'après le texte : "le mouvement est considéré vertical" et " Après la date t= 9 s, on peut considérer que la vitesse prend une valeur constante v_f"
Ainsi, le parachutiste a un mouvement rectiligne uniforme.

D'après la 1ere loi de Newton

$$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = \vec{0}$$
$$\vec{P} + \vec{f} = \vec{0}$$

En projetant :

$$-P + f = 0$$
$$-mg + kv_f^2 = 0$$
$$kv_f^2 = mg$$
$$k = \frac{mg}{v_f^2}$$



15.

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

Pour trouver l'unité, nous faisons une analyse dimensionnelle :

$$[k] = \frac{[m][g]}{[v_f]^2} = \frac{kg \times m.s^{-2}}{(m.s^{-1})^2} = \frac{kg \times m.s^{-2}}{m^2.s^{-2}} = kg.m^{-1}$$

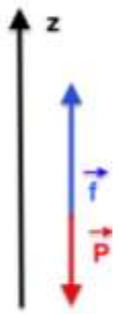
Application numérique :

$$k = \frac{75 \times 9.81}{5{,}0^2} = 29\ kg.m^{-1}$$

16.

$$\vec{\mathbf{a}} = \frac{\vec{\mathbf{P}} + \vec{\mathbf{f}}}{\mathbf{m}}$$

En projetant :



$$\mathbf{a} = \frac{-\mathbf{m.g} + \mathbf{kv_f^2}}{\mathbf{m}}$$

$$\mathbf{a} = -\mathbf{g} + \frac{\mathbf{kv_f^2}}{\mathbf{m}}$$

$$\mathbf{a} = -\mathbf{9,81} + \frac{\mathbf{29 \times 10^2}}{\mathbf{75}}$$

$$\mathbf{a} = \mathbf{29,4\ m.s^{-2}}$$

Le vecteur accélération a la même direction que $\vec{\mathbf{P}}$ **et** $\vec{\mathbf{f}}$, il est vertical.
Il est positif donc orienté vers le haut.

Il est opposé à $\vec{\mathbf{v}}$, le mouvement est donc décéléré.