

SPORT EXTREME

PARTIE A - MÉCANIQUE DU SAUT EN « CHUTE LIBRE »

A.1. Première phase : $0 < t < 3$ s

A.1.1 Caractéristiques du poids du parachutiste :

- point d'application : centre de gravité du parachutiste
- direction : verticale
- sens : vers le bas
- valeur : $P = m \times g = 80 \times 9,8 = 784$ N

A.1.2 Calcul de la valeur de la poussée d'Archimède

$$A = \rho_{\text{fluide}} \times V_{\text{corps}} \times g = 1,2 \times 70 \times 10^{-3} \times 9,8 = 0,823 \text{ N}$$

On a $0,823 \text{ N} \ll 784 \text{ N}$ donc on peut négliger la poussée d'Archimède devant le poids du parachutiste.

A.1.3 Lors des premiers mètres, la vitesse du parachutiste est encore faible donc la force de traînée est faible. On peut considérer que la traînée est petite par rapport au poids. On peut négliger la force de traînée pendant cette première phase.

A.1.4 Expression du principe fondamental de la dynamique :

$$a = \frac{F_{\text{tot}}}{m}$$

Calcul de la valeur de l'accélération du parachutiste pendant cette première phase :

Une seule force s'exerce sur le parachutiste qui est le poids donc $F_{\text{tot}} = P$. D'après la relation précédente :

$$a = \frac{F_{\text{tot}}}{m} = \frac{m \times g}{m} = g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$$

A.1.5 Lors de cette première phase, le mouvement est rectiligne uniformément accéléré.

A.1.6 Calcul de la distance, d_1 , parcourue par la parachutiste pendant les 3 premières secondes.

Le mouvement étant rectiligne uniformément accéléré, on a la relation :

$$d_1 = \frac{1}{2} \times a \times t^2 + v_0 \times t = \frac{1}{2} \times 9,8 \times 3^2 = 44,1 \text{ m}$$

A.2. Troisième phase : $15 \text{ s} < t < 64 \text{ s}$

A.2.1 Pendant la troisième phase, le mouvement est rectiligne uniforme.

A.2.2 Les forces qui agissent pendant la troisième phase de la chute sont :

- le poids : \vec{P}
- la force de frottements : \vec{F}

La parachutiste n'est pas en chute libre au sens du physicien car elle n'est pas uniquement soumise à l'action de la pesanteur.

A.2.3 Calcul de la distance d_2 parcourue pendant cette phase, jusqu'à l'ouverture du parachute.

D'après le document A3, la vitesse limite est de 205 km.h^{-1} .

$$v = 205 \text{ km.h}^{-1} = \frac{205 \times 1000}{3600} = 56,9 \text{ m.s}^{-1}$$

D'après le document A3, l'ouverture du parachute a lieu à $t = 64 \text{ s}$.

D'après l'énoncé, on a la relation :

$$d_2 = v_{\text{limite}} \times (t - 15) = 56,9 \times (64 - 15) = 2788 \text{ m} = 2,8 \times 10^3 \text{ m}$$

A.2.4 Calcul de la distance totale, d , parcourue lors de la chute, c'est-à-dire jusqu'à ouverture du parachute.

$$d = d_1 + 550 + d_2 = 44,1 + 550 + 2800 = 3394,1 \text{ m} = 3400 \text{ m}$$

D'après le document A3, la perte d'altitude vaut $d = 4\ 500 - 1\ 100 = 3\ 400 \text{ m}$. Donc le résultat est en accord avec le relevé altimétrique.

A.2.5 Calcul de la valeur de la force de trainée.

Lors de cette phase, le mouvement est rectiligne uniforme donc l'accélération a est nulle.

D'après le principe fondamental de la dynamique on a la relation :

$$a = \frac{F_{\text{tot}}}{m} \quad \text{avec} \quad F_{\text{tot}} = P - F \quad \text{donc} \quad P - F = a \times m = 0 \quad \text{d'où} \quad F = P = 784 \text{ N}$$

A.2.6 Calcul du C_x de la parachutiste.

D'après l'énoncé, $S = 1 \text{ m}^2$, $\rho_a = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$ et d'après la question A.2.3 $v = 56,9 \text{ m.s}^{-1}$

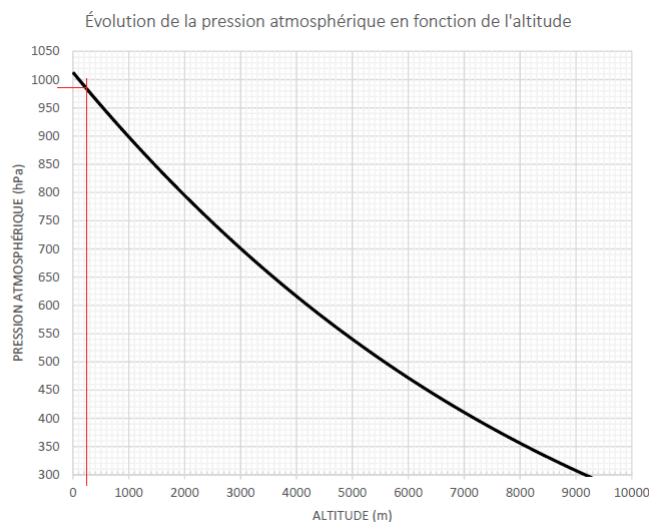
D'après le document A2, on a la relation :

$$F_x = \frac{1}{2} \times \rho_a \times S \times C_x \times v^2 \quad \text{donc} \quad C_x = \frac{2F_x}{\rho_a \times S \times v^2} = \frac{2 \times 785}{1,2 \times 1 \times 56,9^2} = 0,40$$

A.2.7 Le C_x calculé se rapproche de la valeur 0,42 du document A2 donc la forme à laquelle la parachutiste peut être assimilée est une demi-sphère. Cela correspond à la position « étendue » (horizontale et bras écartés).

PARTIE B - DISPOSITIF AUTOMATIQUE DE DÉCLENCHEMENT DU PARACHUTE

B.1. D'après le document B1, le dispositif est prêt à se déclencher à partir de 225 m.



D'après le document B2, à l'altitude de 225 m, la pression P est de 990 hPa.

B.2. La vitesse maximale est de 40 km.h^{-1} .

$$v = 40 \text{ km.h}^{-1} = \frac{40 \times 1000}{3600} = 11,1 \text{ m.s}^{-1}$$

D'après le document B1, l'appareil se déclenche dès la vitesse est supérieure à 35 m.s^{-1} . Or, dans ce cas, la vitesse est inférieure à cette valeur ($11,1 \text{ m.s}^{-1} < 35 \text{ m.s}^{-1}$). Donc le dispositif de sécurité ne se déclenche pas une fois passée cette altitude.

B.3 D'après le document B3, la grandeur d'entrée E est la pression en hPa et la grandeur de sortie S du capteur est la tension en V.

B.4 Détermination de la plage des altitudes sur laquelle le capteur fonctionne correctement.

La plage des pressions sur laquelle le capteur fonctionne correctement est de 300 à 1100 hPa d'après le document B3. En utilisant la courbe du document B2, une pression de 1100 hPa correspond à une altitude de 0 m et une pression de 300 hPa correspond à une altitude de 9200 m. Donc la plage des altitudes sur laquelle le capteur fonctionne correctement est de 0 à 9200m.

B.5 Détermination de l'incertitude sur l'altitude, en mètres, due à la précision du capteur.

D'après le document B3, la précision du capteur est de $\pm 0,03 \text{ hPa}$. D'après le document B2, la diminution de 1 hPa correspond à 8 m. Donc l'incertitude sur l'altitude, en mètres, due à la précision du capteur est de :

$$\begin{aligned} 1 \text{ hPa} &\rightarrow 8 \text{ m} \\ 0,03 \text{ hPa} &\rightarrow h \end{aligned}$$

$$h = \frac{0,03 \times 8}{1} = 0,24 \text{ m}$$

B.6 Calcul de la sensibilité du capteur

La courbe caractéristique du capteur est une droite donc la sensibilité S correspond à la pente de la droite :

$$S = \frac{\Delta s}{\Delta m} = \frac{5 - 0}{1100 - 300} = 6,25 \times 10^{-3} \text{ V.hPa}^{-1}$$

B.7 Calcul du pas, p (parfois appelé quantum), en volts, du convertisseur.

La valeur de la tension varie entre 0 et 5 V donc la plage des valeurs de la grandeur analogique est de $5 - 0 = 5 \text{ V}$

D'après l'énoncé, on a la relation :

$$p = \frac{\text{plage des valeurs de la grandeur analogique}}{2^n - 1} = \frac{5}{2^{12} - 1} = 1,22 \times 10^{-3} \text{ V}$$

Calcul de l'incertitude sur la mesure de la pression due à l'altitude par ce CAN 12 bits.

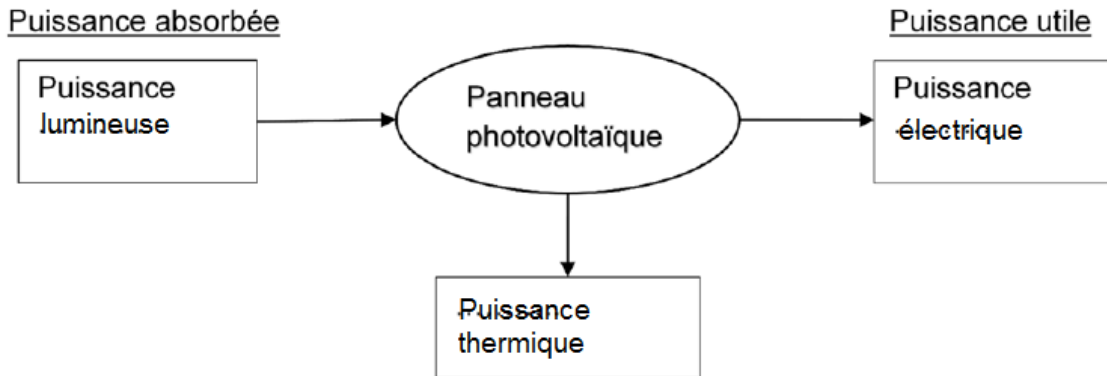
D'après la question B.6, la sensibilité est de $6,25 \times 10^{-3} \text{ V.hPa}^{-1}$. Et on a la relation :

$$S = \frac{\Delta s}{\Delta m} \quad \text{donc} \quad \Delta m = \frac{\Delta s}{S} = \frac{1,22 \times 10^{-3}}{6,25 \times 10^{-3}} = 0,2 \text{ hPa}$$

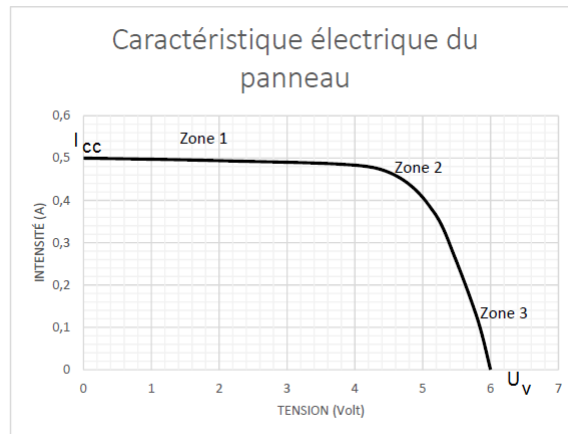
PARTIE C - CHARGEUR PORTABLE AUTONOME

C.1. Étude du panneau solaire du chargeur autonome

C.1.1 Schéma correspondant à la conversion de puissance assurée par le panneau solaire.



C.1.2 Valeurs de la tension à vide, U_V , puis de l'intensité du courant du court-circuit, I_{CC} .



D'après le document C1, $I_{CC} = 0,5 \text{ A}$ et $U_V = 6 \text{ V}$

C.1.3 Calcul des puissances fournies, P_V et P_{CC} , par le panneau sur les points de fonctionnement à vide et en court-circuit.

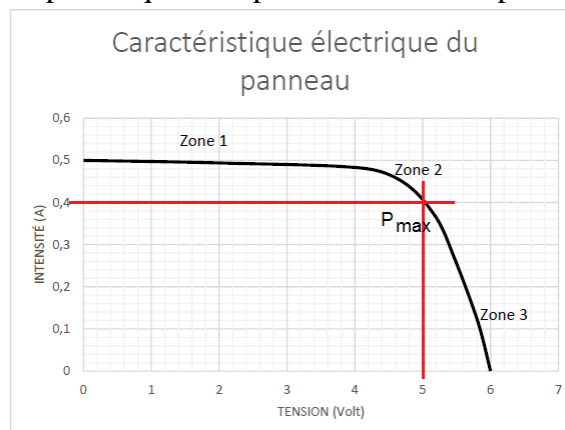
On a la relation :

$$P_V = U_V \times I = 6 \times 0 = 0 \text{ W}$$

$$P_{CC} = U \times I_{CC} = 0 \times 0,5 = 0 \text{ W}$$

C.1.4 Zone de la caractéristique pour laquelle le panneau fournit sa puissance maximale, P_{max} .

Il s'agit de la zone 2 pour laquelle le panneau fournit sa puissance maximale.



D'après la courbe cette puissance est maximale pour $I = 0,4 \text{ A}$ et $U = 5 \text{ V}$. On a la relation :

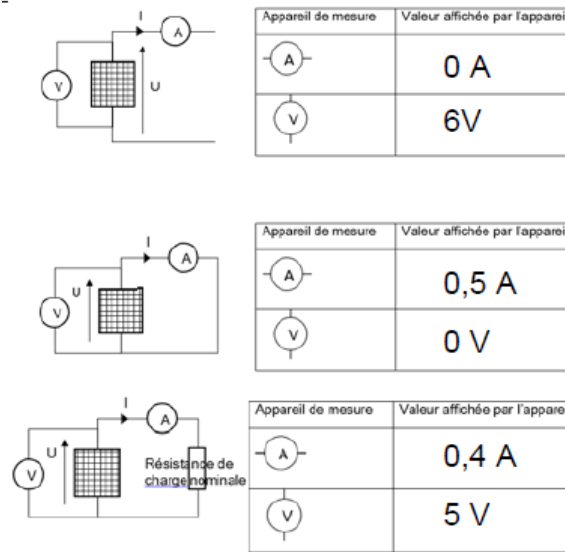
$$P = U \times I = 5 \times 0,4 = 2 \text{ W}$$

C.1.5 Document réponse DR2.

La première situation correspond à un circuit ouvert donc $I = 0 \text{ A}$ et $U = U_V$

La deuxième situation correspond à un court-circuit donc $I = I_{CC}$ et $U = 0 \text{ V}$

La troisième situation correspond au fonctionnement donnant la valeur de la puissance maximale donc $I = 0,4 \text{ A}$ et $U = 5 \text{ V}$



C.1.6 Calcul du rendement maximal du panneau photovoltaïque.

D'après l'énoncé, la dimension des panneaux solaires est de $15 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$. Donc

$$S = L \times l = 0,15 \times 0,07 = 10,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

On en déduit la valeur de la puissance lumineuse :

$$P_{\text{lumineuse}} = E \times S = 1000 \times 10,5 \times 10^{-3} = 10,5 \text{ W}$$

On a la relation :

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}} = \frac{P_{\text{électrique}}}{P_{\text{lumineuse}}} = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{lumineuse}}} = \frac{2}{10,5} = 0,19 \text{ soit } 19\%$$

C.2. Étude de la batterie lithium ion

C.2.1 D'après le document C3, la batterie lithium-ion a une très forte densité énergétique (énergie par unité de volume) et son importante énergie massique (énergie par unité de masse). Ces caractéristiques permettent à la batterie d'être transportable.

C.2.2. Calcul de la masse de la batterie.

D'après le document C3, l'énergie massique pour ce type de batterie est comprise entre 150 et 190 Wh.kg^{-1} . L'énergie chimique est de $90,0 \text{ kJ}$. On sait que $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$ donc :

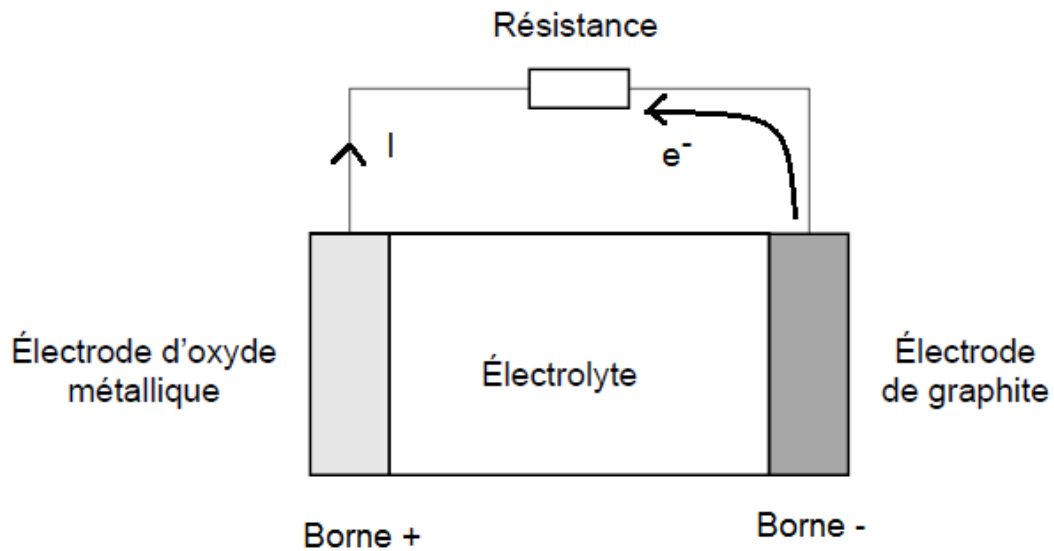
$$W_{\text{chim}} = \frac{90,0 \times 10^3}{3600} = 25 \text{ Wh}$$

La masse maximale de la batterie sera donc de :

$$m = \frac{25}{150} = 0,17 \text{ kg} = 170 \text{ g}$$

Cette masse est bien en accord avec les données du document C2 car la masse du système autonome de recharge est de 270 g . La masse due uniquement à la batterie est de 170 g . Cette masse est bien inférieure à la masse totale de l'appareil.

C.2.3 Document réponse DR3



	Électrode d'oxyde métallique	Électrode de graphite
Demi-équation électronique	$\text{CoO}_2 + \text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{LiCoO}_2$	$\text{LiC}_6 \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^- + 6\text{C}$
Oxydation ou réduction	Réduction	Oxydation

C.2.4 Equation bilan de la réaction d'oxydo-réduction qui a lieu lors de la décharge.

Nous avons les deux demi-équations suivantes :

