Centres étrangers 2019

19PYSCOG11

EXERCICE II : SAUT SANS PARACHUTE (6 points)

Le 30 juillet 2016, le parachutiste Luke Aikins a accompli pour la première fois dans l'histoire un saut à partir d'une altitude de 7 620 m sans parachute ni combinaison en forme d'aile pour se diriger ou ralentir son vol. Il est récupéré par un filet de réception à 76 m d'altitude. Sous ce filet de réception se trouve un filet de sécurité dont le point le plus bas est situé 10 m au-dessus du sol.
Durant sa chute qui a duré environ deux minutes, il a rapidement atteint une vitesse limite de l'ordre de 200 km/h.

D'après https://fr.wikipedia.org/wiki/Luke_Aikins

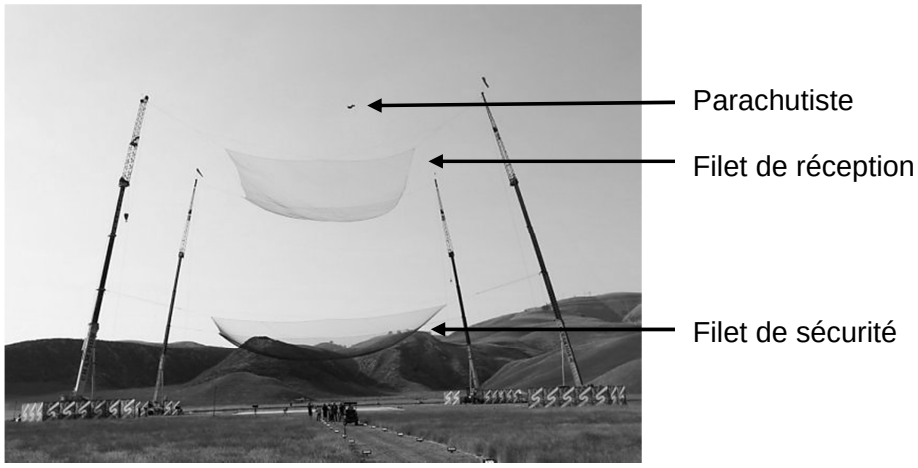


Photo EPA

Photographie n°1



Photo by Mark Davis/Getty Images for Stride Gum

Photographie n°2

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 3
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Centres étrangers 2019

19PYSCOG11

Données :

- Intensité du champ de pesanteur terrestre considérée constante entre le niveau de la mer et l'altitude du saut : $g = 9{,}8$ m.s^{-2} ;
- Masse du parachutiste et de son équipement : $m = 80$ kg.

1. Modèle de la chute libre

Le mouvement du parachutiste en chute verticale est étudié dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen. On choisit un axe vertical (O*z*) **orienté vers le bas**, dont l'origine O est la position du parachutiste à la date $t = 0$ s, date du début du saut. À cet instant, la vitesse du parachutiste dans le référentiel terrestre est nulle.



1.1. Indiquer la seule force qui est prise en compte lors d'une chute libre.

1.2. On assimile le parachutiste et son équipement à son centre de gravité G.

1.2.1. En détaillant le raisonnement suivi et en précisant la loi utilisée, exprimer le vecteur accélération $\vec{a}$ du point G.

1.2.2. En déduire que l'équation horaire du mouvement s'écrit :

$$z(t) = \frac{1}{2} g t^2$$

1.3. Dans le cadre du modèle de la chute libre, déterminer :

- la durée de la chute jusqu'au filet.
- la valeur de la vitesse juste avant l'arrivée dans le filet.

1.4. Le modèle de la chute libre permet-il de rendre compte de la réalité du saut réalisé par Luke Aikins ? Justifier.

2. Détermination de la vitesse limite

En réalité, le parachutiste est soumis aux frottements de l'air : il atteint rapidement dans le référentiel terrestre une vitesse constante, appelée vitesse limite et notée v_{lim}.

2.1. Écrire la relation vectorielle entre la force de frottement et le poids du parachutiste lorsque ce dernier a atteint sa vitesse limite. Justifier.

2.2. Les frottements de l'air peuvent être modélisés par une force $\vec{f}$ de valeur :

$$f = \frac{1}{2} C_x \rho S v^2$$

où C_x est le coefficient de trainée : $C_x = 0{,}50$;
ρ la masse volumique de l'air : $\rho = 1{,}0$ kg.m^{-3} ;
S la surface frontale du parachutiste : $S = 1{,}0$ m^2.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 3
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Centres étrangers 2019

19PYSCOG11

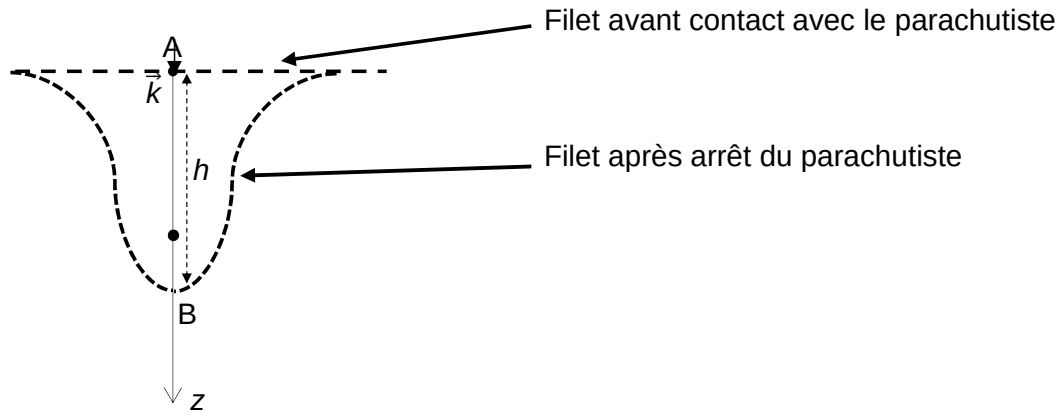
En utilisant l'axe (Oz) vertical orienté vers le bas, montrer que la vitesse limite est donnée par : $v_{lim} = \sqrt{\frac{2mg}{\rho S C_x}}$.

2.3. Calculer la valeur de cette vitesse limite, supposée atteinte par le parachutiste avant l'arrivée dans le filet. Cette valeur est-elle compatible avec celle donnée dans le texte introductif ?

3. Arrivée dans le filet

On cherche à estimer l'accélération lors de la réception du parachutiste dans le filet (photographie n°2).

On choisit un axe (Az) vertical, orienté vers le bas et de vecteur unitaire $\vec{k}$, on note h = AB, la hauteur à l'arrêt du parachutiste.



On considère qu'une personne entrainée peut supporter une accélération égale à 10 fois l'intensité du champ de pesanteur sans se blesser.

3.1. Exprimer puis calculer l'énergie cinétique du parachutiste au point A juste avant le contact avec le filet.

3.2. Phase de réception dans le filet

Au cours de la phase de réception, l'ensemble des forces appliquées au parachutiste peut être modélisé par une force $\vec{F}$ constante verticale, supposée constante et orientée vers le haut.

On montre que le travail de cette force sur le déplacement AB est égal à :

$$W_{AB}(\vec{F}) = -mah$$

où a est la valeur constante de l'accélération du parachutiste.

En admettant que la variation d'énergie cinétique entre le point A et le point B est égale à ce travail, déterminer la relation entre la hauteur h de la déformation du filet, l'accélération a et la vitesse v_{lim}.

3.3. En exploitant la photographie n°2, estimer la valeur de l'accélération subie par le parachutiste. Cette décélération est-elle supportable ?