

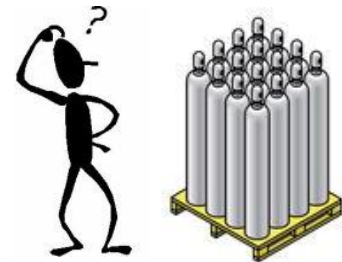
Résolution de problème scientifique : Ballon sonde

Un ballon sonde est un aérostat destiné à faire des mesures dans l'atmosphère jusqu'à 30 km d'altitude. Gonflé à l'hélium, le ballon entraîne une nacelle truffée de capteurs.

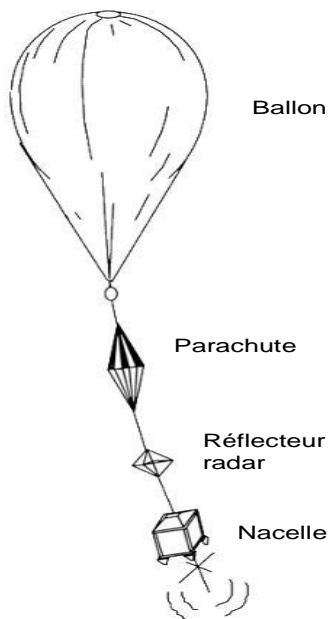


Mr X, animateur scientifique chez Planète Science, doit effectuer un lâcher de ballon sonde. La veille, il prépare dans sa voiture l'ensemble du matériel dont il aura besoin. Les bouteilles d'hélium pour gonfler le ballon sont encombrantes et Mr X voudrait se limiter au strict nécessaire.

Question : Aidez Mr X à déterminer le nombre de bouteilles d'hélium nécessaires au lâcher du ballon sonde.



Doc1 : chaîne de vol du ballon sonde



- Ballon (enveloppe + Hélium) : 2,2 kg
- Parachute : 350g
- Réflecteur radar : 250g
- Nacelle : 2,5 kg

Le volume des éléments (nacelle, réflecteur radar, parachute) est négligeable par rapport au volume du ballon.

En négligeant la résistance élastique du ballon, on pourra considérer que l'hélium est à la pression atmosphérique

Doc2 : Loi de Boyle-Mariotte

Pour une quantité d'hélium donnée, à température constante, le produit de la pression P par le volume V ne varie pas.

$$P \times V = Cte$$

Si P augmente, alors V diminue (et inversement).

Doc3 : Poussée d'Archimède

Le ballon subit, de la part de l'air, une force (poussée) verticale vers le haut dont l'intensité F_A se calcule :

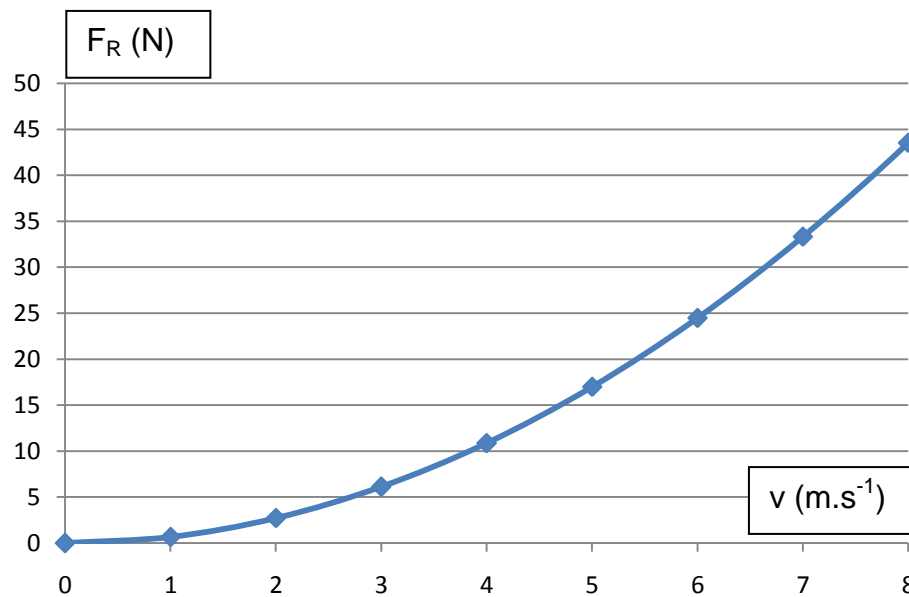
$$F_A = \rho_{AIR} \times V \times g$$

ρ_{AIR} : masse volumique de l'air ($1,2 \text{ kg.m}^{-3}$)

V : volume du ballon (m^3)

g : gravité ($9,81 \text{ N.kg}^{-1}$)

Doc4 : Force de résistance de l'air F_R à l'avancement du ballon en fonction de la vitesse ascensionnelle v



Doc5 : Conditions de vol

On supposera qu'il n'y a pas de vent (le mouvement s'effectue dans la direction verticale).

La pression atmosphérique au sol vaut 1 bar.

La vitesse ascensionnelle sera constante et égale à $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Doc6 : Bouteille d'hélium



Contient 15L d'Hélium sous une pression de 180 bars

Proposition de correction

Bilan des forces :

- Poids de la chaîne de vol P
- Poussée d'Archimède P_A
- Force de résistance de l'air F_R

Le mouvement est rectiligne et uniforme : Le principe d'inertie s'applique.

Donc : $P + F_R = P_A$

$$P = mg = (2,2 + 0,35 + 0,25 + 2,5) \times 9,81 = 52\text{N}$$

$$F_R = 17\text{N} \text{ (lecture graphique Doc4 pour une vitesse de } 5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}\text{)}$$

$$P_A = 1,2 \times V \times 9,81 = 11,8 \times V$$

$$11,8 \times V = 52 + 17 = 69\text{N} \quad V = 5,85 \text{ m}^3$$

Bouteille B15 : 15L d'hélium sous 180 bars

$$\text{D'après la loi de Boyle-Mariotte : } 180 \times 15 = 1 \times V \quad V = 2700\text{L} = 2,7\text{m}^3$$

Une bouteille B15 peut libérer $2,7\text{m}^3$ d'hélium à pression atmosphérique de 1 bar.

$$\text{Nb de bouteilles nécessaires : } 5,85 / 2,7 = 2,16$$

donc Mr X a besoin de 3 bouteilles pour effectuer son lâcher.