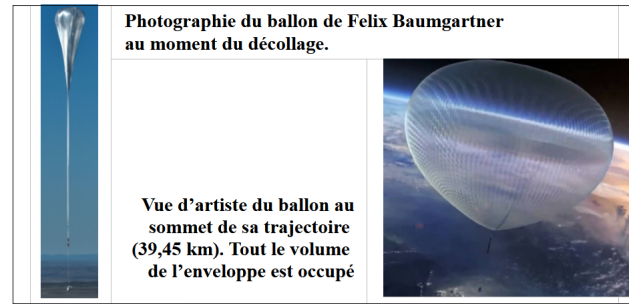


Activité expérimentale n° 20 - Loi de Boyle Mariotte

Le 14 octobre 2012, Félix Baumgartner a utilisé un ballon stratosphérique gonflé avec de l'hélium (gaz moins dense que l'air) pour parvenir à une altitude de 39,45 km et a ensuite effectué un saut en chute libre depuis la stratosphère. L'ascension avec un ballon stratosphérique classique se divise en deux parties, la première phase s'effectue à masse constante (tout se passe comme si le ballon était hermétiquement fermé), lors de l'ascension, on remarque alors que le volume de celui-ci augmente. La montée se poursuit jusqu'à ce que l'enveloppe soit pleine. Toute augmentation de volume supplémentaire provoque un rejet de gaz par les ouvertures inférieures, appelées manches d'évacuation (2^e phase).

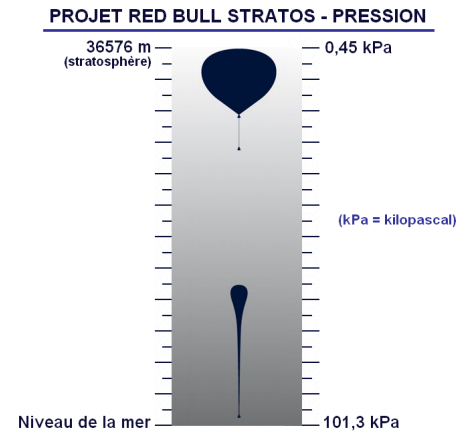


Problématique

Quel est le lien entre le volume d'un gaz et sa pression lors de la première phase du vol ascensionnel ?

Document 1 - Pression et volume du ballon stratosphérique

- Sur le schéma ci-contre, on représente le ballon stratosphérique de Félix Baumgartner. Ce ballon est représenté sur le schéma pour deux altitudes différentes.
- Lors de la montée, la pression à l'intérieur du ballon est égale à la pression extérieure. La pression à l'intérieur du ballon et son volume sont indiqués sur le schéma. Le ballon est hermétiquement fermé.
- L'unité officielle de la pression est le pascal (Pa).



1. En vous aidant du document 1 et du contexte, indiquer si le nombre de molécules de gaz (hélium) à l'intérieur du ballon varie lors de la première partie de la phase ascensionnelle.

.....

.....

.....

2. En vous aidant du document n°1, indiquer comment évolue la pression à l'intérieur du ballon, lors de la première partie de la phase ascensionnelle, préciser aussi l'évolution du volume du ballon.

.....

.....

.....

Activité expérimentale n° 20 - Loi de Boyle Mariotte

Document 2 - Mise en place du capteur de pression à l'aide de la carte Arduino

- Se connecter à Monlycée.net puis aller dans « mes outils pédagogiques » puis dans « Capytale2 ». Le code de l'activité est : d899-11072413
- Suivez ensuite les consignes données dans l'activité en ligne. Ecrivez ci dessous les calculs nécessaires à l'étalonnage du capteur.

Tableau à compléter une fois l'étalonnage terminé :

P (hPa)									
V (mL)									

Données : 1 hPa = 10² Pa

Modélisation des résultats

3. À l'aide du programme python « programme python graphiques - a compléter » donné en annexe, tracer les courbes $P = f(V)$, $V = f(P)$, $P \times V = f(V)$ et $P = f(\frac{1}{V})$. Il suffit de rentrer les valeurs obtenues précédemment. (Utilisez la fiche d'accompagnement du programme python pour pouvoir tracer les différents graphiques)
4. Choisir parmi les propositions ci-dessous, la bonne relation entre la pression P d'un gaz et le volume V qu'il occupe (entourer la bonne réponse).

→ $P = k \times V$

→ $P \times V = k$

→ $V = k \times P$

On précise que k désigne un coefficient constant pour la série de mesure réalisée ici.

A retenir

À température constante et pour une quantité de matière donnée de gaz, la loi de Boyle Martiotte énonce que :

5. Pourquoi les ballons-sondes météorologiques éclatent-ils à haute altitude ? (ANA)

.....

Exercice d'application – Détermination du volume occupé par l'hélium dans le ballon à l'altitude de 36 576 mètres

Il a fallu concevoir un ballon déformable gigantesque, faisant 130 m de diamètre lors de son extension maximale. En raison de la diminution de la densité de l'air avec l'altitude, le volume du ballon augmente lors de l'ascension de façon à ce que la poussée d'Archimède reste constante. « Pour assurer une vitesse d'ascension suffisante, le volume initial d'hélium utilisé était de 5100 mètres cubes, c'est-à-dire le double du nécessaire pour la sustentation. En pratique, si l'on ajoute à la masse de l'équipage celle du ballon et de l'hélium, c'est environ 3 tonnes qu'il a fallu soulever. »

D'après un article de « Pour la Science » janvier 2013

6. En supposant que le ballon est une sphère parfaite, déterminer le volume de gaz maximal qu'il peut contenir. On rappelle que la formule pour calculer le volume d'une sphère : $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

.....

.....

.....

.....

7. Donner la valeur de la pression atmosphérique en pascal (Pa) au niveau de la mer, c'est-à-dire pour une altitude égale à 0 mètre.

.....

.....

.....

8. Exprimer la loi de Boyle-Mariotte au niveau de la mer et pour la quantité de gaz présente dans le ballon puis calculer la valeur de la constante k

.....

.....

.....

9. Exprimer la loi de Boyle-Mariotte pour l'altitude de 36 576 m. En déduire le volume occupé par le gaz à cette altitude.

.....

.....

10. Le ballon est-il en mesure de contenir ce volume de gaz ?

<pre> 1 import numpy as np 2 import matplotlib.pyplot as plt 3 4 #Noter Les différentes valeurs de volume 5 x = np.array([6 #Noter Les différentes valeurs de pression 7 y = np.array([8 9 10 fig = plt.figure(1, figsize=(10, 10)) 11 ax1 = plt.subplot2grid((18, 18), (0, 0), rowspan = 7 ,colspan =8) 12 ax1.set_title('P = f(V)', color='blue', fontsize =16) 13 ax1.set_xlabel('Volume (mL)', color = 'grey') 14 ax1.set_ylabel('Pression (hPa)', color = 'grey') 15 plt.plot(x,y,'or:') 16 17 ax2 = plt.subplot2grid((18, 18), (0, 10), rowspan = 7 ,colspan =8) 18 ax2.set_title('V = f(P)', color='blue', fontsize =16) 19 ax2.set_xlabel('Pression (hPa)', color = 'grey') 20 ax2.set_ylabel('Volume (mL)', color = 'grey') 21 plt.plot(y,x,'or:') 22 23 24 25 ax3 = plt.subplot2grid((18, 18), (10,5), rowspan = 7 ,colspan =8) 26 ax3.set_title('PxV = f(V)', color='blue', fontsize =16) 27 ax3.set_ylabel('PxV (mL.hPa)', color = 'grey') 28 ax3.set_xlabel('Volume (mL)', color = 'grey') 29 ax3.set_ylim(0, 25000) 30 plt.plot(x,x*y,'or:') 31 32 plt.show() </pre>	① <code>np.array()</code> permet de créer des lignes de tableau de valeurs. ② Utilisation de la fonction <code>figure</code> qui comprend l'argument <code>figsize</code> contrôlant les dimensions (10 inch×10 inch) 1 inch correspond à 2,54 cm ③ Affichage du 1^{er} graphique Proposition : $P = k \times V$ ④ Affichage du 2^{ème} graphique Proposition : $V = k \times P$ ⑤ Affichage du 3^{ème} graphique Proposition : $P \times V = k$ ⑥ <code>plt.show()</code> permet d'afficher les graphiques tracés précédemment.
---	--