

COFFRET ETUDE DES PROPRIETES DE L'AIR

Réf. 005 001

1. Usage de la chambre à vide et Expériences



2. Utilisation de la chambre à vide :

Avant d'utiliser la chambre à vide, prenez note des points suivants:



- Vérifier que le joint (anneau noir) est placé uniformément dans la gorge située dans la partie supérieure de la chambre
- Placer le couvercle sur la chambre



- Serrer la vis d'étanchéité



- Fixer le tuyau à la valve
Attention : après la première résistance, le tuyau doit être enfoncé de 3 à 4 mm au plus. Le tuyau est alors parfaitement inséré.



- Enfoncer l'autre extrémité du tuyau dans l'embout de la seringue à gaz.

- Tenir la seringue d'une main, et mettre le piston en mouvement en le tirant ou en le poussant de l'autre
 - S'assurer que le tuyau reste bien souple et que le couvercle ne s'enlève pas.
- Quand on pousse le piston, le clapet du dessous dans la valve se ferme et l'air s'échappe par le clapet du dessus qui s'ouvre.



Après chaque aspiration de l'air, on observe sur l'écran du manomètre que la pression de la chambre diminue.

- L'échelle du manomètre indique des pressions négatives !
- Plus la pression est basse, plus il est difficile de pomper



Si nécessaire, le tuyau peut être enlevé de la valve :

- Appuyer sur l'anneau en plastique bleu avec l'index et le majeur contre la valve
- Simultanément, le tuyau peut être facilement enlevé

3. Expérience avec le kit « pression de l'air »

Exp. 01 - Mise en évidence de la pression de l'air

Exp. 02 - « Hémisphères de Magdeburg »

Exp. 03 - Mesure de la pression de l'air

Exp. 04 - Effet de la pression de l'air – diminution de la pression extérieure

Exp. 05 – Effet de la pression de l'air – ébullition de l'eau à 60°

Exp. 06 – effet de la pression de l'air – diminution de la pression intérieure

Exp. 07 – Chute libre – Tube de chute libre

Exp. 08 – Transmission du son dans le vide

Exp. 09 – Loi de Boyle-Mariotte

Exp. 10 – Détermination du poids de l'air

Expérience 1 :

Mise en évidence de la pression de l'air



Matériel :

1 seringue en plastique de 120 ml pour des expériences sous vide

1 manomètre

Lorsque vous descendez une côte en voiture, vous pouvez sentir la pression augmenter dans vos oreilles. Ou encore, lorsqu'un avion atterrit la pression augmente à l'intérieur de l'avion – ce qui peut être inconfortable. Vous pouvez changer la pression facilement avec la seringue – ce qui prouve que ce changement est possible.

Expérience 1 :

Positionner le piston entre 30 et 40 ml. Tenir la seringue d'une main (les droitiers devraient utiliser leur main gauche) et fermer l'ouverture avec un doigt. Appuyer légèrement sur le piston à l'intérieur et enlevez-le. On sent les variations de pressions sur votre doigt.

Expérience 2 :

On peut mesurer la pression de l'air contenu dans la seringue avec un manomètre (en hectopascal).

L'aiguille pointant sur le zéro indique que la pression normale de l'air est de l'ordre de 1000 hPa.

Quand l'aiguille pointe sur -1000 hPa, cela signifie que la pression est en réalité de $1000 - 1000 = 0$ hPa (le vide). De même si l'aiguille indiquait +1000 hPa, la pression réelle serait de $1000 + 1000 = 2000$ hPa, (la pression aurait doublé).

Partie 1 :

Insérez le piston complètement dans la seringue et mettez le manomètre dessus. Essayez d'enlever le piston et lisez la valeur sur le manomètre.



Partie 2 :

Positionnez le piston entre 70 et 80 ml et mettez le manomètre sur la seringue.

Tenez la seringue et le manomètre de la main gauche et appuyez sur la seringue avec la poignée à l'intérieur :

- En tenant la seringue avec l'annulaire et l'index.
- En mettant la poignée sur l'estomac

Lisez la valeur sur le manomètre en poussant le piston.



Résumé (compléter à l'aide des propositions données) :

Lorsqu'on tire le piston, l'espace entre les molécules de gaz et la pression _____
(Diminue/augmente)

Lorsqu'on pousse le piston à l'intérieur, l'espace entre les particules de gaz et la pression _____
(Diminue/augmente)

Expérience 2 :	
Les hémisphères de Magdebourg	
	Matériel : Deux cercles de Magdebourg

Généralement, d'énormes forces apparaissent lorsque la pression de l'air agit sur un seul flanc. Ces forces ont été observées. En 1654, Otto Guericke, maire de Magdebourg, a tenté l'expérience avec deux hémisphères. Aujourd'hui, c'est à vous de vous rendre compte de la puissance gigantesque de la pression de l'air à la surface de la Terre.

Préparation :

Prendre les disques de Magdebourg et appuyer les légèrement l'un contre l'autre

Expérience :

Essayer de séparer les disques en tirant sur les poignées.

Les disques s'écartent légèrement sans que l'air n'entre. Par une légère flexion d'un des disques, ceux-ci s'écartent alors facilement

Résumé (compléter à l'aide des propositions données) :

Si la pression de l'air agit de façon _____
(Collatéral /de façon uniforme et dans toutes les directions/sur un seul côté),
des forces gigantesques apparaissent.

L'intensité des forces dépend de _____
(la dimension des cercles/ de la pression exercée pour assembler les disques).

Quelle sera la force des cercles de 1dm² ? _____
(Environ 10N/1 000N/100 000N)

Remarque :

Plus tard, on refait l'expérience après avoir placé les disques de Magdebourg serrés l'un contre l'autre dans une chambre à vide où on diminuera la pression intérieure à l'aide de la seringue. 'Exp. 4)

Expérience3

Mesurer la pression de l'air



Matériel :

- 1 seringue en plastique de 120 ml
- 1 tuyau en plastique ($\varnothing_{\text{ext.}} = 6 \text{ mm}$, $L = 30 \text{ cm}$)
- 1 chambre à vide, complète de 1 000 ml
- 1 manomètre

Dans la vie de tous les jours, pour agir à temps et éviter des imprévus, vous observez régulièrement les indicateurs. Ceci peut concerner la vitesse lorsque vous conduisez, tout comme la température pour déterminer le risque de verglas. Un autre exemple : observez la pression des liquides (ou gaz) pour s'assurer que rien n'explose ou pour garantir qu'il y a suffisamment d'énergie à une pression donnée (barrage hydraulique).

Préparation :

Lire attentivement les instructions concernant l'utilisation de la chambre à vide.

Expérience :

Si la chambre est prête et que la seringue lui est reliée, appuyer sur le piston jusqu'au fond de la seringue et extraire l'air jusqu'à ce que le piston se trouve devant la graduation 100 ml. En conséquence, le volume de l'air a été réduit de 1/10e et la pression de 1 / 10ème, soit 100 hPa. La pression de la chambre est alors de : $1\,000 \text{ hPa} - 100 \text{ hPa} = 90 \text{ hPa}$.

Continuer l'extraction de l'air de la chambre et observer le manomètre ainsi que les claquets de la valve.

NB : plus la pression de la chambre diminue, plus la pression de l'air extérieur oblige à fournir un effort plus important pour tirer le piston. Pour une pression de 200 hPa, $1\,000 \text{ hPa} - 200 \text{ hPa}$, il est devient de plus en plus difficile de tirer le piston.

Exercice (compléter à l'aide des propositions données) :

A quelle pression est-il possible d'enlever le couvercle plus ou moins facilement ?

(900 hPa/800 hPa/600 hPa)

Résumé :

A l'aide d'un manomètre (ici, un indicateur de vide, comme les basses pressions sont les seules à être mesurées), vous pouvez mesurer la pression de l'air.

Remarque :

Les appareils de mesure de pression de l'air sont aussi appelés baromètres.

Quand la pression de la chambre, par exemple, a diminué de moitié, alors la moitié de l'air est vidée. En conséquence, la pression diminue de 50 hPa.

Expérience 4

Les effets de la pression de l'air – diminution de la pression extérieure



Matériel :

- 1 seringue en plastique de 120 mL
- 1 tuyau en plastique ($\varnothing_{\text{ext.}} = 6 \text{ mm}$, $L = 30 \text{ cm}$)
- 1 chambre à vide, complète de 1000 mL
- 1 manomètre
- Deux ballons
- Des disques de Magdeburg

Lors de l'expérience des « hémisphères de Magdebourg », vous avez pu constater que des forces apparaissent lorsque vous avez une différence de pression entre l'extérieur et l'intérieur. Dans cette expérience, la pression extérieure est plus élevée que celle à l'intérieur. A l'aide de la chambre à vide, cette différence peut-être neutralisée ou inversée. Lorsque vous regonflez un pneu ou que vous pétrissez une pâte, la pression à l'intérieur est plus élevée que la pression à l'extérieur. Ceci est aussi vrai lorsque la pression interne est inchangée alors que celle de l'extérieur diminue.

Préparation :

- Prenez :
 1. les disques de Magdeburg
 2. un ballon de baudruche dont l'embouchure est fermé.
 3. un marshmallow chocolaté avec un papier en dessous (si possible)
- lisez le manuel d'utilisation de la chambre à vide (n'oubliez pas de visser la vis d'étanchéité !)

Expérience 1 :

Appliquer les disques de Magdebourg l'un contre l'autre

- réduisez la pression à l'intérieur de la chambre et lisez la valeur sur l'indicateur quand pression intérieure = pression extérieure
- résultat : les disques se séparent



Expérience 2 :

Fermer un ballon de baudruche avec une pince et mettez-le dans la chambre à vide, réduisez la pression et observez le comportement du ballon lorsque la pression diminue. Desserrer la vis d'étanchéité et observez l'effet de l'augmentation de la pression extérieure.



Expérience 3 :

Même chose qu'à l'expérience 2 mais avec un marshmallow au chocolat sur du papier.



Exercice : (complétez)

Lorsque le ballon n'est pas fermé dans l'expérience 2, alors _____ quand la pression _____ existe toujours dans et autour du ballon.

Résumé :

L'action de la force à différentes pressions agit toujours de la pression la plus _____ vers la pression la plus _____
(basse/haute) (basse/haute)

Expérience 5 :

Les effets de la pression de l'air : ébullition de l'eau à 60°



Matériel :

- 1 seringue en plastique de 120 mL
- 1 tuyau en plastique ($\varnothing_{\text{ext.}} = 6 \text{ mm}$, $L = 30 \text{ cm}$)
- 1 chambre à vide, complète de 1000 mL
- 1 cuve en plastique $\varnothing = 75 \text{ mm}$

Les plats cuisent d'autant plus rapidement que la température de l'eau est élevée. Dans un fait-tout fermé, la pression augmente à cause de la vapeur (molécules de gaz) qui résultent de la température élevée – en conséquence, le temps de cuisson est réduit.

Si un liquide est soumis à une faible pression, l'opposé se produit – c'est ce que vous allez expérimenter !

Préparation :

Remplir la cuve en plastique d'eau chaude (à environ 60° C) et la poser dans la chambre à vide

Lire le manuel d'instructions de la chambre à vide (visser la vis d'étanchéité !)

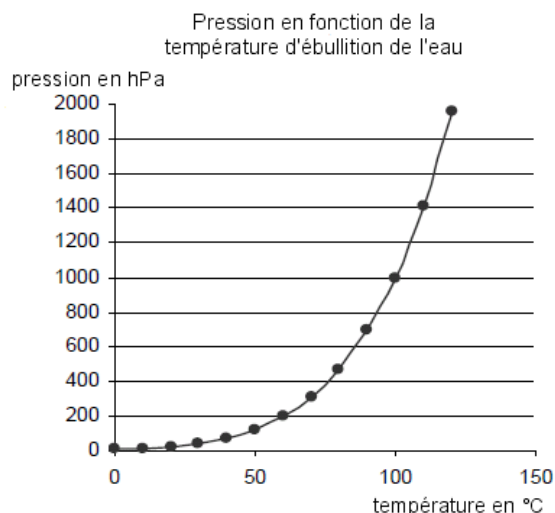
Expérience :

Diminuer la pression de la chambre à l'aide de la seringue et observer le liquide bouillir

Exercice :

A quelle pression l'eau a-t-elle commencé à bouillir ?

A l'aide de la question précédente et du graphique ci-joint, à quelle température l'eau bout-elle ?



NB : Une pression de 200 hPa dans la chambre à vide correspond à une lecture de - 800 hPa sur le manomètre

Résumé :

La température d'ébullition de l'eau est _____ lorsque la pression
(Plus faible/plus élevée)

Extérieure est faible. Ainsi, une pression de vapeur d'eau plus _____
(faible/élevée)

Est suffisante pour créer des bulles.

Expérience 6 :

Effet de la pression de l'air – diminution de la pression intérieure



Matériel :

- 1 tuyau en plastique ($\varnothing_{\text{ext.}} = 6 \text{ mm}$, $L = 30 \text{ cm}$)
- 1 chambre à vide, complète de 1000 mL
- 1 manomètre
- 1 seringue en plastique de 120 mL
- 1 tube en plastique $\varnothing = 75 \text{ mm}$ avec bracelet élastique
- film en plastique

Si vous mettez votre doigt dans la bouche que vous gardez les lèvres fermées, la bouche gonflée d'air, et que vous retirez rapidement votre doigt de la bouche – vous pourrez entendre un « pop ». Lorsque vous débouchez une bouteille, le son est bien plus fort. Si la différence entre la pression interne et la pression externe est très grande, l'équilibre entre les deux peut se faire très rapidement. Dans ce cas, le « pop » est bien plus bruyant ; c'est une « implosion ».

Préparation :



- Placer le film plastique sur le tube et le fixer avec le bracelet élastique
- Après avoir vissé la vis d'étanchéité et connecter le tuyau, retourner le couvercle de la chambre à vide (voir photo) (une deuxième personne peut tenir le couvercle)
- Fixer le tuyau relié à la seringue à la valve à clapets.
- Aspirer l'air à l'aide de la seringue

Expérience :

Comme le tube en plastique a un volume plus petit que celui de la chambre à vide, il n'est pas nécessaire de faire de nombreux allers et retours de piston pour réduire la pression dans l'enceinte.

Observer le manomètre régulièrement.

On peut remarquer que la pression à l'intérieur du tube est inférieure à celle de l'extérieur.

En conséquence, le film plastique s'incurve et se tend. Si on réduit encore la pression il peut alors éclater : Bang!!!

Remarque :

Dans une enceinte fermée, lorsqu'un liquide préalablement chauffé refroidit, la condensation de la vapeur d'eau entraîne une diminution de pression (dépression). Cet effet de la pression atmosphérique a été utilisé dans les tous premiers moteurs à vapeur.

Expérience 7 :

Chute libre – Tube pour la chute libre


Matériel :

1 tube pour l'étude de la chute libre,
 $l = 35 \text{ cm}$, avec les différents solides à faire tomber (plume, boule)
1 chambre à vide, complète de 1000 ml, avec manomètre
1 tuyau en plastique à vide, $\varnothing_{\text{ex}} = 6 \text{ mm}$, $L = 30 \text{ cm}$
1 seringue de plastique, 120 ml, pour des expériences sous vide

Un sauteur à ski ne cherche pas à chuter vers le bas quand il accomplit son saut. De même un plongeur tente de faire un saut particulièrement spectaculaire avec quelques pirouettes et saltos. Le sauteur à ski est en plus en mesure que le plongeur de faire usage des forces aérodynamiques en raison de la grande vitesse qu'il acquiert au bas du tremplin pour accomplir son saut. On peut comprendre que les forces de frottement, apparaissent quand un corps est en chute dans l'air. Il est très difficile d'expliquer ce mouvement mathématiquement.

Pour cette raison, la chute libre, naturellement inexistante, est possible dans un tube vide d'air ; c'est la condition nécessaire pour simuler la chute libre.

Préparations :

- Mettre la plume et la boule rouge dans le tube de chute libre et positionner le tube sous le couvercle de la chambre à vide.

Expérience:

Tout en maintenant appuyer le couvercle au tube de chute libre, faire faire un $\frac{1}{2}$ tour au tube et observer la chute de la plume et le ballon.

Remettre le tube dans sa position initiale, brancher le tuyau relié à la seringue à la valve fixée sur le couvercle. Réduire la pression dans le tube le plus possible à l'aide de la seringue. Retirer la seringue et le tuyau, puis faire faire un $\frac{1}{2}$ tour au tube et observer la chute de la plume et le ballon.

Résumé (compléter à l'aide des propositions données) :

Quand on parle de la «chute libre» les lois _____ s'appliquent pour chaque corps (plumes, balle de plomb,...) propres à chaque corps / identiques

Expérience 8 :

Propagation du son dans le vide



Matériel :

- 1 seringue de plastique, 120 ml, pour des expériences sous vide
- 1 tuyau en plastique, $\varnothing_{\text{ex}} = 6\text{mm}$, $L = 30\text{ cm}$
- 1 chambre à vide, complète de 1000 ml, avec manomètre
- 1 buzzer (alarme)
- 1 socle absorbant acoustique $\varnothing_{\text{ex}} = 80\text{ mm}$

Le but d'un buzzer est d'entendre le son qu'il émet. La nuit, on n'aime pas entendre les bruits intenses. Mais quelle relation y-t-il entre le son et la pression atmosphérique ? Vous allez le savoir tout de suite !

Le son est généralement transmis dans l'air en raison du déplacement des particules d'air (les molécules des gaz qui compose l'air). Voir Implosion, explosion.

Mais qu'advient-il s'il y a moins ou pas de particules existantes ? Prêt ? Maintenant, écoutez ce qui se passe ou pour le dire autrement : n'entendez pas ce qui se passe !

Préparations:

- Mettre le socle absorbant acoustique dans la chambre à vide
- Préparer le couvercle de la chambre sous vide (visser la vis d'étanchéité)
- Allumer le buzzer et le poser sur le socle absorbant acoustique.

Expérience 1:

- Poser le couvercle doucement sur la chambre à vide et écouter l'amortissement de l'intensité sonore.
- Pomper autant d'air que possible de la chambre tout en conservant l'audibilité de l'alarme.

- Faire entrer l'air lentement dans la chambre jusqu'à retrouver la sensation auditive initiale.

Expérience 2:

Recommencer l'expérience sans le socle absorbant acoustique (voir photo)

Résumé (compléter à l'aide des propositions données) :

Dans le vide _____ transmission du son!
(Il n'y a pas / il y a une bonne)

L'isolement de la source sonore posée sur le socle absorbant réduit l'intensité du son transmis vers l'extérieur _____
(Faiblement / de façon importante / totalement)

Dans le cas où la source sonore est directement posée sur le fond (sans le socle absorbant), le son se propagera _____
(Toujours / seulement si l'air existe / jamais)



Expérience 9 :

Loi de Boyle - Mariotte



Matériel :

1 seringue de plastique de 120 ml

1 manomètre

Une loi ne permet pas seulement de pronostiquer un résultat final, elle décrit ce qui peut se produire lorsque différents paramètres sont modifiés. Dans ce cas particulier : La loi permet de dire de quelle manière varie la pression d'une masse d'air donnée lors de son changement de volume.

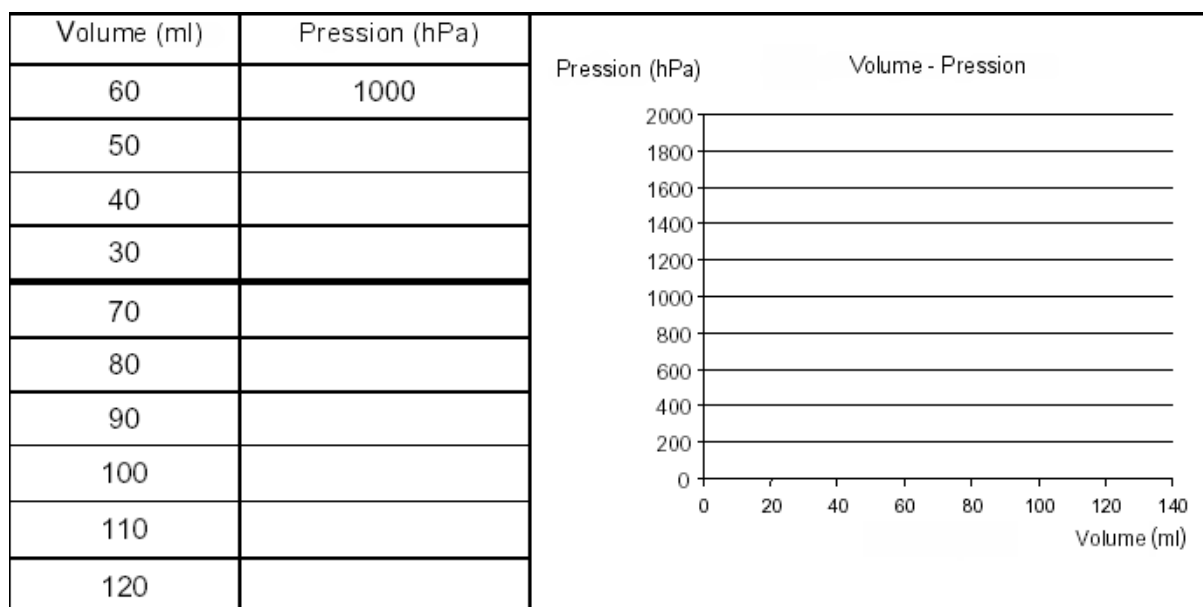
En 1662, le physicien britannique et chimiste Robert Boyle et le physicien français Edmé Mariotte ont travaillé de façon autonome. Leurs travaux ont conduit à la loi de Boyle - Mariotte qui relie la pression et le volume d'un gaz réel à température constante.

Préparations:

- Fixer le piston de la seringue à 60 ml (graduations noires) et enfoncer le manomètre sur l'embout de la seringue

Expérience:

- Tenir le manomètre et le flacon hermétiquement, pousser lentement le piston à l'intérieur et relever les volumes et les pressions correspondantes.
- Reporter les données dans le tableau ci-dessous et faire le graphique correspondant :



Résumé (compléter à l'aide des propositions données) :

Lorsque le volume est plus grand, la pression est _____.
(Plus élevée / plus petite)

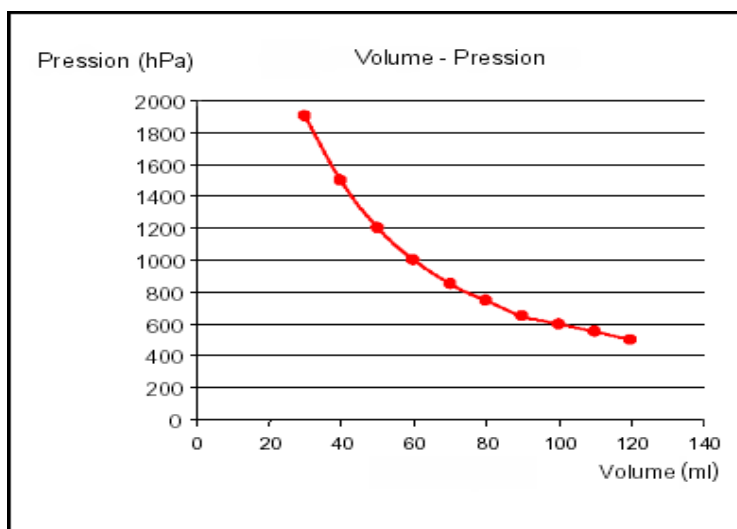
La pression et le volume varient _____.
(En sens inverse / de la même manière)

La loi s'énonce : (à température constante) **P. V = cste**

Conseils :

En raison de l'air existant dans le manomètre et l'embout de la seringue, la pression est doublée pour 28-29 ml au lieu de 30 ml.

Exemple réel de mesure:



Expérience 10 :
Détermination du poids de l'air



Matériel :

- 1 seringue de plastique, 120 ml
- 1 tuyau en plastique à vide, $\varnothing_{\text{ex}} = 6\text{mm}$, $L = 30\text{ cm}$
- 1 chambre à vide, complète de 1000 mL, avec manomètre
- 1 Balance de précision de portée supérieure à 800 g et de résolution minimale de 0,1 g.

D'où provient la pression de l'air ? Vous connaissez déjà la pression de l'eau - vous la sentez quand vous êtes en plongée.

La pression de l'eau est due à sa masse. À 1 m de profondeur, la pression exercée par l'eau est le poids de la colonne d'eau qui appuie sur une surface de 1 m^2 . Ainsi une masse de 1000 kg d'eau appuyant sur 1 m^2 exerce une pression de $10\,000\text{ N} / \text{m}^2$ ou $10\,000\text{ Pa}$. A 10 m de profondeur, la pression est $100\,000\text{ Pa}$ ou 1000 hPa .

Si l'air exerce une pression, alors l'air a une masse et la pression de l'air est le poids de la colonne d'air qui appuie sur une surface de 1 m^2 .

Quelle masse fait 1 litre d'air (= 1 dm^3 d'air) ?

Préparations:

- visser la vis d'étanchéité sur le couvercle
- Préparer la balance prête à l'emploi

Expérience:

Poser la chambre à vide avec son couvercle - sans tuyau - sur la balance et lire la masse m_1 . (Photo de gauche).

Oter la chambre à vide de la balance, brancher le tuyau relié à la seringue à la valve à clapets du couvercle et évacuer l'air. Enlever à nouveau le tuyau, poser la chambre à vide sur la balance et lire la nouvelle masse m_2 . (Photo de droite).

Par différence $m_1 - m_2$, on détermine la masse de $1L = 1 \text{ dm}^3$ d'air. C'est-à-dire la masse volumique de l'air.

Résumé:

La pression de l'air atmosphérique est le poids de l'air qui appuie sur une surface de 1 m^2 de notre terre.

1 dm^3 d'air a une masse d'environ 1 g (d'où un poids: 0.01 N). 1 m^3 d'air a une masse de 1 kg (poids: 10 N).

Conseils:

Tout comme la pression de l'eau, la pression de l'air diminue du bas vers le haut.. Mais la pression de l'air ne diminue pas uniformément avec la hauteur, comme l'eau, car, l'air est facilement compressible.

A titre d'exemple :

- 90% de l'atmosphère est située en dessous de 20 km d'altitude,
- 75% de l'atmosphère est située en dessous de 10 km d'altitude,
- 50% de l'atmosphère est située en dessous de 5 km d'altitude.

La masse de 1 dm^3 d'eau est presque toujours égale à 1 kg , alors que la masse de 1 dm^3 l'air varie en fonction de l'altitude. A la surface de la Terre, elle est environ égale à 1 g . ($1,293 \text{ g/dm}^3$ à 0°C au niveau de la mer)

De plus, lorsque 85% seulement de l'air est évacué, la pression résiduelle est d'environ 150 hPa . En conséquence, on mesure une masse de $0,85 \text{ L}$ d'air résiduel.

Il est donc difficile de déterminer avec exactitude la masse volumique de $1,293 \text{ g/dm}^3$ d'autant que l'expérience ne se fait pas à 0 m d'altitude.

4. Nous contacter :

Ce matériel est garanti 2ans. Pour toutes questions, veuillez contacter :

Sav@sciencethic.com

www.sciencethic.com