

Plaques de Magdebourg 1003496

Instructions d'utilisation

05/18 ALF



- 1 Tuyau avec pièce en T et soupape à une voie
- 2 Tuyau avec olive à une voie
- 3 Plaque en verre acrylique avec bride pour le raccord du tuyau
- 4 Plaque en verre acrylique
- 5 Anneaux d'étanchéité en caoutchouc
- 6 Pièce en T
- 7 Raccord pour tuyau de rechange
- 8 Pompe manuelle

1. Consignes de sécurité

- Ne pas essayer de desserrer les plaques sous vide à l'aide d'un outil.
- Ne pas essayer de séparer les plaques à l'aide de câbles, etc., car, lorsqu'elles se détachent, elles deviennent de véritables projectiles.
- Offrir suffisamment de place derrière les personnes qui essaient de séparer les plaques de Magdebourg.
- Etablir les raccords de tuyaux sans exercer trop de force. Enficher le raccord pour tuyau uniquement en appuyant avec les doigts.
- Lors de la ventilation des plaques, tenir le dispositif de telle sorte que les plaques ne puissent pas tomber.
- Veiller à ne pas rayer les surfaces intérieures des plaques.

2. Description

Jeu d'appareils complet permettant d'étudier l'expérience historique de Guericke pour démontrer l'effet de la pression atmosphérique.

Les plaques de Magdebourg contiennent deux plaques en verre acrylique avec poignées et anneaux en caoutchouc insérés peuvent être assemblées sous vide primaire. Deux bagues étanches de dimensions différentes permettent de comparer l'effet de la pression atmosphérique avec des surfaces de contact de différentes tailles. Une plaque est pourvue d'une bride permettant de relier un tuyau en plastique aux fins de créer le vide. Le vide est créé à l'aide d'une pompe manuelle simple. Le raccord avec la pompe manuelle est assuré par des tuyaux en plastique avec soupapes à une voie intégrées. Une pièce en T supplémentaire permet de brancher un capteur de pression, pour relever des mesures avec une interface.

L'avantage des plaques de Magdebourg par rapport aux hémisphères utilisés généralement en cours provient du design plat qui permet une action parallèle de toutes les forces sur les plaques et ainsi un calcul plus simple des forces.

3. Matériel fourni

- 2 plaques en verre acrylique avec poignées
- 2 bagues d'étanchéité en caoutchouc de différents diamètres
- 1 pompe manuelle dans un boîtier de rangement
- 1 tuyau avec olive à une voie
- 1 tuyau avec pièce en T et soupape à une voie
- 1 pièce en T
- 1 raccord pour tuyau de rechange

4. Caractéristiques techniques

Plaques :	13 mm x 97 mm \varnothing
Bagues étanches :	5 mm x 95 mm $\varnothing_{\text{extérieur}}$
	5 mm x 60 mm $\varnothing_{\text{extérieur}}$

5. Principe du fonctionnement

La Terre est enveloppée dans de l'air, l'atmosphère. Comme toutes les autres substances, les molécules d'air subissent l'attraction terrestre et se concentrent pour cette raison à la surface de la Terre. La pression atmosphérique exercée par la masse d'air est la plus importante au niveau de la mer et diminue au fur et à mesure qu'on s'en éloigne. Comme les liquides, la pression d'air exerce une action uniforme sur tous les côtés d'un corps. Dans un corps ouvert, il y a toujours un contre-poids entre la pression intérieure et extérieure. Si la pression intérieure est inférieure à la pression extérieure, on peut rétablir l'équilibre en laissant pénétrer de l'air. Dans le cas inverse, si la pression intérieure est supérieure à la pression extérieure, on observe la même tendance lorsque de la masse s'échappe. Dans un corps fermé, la force résultant de la différence entre les pressions intérieure et extérieure est, dans le premier cas, orientée vers la surface du corps et la comprimera et, dans le second cas, vers l'extérieur, avec tendance à l'explosion.

Le physicien et bourgmestre de Magdebourg Otto von Guericke fut le premier à démontrer l'effet de la pression atmosphérique de l'air. Vers 1650, il commença ses expériences sur le vide, dont la plus spectaculaire fut celle de 1654 à Regensburg sous les yeux de l'Empereur Ferdinand III. Von Guericke fit le vide entre deux hémisphères en cuivre d'un diamètre de 42 cm, l'étanchéité étant assurée par une courroie en cuir imbibée d'huile et de cire. L'air comprima les hémisphères avec une telle force qu'il fut impossible même à 16 chevaux de les séparer.

6. Manipulation

6.1 Démonstration de l'effet de la pression atmosphérique

- Avant de réaliser l'expérience, vérifier le bon état de l'anneau d'étanchéité en caoutchouc et des plaques.
- Raccorder le tuyau entre la pompe manuelle et la plaque de Magdebourg, comme le montre la figure 1.
- Enficher les raccords l'un dans l'autre et appuyer légèrement dessus tout en les tournant.
- Placer l'anneau en caoutchouc souhaité sur la plaque et presser les deux plaques l'une contre l'autre.

Avec un anneau d'un petit diamètre, il est plus facile de séparer les plaques. Une comparaison, au cours de laquelle on utilise successivement les deux anneaux en caoutchouc, démontre le rapport entre la force et la surface.

- Une seconde personne se charge de faire le vide avec la pompe manuelle.

Après quelques pompages, la majeure partie de l'air entre les plaques est évacuée.

- Démontrer l'action de la pression atmosphérique en tirant sur les deux hémisphères.
- Desserrer le raccord de la plaque de Magdebourg pour ventiler le dispositif.

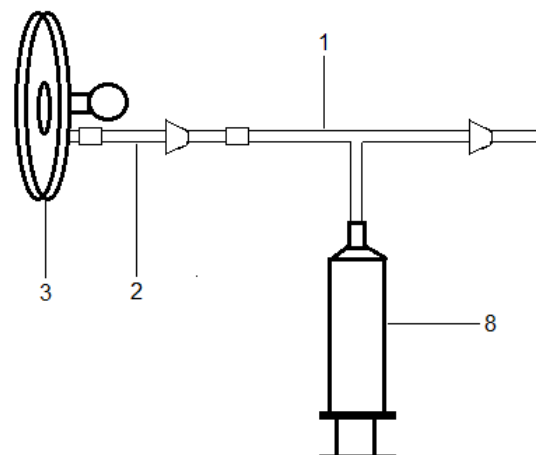


Fig. 1 : 1 tuyau avec pièce en T et soupape à une voie, 2 tuyau avec olive à une voie, 3 plaque en verre acrylique avec bride pour le raccord du tuyau, 8 pompe manuelle

6.2 Mesure quantitative

6.2.1 Détermination approximative de la pression atmosphérique

Articles complémentaires nécessaires :
1 balance de salle de bain

- Assembler les appareils comme pour l'expérience au point 6.1.
- Evacuer l'air entre les plaques.
- La personne tenant les plaques de Magdebourg se place sur une balance de salle de bain et observe la graduation, tandis que la seconde personne essaie de séparer les plaques en tirant dessus vers le bas.
- Noter la valeur de la balance lorsque les plaques sont séparées.

Se servir de la formule suivante :
 $\text{pression} = \text{force} / \text{surface}$.

- Pour déterminer la force à partir de la valeur de la balance, soustraire le poids des plaques du poids du corps. Pour convertir en Newton la valeur en kg, multiplier par 9,8.

La force qui comprime les plaques correspond à la force que la pression de l'air exerce sur la surface limitée par l'anneau en caoutchouc.

- Aussi, pour déterminer la surface, calculer le diamètre moyen de l'anneau et convertir la valeur en m².
- 1 N/m² correspond à 1 Pa. Comme les valeurs calculées peuvent être très importantes, il est recommandé de convertir le résultat en kPa.
- Il est conseillé d'effectuer une comparaison avec la pression d'air réelle mesurée avec un baromètre.
- Discuter des sources d'erreurs avec les élèves (par ex. imprécision de la balance et lors de la lecture, séparation pas tout à fait verticale des plaques, résidu d'air entre les plaques).

6.2.2 Détermination avec un enregistreur de la force exercée sur les plaques de Magdebourg

Articles complémentaires nécessaires:
1 enregistreur
1 capteur de pression
1 baromètre

- Raccorder les tuyaux comme le montre la figure 2.
- Brancher le capteur de pression et un baromètre à un enregistreur.
- Evacuer l'air entre les plaques.

La force exercée sur les plaques de Magdebourg peut être déterminée à l'aide de la formule $\text{force} = \text{pression} \times \text{surface}$. Noter toutefois qu'un résidu d'air subsiste entre les plaques et agit à l'encontre de la pression atmosphérique. Il faut en tenir compte lors du calcul de la force : $\text{force} = (\text{pression d'air} - \text{pression résiduelle}) \times \text{surface}$.

- A l'aide du capteur de pression, déterminer la pression résiduelle entre les plaques.
- Mesurer la pression de l'air avec le baromètre.
- Pour déterminer la surface, calculer le diamètre moyen de l'anneau et convertir la valeur en m².
- Effectuer le calcul.
- Répéter l'expérience avec l'autre anneau d'étanchéité et comparer les résultats.

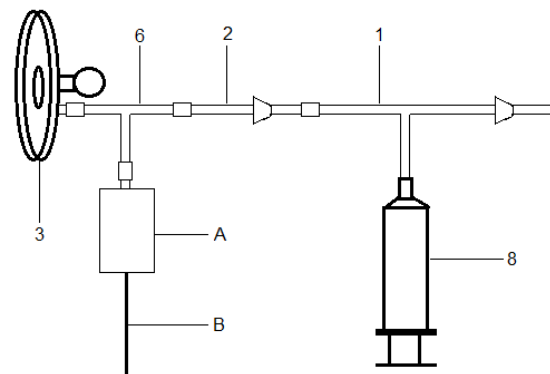


Fig. 2 : A capteur de pression, B connexion avec l'enregistreur, 1 tuyau avec pièce en T et soupape à une voie, 2 tuyau avec olive à une voie, 3 plaque en verre acrylique avec bride pour le raccord du tuyau, 6 pièce en T, 8 pompe manuelle

7. Nettoyage

- Pour le nettoyage, n'utiliser que de l'eau chaude avec un peu de nettoyant. Ne jamais utiliser de solvant.

