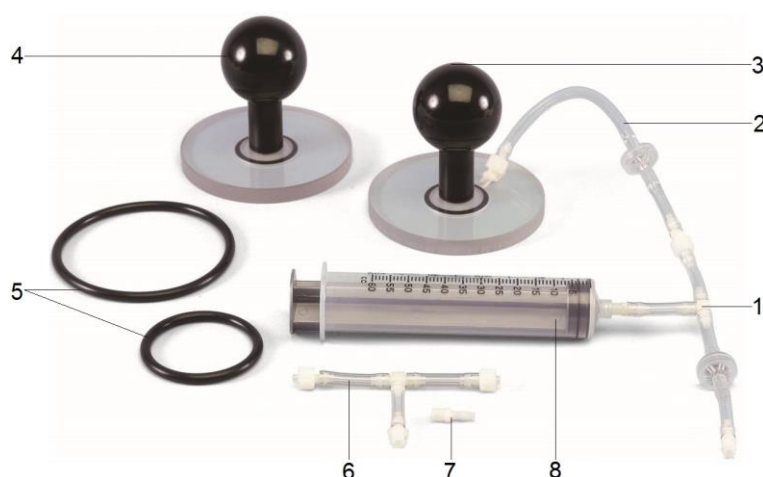


Placas de Magdeburgo 1003496

Instruções para o uso

05/18 ALF



- 1 Mangueira com peça em T e válvula unidirecional
- 2 Mangueira com válvula unidirecional
- 3 Placa de acrílico transparente com flange para inserção do conector da mangueira
- 4 Placa de acrílico transparente
- 5 Anéis de borracha de vedação
- 6 Peça em T
- 7 Conector para mangueira sobressalente
- 8 Bomba manual

1. Indicações de segurança

- Não tentar separar as placas evacuadas por alavanca com alguma ferramenta.
- Não tentar separar as placas com cordas ou semelhante, já que estas ao separar-se podem se tornar projéteis.
- Deve haver suficiente espaço livre detrás da pessoas que tentam separar as placas de Magdeburgo.
- Ao estabelecer as conexões de mangueiras, não aplicar força excessiva. Juntar os conectores só com a pressão dos dedos.
- Ao ventilar as placas, segurar firmemente a aparelhagem de forma a evitar eventuais danos por queda das placas.
- Tomar particular cuidado para que as superfícies internas das placas não sejam arranhadas.

2. Descrição

Conjunto completo de aparelhos para a execução da experiência histórica de Guericke sobre o efeito da pressão do ar atmosférico em experiências de demonstração e práticas.

O conjunto de aparelhos placas de Magdeburgo consiste em duas placas de acrílico transparente com alças um anel de borracha integrado, podendo ser montadas hermeticamente para criar vácuo absoluto. Dois tamanhos de anel de borracha diferentes permitem a comparação dos efeitos da pressão do ar atmosférico sobre superfícies de contato de diferentes tamanhos. Uma das placas está equipada com uma flange para a conexão de uma mangueira de plástico para evacuação. A evacuação é obtida com uma simples bomba manual. A conexão com a bomba manual é efetuada com mangueiras de plástico com válvula unidirecional integrada. Através de uma peça T extra, pode-se conectar um sensor de pressão para registrar medidas com uma interface. A vantagem das placas de Magdeburgo com relação aos hemisférios utilizados habitualmente em aula é que todas as forças agem de forma paralela sobre as placas por causa do design plano, de forma que o cálculo da força é simples de realizar..

3. Fornecimento

- 2 placa de acrílico transparente com alças
- 2 anéis de borracha de vedação de diversos diâmetros
- 1 bomba manual com caixa de armazenamento
- 1 mangueira com válvula unidirecional
- 1 mangueira com peça T e válvula unidirecional
- 1 peça T
- 1 conector de mangueira sobressalente

4. dados técnicos

Placas de acrílico:	13 mm x 97 mm Ø
Anéis de vedação:	5 mm x 95 mm Ø _{externo}
	5 mm x 60 mm Ø _{externo}

5. Princípios de funcionamento

A terra está envolta por uma camada de ar, a atmosfera. Como qualquer outra matéria, as moléculas de ar estão sujeitas à força de gravidade e concentram-se por isso na superfície da terra. A pressão atmosférica produzida pela massa de ar é maior ao nível do mar e diminui quanto maior a distância da superfície terrestre. De forma análoga aos líquidos, a pressão do ar age sobre um corpo uniformemente por todos os lados. Num corpo aberto existe sempre equilíbrio entre a pressão interna e externa. Sendo a pressão interna menor do que a externa, o estado de equilíbrio é restabelecido por absorção de ar. Também no caso contrário, quando a pressão interna é maior do que a externa, existe a mesma tendência por exaustão de massa. Tratando-se de um corpo fechado, a força resultante da diferença de pressão interna e externa age sobre a superfície do corpo e tende, no primeiro caso, a amassa-lo, e no segundo caso dirigida para fora a leva-lo a explodir.

O físico e burgomestre de Magdeburgo Otto von Guericke foi o primeiro a demonstrar o efeito da pressão atmosférica do ar. Os seus ensaios de vácuo começaram a volta de 1650 e chegam ao seu ápice numa experiência espectacular frente ao Imperador Ferdinand III em 1654 em Regensburgo. Para isso, Guericke evacuou dois hemisférios de 42 cm juntos e vedados com tiras de couro embebidas em óleo e cera. O ar pressionava os dois hemisférios um contra o outro com tal força que nem mesmo a potência de 16 cavalos foi capaz de separá-los.

6. Utilização

6.1 Demonstração do efeito da pressão do ar atmosférico

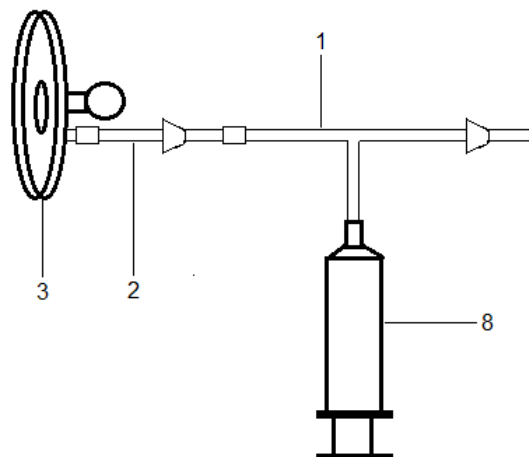
- Antes de iniciar a experiência, controlar se há eventuais danos no anel de borracha de vedação ou nas placas.
- Efetuar a conexão entre a bomba manual e a placa de Magdeburgo conforme a ilustr. 1.
- Para tal, inserir os conectores de mangueira uns nos outros e junta-os girando e pressionando levemente com os dedos.
- Colocar o anel de borracha de vedação desejado sobre a placa e pressionar as placas uma contra a outra.

Ao escolher o anel de menor diâmetro será mais fácil separar as placas puxando. Uma comparação experimental, na qual ambos os anéis de vedação são utilizados, demonstra que a intensidade da força é dependente da superfície.

- Uma segunda pessoa inicia o procedimento de evacuação com a bomba manual.

Após um curto bombeio, a maior parte do ar entre as duas placas já terá sido evacuado.

- Demonstrar a ação da pressão atmosférica do ar puxando as placas.
- Ventilar a aparelhagem soltando a conexão à mangueira na placa de Magdeburgo.



Ilustr. 1: 1 mangueira com peça em T e válvula unidirecional, 2 mangueira com válvula unidirecional, 3 placa de acrílico transparente com flange para inserção do conector da mangueira, 8 bomba manual

6.2 Medição quantitativa

6.2.1 Determinação experimental aproximada da pressão do ar atmosférico

Adicionalmente necessário:

1 balança de pessoas caseira

- Montar os aparelhos como indicado no ensaio em 6.1.
- Evacuar o ar que se encontra entre as placas.
- A pessoa com as placas de Magdeburgo sobe numa balança de pessoas caseira e observa a escala enquanto a segunda pessoa tenta separar as placas puxando verticalmente para baixo.
- Tomar nota do valor observado na balança no momento da separação das placas.

Para efetuar o cálculo serve a fórmula:
 $\text{pressão} = \text{força}/\text{superfície}$.

- Para determinar a força, a partir da leitura do valor na balança, subtrair o peso do corpo do peso das placas de Magdeburgo. Para converter o valor em Newton, multiplicar o valor em kg por 9,8.

A força que pressiona as placas uma contra a outra corresponde à força exercida pela pressão do ar sobre a superfície delimitada pelo anel de borracha.

- Por isso, para determinar a superfície definir o diâmetro médio do anel de borracha e converter em m^2 .
- 1 N/m^2 corresponde a 1 Pa . Sendo que os valores calculados são muito grandes, é recomendável converter o resultado em kPa.
- Recomenda-se uma comparação com o valor real da pressão do ar, medida com um barômetro.
- Discutir as fontes de erro com os alunos (por exemplo, imprecisão da balança caseira e da leitura dos valores, a placa não é puxada em perfeita verticalidade, ar residual entre as placas).

6.2.2 Determinação da força que age sobre as placas de Magdeburgo com um registrador de dados (logger)

Adicionalmente necessário:

1 registrador de dados

1 sensor de pressão

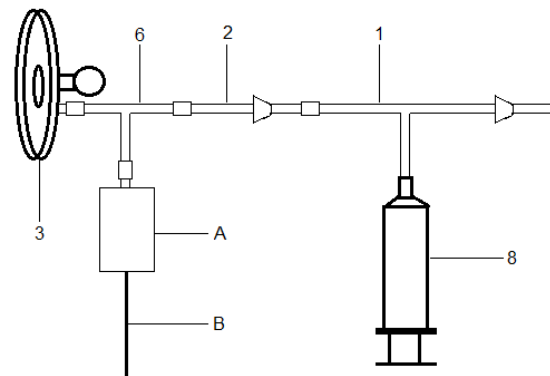
1 Barômetro

- Efetuar as conexões da mangueira conforme a ilustr. 2.
- Conectar o sensor de pressão e um barômetro a um registrador de dados.

- Evacuar o ar retido entre as placas.

A força que age sobre as placas de Magdeburgo pode ser determinada através da equação $\text{força} = \text{pressão} \times \text{superfície}$. Ao fazê-lo, deve-se levar em consideração o ar residual que resta entre as placas e que age em contra da pressão atmosférica. Isto deve ser levado em conta ao determinar a força: $\text{força} = (\text{pressão do ar} - \text{pressão residual}) \times \text{superfície}$.

- Determinar a pressão residual entre as placas com sensor de pressão.
- Medir a pressão do ar atmosférico com o barômetro.
- Para determinar a superfície definir o diâmetro médio do anel de borracha e converter em m^2 .
- Efetuar o cálculo.
- Repetir a experiência com o outro anel de vedação e comparar os resultados.



Ilustr. 2: A sensor de pressão, B conexão ao registrador de dados, 1 mangueira com peça em T e válvula unidirecional, 2 mangueira com válvula unidirecional, 3 placa de acrílico transparente com flange para inserção do conector da mangueira, 6 peça em T, 8 bomba manual

7. Limpeza

- Para a limpeza, utilizar somente água quente com um pouco de detergente. Nunca utilizar solventes.

