

Universidade Estadual de Campinas

Instituto de Física “Gleb Wataghin”



F 609 – Tópicos de Ensino da Física I

Princípio de Pascal em um Experimento Auto-explicativo

Relatório Final



Aluno: João Paulo Cury Bergamim

RA: 024112

Orientador: Richard Landers

Campinas, 2007

1. Resumo

Como proposto inicialmente, foi construído um dispositivo que demonstra o Princípio de Pascal de uma forma em que o próprio aluno faça o experimento proposto e possa visualizar que a força aplicada nas seringas varia conforme sua área varia. Esse experimento constitui de um suporte feito de um brinquedo de lógica para crianças, seringas e diferentes pesos conhecidos, que são guardados e carregados em uma maleta feita de madeira que contém instruções de uso do experimento e uma breve explicação da teoria.

2. Introdução

Quando chegamos quando se fecha bruscamente uma porta, é comum se ouvir os vidros de uma janela no mesmo ambiente vibrar ou até outra porta se abrir. A explicação para esse fato é que, ao deslocar (fechando) a porta, ela exerceu uma pressão sobre o ar do ambiente onde se está, e essa pressão se transmitiu a todos os outros pontos do ambiente, através desse meio gasoso. Esse fato é denominado princípio de Pascal, que vale não só para qualquer tipo de fluido, como líquido e gases.

Grandes benefícios são decorrentes do princípio de Pascal. Um dos mais utilizados é a **prensa hidráulica**, que é um dispositivo multiplicador de forças. Outros exemplos são os elevadores, macacos, compressores, freios, volantes hidráulicos, cadeiras de dentistas e barbeiros, entre outros.

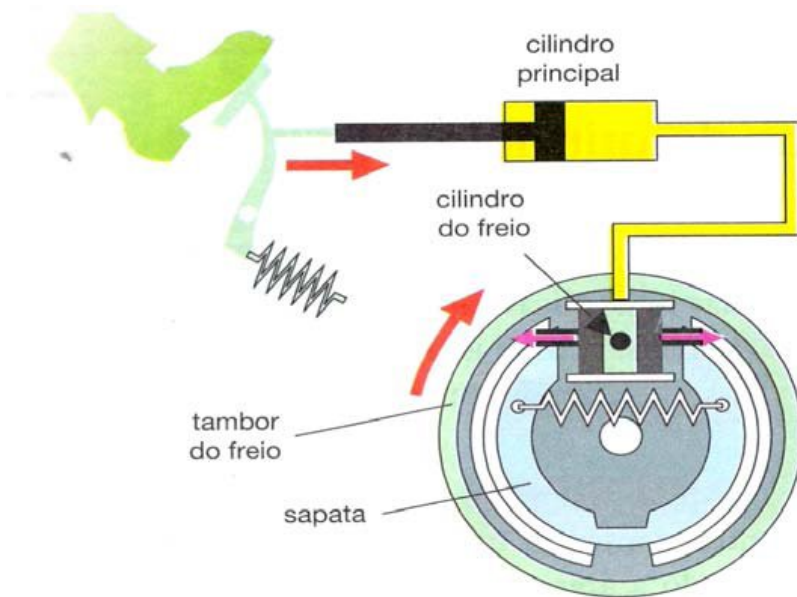


Figura 1: Esquema de um freio hidráulico

Prensa Hidráulica

A prensa hidráulica é um dispositivo largamente utilizado com finalidade principal de multiplicador de forças. Basicamente, a prensa hidráulica é constituída de um tubo em U, sendo que os ramos possuem áreas da secção transversal diferentes. Um tubo une esses ramos e o sistema é preenchido com um líquido viscoso (em geral, óleo), aprisionado por dois pistões (figura 2). Dessa forma, exercendo uma força em um dos pistões o outro se move.

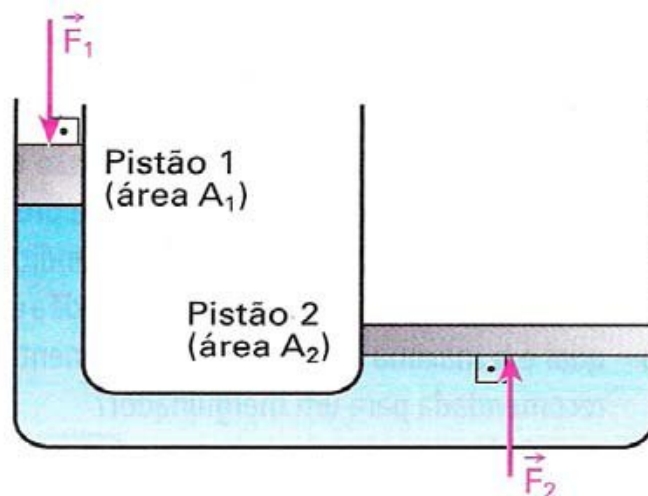


Figura 2: Esquema simples de uma prensa hidráulica.

Máquinas Hidráulicas

As máquinas hidráulicas (figura 3) também são dispositivos capazes de multiplicar forças. Essa máquina é formada de dois recipientes cilíndricos comunicantes, contendo líquido. A área da secção reta de um dos recipientes é maior que a do outro (como pode ser visto na figura) e conseqüentemente, basta uma pequena força atuar no pistão menor, que logo será transmitida uma força maior para o segundo pistão.

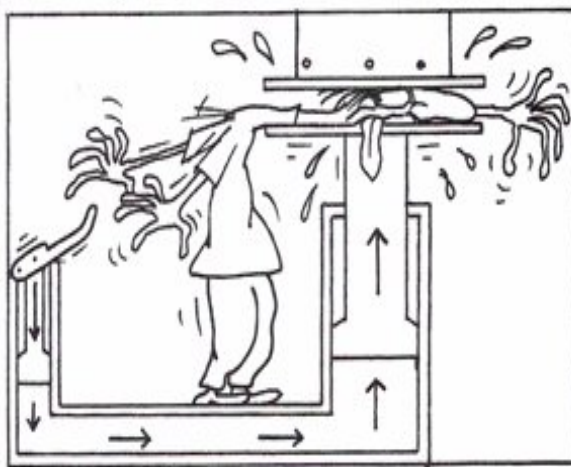


Figura 3: Máquina Hidráulica

3. Teoria

O cientista francês Blaise Pascal (1623-1662) enunciou, em 1653, o “princípio de Pascal” que explicava que, se a pressão existente na superfície do líquido fosse aumentada de uma maneira qualquer - por um pistão agindo na superfície superior, por exemplo - a pressão P em qualquer profundidade deve sofrer um aumento exatamente da mesma quantidade.

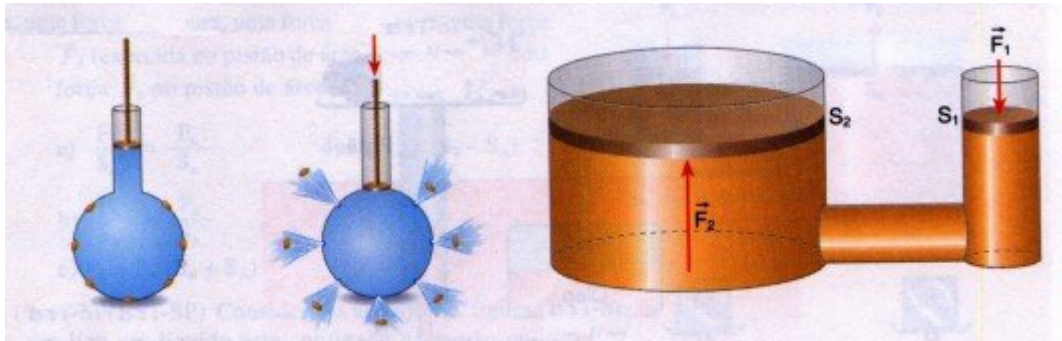


Figura 4: Dois exemplos do Princípio de Pascal

O princípio de Pascal pode ser enunciado da seguinte forma:

“Qualquer acréscimo de pressão exercido num ponto de um fluido (gás ou líquido) em equilíbrio se transmite integralmente a todos os pontos desse fluido e às paredes do recipiente que o contém.”

Esse princípio também pode ser escrito como:

“O acréscimo de pressão produzido num líquido em equilíbrio transmite-se integralmente a todos os pontos do líquido.”

Retomando a figura 2, que ilustra dois recipientes cilíndricos de áreas transversais diferentes e interligados por um tubo contendo um fluido qualquer (de preferência sendo mais incompressível), ao se empurrar o pistão de área menor A_1 com uma força F_1 , produzimos um acréscimo de pressão naquela região dada por:

$$\Delta p_1 = \frac{F_1}{A_1} \quad (1)$$

Esse acréscimo de pressão é transmitido a todos os pontos do líquido, inclusive, aos pontos próximos do pistão maior de área A_2 . Como a pressão é a mesma em ambos os pistões, pode-se escrever que:

$$\Delta p_2 = \frac{F_2}{A_2} \quad (2)$$

$$\Delta p_1 = \Delta p_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (3)$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2} \quad (4)$$

Dessa forma, pode-se observar que a intensidade da força é diretamente proporcional à área do tubo. Isso mostra que uma força pequena F_1 é capaz de suportar, no outro êmbolo, um peso muito grande F_2 .

No experimento proposto, essa diferença de força que deve ser aplicada para conseguir movimentar o mesmo peso em duas áreas diferentes fica evidente, como será mostrado mais a diante.

4. Materiais e Métodos

Para a construção do experimento proposto, foi utilizado apenas materiais de baixo custo, que estão listados a seguir:

Materiais

- Seringas de volumes diferentes;
- Mangueira fina e bem flexível;
- Peças de brinquedo de criança, para fazer suporte das seringas;
- Madeira;
- Pregos;
- Óleo vegetal;
- Pesos;
- Dobradiças;
- Puxador de porta.

Métodos

O experimento se iniciou com a abertura dos furos de um suporte de brinquedo de criança. Era um brinquedo de lógica, que possuía um suporte (figura 5) para se colocar diferentes tipos de peças. Esse suporte continha furos que precisaram ser abertos com o auxílio de uma furadeira. Cada furo foi aberto de maneira que as seringas (figura 6) coubessem neles. Feito esse passo, era preciso colocar algum suporte no embolo da seringa para que servisse de suporte para o peso que será colocado nas seringas.



Figura 5: Brinquedo utilizado como suporte



Figura 6: seringas utilizadas no experimento

A alternativa encontrada também foi utilizando um brinquedo de criança, que tinha forma de um cachimbo, possuindo na ponta uma cestinha de plástico. Fixou essa cestinha com cola quente no embolo de seringa.

Colocou-se as seringas no suporte, encheu a seringa menor com óleo e as conectou com a mangueira de fino calibre. O passo final do experimento era fazer a caixa para se carregar os experimentos, que contem o suporte com as seringas e os pesos que serão utilizados.

Para a construção dessa caixa, utilizou-se madeiras que não fosse muito pesada, porém resistente. Fez-se duas caixas idênticas, sem tampa, e as juntou por duas dobradiças, fazendo com que ficasse uma caixa que abre no meio. Na parte onde se carrega a mala foi colocado um par de puxador de porta que serve como alça.

Dificuldades encontradas

Inicialmente o suporte que ficam as seringas tinham sido feitos de uma madeira fina, na intenção de deixar o experimento leve. Porém essa madeira começou a apresentar defeitos, empenando e não garantindo uma durabilidade do experimento. A solução encontrada foi utilizar o suporte de um brinquedo de criança como explicado anteriormente.

Outra dificuldade foi com o êmbolo das seringas. A proposta inicial era fazer uma comparação entre a força utilizada pelo aluno para levantar um mesmo peso colocado e diferentes áreas. Era tido como idéia fazer, em forma de balança (utilizando pesos nas duas seringas, uma avaliação quantitativa do experimento. Porém o atrito estático do êmbolo com a parede da seringa não deixava essa análise satisfatória, pois precisaria de um peso muito grande para iniciar o movimento, o que inviabiliza esse processo porque os pesos que garantiam o movimento das seringas não tinham um tamanho adequado. Também foi proposto pelo orientador do curso que as seringas fossem substituídas por algo quadrado, porém isso não se saiu viável, pois não se

encontrou um êmbolo que vedasse corretamente esse tubo quadrado. Essa sugestão era para facilitar a visualização de diferenças de área por pessoas mais leigas. A solução encontrada foi comparar qualitativamente o experimento, dependendo de o aluno conseguir diferenciar a força aplicada quando a área da seringa que carrega o peso for diferente.

Não há uma maneira simples, utilizando os materiais que foram utilizados, fazer com que aumente o volume de óleo dentro de cada jogo de seringa. Dessa maneira, somente três ml de óleo irá de uma seringa para outra, fazendo com que os êmbolos das seringas maiores não subam muito. Para diminuir essa dificuldade, a mangueira que liga as seringas foi aumentada. Porém, o intuito desse trabalho é uma visualização do Princípio de Pascal, que pode ser obtida pelo simples movimento dos êmbolos, não dependendo da altura que ele suba.

5. Propostas do experimento

Para a realização do experimento haverá instruções de como o aluno deve proceder para a realização do experimento, além de uma teoria simples sobre o princípio de pascal.



Figura 7: Projeto montado

Quando o experimento for realizado pelo aluno interessado, é completamente notável a diferença de força que deve se aplicar na seringa menor para subir o êmbolo da seringa maior e fazendo a ação inversa apenas apertando os êmbolos com o dedo.

Não é uma tarefa simples quantificar o experimento dado que as áreas não são lineares e também o atrito do êmbolo com a parede da seringa não pode ser desconsiderado, e ao contrario, é ele que não permite uma análise quantitativa desse experimento. Porém, realizando o experimento será possível o aluno observar a grande diferença de força que é necessária para movimentar os êmbolos.

Com essas observações, o aluno poderá “enxergar” que a pressão é passada igualmente a todos os pontos da seringa, ou seja, o principio de pascal, que satisfaz o objetivo desse experimento.

6. Conclusão

O experimento teve seus resultados satisfatórios, sendo feito de materiais com boa durabilidade. Também é um experimento de fácil manuseio e entendimento, tendo como objetivo despertar um maior interesse dos alunos pela física.

Fica como uma frustração não podermos quantificar esse experimento quantitativamente, pois o atrito estático do embolo com a seringa prejudica consideravelmente esse cálculo. Isso pôde ser notado fazendo algumas tentativas de se deslocar o embolo de 20 ml para que levantasse um peso muito pequeno na seringa de 3 ml. Seria necessário algo que tivesse massa maior do que 3 kg, que torna inviável ao sistema essa quantificação. Porém, apenas com a força aplicada pelo aluno, o mesmo poderá “sentir” tranquilamente a diferença que era o objetivo do experimento, o tornando satisfatório.

Uma sugestão sobre esse experimento é refazê-lo de forma que utilize um material que não tenha tanto atrito e que possa quantificar, ou através de pesos ou de outra maneira, o experimento, dando números ao que já pode ser percebido.

7. Bibliografia

- [1]. http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2003/hi/HIDROSTATICA_PASCAL.htm
- [2]. <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec34.htm>
- [3]. HALLIDAY, D. e RESNICK, R. - Fundamentos de Física. Vol. 2
- [4]. <http://br.geocities.com/saladefisica10/experimentos/e88.htm>
- [5]. <http://colegioweb.uol.com.br/fisica/principios-de-arquimedes-e-pascal>
- [6].
http://www.revistazoom.com.br/educadores/?conteudo=formacao_conceitos
- [7]. <http://ciencia.hsw.uol.com.br/sistema-de-roldanas1.htm>
- [8]. <http://www.mundofisico.joinville.udesc.br/PreVestibular/2005-1/mod1/node15.html>
- [9].
<http://www.portalimpacto.com.br/docs/00000Everton2ANOAula07PrincipiodePascal.pdf>

Palavras-chave: Princípio de Pascal, Pressão, Hidrostática

Parecer do professor:

Foi descrito um projeto simples ,mas que permitirá a alunos do colegial sentir de maneira contundente o principio de Pascal que em geral não é bem compreendido pelos alunos quando eles simplesmente lêem textos. Alem disso foi dada bastante atenção aos materiais utilizados na montagem de tal maneira a garantir grande facilidade na aquisição.

Home Pages Utilizadas

[1]. HIDROSTÁTICA: Princípio de Pascal

O princípio físico que se aplica, por exemplo, aos elevadores hidráulicos dos postos de gasolina e ao sistema de freios e amortecedores, deve-se ao físico e matemático francês Blaise Pascal (1623-1662). Seu enunciado é:

O acréscimo de pressão produzido num líquido em equilíbrio transmite-se integralmente a todos os pontos do líquido.



Blaise Pascal (1623-1662), físico, matemático, filósofo religioso e homem de letras nascido na França.

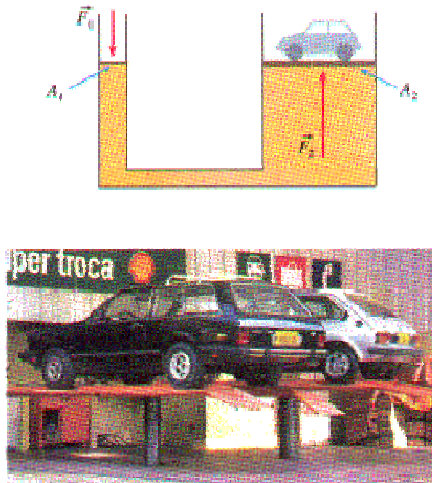
Consideremos um líquido em equilíbrio colocado em um recipiente. Vamos supor que as pressões hidrostáticas nos pontos A e B (veja a figura) sejam, respectivamente, 0,2 e 0,5 atm.



Se através de um êmbolo comprimirmos o líquido, produzindo uma pressão de 0,1 atm, todos os pontos do líquido, sofrerão o mesmo acréscimo de pressão. Portanto os pontos A e B apresentarão pressões de 0,3 atm e 0,6 atm, respectivamente.

As prensas hidráulicas em geral, sistemas multiplicadores de força, são construídos com base no Princípio de Pascal. Uma aplicação importante é encontrada nos freios hidráulicos usados em automóveis, caminhões, etc. Quando se exerce uma força no pedal, produz-se uma pressão que é transmitida integralmente para as rodas através de um líquido, no caso, o óleo.

A figura seguinte esquematiza uma das aplicações práticas da prensa hidráulica: o elevador de automóveis usado nos postos de gasolina.



O ar comprimido, empurrando o óleo no tubo estreito, produz um acréscimo de pressão (Δp), que pelo princípio de Pascal, se transmite integralmente para o tubo largo, onde se encontra o automóvel.

Sendo $\Delta p_1 = \Delta p_2$ e lembrando que $\Delta p = F/A$, escrevemos:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Como $A_2 > A_1$, temos $F_2 > F_1$, ou seja, a intensidade da força é diretamente proporcional à área do tubo. A prensa hidráulica é uma máquina que multiplica a força aplicada.

Por outro lado, admitindo-se que não existam perdas na máquina, o trabalho motor realizado pela força do ar comprimido é igual ao trabalho resistente realizado pelo peso do automóvel. Desse modo, os deslocamentos – o do automóvel e o do nível do óleo – são inversamente proporcionais às áreas dos tubos:

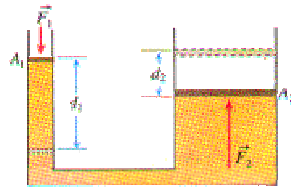
$$\tau_1 = \tau_2 \rightarrow F_1 d_1 = F_2 d_2$$

Mas na prensa hidráulica ocorre o seguinte:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Comparando-se com a expressão anterior, obtemos:

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{A_1}{A_2}$$



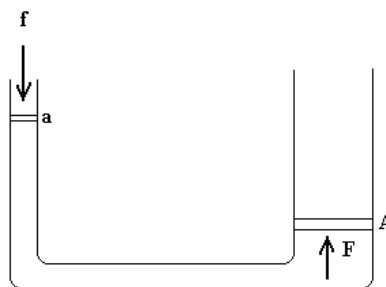
[2]. Elevador Hidráulico

Objetivo

O objetivo deste experimento é mostrar o Princípio de Pascal no funcionamento de um elevador hidráulico.

Contexto

Em 1652 um jovem cientista francês Blaise Pascal (1623-1662), um grande colaborador nas ciências físicas e matemáticas, através do estudo no comportamento dos fluidos, enunciou um princípio muito importante na Física, o Princípio de Pascal: "A variação de pressão sofrida por um ponto de um líquido em equilíbrio é transmitida integralmente a todos os pontos do líquido e às paredes do recipiente onde está contido". O elevador hidráulico é um dos aparelhos que funcionam através deste princípio, transmitindo a pressão exercida sobre uma de suas colunas a todos os pontos do elevador e o resultado final é que se aplica uma força menor do que realmente necessária para se elevar um objeto. Acompanhe na figura abaixo.



A pressão exercida na coluna mais estreita do elevador, onde a seção reta possui área **a**, é transmitida a todos os pontos do fluido. Essa pressão é transmitida até o outro extremo, cuja coluna tem seção reta de área **A** (maior que **a**). Se essa segunda coluna for usada como a coluna de um elevador hidráulico, vemos que a força que agirá sobre a coluna do elevador deverá ser maior que a força que foi aplicada na primeira

coluna. Isto é: $p = f/a$ e também $p = F/A$, onde F é a força que age sobre a área de seção reta da coluna de fluido que acomoda a base da coluna do elevador hidráulico. Igualando-se as equações, tem-se a equação $F = (A/a)f$, onde (A/a) é maior que 1.

Isto implica que, se a área da coluna do elevador for triplicada, a força também será devido à pressão em ambas as colunas ser a mesma.

Outros exemplos da utilização do Princípio de Pascal são as cadeiras de dentistas ou ainda em sistemas como o freio hidráulico de automóveis.

Idéia do Experimento

A idéia do experimento é fazer algo parecido com um elevador hidráulico, conhecido também como macaco hidráulico através de sistemas feitos de seringas.

O funcionamento de um elevador hidráulico é baseado na transmissão de pressão, feita na coluna de área menor, até a outra coluna, de área maior, elevando um objeto sobre a coluna maior.

Este experimento utiliza dois sistemas diferentes de seringas, um com duas seringas de 5 ml e outro com uma seringa de 5 ml e outra de 10 ml.

O primeiro sistema (5 ml- 5 ml) consiste em pressionar o êmbolo de uma seringa de 5 ml, contendo água, fazendo com que esta eleve um objeto posto sobre o êmbolo da outra seringa vazia de 5 ml. Isto é realizado através da ligação das duas seringas (5 ml-5 ml) por um pedaço de mangueira, completamente cheia de água e sem nenhuma bolha de ar. A força aplicada na seringa de 5 ml (cheia) produz uma pressão sobre a água, que é transmitida a outra seringa de 5 ml até a sua extremidade, fazendo com que o objeto posto sobre o êmbolo seja elevado. Neste caso, não há multiplicação da força, pois as áreas das seringas são iguais.

Este mesmo processo é realizado sobre o sistema de seringas de 5 ml e 10 ml. A seringa de 10 ml ficará vazia e com o mesmo objeto sobre o seu êmbolo. Neste caso, haverá uma multiplicação da força aplicada sobre o êmbolo da seringa de 5 ml, pois a área do êmbolo da seringa de 10 ml é maior que o êmbolo da seringa de 5 ml. Assim, ao pressionarmos o êmbolo das seringas de 5 ml, dos dois sistemas, ao mesmo tempo, temos a impressão de que fazemos mais força no sistema de seringas de 5 ml- 5 ml.

Tabela do Material

<i>Item</i>	<i>Observações</i>
uma caixa de papelão pequena	Ela será o suporte do experimento. Utilizada para encaixar as seringas.
3 seringas de 5 ml	As seringas serão usadas para a montagem do elevador hidráulico.

1 seringa de 10 ml	A seringa será usada para a montagem do elevador hidráulico.
2 mangueiras de equipossoro	As mangueiras de equipossoro utilizadas são encontradas em qualquer farmácia. Elas são usadas para fazer a conexão das seringas.
2 caixas de fósforo	Utilizamos duas caixas de fósforo para segurar as bolinhas de gude sobre os êmbolos das seringas.
10 bolinhas de gude	As bolinhas de gude são usadas em uma quantidade de 5 bolinhas por caixa. Essa montagem da caixa com as bolinhas será o peso a ser elevado.

Montagem

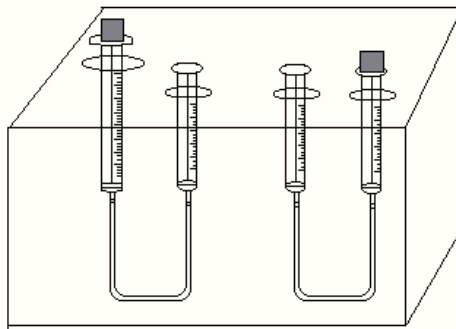
- Retire os êmbolos das seringas.
- Corte duas mangueiras de equipossoro de, aproximadamente, 35 cm cada uma.
- Acople duas seringas de 5 ml a uma das mangueiras. Faça o mesmo processo para as outras seringas de 5 ml e 10 ml com a outra mangueira.
- Encha as duas seringas de 5 ml em algum recipiente com água (não deixe formar bolhas de ar). A mangueira, também, deverá estar completamente cheia de água e sem bolhas de ar.
- Coloque os êmbolos nas seringas sem deixar entrar bolhas de ar.
- Com uma das seringas do sistema 5 ml- 5 ml, injete água na outra seringa. Uma das seringas ficará cheia até, aproximadamente, a marca de 5 ml e na outra seringa restará alguns centímetros de água. De algum jeito tire este resto de água da seringa, de forma que, o êmbolo fique totalmente encostado no fundo da seringa.
- Repita este mesmo processo para as outras seringas de 5 e 10 ml. Neste caso, a seringa de 10 ml injetará água na seringa de 5 ml, de modo que ela fique vazia.
- Na caixa de papelão faça quatro furos de acordo com o tamanho das seringas, ou seja, as seringas deverão passar por estes furos (ver esquema de montagem).
- Encaixe os sistemas de seringas nos furos da caixa (ver esquema de montagem).
- Coloque uma das caixas de fósforo, presa por fita adesiva, sobre a seringa que estiver com o êmbolo abaixado do sistema de seringas de 5 e 5 ml. A outra caixa deverá ficar presa sobre a seringa de 10 ml, a qual deverá estar com o êmbolo abaixado.
- Coloque as bolinhas de gude, mesma quantidade, dentro das caixas de fósforo.
- Pressione, ao mesmo tempo, os êmbolos das seringas de 5 ml dos dois sistemas.

- Observe se a força feita nos dois êmbolos será a mesma para os dois sistemas.
- Repita o experimento várias vezes para perceber a diferença de força aplicada nos sistemas.

Comentários

- Este experimento deverá ser feito com muita atenção. Em caso de não estar dando certo observe os seguintes detalhes: as seringas e as borrachinhas deverão estar sem bolhas de ar; a quantidade de bolinhas de gude deverá ser a mesma para ambos os sistemas.

Esquema Geral de Montagem



Projeto Experimentos de Física com Materiais do Dia-a-dia - UNESP/Bauru

Dos outros sites, foram utilizadas somente figuras, que já estão no relatório.