

## SUGESTÕES DE EXPERIÊNCIAS DE FÍSICA

Autor: Nilson Marcos Dias Garcia

### DINAMÔMETRO

Dinamômetro é um aparelho usado para medir forças. Ele utiliza o princípio de que a deformação de um corpo elástico é proporcional à força causadora da deformação.

#### MEDIR FORÇAS

OBJETIVO – Medir forças usando dinamômetro.

MATERIAL – 1 dinamômetro e corpos de prova diversos

#### DESENVOLVIMENTO

1. Zere o dinamômetro (fazer com que, sem carga, ele acuse valor zero).
2. Suspenda um corpo preso ao dinamômetro e anote o valor acusado. Esse valor é o peso do corpo.
3. Arraste um corpo qualquer preso ao dinamômetro. O valor acusado corresponde à medida da força de atrito do corpo em relação à superfície sobre o qual o corpo está apoiado.

#### EQUILÍBRIO DE FORÇAS

Um sistema de forças concorrentes é aquele no qual as forças concorrem para o mesmo ponto. A resultante deste sistema é a força que sozinha produz o mesmo efeito que o sistema. A fórmula de cálculo da resultante é ...

A equilibrante é a força que tem o mesmo módulo que a resultante do sistema, mas possui sentido oposto.

Uma mola se deforma proporcionalmente à força que suporta, desde que não ultrapasse o seu limite de elasticidade.

OBJETIVO – Verificar se a expressão ... é válida para se determinar a resultante de um sistema de forças concorrentes.

MATERIAL – 3 molas em espiral, 1 placa de eucatex furada, 1 régua, 1 transferidor

MONTAGEM – Prenda as molas, por meio de pregos, à placa de eucatex. Una-as pelas extremidades livres. Observe os desenhos para verificar como devem ficar as molas.

#### DESENVOLVIMENTO

1. Nomeie cada mola de  $F_1$ ,  $F_2$  e  $E$  (equilibrante), de acordo com sua vontade.
2. Meça cada uma das molas, sobre a mesa, sem estarem distendidas. Anote as medidas feitas.
3. Prenda as molas na placa de eucatex como foi explicado na montagem.
4. Una-as pela extremidade livre, de tal forma que entre  $F_1$  e  $F_2$  o ângulo formado seja de  $60^\circ$ .
5. Meça o tamanho das molas depois de presas.

6. Ache a diferença entre o tamanho de cada mola, antes e depois de serem presas.
7. Essa diferença será numericamente igual aos valores de  $F_1$ ,  $F_2$  e  $E$ .
8. Substitua os valores de  $F_1$ ,  $F_2$  e ... na fórmula com o valor de  $E$ , obtido experimentalmente.

O valor medido de  $E$  deve ser próximo ao valor calculado de  $R$ . Se isso acontecer é porque a fórmula de cálculo de  $R$  está correta. Repita a sequencia para vários ângulos –  $90^\circ$ ,  $30^\circ$  ou outros.

### FORÇA DE ATRITO

A força de atrito é a força que surge sempre que houver movimento ou tendência de movimento de um corpo sobre uma superfície. Ela pode ser força de atrito estático (tendência de movimento) ou força de atrito cinético (quando há movimento).

**OBJETIVO** – Medir a força de atrito existente entre uma superfície e um corpo

**MATERIAL** – 1 dinamômetro de 200 gf, 1 placa retangular de madeira (tipo taco), na qual deverá ser preso um prego ou parafuso para fixação do dinamômetro.

### **DESENVOLVIMENTO**

a) Medida da força de atrito estático

1. Coloque o taco de madeira sobre a mesa ou no chão.
2. Prenda o dinamômetro no prego.
3. Comece a puxar o dinamômetro quando o corpo estiver na iminência de movimento. Esse é o valor da força de atrito estático.

b) Medida da força de atrito dinâmico

1. Puxe o taco com o dinamômetro, sobre a mesma superfície anterior, de tal forma que o taco se desloque com velocidade aproximadamente constante.
2. Meça o valor acusado no dinamômetro quando ele estiver se deslocando com velocidade constante. Esse é o valor da força de atrito dinâmico.

### MASSA ESPECÍFICA

Massa específica de uma substância é o quociente entre a massa de um corpo feito dessa substância e o volume ocupado por ele.

**OBJETIVO** – Determinar a massa específica de diversas substâncias.

**MATERIAL** – 1 massa de 50g, 1 proveta graduada de 100ml, tacos de madeira de forma regular, pedras britadas, objetos diversos regulares e irregulares, de diferentes substâncias, 1 balança ou o dinamômetro, barbante.

### **DESENVOLVIMENTO**

a) Massa específica de sólido regular

1. Determine o volume do sólido, medindo suas dimensões com régua e aplicando esses

- valores na fórmula adequada à determinação do volume.
2. Determine a massa do taco de madeira ou de outro sólido regular que tenha, utilizando a balança ou o dinamômetro (o valor acusado por ele em gf é numericamente igual a massa do corpo, em g.)
  3. Divida a massa pelo volume, obtendo a massa específica do material.

b) Massa específica de sólido irregular

1. Determine a massa da pedra, através de uma balança/dinamômetro
2. Coloque água na proveta, sem enchê-la. Anote a quantidade de água que foi colocada, o volume inicial.
3. Amarre a pedra (ou outro objeto) num barbante e coloque-a dentro da proveta. O nível da água irá subir.
4. Anote o novo valor do volume, volume final.
5. Ache a diferença de volumes (final menos inicial). Esse é o volume da pedra.
6. Divida a massa da pedra pelo seu volume. Esse resultado é a massa específica da pedra.

PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

O empuxo é uma força vertical, orientada de baixo para cima, que atua na direção do centro de gravidade de todo corpo imerso ou parcialmente imerso num fluido (líquidos ou gases).

OBJETIVO – Medir o empuxo que um líquido exerce sobre um corpo colocado no seu interior. Verificar se a fórmula de medida do empuxo é válida.

MATERIAL – 1 dinamômetro, 1 corpo de prova (que afunde na água), 1 proveta graduada.

DESENVOLVIMENTO

1. Determine o peso do corpo de prova, usando o dinamômetro. Anote esse valor, denominando-o de  $P_r$  (peso real).
2. Coloque água na proveta, anotando o volume de água colocado.
3. Suspenso pelo dinamômetro, coloque o corpo de prova na água, anotando o valor acusado pelo dinamômetro quando o corpo estiver totalmente submerso. Esse valor será denominado  $P_a$  (peso aparente).
4. O nível da água da proveta subirá ao se colocar o corpo em seu interior. Anote o volume marcado na proveta depois de ter sido colocado o corpo.
5. Ache o volume do corpo, pela determinação da diferença de valores acusados pela proveta.

*Análise de resultados*

O valor de  $P_r$  é o valor do peso do corpo sem sofrer o empuxo da água. O valor de  $P_a$ , por sua vez, é o valor da resultante entre o peso do corpo e o empuxo da água. Sendo o empuxo uma força orientada para cima, contrária ao peso, a diferença entre  $P_r$  e  $P_a$ , é devida ao empuxo do líquido.

Logo  $E = P_r - P_a$

Sendo lidos no dinamômetro, tanto o peso real como o peso aparente serão dados em gf.

O valor do empuxo será então \_\_\_\_\_ gf.

O empuxo também pode ser calculado através da fórmula  $E = (m_i).g.V$ . Se calcularmos o empuxo, seu valor deve ser próximo ao valor medido, determinado pelo raciocínio acima. Então vejamos:

$(m_i) = 1 \text{ g/cm}^3$  (pois o fluido é água)

$g = 980 \text{ cm/s}^2$  (sistema CGS)

$V = V_f - V_i$  (já calculado no item 5 do desenvolvimento)

Substituindo esses valores na fórmula, temos:

$E = \underline{\hspace{2cm}}$  dyn

Como você deve ter observado, o resultado do empuxo, agora, foi dado em dinas. Para sabermos se o empuxo medido é próximo ao empuxo calculado, devemos ter os resultados nas mesmas unidades. Efetue, então, uma transformação de unidades, para que os resultados possam ser comparados, lembrando-se que 1 gf equivale a 980 dyn.

Depois de transformadas as unidades, teremos:

empuxo medido =  $\underline{\hspace{2cm}}$  dyn

empuxo calculado =  $\underline{\hspace{2cm}}$  dyn

Comparando os resultados acima podemos concluir que a fórmula de cálculo do empuxo  $\underline{\hspace{2cm}}$  (é, não é) válida, pois os resultados obtidos experimentalmente  $\underline{\hspace{2cm}}$  (foram, não foram) próximos aos obtidos analiticamente.

## CONJUNTO DE MASSAS/CRONÔMETRO

### PÊNDULO SIMPLES

Pêndulo simples é um sistema constituído por um fio inextensível e sem massa, que tem uma das extremidades presa e na outra oscila um corpo com massa concentrada em seu centro de gravidade. Período de oscilação de um pêndulo é o tempo que ele gasta para completar uma oscilação. Amplitude de um pêndulo é o máximo afastamento que ele sofre, em relação a sua posição de equilíbrio.

**OBJETIVO** – Medir o período de oscilação de um pêndulo.

**MATERIAL** – 1 a 2m de fio cordonê (barbante ou similar), 1 peso de 50 gf, 1 peso de 100 gf, 1 peso de 200 gf, 1 cronômetro

**MONTAGEM** – Prenda o fio num local alto, de tal forma que, após colocado o peso na extremidade livre, este possa oscilar sem ficar batendo em nada.

### DESENVOLVIMENTO

a) Medida do período de oscilação variando a amplitude (A)

1. Prenda a massa de 50g no fio. Esse é nosso pêndulo.
2. Afaste a massa pendular em 5 cm de sua posição de equilíbrio. Este afastamento é a amplitude de oscilação.
3. Solte a massa pendular e determine o tempo que ela gasta para completar a oscilação.

Observação importante: Para determinar o período (tempo de uma única oscilação), faça a medida do tempo gasto para 10 oscilações. Divida o resultado total por 10, obtendo assim o período de oscilação. Dessa forma, o resultado dessa medida será mais preciso.

4. Anote o valor do período na tabela
5. Repita a sequência variando a amplitude para 10cm e depois para 15cm

A (cm)	$t_{10}$ (s) oscilações	T (s)
5		
10		
15		

Observando os valores da tabela, pode-se notar que os valores do período \_\_\_\_\_ (variaram, não variaram) muito para as diversas variações de amplitude. Isso nos permite concluir que o período de oscilação \_\_\_\_\_ (depende, não depende) da amplitude de oscilação.

b) Medida do período (T) em função da variação da massa (m)

1. Prenda inicialmente a massa de 50g e determine o período de oscilação do pêndulo da mesma maneira como se fez na experiência anterior, ou seja, marcando o tempo de 10 oscilações e dividindo o valor por 10.
2. Repita a operação substituindo a massa de 50g, primeiro pela de 100g e depois pela de 200g.
3. Anote os valores obtidos na tabela

M (g)	$t_{10}$ (s) oscilações	T (s)
50		
100		
200		

Observando a tabela, pode-se notar que os valores do período \_\_\_\_\_ (variaram, não variaram) muito, para as diferentes variações de massa. Isso nos permite concluir que o período de oscilação \_\_\_\_\_ (depende, não depende) da massa pendular.

## **SUPORTE TIPO TRIPÉ**

### DILATAÇÃO TÉRMICA

Dilatação térmica é o fenômeno pelo qual os corpos variam suas dimensões quando há variação de temperatura. Ela pode ser linear, superficial ou volumétrica, dependendo das dimensões em que se evidenciam melhor essa variação.

**OBJETIVO** – Observar a dilatação térmica

**MATERIAIS** – fonte térmica, parafuso, pitão, tubo de ensaio, rolha que caiba no tubo de ensaio, tubo de vidro de aproximadamente 20cm. - ou substitua tudo pelo anel de Gravezande, se houver!

### **MONTAGEM**

A cabeça do parafuso deve passar sem muita folga pela argola do pitão. Ajuste a argola, se necessário. Ambos devem ser presos a um pedaço de cabo de vassoura, que servirá de isolante, pois ambos serão aquecidos no decorrer da experiência.

## DESENVOLVIMENTO

### a) Dilatação Superficial

1. Acenda a fonte de calor.
2. Segurando pela parte de madeira, exponha a cabeça do parafuso ao fogo.
3. Tente agora fazer com que a cabeça do parafuso passe pela argola do pitão (com cuidado, pois o parafuso está quente). - OU utilize na mesma forma o anel de Gravezande.

### b) Dilatação volumétrica do líquido

1. Introduza o tubo de vidro no furo da rolha.
2. Encha o tubo de ensaio com água.
3. Tape o tubo de ensaio com a rolha, observando bem o nível que a água atingiu no tubo de vidro.
4. Acenda a fonte do calor.
5. Segure a parte de baixo do tubo de ensaio sobre a chama e fique observando a água no tubo.

## CALORÍMETROS

### CALORIMETRIA

A temperatura de um corpo é a medida de sua agitação térmica.

O calor é uma forma de energia em trânsito, que passa sempre do corpo de maior para o de menor temperatura.

Um dos princípios da calorimetria é o de que numa mistura de substâncias as temperaturas diferentes, a quantidade de calor cedida pelas de maior temperatura é igual a quantidade de calor recebida pelas de menor temperatura, ou seja:  $Q_c = Q_r$ , sendo a quantidade de calor cedida ou recebida calculada pela expressão  $Q = m.c.dt$

**MATERIAL** – 2 copos de bequer graduados de 400ml, 1 termômetro de -10°C a 110°C, 1 aquecedor elétrico (rabo quente)

### OBSERVAÇÕES INICIAIS

As medidas dessa experiência serão realizadas com grandes aproximações. Para os resultados obtidos serem melhores, deveríamos usar instrumentos de maior precisão e recipientes adiabáticos, isto é, isolados termicamente.

Para efeito de cálculo, considere: 1 ml de água tem massa de 1g, serão desprezadas as perdas de calor ocorridas, o calor específico da água vale 1 cal/g°C.

## DESENVOLVIMENTO

1. Coloque 200ml (200g) de água a temperatura ambiente no primeiro copo de bequer.
2. Determine a temperatura dessa água, denominando-a  $T_f$  (temperatura de água fria).
3. Coloque 150ml (150g) de água no outro copo de bequer.
4. Coloque o aquecedor elétrico no seu interior ( a parte de resistência deve estar totalmente submersa, pois senão ele “queima”), ligue-o e aqueça a água durante um certo tempo. (Não precisa ser muito. Se a água quente estiver a uns 50°C, já está bom).
5. Desligue o aquecedor elétrico e retire-o da água.
6. Determine a temperatura dessa água quente. Denomine-a  $T_q$  (temperatura da água quente).
7. Em seguida, junte as duas quantidades de água (a quente e a fria). - muito rapidamente, para evitar, tanto quanto possível, perdas de calor.
8. Faça com que a água quente e a fria se misturem bem, agitando-as.
9. Determine a temperatura de equilíbrio, isto é, a temperatura final da mistura. Denomine-a  $T_e$ .

Essa temperatura, que foi determinada experimentalmente, pode também ser calculada através da equação de trocas de calor.

## **CANETAS DE PONTA LASER**

### REFLEXÃO LUMINOSA

Ao incidir sobre uma superfície, parte da luz incidente se reflete, isto é, retorna ao meio de origem. O ângulo de incidência do raio luminoso, em relação a uma direção normal à superfície refletora, é igual ao ângulo de reflexão. Espelho é qualquer superfície polida que reflete os raios luminosos.

**OBJETIVO** – Verificar a Primeira Lei da Reflexão

**MATERIAL** – caneta ponta laser, espelho plano, papel transferidor

### **DESENVOLVIMENTO**

1. Prenda o espelho nos suportes apropriados.
2. Coloque-o no centro do papel transferidor, perpendicularmente à linha que vai de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  ou de  $180^\circ$  a  $360^\circ$ .
3. Ligue a caneta e faça o feixe luminoso que sai da fenda incidir numa direção tal que forme um ângulo de  $10^\circ$  com o centro do transferidor.
4. Observe em que ângulo o raio luminoso se refletiu e anote o valor observado na tabela.
5. Repita a experiência para outros ângulos e complete a tabela.

Ângulo de incidência	Ângulo de reflexão
$0^\circ$	
$10^\circ$	
$20^\circ$	
$30^\circ$	

## **ESPELHOS ESFÉRICOS**

Espelhos esféricos são aqueles cujas superfícies refletoras não são planas. Podem ser côncavos ou convexos. Foco de um espelho esférico é o ponto onde se dirigem os raios luminosos (ou seus prolongamentos) que incidem paralelamente ao eixo principal do espelho.

**OBJETIVO** – Observar os focos de espelhos curvos.

**MATERIAL** – caneta ponta laser, espelhos côncavos e convexos (podem ser alternativas: latinhas de refrigerante cortadas, garrafas pet cobertas com papel alumínio ou papel do interior de sacos de salgadinhos, por exemplo), papel transferidor

### **DESENVOLVIMENTO**

a) Espelhos côncavos

1. Coloque o espelho no centro do papel transferidor, preso aos suportes, numa direção perpendicular à linha  $0^\circ$  a  $0^\circ$  ou  $180^\circ$  a  $360^\circ$ .
2. Coloque a fonte de luz à frente do espelho, de tal forma que a parte côncava do espelho fique de frente para a fonte.
3. Marque a reflexão no papel, mude a posição da incidência, marque novamente a reflexão e repita quantas vezes forem necessárias até que seja possível determinar o foco do espelho (ponto de encontro das reflexões da luz).
4. Este foco é real, pois fica determinado pelos raios refletidos.

b) Espelho convexo

1. Faça a mesma sequência de operações propostas em a), tendo, contudo, o cuidado de colocar o espelho com a superfície convexa voltada para a fonte.
2. Prolongue os raios luminosos divergentes. Eles devem se interceptar num ponto atrás do espelho. Este é o foco do espelho convexo.
3. Sendo o foco do espelho convexo determinado pelos prolongamentos dos raios luminosos, ele é virtual.

## LENTE

Lentes são quaisquer meios ópticos transparentes formados por duas superfícies curvas ou uma superfície curva e uma plana. A luz, ao atravessar uma lente, sofre refração, podendo ter a trajetória dos raios luminosos desviada.

As lentes podem ser convergentes ou divergentes, conforme converjam ou diverjam os raios luminosos nelas incidentes.

Foco de uma lente é o ponto para onde convergem os raios luminosos (ou seus prolongamento) que incidem paralelamente ao eixo principal da lente.

**OBJETIVO** – Observar o foco de uma lente convergente