

Atividades Experimentais em Física com Materiais de Baixo Custo

por

prof. *MARCOS GERMANO DEGENHARDT*

Mafra – SC
2002

Índice

Atividade 01 VELOCIDADE.....	2
Atividade 02: LEI de HOOKE	2
Atividade 03: PÊNDULO.....	2
Atividade 04: LANÇAMENTOS	3
Atividade 05: COEFICIENTE DE ATRITO.....	3
Atividade 06: CÂMARA ESCURA DE ORIFÍCIO	4
Atividade 07: 2º LEI DA REFLEXÃO DA LUZ.....	4
Atividade 08: ESPELHOS EM ÂNGULO.....	4
Atividade 09: VASOS COMUNICANTES	4
Atividade 10: DENSIDADE DE LÍQUIDOS NÃO MISCÍVEIS.....	5
Atividade 11: DILATAÇÃO DOS LÍQUIDOS	5
Atividade 12: COEFICIENTE DE DILATAÇÃO (γ_{ap}).....	5
Atividade 13: DILATAÇÃO NOS GASES	6
Atividade 14: ELETROSCÓPIOS.....	6
Atividade 15: ELETROIMÃS	8
Atividade 16: CONDUTORES E ISOLANTES	8
Atividade 17: BÚSSOLA	8
Atividade 18: MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME	9
Atividade 19: CENTRO DE GRAVIDADE	9
Atividade 20: CAPILARIDADE.....	9
Atividade 21: FORÇA E ACELERAÇÃO.....	10
Atividade 22: FORÇA RESULTANTE	10
Atividade 23: MOMENTO DE UMA FORÇA.....	11
Atividade 24: EMPUXO	11
Atividade 25: DILATAÇÃO LINEAR	12
Atividade 26: CONDUÇÃO DO CALOR	12
Atividade 27: CONVECCÃO	13
Atividade 28: REFRAÇÃO	13
Atividade 29: CAMPO MAGNÉTICO	13
Atividade 30: CONDUÇÃO DO CALOR	14
Atividade 31: CONDUTIVIDADE TÉRMICA DA ÁGUA.....	14

Algumas Atividades Experimentais com material de baixo custo

Atividade 01 VELOCIDADE

Procedimento básico:

Após marcar sobre a cantoneira (que agora passar a chamar-se trilho) as divisões centímetro por centímetro, pregar dois pregos 17x27 numa das extremidades, um em cada face. Apoiar o trilho sobre os pregos obtendo uma rampa. Do alto do trilho soltar a esfera de aço pequena e medir o tempo gasto na descida. Repetir cinco vezes para tirar uma média do tempo. Dividir o espaço percorrido pelo tempo gasto, obtendo a velocidade média.

Aprofundamento:

Se forem eleitas algumas posições sobre o trilho e medido o tempo médio para a esfera chegar a estas posições, pode-se;

- estudar como varia a velocidade da esfera no decorrer do tempo;
- determinar a aceleração adquirida pela esfera;

Se, se aumentar ou diminuir a altura da rampa pode-se estudar como varia a velocidade em função da altura da rampa.

Atividade 02: LEI de HOOKE

Procedimento básico:

Pregar a ripa, de pé, ao lado do pedaço de madeira quadrado de 15x15cm. No alto da ripa pregar outro prego, deixando bastante do mesmo para fora. Ao lado da ripa fixar por meio da fita adesiva a régua. No prego do alto da ripa pendurar a mola. Fazer com o arame galvanizado fino ganchos nas chumbadas. Pendurar sucessivamente um, dois, três ... até as dez chumbadas na extremidade livre da mola, e, a cada acréscimo verificar a posição da extremidade da mola. Determinar a constante elástica.

Aprofundamento:

Se forem utilizadas molas diferentes, com fios de mesmo diâmetro e material, porém enrolados em diâmetros diferentes, pode-se estudar a relação entre o diâmetro da mola e sua constante elástica.

Se forem utilizadas molas de materiais diferentes, verifica-se a relação existente entre o material que constitui a mola e sua constante elástica.

Depois de conhecidas estas técnicas pode-se estudar outros corpos elásticos.

Atividade 03: PÊNDULO

Procedimento básico:

Prega-se a cantoneira ao lado da madeira quadrada por uma extremidade. Na extremidade oposta pregar parcialmente um prego 17x27. Amarrar uma pilha na extremidade de um fio de nylon (linha de pesca), e a extremidade livre do fio fixar no prego. Apoiar o conjunto, e, para dar-lhe boa estabilidade apoiar alguns "pesos" sobre a madeira quadrada. Medir o tempo necessário para dez oscilações completas, e, então determinar o tempo de uma oscilação - isto, seu período.

Aprofundamento:

Para uma mesma pilha, mede-se o comprimento do pêndulo, e então mede-se seu período. A seguir diminui-se sucessivamente seu comprimento, sempre medindo o período, para ao final verificar a relação entre o comprimento e período.

Para um mesmo comprimento do fio, mede-se o tempo necessário para uma oscilação, e, então coloca-se pilhas mais "pesada". Verifica-se desta forma a relação existente entre a massa pendular e o período.

Se for mantido o comprimento do pêndulo, verifica-se o isocronismo pendular, ao medir o período quando o ângulo do qual se solta o corpo pendular aumenta gradativamente de 5 a 20°.

Medindo-se os valores do período e do comprimento do pêndulo pode-se determinar com relativa precisão o valor da aceleração local da gravidade.

Atividade 04: LANÇAMENTOS

Procedimento básico:

Sobre o compensado coloca-se uma folha de papel e sobre esta uma folha de papel carbono, com o lado sujo para baixo. Por meio dos prendedores prende-se a folha ao mesmo tempo que se faz um "trilho". Do ponto mais alto do trilho formado solta-se a esfera de aço grande, mantendo o compensado levemente inclinado. Observa-se a trajetória e os tipos de movimentos simultâneos, ainda termos tais como alcance e tempo de queda.

Aprofundamento:

Ao se elevar mais ou menos a inclinação do compensado e soltar-se a esfera haverá diferenças. Estabelecer a relação existente entre a inclinação do compensado e o alcance.

Mantendo-se a montagem fixa, mas aumentando-se a velocidade com que a esfera sai de sobre os prendedores pode-se estudar como se relaciona a velocidade inicial com o alcance.

Atividade 05: COEFICIENTE DE ATRITO

Procedimento básico:

Fixar com fita adesiva o transferidor ao lado da mesa, então, colocar sobre o compensado um objeto qualquer. Levantar o compensado, ao lado do transferidor, fazendo com que a extremidade girante do compensado coincida com a marca central do transferidor.

Quando o objeto estiver na iminência do movimento ler o ângulo no transferidor. O coeficiente de atrito estático é a tangente deste ângulo.

Aprofundamento:

Se tiver a disposição tábuas de mesmo material, por exemplo pinho, pode-se cortar em pedaços iguais e prepara-los da seguinte forma: um pedaço fica com acabamento bruto, outro pedaço recebe acabamento fino com lixa, e outro, além do acabamento fino recebe uma boa encerada. A seguir mede-se os respectivos ângulos de iminência de movimento. Relacionar o acabamento da superfície ao ângulo, por consequência ao coeficiente de atrito, bem como a causa do atrito.

Se colocar-se sobre o compensado superfícies diferentes (papel, lixa, vidro, folha de lata, folha

galvanizada borracha de câmara de pneu, etc) pode-se medir o coeficiente de atrito entre superfícies diferentes.

Atividade 06: CÂMARA ESCURA DE ORIFÍCIO

Procedimento básico:

Prepara-se a câmara recortando-se um papelão grosso que se ajuste transversalmente à caixa de sapatos. Neste papelão é recortado fora um retângulo e no buraco resultante cola-se o papel vegetal. Faz-se um orifício pequeno na face frontal da caixa (o orifício objetivo) e um grande na face do fundo (o ocular) ambos centralizados. Num dos cantos do papelão fixa-se uma ripinha quadrada por meio do percevejo. Esta ripinha passa por um buraco feito também na face do fundo e serve para a regulagem e focalização.

Mira-se a câmara escura, olhando pelo orifício ocular, para objetos bem iluminados. Observa-se a posição da imagem. e, relaciona-se o tamanho do objeto ao tamanho da imagem.

Aprofundamento:

Investiga-se a qualidade e posição da imagem formada ao se aumentar o diâmetro do orifício objetivo. simplesmente refurando este com um objeto de diâmetro sempre maior.

Atividade 07: 2º LEI DA REFLEXÃO DA LUZ

Procedimento básico:

Cola-se um espelho a um pedaço de madeira.

Traça-se uma circunferência na folha, e, passando pelo centro da circunferência traçada, duas linhas perpendiculares. Coloca-se o espelho paralelamente a uma destas linhas. No centro da circunferência e tangendo ao espelho enfia-se um alfinete (A).

Numa posição qualquer a frente do espelho, sobre a linha curva enfiar um segundo alfinete (B). A seguir enfiar um terceiro alfinete (C) de modo tal que, olhando pelo alfinete B em direção a A, todos eles fiquem alinhados.

Marca-se a posição dos alfinetes, retiram-se as peças e mede-se os ângulos em relação a Normal dos alfinetes AOB e BOC. Comparam-se os valores encontrados.

Atividade 08: ESPELHOS EM ÂNGULO

Procedimento básico:

Em dois pedaços de madeira cola-se um espelho em cada um.

Sobre um transferidor de ângulos coloca-se os dois espelhos, de modo que uma de suas extremidades coincidam com o ponto central sobre o limbo do transferidor formando um ângulo de 180° , e, um objeto pequeno qualquer. Conta-se o número de imagens que se obtém para ângulos de 120° , 90° , 72° , 60° , 45° , 36° , 30° e 20° . Em seguida relaciona-se o número de imagens formadas ao ângulo.

Atividade 09: VASOS COMUNICANTES

Procedimento básico:

Adapta-se o tubo de soro aos bicos de duas seringas sem o êmbolo. A seguir despeja-se água em uma das seringas até que o nível de água atinja em ambas as seringas a metade de sua capacidade. Acerta-se o nível da água diante da altura dos olhos, e, então eleva-se ora a seringa da direita, ora a da esquerda. Verificar o que acontece.

Atividade 10: DENSIDADE DE LÍQUIDOS NÃO MISCÍVEIS

Procedimento básico:

Com duas seringas iguais, monta-se um sistema de vasos comunicantes e se os cola numa régua por meio de fita adesiva. A seguir coloca-se água nos vasos até atingir uma dada posição de equilíbrio; após isso se coloca um volume de azeite em apenas um dos ramos dos vasos comunicantes. Mede-se a posição e a altura da coluna de azeite, bem como a altura da coluna de água, a partir da mesma posição.

Determina-se a densidade do azeite a partir do Teorema de Stevin:

O teorema de Stevin exprime que $p_0 - p_a = h \cdot \rho \cdot g$ sendo que p_0 é a pressão na posição de separação da água e do azeite e p_a é a pressão atmosférica que atua sobre cada líquido.

Como há a igualdade dessa diferença em cada ramo, tem-se que:

$$(h \cdot \rho \cdot g)_{\text{azeite}} = (h \cdot \rho \cdot g)_{\text{água}}$$

simplificando-se g por ser igual dos dois lados da igualdade. obtém-se finalmente:

$$(h \cdot \rho)_{\text{azeite}} = (h \cdot \rho)_{\text{água}}$$

Logo, basta calcular a densidade (ρ) do azeite.

Aprofundamento:

Por este meio pode-se calcular a densidade do benzeno, gasolina, mercúrio e óleos diversos. Convém fazê-lo.

Se for desejado calcular a densidade de algum líquido miscível em água, então medir inicialmente a densidade de algum óleo (azeite por exemplo) então substituir a água pelo líquido em questão (álcool por exemplo).

Atividade 11: DILATAÇÃO DOS LÍQUIDOS

Procedimento básico:

Em uma rolha atravessar o tubo de soro. Adaptar esta rolha a uma lâmpada queimada da qual se extraiu seus "miolos". Encher o conjunto com água de modo que: (1º) haja água até a metade do tubo de soro e (2º) não exista ar no interior do sistema. A seguir aquecer a lâmpada sobre a chama de uma lamparina e observar.

Aprofundamento:

Pode-se aquecer mais ou menos a lâmpada. Com isso existirá uma variação na "quantidade" (comprimento da coluna) de líquido no tubo. Relacionar a "quantidade" de líquido ao aquecimento (variação de temperatura).

Atividade 12: COEFICIENTE DE DILATAÇÃO (γ_{ap})

Procedimento básico:

Encher completamente o vidro de remédio sem tampa com água, por meio de uma seringa, medindo-lhe seu volume interno (v_0) com água a uma temperatura relativamente elevada - digamos cerca de 60°C. A seguir coloca-se este conjunto esfriar. Quando já estiver bastante frio, coloca-se o conjunto numa lata contendo gelo e deixa-se o sistema entrar em equilíbrio térmico a 0°C.

Atingido o equilíbrio, completa-se novamente o volume do frasco com água fria de dentro da lata onde o sistema se encontra, e anota-se o volume de água (Δv) acrescentada

Sendo a dilatação volumétrica dada por $\Delta v = v_0 \gamma \Delta t$, determinar o valor do coeficiente de dilatação volumétrico por: $\gamma = \Delta v / v_0 \Delta t$.

Aprofundamento:

O coeficiente obtido, se feito com muito cuidado, apresenta margem de erro em torno de uns 5%. Discutir as possíveis causas deste erro.

Medir os coeficientes de dilatação volumétrica de outros líquidos, tais como óleos, álcoois e combustíveis. (CUIDADO COM OS INFLAMÁVEIS)

Atividade 13: DILATAÇÃO NOS GASES

Procedimento básico:

Num tubo de soro introduzir uma pequena bolha de líquido colorido de modo que esta fique aproximadamente no meio do tubo. Inserir na borracha do vidro de remédio a agulha de uma injeção e nesta adaptar o tubo de soro contendo a bolha de líquido colorido.

A seguir colocar o vidro na água fria e observar; segurá-lo na mão e observar. Relacionar o volume do gás à temperatura.

Aprofundamento:

Se for medido o volume inicial do conjunto (vidro + mangueira) e se medir com boa precisão a temperatura de dois líquidos a temperaturas próximas, digamos 20 e 30°C, pode-se medir o coeficiente de dilatação do gás. Para tanto se mede quanto a "bolha" subiu no tubo (h) e multiplica-se pela área da seção transversal do mesmo ($S = \pi r^2$); divide-se esse volume ($h.S$) pelo produto do volume inicial pela variação de temperatura ($v_0 \Delta t$), ou seja: $\gamma = h \pi r^2 / v_0 \Delta t$

Colando-se uma régua ao lado do tubo, transforma-se-o em termômetro a gás. Para graduá-lo mergulha-se o vidro uma vez em água a 20°C e outra vez a 30°C. Divide-se a altura que a bolha subiu em dez partes, cada uma corresponderá a 1°C.

Pode-se investigar se os gases se dilatam o mesmo tanto. Para tanto enche-se o vidro com gases tais como CO₂, SO₂, N₂ ou H₂.

Atividade 14: ELETROSCÓPIOS

PÊNDULO ELETROSTÁTICO

Procedimento básico:

Dobra-se o fio de cobre rígido em forma de L, e enfia-se a ponta do braço maior do L no furo feito na madeira quadrada de 5x5cm. Com um pedaço de esponja de aço do tipo "Bom Bril" faz-se uma esfera, e amarra-se esta por meio de um fio de seda fino, deixando sobrar uma ponta comprida. Recobre-se a esfera com papel alumínio. A esfera não deve ser muito grande. A extremidade livre do fio é amarrada à ponta menor do L. Para testar o funcionamento, atrita-se uma caneta - tipo cristal - no cabelo e aproxima-se da esfera, que deve ser atraída. Construir dois destes pêndulos. Cuidar para que as esferas suspensas fiquem à mesma altura.

ATRAÇÃO E REPULSÃO

Procedimento básico:

Colocar dois eletroscópios bastante próximos de modo que suas esferas se toquem. Em seguida atritar fortemente a caneta no cabelo e encostá-la simultaneamente nas esferas dos dois eletroscópios. Observar o que acontece.

Atritar uma caneta num pedaço de pele e, encostar a pele nas esferas. Observar o que acontece.

Finalmente, separar os pêndulos, e encostar uma esfera na caneta e a outra no pêndulo e voltar a aproximá-los (não devem se tocar). Observar o que acontece.

ELETROSCÓPIO DE FOLHAS

Procedimento básico:

Fura-se uma lata de Vick, de modo que o fio rígido passe com a capa apertado. Descasca-se as pontas do fio de cobre rígido em aproximadamente 1cm, enquanto o fio todo mede cerca de 5 a 8 cm. Dobra-se uma das pontas descascadas formando um L, que é introduzido no furo feito. No pedaço de fio descascado fora da lata faz-se uma esfera de "Bom Bril" que se recobre com papel alumínio. No pedaço dobrado que fica dentro da lata pendura-se um tira de papel alumínio de 0,8 x 7 cm, dobrada ao meio.

O teste de funcionamento é efetuado mediante a aproximação de uma caneta, atritada no cabelo, da esfera. As folhas devem se abrir.

PARTICULAS NUCLEARES

Procedimento básico:

De um relógio analógico antigo com números grandes, retirar a tinta luminosa, que normalmente era de cloreto de rádio - que é uma substância radioativa. Apoiar o eletroscópio de folhas descarregado sobre uma superfície de onde ele não caia e sobre a esfera colocar a tinta obtida. Finalmente cobrir o conjunto com um pote de vidro transparente. Observar a situação das folhas ao final de alguns dias.

Aprofundamento:

Se a quantidade de cloreto de rádio for suficiente a emissão de partículas elementares carregadas fará com que as folhas do eletroscópio se abram. Pode-se testar o sinal da carga, aproximando-se uma caneta eletrizada por atrito com o cabelo. Se depois de algum tempo as folhas se abrirem mais - com o

sal sobre a esfera - então a carga emitida é positiva, isto é provém de prótons. Se elas, ao contrário se fecharem a carga emitida é negativa, isto é, provém de elétrons.

Atividade 15: ELETROIMÃS

Procedimento básico:

Sobre uma caneta cilíndrica enrolar um pedaço de papel e sobre este enrolar o fio de cobre esmaltado sempre numa camada de até 5,5cm de comprimento. Quando a camada atingir o comprimento estipulado, enrola-se uma camada de fita adesiva, e prossegue-se com a camada seguinte superposta à anterior. Prossegue-se até enrolar o fio todo. Não se esquecer de deixar duas pontas de cerca de 5/10cm livres e descascadas. Nestas emendar um pedaço de fio de alto-falante. Retirar a caneta.

Ligar os fios pilha, e aproximar o eletroímã de um prego. Observar.

Coloca-se um bastão de chumbo no lugar da caneta. Ligar e aproximar do prego. Observar o que acontece.

Repetir, substituindo o bastão de chumbo pelo de ferro. Observar.

Aprofundamento:

Ao retirar o bastão de ferro do eletroímã este ainda reterá alguma magnetização. Experimenta-se amassá-lo longitudinalmente com o martelo, transformando-o em aço (de qualidade inferior) em seguida se introduz o prego amassado na bobina e liga-se a mesma. Ao se retirar verifica-se a magnetização remanescente.

Se o mesmo for aquecido perderá sua magnetização. (Ponto Curie).

Atividade 16: CONDUTORES E ISOLANTES

Procedimento básico:

Apoiar sobre urna caixa de fósforos bem seca um pedaço de fio de cobre, e, próxima a ele colocar um pêndulo eletrostático de modo que sua bolinha fique a 1/2 cm da ponta do fio. Atritar então a caneta no cabelo e em seguida aproximá-la da extremidade livre do fio. Observar o que acontece. A seguir, substituir o fio de cobre pelos outros corpos de prova (ferro, plástico, chumbo, palito de madeira) e repetir a atividade para ver se todos os materiais tem mesmo comportamento.

Atividade 17: BÚSSOLA

Procedimento básico:

Atritar uma gilete por meio de um imã de alto-falante até imantá-la. Enfiar a agulha na rolha e sobre a agulha colocar a ponta do protetor de agulhas de seringas. Fixar o protetor no meio da gilete e apoiar este na agulha.

Aprofundamento:

Pintar em vermelho o polo Norte, ou seja aquele que aponta para o norte geográfico, e, em azul pintar o polo Sul.

Aproximar a bússola do eletroímã (atividade 15) observando seus efeitos. Predizer pela regra da mão esquerda qual extremo da bobina é o polo norte e qual é o polo sul. Testar com a bússola sua predição.

Atividade 18: MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

Procedimento básico:

Passa-se o fio de uns 150cm pelo tubo de uma caneta, fazendo em cada extremidade um laço.

Num dos laços pendurar uma chumbada, e, no outro duas. Faz-se o extremo que tem uma chumbada girar, a velocidade constante. Esta é atingida quando as chumbadas que ficam penduradas nem sobem (devido a força centrípeta não ser maior que seu peso) e nem descem (devido a seu peso não ser maior que a força centrípeta).

Determina-se a frequência, o período e o raio de rotação. O período é o tempo necessário para efetuar uma volta completa, e é obtido medindo-se o tempo necessário para 20 (por exemplo) voltas completas. Se 20 voltas demoram t segundos então uma volta demorará ____ segundos. A frequência é o número de repetições por unidade de tempo, e é obtida dividindo-se o número de voltas pelo tempo.

Aprofundamento:

Conhecido o período (T) que é o tempo necessário para efetuar uma volta completa, pode-se por regra de três determinar a velocidade angular, lembrando que uma volta completa correspondem 2π radianos.

Se durante o movimento puxar-se o fio com as duas chumbadas para baixo, a velocidade angular aumentara. Relacionando isto com os modelos atômicos tem-se uma analogia do motivo pelo qual quanto mais próximos do núcleo estiverem os elétrons maior será sua energia cinética. Sugere-se realizar o experimento.

Atividade 19: CENTRO DE GRAVIDADE

Procedimento básico

Inicialmente faz-se um cavalete retangular com um pedaço de arame e se o fixa a extremidade de um barbante. Uma régua é equilibrada quando introduzida neste cavalete.

Se, na régua houverem dois fios, um em cada extremo, pendura-se em um extremo uma chumbada, e no outro duas ou três. "Para qual lado se desloca o centro de gravidade?" é o que se questiona aos alunos, enquanto eles se ocupam em equilibrar o sistema.

Recortam-se vários sólidos, quer geométricos quer não, e se determina por meio do fio de prumo (fio amarrado a um alfinete numa extremidade, e numa chumbada na outra). Testa-se o centro de gravidade obtido suspendendo o corpo com aponta do alfinete.

Atividade 20: CAPILARIDADE

Procedimento básico:

Num copo contendo água introduz-se primeiramente um pedaço de tubo de soro, em seguida um

canudinho transparente (ou quase) e finalmente um tubo de tinta de caneta vazia. Observa-se no qual a ascensão capilar é maior.

Relaciona-se a ascensão capilar ao diâmetro do tubo.

Aprofundamento:

Pode-se verificar a ascensão capilar em líquidos diversos como álcool, azeite, combustíveis e óleos para observar a influência do líquido sobre a mesma.

Se forem tomadas as medidas da ascensão com líquidos frios e quentes, pode-se verificar a influência da temperatura sobre esta.

Se for cortado um caule de uma planta de pequeno diâmetro e comprimento, e mergulhado uma de suas extremidades num líquido colorido, pode-se verificar o modo pelo qual a seiva bruta é conduzida nas plantas.

Atividade 21: FORÇA E ACELERAÇÃO

Procedimento básico;

À extremidade de um barbante amarra-se um bloco de madeira, e na outra extremidade faz-se um laço. A seguir coloca-se o corpo sobre a mesa, a uma distância qualquer da borda, deixando o laço ficar pendurado ao lado da mesa. Marca-se a posição na qual o bloco se encontra. Continuando, pendura-se uma chumbada no laço e mede-se o tempo necessário para o corpo se deslocar até a borda da mesa; aumenta-se gradativamente o número de chumbadas e repete-se o procedimento. Determinar a aceleração.

Da equação horária do deslocamento de um corpo em Movimento Retilíneo e Uniformemente Variado tem-se que:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Como a posição inicial (x_0) corresponde a zero, também a velocidade inicial (v_0) é nula - pois o móvel parte do repouso, a equação passará:

$$x = \frac{1}{2} a t^2$$

Determina-se então a aceleração, isolando-a na equação precedente:

$$a = \frac{2 \cdot x}{t^2}$$

Aprofundamento:

Ao se modificar a massa do corpo preso a extremidade do barbante pode-se verificar a relação existente entre uma força constante aplicada a um corpo e a respectiva aceleração, bem como verificar que força se deve aplicar para que corpos com o dobro, o triplo e quádruplo da massa original sofram mesma aceleração.

Atividade 22: FORÇA RESULTANTE

Procedimento básico:

A um corpo qualquer - pedaço de madeira lisa e encerada - amarra-se dois barbantes, cada um com um laço em sua extremidade livre. Este corpo, então colocado no centro de uma mesa polida. A atividade, então realizada segundo três divisões; observando-se em cada uma a direção e sentido, e, qualitativamente a intensidade da força:

1. Pendura-se num fio uma chumbada e solta-se o corpo; a seguir pendura-se no outro fio a

outra chumbada e repete-se o procedimento. Então se dispõe os dois fios segundo mesma orientação. Observa-se então o que acontece ao se soltar o corpo.

2. Dispõe-se os dois fios simetricamente em relação ao corpo, e penduram-se pesos iguais em cada um dos laços dos fios. Observa-se. A seguir aumenta-se gradativamente o número de pesos em um dos fios apenas. Observa-se. Volta-se a situação inicial - com pesos iguais em cada lado - mas desta vez aumenta-se o número de pesos no fio oposto da vez anterior.
3. Coloca-se o objeto e penduram-se os fios em direção perpendicular, havendo alguns pesos em cada um dos laços dos fios. Solta-se o corpo e se observa o que acontece.

Aprofundamento:

Em relação ao terceiro item - forças perpendiculares - pode-se alterar a quantidade de pesos em cada fio para verificar a relação entre o número de pesos em cada fio e a direção seguida pelo corpo (ou seja a contribuição do peso na direção seguida).

Atividade 23: MOMENTO DE UMA FORÇA

Procedimento básico;

Em uma régua plástica efetuar um furo a cada centímetro, com um prego aquecido. Na região central - correspondendo à marca dos 15cm - fazer dois furos: um na seqüência, outro logo acima deste. Dar um acabamento aos furos.

Ao lado da madeira de 15x15cm pregar a ripa de perfil quadrado de 40cm de comprimento. No extremo mais alto atravessar um prego. Neste prego coloca-se a régua furada, encaixando aqui o furo "extra" da posição de 15cm.

Colocar uma chumbada bem próxima ao eixo e observar o que acontece. Após isso ir colocando a mesma sempre mais afastada do furo central segurando sempre a extremidade livre. Observar o que acontece a medida em que se afasta o peso.

Numa posição qualquer, colocar duas chumbadas. Equilibrar o sistema afastando e aproximando a mão de eixo. Relatar o que acontece.

Na posição relativa ao sexto furo a partir do centro, pendurar dois "pesos". Localizar sobre a régua - por tentativa - a posição onde se pode pendurar um único peso a fim de que o sistema se equilibre. Anotar então: o número de pesos e a respectiva distância em relação ao eixo, em cada braço da régua;

$n_{dir} = \underline{\hspace{2cm}}$ $n_{esq} = \underline{\hspace{2cm}}$
 $X_{dir} = \underline{\hspace{2cm}}$ $X_{esq} = \underline{\hspace{2cm}}$

Qual a relação que existe entre os pesos e as distâncias?

Atividade 24: EMPUXO

Procedimento básico:

Atravessar a régua, na sua posição inicial com com um prego pequeno. Neste prego prender a mola do caderno e na extremidade livre da mola fixar duas chumbadas. Suspender o conjunto e e anotar a posição indicada pela junção dos pesos.

Mergulhar somente os pesos na água de um copo - cuidar para não bater no fundo - e observar a posição da junção. Houveram modificações? Quais? Significaria isto a ação de uma força no sentido oposto ao peso? Porque?

Aprofundamento:

Se estiver a disposição corpos de forma idêntica - por exemplo esférica ou cúbica - e mesmo tamanho, porém de materiais diferentes, pode-se investigar se o empuxo é igual em todos eles.

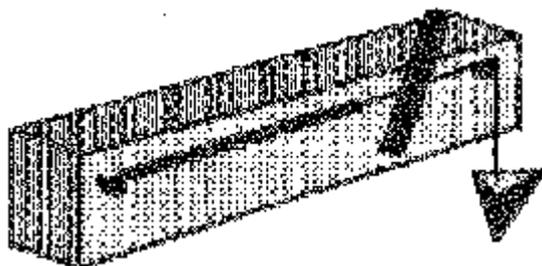
Alterar o líquido do copo e repetir os procedimentos para verificar a influência da densidade do líquido no empuxo sofrido pelo corpo.

Atividade 25: DILATAÇÃO LINEAR

Procedimento básico

Em uma ripa de cerca de 50cm, pregar na face mais larga dois pregos, um cada extremidade e próximos a esta em cerca de 3 cm, e a mesma altura. A cerca de 10cm de uma das extremidades fixar um ponteiro de madeira (palito de sorvete - por exemplo, que gire livremente em torno de um alfinete.

No prego longe do ponteiro fixar a extremidade do fio de cobre fino. Na extremidade livre do fio amarrar um barbante úmido, sendo que o fio de cobre deve ter cerca de 30/35cm O barbante após dar uma volta em torno do ponteiro é amarrado a um peso (pilha por exemplo), e este é suspenso por sobre o prego livre:



Apoiar a ripa sobre a mesa, de modo que o peso penda a seu lado, sobre ladrilhos. Fazer um chumaço circular de algodão e embebê-lo em álcool. Colocá-lo próximo ao fio de cobre, acender e observar.

Nota: Quanto mais próximo ao alfinete o fio passar melhores serão os resultados.

Atividade 26: CONDUÇÃO DO CALOR

Procedimento básico:

Pingar ao longo de um prego gotículas de parafina de uma vela, espaçadas a distâncias regulares - cerca de 1 cm. A seguir segurar uma das extremidades com o prendedor e a extremidade livre colocar sobre a chama de uma vela. Observar o que acontece.

Aprofundamento:

Encostando-se as extremidades de um prego simultaneamente num bloco de gelo e na chama da vela, mantendo-se assim por algum tempo (cujo intervalo é anotado) Observa-se o que acontece. Recolhe-se a água formada e estima-se sua massa ou volume (lembrar que $1\text{g} = 1\text{cm}^3$). A seguir determina-se o fluxo (ϕ) de calor que atravessa o prego.

O fluxo (ϕ) de calor corresponde a quantidade Q de calor que passa pelo prego no intervalo unitário de tempo:

$$\phi = Q/\Delta t$$

O valor da quantidade de calor (Q) que atravessa o prego é ligeiramente superior àquela que derreteu o gelo. Considerar-se-á para simplificação de cálculos somente àquela que derreteu o gelo. Sendo obtido por:

$$Q = m \cdot L_{\text{fus}}$$

onde L_{fus} é o calor latente de fusão do gelo, que é 80 cal/g.

Conhecendo-se o fluxo (ϕ) de calor, a área (S) da seção transversal do prego, seu coeficiente de condutibilidade térmica (k) bem como seu comprimento (l) e a temperatura ($t_a = 0^\circ\text{C}$) do gelo, pode-se estimar a temperatura da chama da vela (t_v).

$$\text{Se o fluxo é dado por } \phi = k \cdot S \cdot \Delta t / l$$

sendo que a variação de temperatura é dada por: $\Delta t = t_v - t_0$, logo, a temperatura da chama da vela será: $t_v = \phi \cdot l / k \cdot S$

Pode-se verificar ainda a influência das dimensões do condutor (comprimento e área da seção transversal) medindo-se o tempo necessário para que o calor proveniente da chama de uma vela de uma das extremidades do condutor derreta gotículas de parafina na extremidade oposta. Para tanto usar condutores de diâmetros e comprimentos diferentes

Atividade 27: CONVECÇÃO

Procedimento básico:

Coloca-se água em uma lata pequena, bem como uma pitada de areia. A seguir aquece-se o conjunto, observando o que acontece desde o início do aquecimento com a areia (e por consequência à água).

Atividade 28: REFRAÇÃO

Procedimento básico:

Cortar uma garrafa de refrigerante de 2 litros, transparente, a cerca de 3/4 de sua altura. Enchê-la com água e pingar algumas gotas de leite.

Recortar um disco de papelão que se adapte perfeitamente a frente da lanterna; no centro do mesmo faz-se um corte retangular de cerca de 1 mm x 2cm

Recortar um pedaço de papelão em forma de T que se encaixe dentro do pote. Introduzi-lo na água e, então projetar um feixe de luz, cuja trajetória se possa visualizar sobre o papelão, e de forma a se propagar nos dois meios considerados fora e dentro da água. Observar a trajetória do feixe.

Aprofundamento:

Pode-se testar a influência do ângulo de incidência sobre a refração. Para tanto se faz o feixe luminoso incidir cada vez mais inclinadamente na água.

Também pode-se testar se a mesma ocorre de forma igual/diferente em líquidos diversos.

Atividade 29: CAMPO MAGNÉTICO

Procedimento básico:

Cola-se sobre um pedaço do imã - obtido a partir da borracha da porta de geladeira - uma folha de papel. Sobre esta e aos piparotes, distribui-se pouco de limalha de ferro. Observa-se.

Aprofundamento

Com a bússola (Atividade 17) testar a polaridade do imã.

Se for colocado sob a folha dois pedaços de ímãs, pode-se verificar a interação magnética entre os mesmos (atração e repulsão) em relação a seus espectros.

Em lugar do ímã pode-se colocar sob a folha de papelão o eletroímã (Atividade 15) e comparar seu espectro com o de um ímã. Pode-se ainda repetir a Atividade 15, verificando a forma do espectro magnético com os materiais lá empregados

Atividade 30: CONDUÇÃO DO CALOR

Procedimento básico;

Trançar três fios (cobre, alumínio e ferro) de mesmo comprimento e diâmetro por uma de suas extremidades juntos. Na extremidade livre de cada fio pingar uma gota de parafina de uma vela.

Segurar a parte do conjunto trançada por meio de um alicate ou prendedor sobre a chama de uma vela ou lamparina e verificar qual dos condutores conduz melhor o calor.

Atividade 31: CONDUTIVIDADE TÉRMICA DA ÁGUA

Procedimento básico

Coloca-se uma pedra de gelo fixa no fundo de um tubo de ensaio e se o completa com água fria. A seguir aquece-se somente a parte superior (próximo à boca) do tubo de ensaio com uma lamparina ou vela. Observar.

Aprofundamento

Repetir a atividade com outros corpos líquidos não inflamáveis para ver se o resultado é o mesmo.