



Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Ciências Naturais

Universidade Federal de Mato-Grosso

**UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS E DE SIMULAÇÕES
COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA EM ESCOLAS PÚBLICAS**

PRODUTO DIDÁTICO

Este produto didático é composto de tutoriais de confecção dos protótipos e tutoriais de manuseio do software simulador PhET dos respectivos conteúdos do ensino médio e planos de aula:

- **TUTORIAIS**

- 1º ano do ensino médio – **Colisão (Mecânica):**

Tutoriais de experimentos: Canhão de Borracha e Carrinho Bate-bate (conservação do momento linear);

Tutorial de simulação (PhET): Laboratório de Colisão.

- 2º ano do ensino médio – **Propriedades dos Gases (Termodinâmica) e Refração (Óptica):**

Tutorial de experimento: Barquinho *Pop-Pop Boat*;

Tutorial de simulação (PhET): Estados da matéria;

Tutorial de experimento: Refração - Lente d'água;

Tutorial de simulação (PhET): Curvando a Luz.

- 3º ano do ensino médio – **Geradores e Motores (Eletromagnetismo):**

Tutorial de experimento: Motor elétrico e Gerador elétrico;

Tutorial de simulação (PhET): Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday ou Gerador.

- **PLANOS DE AULA**

Plano de aula para o 1º, 2º e 3º ano do ensino médio, como sugestão de trabalho, contendo conteúdos, metodologias e formas de avaliações.

Responsáveis/Coordenadores:

Adriano Mamedes Silva Nascimento (IFRO, amsilvan@hotmail.com).

Orientado por: Dr. Eduardo Augusto Campos Curvo (UFMT, curvo@fisica.ufmt.br).

TEXTO E FIGURAS EXTRAÍDOS DO SITE: http://phet.colorado.edu/pt_BR/

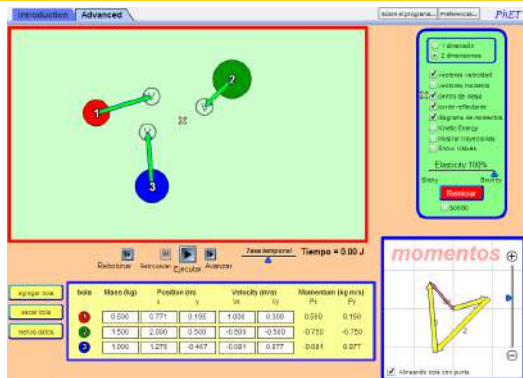
Roteiro de Atividades



TUTORIAL PhET

MODELAGEM COMPUTACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA COM O SIMULADOR PhET

É um pacote de aplicativos em Java que simula diversos eventos relacionados às ciências naturais. Com apenas a movimentação do mouse ou informando os dados através do teclado, facilitando ainda mais o aprendizado. Algumas simulações possuem gráficos e tabelas para melhor analisar os conceitos físico.

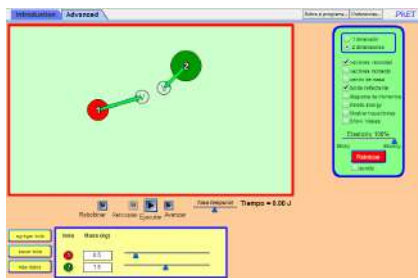
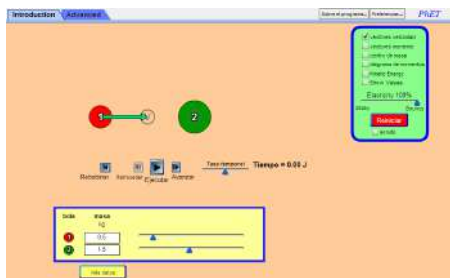


Laboratório de Colisão

Com uma mesa de bilhar faça investigação de colisões simples de uma dimensão e mais complexas em duas dimensões. Construa simulações com o número de discos, massas e condições iniciais. Varie a elasticidade e veja o impulso total e como altera a energia cinética durante as colisões.

Dicas para Professores, Laboratório de Colisão.

Explore as abas “Introduction” e “Advanced” no topo da simulação



Dicas para controles:

As velocidades dos discos podem ser alteradas, e controladas pelo tamanho dos vetores verdes. Quando o vetor de velocidade torna-se pequeno, um círculo aparece no



disco, circunscrito um número, significando que sua velocidade é quase zero.

O local do disco pode ser alterado, ao clicar e arrastar o disco.

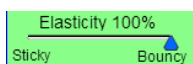
O gráfico “Diagrama de Momentos” é uma exposição do momento.



Os vetores “velocidade” não se alteram através do gráfico “momentos”, somente mudando a massa ou velocidade.

Se desligar “borde refractante” faz-se com que os alunos se concentrem nas colisões dos discos realizando a conservação do momento. Se ligarmos as colisões não há conservação do impulso.

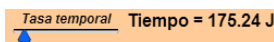
A energia mecânica pode ser determinada e alterada usando a tela de energia cinética ou



Elasticidade de “pegajoso à saltitante”, afetando as colisões de disco-borda e disco-disco.

Você pode pausar ou passar a simulação e analisar de forma incremental. A função do botão “retroceder” é habilitada apenas para colisões perfeitamente elásticas, e desabilitada se a elasticidade for menor que 100%.

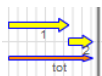
Notas de modelagem:



“Tasa temporal” varia de acordo com o controle deslizante de velocidade do Simulador.

Os discos são não rotativos.

Em uma dimensão, os vetores não são “ponta de cauda”: os vetores são compensados, de forma que os alunos possam os ver mais facilmente.



A opção “*Mais dados*” pode ser útil após investigações qualitativas para projetar experiências específicas, digitando na tabela.

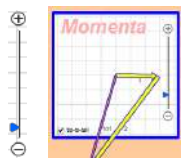
Dicas para alunos:

Sugerimos que os alunos iniciem a simulação em uma dimensão e sem paredes. A aba “*Introduction*” trás esta opção como padrão.

Os alunos podem verificar: quando a elasticidade for menor que 100%, a energia cinética diminuirá após as colisão.

As representações “*vetor*” no diagrama “*Momentos*” podem se estender além do planejamento.

Os alunos podem usar o controle de zoom para redimensionar os vetores e encaixá-los no quadro.



Sugestões para a utilização do simulador:

Colisões podem ser exploradas, definindo a distância dos discos e ajustando as velocidades iniciais, de modo que o impulso inicial total seja zero.

As simulações podem ser usadas nos trabalhos de casa, palestras, atividades de classe, ou atividades de laboratório. Use-as para introdução e descoberta de novos conceitos, reforce conceitos, já trabalhados, com ajudas visuais para demonstrações interativas, ou com questões do assunto em voga. Para saber mais, consulte o portal do simulador PhET e veja novas ideias de Professores e Atividades.

Autor: Trish Loeblein
Mestrando: Adriano Nascimento
Orientador: Dr. Eduardo Curvo

TEXTO EXTRAÍDO DO SITE: Projeto Experimentos de Física com Materiais do dia-a-dia - UNESP/Bauru Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>.

TUTORIAL

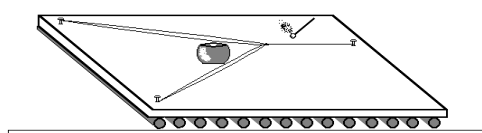


Figura: Canhão de borrachinha

Fonte: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>.

Confecção de experimento de baixo custo

Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear

Explorar a quantidade de movimento visível que ocorre neste experimento. O projétil, mais leve, se desloca com velocidade maior; o resto do sistema, mais pesado, se desloca noutro sentido com velocidade menor.

Objetivo

Demonstrar em um sistema composto por duas partes diferentes, onde inicialmente não existem movimentos, e posteriormente começam a se movimentar, numa compensação: mesma direção, porém em sentidos opostos.

Contexto

O Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear diz que "todo sistema sempre mantém constante a quantidade de movimento linear", podendo ser inicialmente nula ou não.

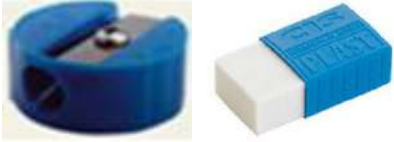
Neste experimento, o sistema considerado é a base que sustenta o "canhão" e os lápis de rolagem, onde a quantidade de movimento linear inicial é nula.

Experimento

Consiste na construção de um sistema similar a um canhão real. Uma borracha elástica é fixada em suas extremidades com pregos ou parafusos sobre a base de madeira ou uma capa dura de caderno para impulsionar o projétil. A linha de costura e o palito de fósforo servem para disparar o "tiro" com a menor interferência possível.

Com a borrachinha já esticada, dispara-se o "tiro" simplesmente queimando a linha que está amarrada à borrachinha esticada. Observe que enquanto o projétil é lançado num sentido, o resto do sistema se move para o outro, ou seja, recua.

Material

Uma tábua leve ou uma capa dura de caderno de 10x15 cm	
Três preguinhos ou parafusos	
Um elástico/borrachinha (utilizado para amarrar dinheiro)	
Linha de costura	
Fósforos	
Projétil (qualquer coisa que pode ser atirado pela borrachinha) exemplo: um apontador, uma borracha escolar com capa plástica de proteção, uma caixa de fósforos etc.	
Lápis: uma quantidade que permita a base de madeira se mover após o tiro por toda a distancia que esta conseguir . Algo como uma dúzia, por exemplo.	

Montagem

Fixe dois parafusos nos vértices de um dos lados da tábua, e no centro da borda oposta, o outro parafuso.

Fixe as pontas da borrachinha pelos parafusos dos vértices.

Amarre no centro do elástico um pedaço de linha.

Puxando a borrachinha pela linha, amarre-a no parafuso que está no centro da outra extremidade deixando cinco centímetros de linha esticada.



Coloque algo que sirva de projétil dentro do vértice da borrachinha esticada.

Posicione os lápis sobre a mesa, um paralelo ao outro com um centímetro de distância.

Coloque o conjunto já montado sobre os lápis em paralelos, e com o fósforo queime a linha, sem que o palito ou você encoste no experimento.



Notas importantes:

O peso do canhão é importante para se observar um bom recuo. Portanto, escolha bem a madeira (leve) que vai servir de base para o canhão.

Referências:

GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Física 1 - Mecânica, 5ª edição, Editora da universidade de São Paulo, 2012.

Projeto Experimentos de Física com Materiais do Dia-a-Dia - UNESP/Bauru
Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>.

Mestrando: Adriano Nascimento
Orientador: Dr. Eduardo Curvo

TEXTO EXTRAÍDO DO SITE: Projeto Experimentos de Física com Materiais do dia-a-dia - UNESP/Bauru Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>

TUTORIAL

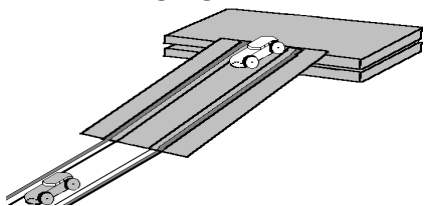


Figura: Carrinhos Bate-Bate

Fonte: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>

Confecção de experimento de baixo custo

Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear

O Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear diz que "todo sistema sempre conserva constante a sua quantidade de movimento linear", podendo ser inicialmente nulo ou não.

Objetivo

Mostrar que na colisão frontal entre um objeto em movimento e outro em repouso ocorre a transferência total ou parcial do movimento.

Contexto

Nesse experimento o sistema considerado é os "carrinhos", onde um deles ganha movimento ao descer por uma rampa e o outro, inicialmente, parado no trajeto horizontal. O sistema dos dois carrinhos possui uma quantidade de movimento total que se mantém constante, que é a quantidade de movimento que um dos carrinho ganha ao descer a rampa. Esta quantidade é distribuída na colisão entre os dois.

Experimento

Consiste em observar a Conservação da Quantidade de Movimento Linear. Construímos um sistema onde um carrinho ganha movimento ao descer por uma rampa. Após ter concluído o percurso de descida, este colide frontalmente com um outro carrinho que estava em repouso na horizontal. Faça repetidas vezes a simulação de um mesmo ponto da rampa para fins de comparação deste fenômeno.

Material

Dois carrinhos de aço	
Alguns livros para elevar a rampa	
Tabua ou algo similar que possa servir de rampa (capa dura de caderno), 10x15 cm	
Fita adesiva	
Quatro réguas	

Montagem

Fixe com fita adesiva sobre a rampa, duas réguas paralelas de forma a fazer um corredor, por onde o carrinho descera. A distância entre as réguas devem ser ajustada de acordo com a largura do carrinho.

Empilhe os livros sobre uma mesa lisa. Os livros servem para erguer a rampa a uma altura de 6 cm.

Fixe as extremidades da rampa com fita adesiva, para que não haja escorregamentos da rampa em relação aos livros e à mesa.

Fixe com fita adesiva mais duas réguas sobre a mesa, na continuação das réguas da rampa, para que o corredor se prolongue pela mesa.

Posicione um carrinho no alto da rampa e o outro a uma distância do final da rampa aproximadamente 20 cm.



Notas importantes :

Neste tipo de experimento podemos fazer observações suficientes da Conservação da Quantidade de Movimento Linear (QML), que é expressa matematicamente como o produto da massa pela velocidade, $QML=MV$.

Exemplo, se temos um carrinho (1) em movimento ($QML=M1V1$) e se choca com outro objeto carrinho (2) ($M2=M1$) em repouso ($QML=0$) e o primeiro transfere totalmente seu movimento para o segundo, portanto $M1V1(antes)=M1V1(depois) + M2V2(depois)$. Se $V1(depois)$ é aproximadamente 0, temos que $M1V1(antes)=M2V2(depois)$, assim $V2(depois)=V1(antes)$. Ou seja: Se dois carrinhos possuem a mesma massa e colidem frontalmente, e se antes do choque somente um deles é que possuía QML, esse pode transferi-la totalmente para o carrinho que estava parado. Adquirindo assim o carrinho (2) toda a QML que possuía o carrinho (1). Neste caso, como os carrinhos são iguais, temos que a velocidade do carrinho (1) se transfere para o carrinho (2).

Os resultados podem variar, dependendo de como ocorre a colisão.

Se desejar que os carrinhos continuem colados após a colisão, coloque um pedaço de fita adesiva no para-choque de um dos carrinhos. A fita deve ser enrolada como se fosse uma fita dupla face.

Exemplo, um carrinho em movimento ($QML=M1V1$), se choca com outro idêntico ($M2=M1$) em repouso ($QML=0$) e os dois prosseguem colados e em movimento, temos que $M1V1$ será a QML dos carrinhos colados: $M1V1(antes)=M1V1(depois) + M2V2(depois)$, portanto $M1V1(antes)=2M1V1(depois)$, pois $M1=M2$ e $V1(depois)=V2(depois)$. Assim: $V1(depois)=1/2V1(antes)$.

Ou seja: A velocidade do carrinho (1) cai à metade para compensar o aumento da velocidade do outro carrinho (2). Ou ainda: a QML que (1) possuía foi dividida entre (1) e (2).

Referências:

GRF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Física 1 - **Mecânica**, 5ª edição, Editora da universidade de São Paulo, 2012.

Projeto Experimentos de Física com Materiais do Dia-a-Dia - UNESP/Bauru
Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>.

Mestrando: Adriano Nascimento
Orientador: Dr. Eduardo Curvo

TEXTO E FIGURAS EXTRAÍDOS DO SITE: http://phet.colorado.edu/pt_BR/

Roteiro de Atividades

MODELAGEM COMPUTACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA COM O SIMULADOR PhET



É um pacote de aplicativos em Java que simula diversos eventos relacionados às ciências naturais. Com apenas a movimentação do mouse ou informando os dados através do teclado, facilitando ainda mais o aprendizado. Algumas simulações possuem gráficos e tabelas para melhor analisar os conceitos físico.

Estados da Matéria: Fundamentos



Aqueça, resfrie e comprima átomos e moléculas de uma substância e veja como elas passam de um estado físico para outro

TUTORIAL PhET

Utilize as duas abas na parte superior da simulação.

Sólido, Líquido, Gás

Mudanças de Fase

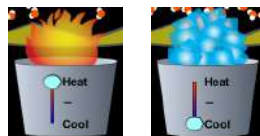
Na **primeira guia**, você pode alternar entre as substâncias químicas. O estado permanecerá o mesmo e a temperatura irá ajustar de forma real.



Se você quiser comparar todas as moléculas num mesmo estado é simples: Primeiro selecione Sólido, Líquido ou Gás na opção 'Mudar Estado'. Depois, selecione as moléculas e observe as diferenças.



Você pode mudar o estado de suas moléculas, com o mouse. Movimente aumentando ou diminuindo a temperatura.

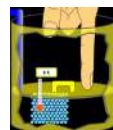


Na **segunda guia**, como você alterna entre produtos químicos, o material será mostrado na fase sólida.

O diagrama de fase começa na mesma posição.



A tampa pode ser movida para cima e para baixo segurando a alça ou empurrando com o dedo.



Na simulação as moléculas, que entram devido o bombeamento, estão a uma temperatura correspondente a temperatura atual do gás.

Então, quando você bombeia novas partículas, a temperatura não mudará.



O medidor de pressão que está na escala atmosfera (*atm*) é para ajudar os alunos na compreensão conceitual e não para as medições.



Notas importantes:

Os eixos do diagrama de fase não tem escalas, mas servem para dar aos alunos uma ideia geral sobre a compreensão de diagramas de fase.
Para a “*água sólida*”, queríamos mostrar que não há distância entre as moléculas.

A estrutura correta da água sólida requer uma visão em 3D, mas com compromissos menores, é possível mostrar a situação qualitativamente em 2D. As partículas de água sólidas vibram mais do que o esperado, mas era um compromisso mostrar.

Autor: Trish Loeblein e Podolefsky Noé
Mestrando: Adriano Nascimento
Orientador: Dr. Eduardo Curvo

TEXTO EXTRAÍDO DO SITE: Profº Luiz Ferraz Netto, Pop-pop ... Passo a passo, versão 3- balsa, 2009, disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/>

TUTORIAL

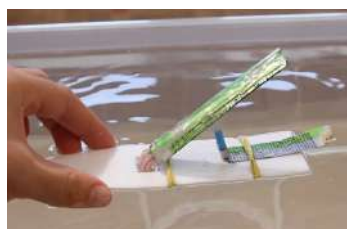


Foto: Barquinho movido a vapor

Fonte: <http://www.manualdomundo.com.br/>

Confeções de experimento de baixo custo

O barco é movido pela energia proveniente do calor que é transferida da chama para a placa de alumínio. Esse calor aquece a água contida na placa, a qual passa para o estado de vapor. O vapor expande-se e empurra a água do restante dos canudos para fora e o barco para frente (ação e reação). Ao mesmo tempo, o vapor condensa (porque cedeu calor para as regiões frias da placa) e aspira água pelos canudos (devido à brusca queda de pressão na fase da condensação) e tudo recomeça. Por isso o barco move-se aos trancos (NETTO, 2009).

Introdução

O barquinho movido a vapor de materiais de baixo custo e fácil confecção tem contribuído nas aulas de Física, nos ensinos fundamental e médio, dando aos alunos uma boa compreensão da termodinâmica, mostrando que o calor pode ser transformado em movimento, com isso tornam as aulas mais divertidas.

Objetivo

Destacar a conversão da energia térmica em energia mecânica.

A causa

Calor é energia térmica em trânsito: é a energia atual, interna, cinética, contida nos átomos e moléculas em movimento, no ato de se transferir a um corpo mais frio.

Combustível: como a estearina das velas são queimadas para que sua energia química resulte em calor, a qual pode ser usada para impulsionar o barquinho movendo-o para frente.

Materiais

Uma latinha de refrigerante, uma bandejinha de isopor 10x15 cm (embalagem de legumes), dois canudinhos (que flexiona as pontas), dois elásticos (borrachinha de amarrar dinheiro), uma velinha de aniversário, cola *Epoxi (Araldite)*, pistola de cola quente, estilete, tesoura, caneta e isqueiro ou fósforos.

Referências:

BARCO POP-POP- 3 - FEIRA DE CIÊNCIAS ... O Imperdível !12/1/2010. Disponível em: http://www.feiradeciencias.com.br/sala08/08_47.asp.

BASS, Vance, “The Pop-Pop Pages”, 2000, disponível em: <http://www.nmia.com/~vrbass/pop-pop/index.htm>.

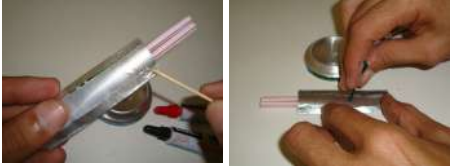
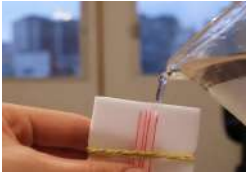
CRANE, H. Richard, “How Things Work: The Pop-Pop Boat”, *The Physics Teacher*, 35, 176-177 (1997).

GRAF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Física 2 – **Física Térmica e Óptica**, 5ª edição, Editora da universidade de São Paulo, 2012.

NETTO, Luiz Ferraz, **Feira de ciências: Pop-pop ... Passo a passo, versão 3 - balsa**, 2009, disponível em: http://www.feiradeciencias.com.br/sala08/08_47.asp

MANUAL DO MUNDO, “Como fazer um barco a vapor”, disponível em: <http://www.manualdomundo.com.br/>

Tutorial de montagem

	
Corte a lata para que fique uma plaquinha de alumínio;	Dobre a plaquinha ao meio;
	
Corte um terço da plaquinha dobrada;	Dobre as laterais;
	
Encaixe os canudos na plaquinha e passe cola nas dobraduras, tampando as entradas de ar;	Ao secar a cola, coloque o alumínio dentro de um copo com água e assopre, se estiver saindo bolhinhas de ar vede com cola;
	
Dobre os canudos com um ângulo aproximadamente 30° e passe cola quente na dobradura dos canudos;	Desenhe o modelo do barquinho no isopor e recorte, depois faça um furo no quadradinho do centro com o estilete;
	
Com um pedaço de alumínio faça o suporte para a vela;	O próximo passo é encaixar o “motor” no barquinho, passando os canudos pela perfuração;
	
Coloque dois elásticos para fixar os canudos;	Encha os canudinhos com água;
	
Posicione a vela na ponta do alumínio;	Depois é só colocar o barquinho na água e acender a vela e ver o seu funcionamento.

Notas importantes :
Você pode inventar novos modelos de barquinhos, com o mesmo sistema de “motorização” .

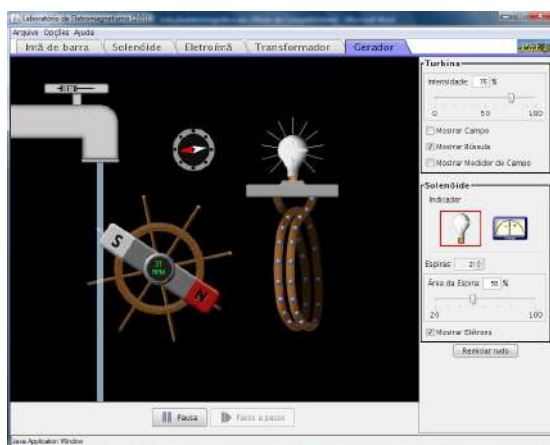
TEXTO E FIGURAS EXTRAÍDOS DO SITE: http://phet.colorado.edu/pt_BR/

Roteiro de Atividades



MODELAGEM COMPUTACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA COM O SIMULADOR PhET

É um pacote de aplicativos em Java que simula diversos eventos relacionados às ciências naturais. Com apenas a movimentação do mouse ou informando os dados através do teclado, facilitando ainda mais o aprendizado. Algumas simulações possuem gráficos e tabelas para melhor analisar os conceitos físico.



LABORATÓRIO DE ELETROMAGNÉTICA DE FARADAY: GERADOR

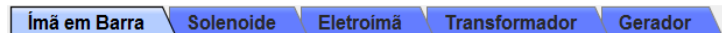
Gere eletricidade com um ímã de barra.

Descubra a Física por trás dos fenômenos, explorando ímãs e como poderá usá-los para fazer uma lâmpada acender.

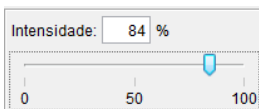
Tutorial PhET

Dicas para controles:

Abas do simulador:



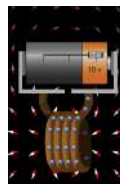
A primeira aba, *Ímã em Barra* mostra o fluxo de elétrons. O fluxo de corrente é oposto ao sentido do fluxo dos elétrons. A "Corrente" é definida como o fluxo de cargas (imaginária) positivas, podendo ser alterada a intensidade do ímã de zero a 100%, inserir bússola, ver intensidade do ímã, mostrar o campo e o medidor de campo magnético.



Na segunda aba, *Solenoide* ou conjunto de espiras, você pode alterar o número de espiras de um à três, os indicadores e também a área da espira de 20% à 100%. Mova o ímã entre o solenoide e veja o que acontece.



Na terceira aba *Eletroímã* se mudarmos, as fontes corrente contínua e corrente alternada, observamos a diferença no campo magnético e na bússola.



Explore a aba *Transformador*.

Na quinta aba, *Gerador*, se abrimos cada vez mais a vazão da água, aumenta a velocidade da turbina interligada a um ímã em rpm, que por sua vez induz uma corrente elétrica no solenoide, com isso a luz fica mais intensa.

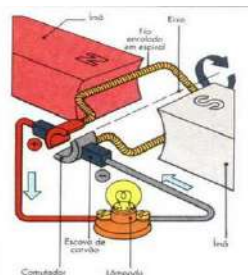


Notas importantes :

- É de fundamental importância que os alunos explorem todos os recursos da simulação em voga.
- Para entender a direção do campo magnético, observe: Estando em movimento a carga da corrente elétrica, os campos magnéticos são criados pela correntes elétricas. A corrente gerada pelo campo magnético ou pelo movimento dos elétrons nos átomos, transfere essa corrente por um fio.
- Em um ímã natural, as correntes de elétrons nos átomos estão alinhadas de modo que o efeito líquido de todas as correntes microscópicas dos elétrons fazem uma corrente macroscópica ser a mesma que a corrente de um solenoide (conjunto de espiras).
- O campo magnético de um ímã em barra é exatamente o mesmo que o campo magnético de um solenoide uma vez que as correntes são as mesmas.
- Na aba *Gerador* é importante notar que, visualizando o caminho da corrente elétrica no solenoide, em cada passagem do ímã o sentido da corrente se inverte, e a luz da lâmpada oscila, essa corrente oscilante é chamada também de corrente alternada (AC) e é a que usamos em nossas casas.

Autor: Loeblein, unidades Dubson
Mestrando: Adriano Nascimento
Orientação: Dr. Eduardo Curvo

Gerador elétrico



Fonte da figura: <http://terceiroan3.blogspot.com.br/2011/03/corrente-eletrica.html>

TUTORIAL

Confecção de experimento de baixo custo

Experimento de Eletromagnetismo

Esse dispositivo ilustra o princípio básico da geração de eletricidade.

Objetivo

Construir um protótipo (sistema simplificado) de gerador de corrente alternada.

Funcionamento do gerador

Ao girar uma bobina condutora entre os polos de um ímã produz-se uma variação no fluxo do campo magnético gerando uma força eletromotriz capaz de originar corrente elétrica alternada, portanto denomina-se alternador. Um gerador de corrente alternada produz uma corrente cujo sentido de fluxo muda continuamente (Fonte: www.mundofisico.joinville.udesc.br).

Materiais

Um motorzinho. Você pode encontrar em carrinhos de controle (velho), impressora (velha), drive de DVD de PC etc.



Dois pedaços de madeira (ripa) 5x30 cm.



Dois CDs ou DVDs, que você não esteja mais usando.



Cola instantânea.



Pregos e parafusos.



Elásticos e um pedaço de mangueira.

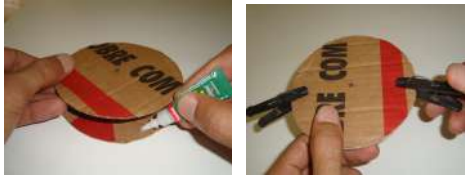
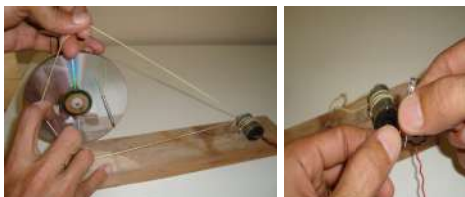


Um LED. Você pode encontrar em lojas de eletrônica.



Um papelão para recorte.



Junte as duas madeiras e pregue-as.	
Prenda o motorzinho (gerador) na madeira entre dois pregos e amarre-o com elástico.	
Faça dois círculos no papelão com diâmetros menores que o do CD e depois recorte.	
Cole um círculo no outro com um prego no centro, em seguida prenda com pregadores de roupa e deixe até secar a cola (aproximadamente 10 min.).	
Depois, cole os dois CDs, um de cada lado do círculo de papelão. E repita o processo anterior, coloque os pregadores e espere secar a cola.	
Quando a roda estiver pronta, faça um furo e passe um prego, que servirá como cabo de manivela, esse furo pode ser feito com prego quente ou furadeira.	
Prenda a roda na madeira, de modo que fique alinhada com o eixo do motorzinho (gerador), para isso, faça um espaçador com o pedaço de mangueira.	
Passe o elástico ligando a roda com o motorzinho (gerador) e conecte o LED nos fios do motorzinho.	
Agora é só girar a manivela para ver o LED acender.	

Notas importantes :

Esse gerador é a base para você fazer qualquer outro gerador eólico, hídrico ou a vapor, é só alterar a forma de girar a roda.

Referências:

Coletânea e pesquisas em diversos sites, disponível em: <http://terceiroan3.blogspot.com.br/>

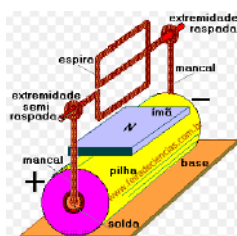
GRES – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, **Física 3** - Eletromagnetismo, 5ª Edição, Editora da universidade de São Paulo, 2012.

Manual do mundo, disponível em: <http://www.manualdomundo.com.br/> .

Mestrando: Adriano Nascimento
Orientador: Dr. Eduardo Curvo

TEXTO EXTRAÍDO DO SITE: Projeto Experimentos de Física com Materiais do dia-a-dia - UNESP/Bauru, disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>

Motor Elétrico



TUTORIAL

Confecção de experimento de baixo custo

Experimento de Eletromagnetismo

O motor elétrico funciona com base na repulsão entre ímãs, um natural (magnetita) e outro não natural (bobina eletrizada é um eletroímã).

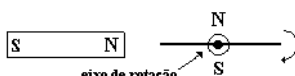
Fonte da figura: http://www.feiradeciencias.com.br/sala12/12_01.asp

Objetivo

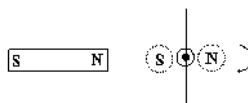
Construir um protótipo (sistema simplificado) de motor de corrente contínua.

Funcionamento do motor elétrico

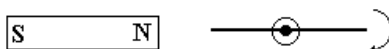
1º - Após bobinar o fio esmaltado deixando duas pontas opostas, raspem uma das pontas por completo e a outra somente a metade, posicione a bobina no suporte de metal, para que fique em contato com a corrente elétrica e crie um campo magnético na bobina. A bobina por estar livre entra em movimento de rotação para se livrar da repulsão do ímã comum, que está à frente.



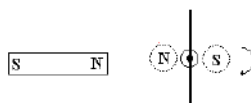
2º - Depois de um quarto de volta, a bobina está parcialmente em contato com o suporte de metal e o campo magnético começa a perder sua força. Não deixando que os polos opostos dos dois ímãs freiem o movimento.



3º - Ao completar meia volta da bobina, começa o processo inverso. Ou seja, deveria existir um campo atrativo entre a bobina e o ímã. Mas isso só aconteceria se os contatos estivessem ligados. Este contato não é estabelecido, pois, esta atração frearia ou cessaria o movimento adquirido no primeiro momento.

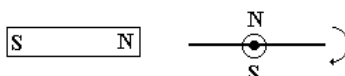


4º - Completando-se três quarto de volta, o contato com o suporte de metal começa a reestabelecer e o campo magnético a ganhar força. Neste momento a bobina começa a ser repelida pelo ímã comum. Com o movimento que a bobina já possui este ganha nova aceleração.



5º - Volta-se à posição inicial e o ciclo recomeça.

Assim o processo continua periodicamente, enquanto existir corrente elétrica passando pela bobina.



Materiais

Um pedaço de fio de cobre esmaltado. Aproximadamente um metro de fio (nº26). Pode ser encontrado em casa de materiais elétricos ou eletrônicos ou então retirados de enrolamentos elétricos velhos.



Fio de cobre maciço ou cliques de metal.



Pilhas de 1,5v ou baterias de 9v. Acrescentar pilhas, ligadas em série, conforme a necessidade da montagem.



Imã. Quanto mais intenso for o campo magnético melhor. Pode ser retirado de alto falante velho ou encontrado em lojas de ferro velho.



Pedaco de madeira. Servirá como base para o suporte.



Montagem

Para fazer a bobina enrole o fio de cobre em qualquer objeto cilíndrico, com cerca de 3 cm de diâmetro. Deixe livre duas pontas de aproximadamente 2 cm de comprimento, em cada extremidade.



Raspe o esmalte nas extremidades do fio de cobre com ajuda de um estilete ou faca. Retire todo o esmalte de uma das extremidades, e da outra só raspe o esmalte de meia volta do fio. Isso porque em um plano ambas as extremidades estão raspadas, em contato com o suporte de metal, dando passagem de corrente elétrica. E consequentemente no outro plano, somente uma das extremidades em contato com o suporte de metal estará raspada, não permitindo assim a passagem de corrente elétrica. Assim, não gerando campo magnético em torno da bobina.



Para fazer os suportes da bobina utilize fio de cobre maciço ou cliques de metal, dando-lhes o formato indicado na figura a seguir e prendendo-os a uma base de madeira;

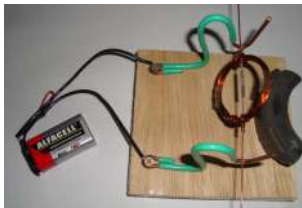


Coloque a bobina sobre o suporte, verificando se ela pode girar livremente;

Ligue os fios de cobre fino nas pontas do suporte de cobre maciço e nas extremidades da pilha ou na bateria de 9v.



Posicione o ímã na direção da bobina sobre a madeira. Se o contato com a bateria ou a pilha for estabelecido e a bobina não girar, será preciso dar um impulso manual para a bobina iniciar o movimento.



Notas importantes :

Você pode inventar diferentes modelos de motores elétricos, com base neste.

Referências:

GRF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Física 3 - **Eletromagnetismo**, 5ª Edição, Editora da universidade de São Paulo, 2012.

Projeto Experimentos de Física com Materiais do dia-a-dia - UNESP/Bauru
Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>.

NETTO, Luiz Ferraz, **Feira de ciências: Pop-pop ... Passo a passo, versão 3 - balsa**, 2009, disponível em: http://www.feiradeciencias.com.br/sala08/08_47.asp.

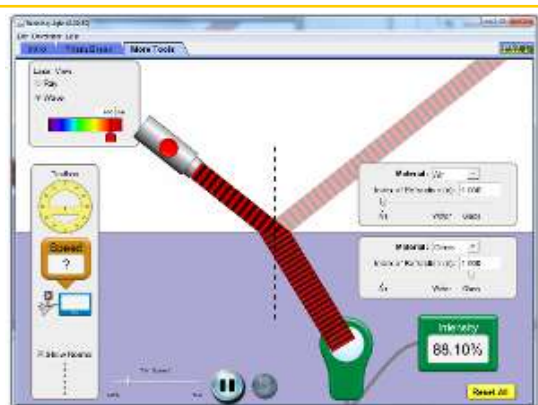
TEXTO E FIGURAS EXTRAÍDOS DO SITE: http://phet.colorado.edu/pt_BR/

Roteiro de Atividades

MODELAGEM COMPUTACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA COM O SIMULADOR PhET



É um pacote de aplicativos em Java que simula diversos eventos relacionados às ciências naturais. Com apenas a movimentação do mouse ou informando os dados através do teclado, facilitando ainda mais o aprendizado. Algumas simulações possuem gráficos e tabelas para melhor analisar os conceitos físico.



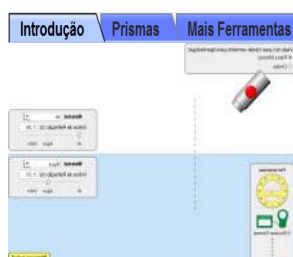
Curvando a luz

Explore curvatura da luz entre dois meios com diferentes índices de refração. Veja como altera o ângulo de reflexão do ar para a água ou vidro. Simule com prismas de formas diferentes e faça arco-íris.

TUTORIAL PhET

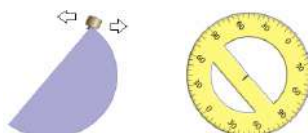
Dicas para controles

Explore todas as diferentes abas no topo da simulação
 As ferramentas e os recursos são de fácil manejo.



Ferramentas e objetos podem ser arrastados para fora da "caixa" e voltar, com o auxílio do mouse.

Os objetos na aba *Prisma* podem ser girados pela alça, até 360°, bem como o transferidor.

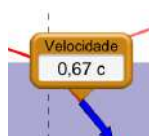


Laser: Move-se à 90°, o botão vermelho é onde liga e desliga.



Todas as ferramentas de trabalho permitem visualizar o laser tanto no modo *Raios* como em *Ondas*, nas abas “*Introdução*” e “*Mais Ferramentas*”.

Na aba *Mais Ferramentas*, a velocidade de ondas pode ser vista e pausada. A ferramenta de velocidade não se altera ao mudar de “*lento*” para “*rápido*”, pois serve para fornecer medições adequadas e determinar o sentido.



A lei de Snell foi utilizada para determinar os ângulos e comprimentos de onda.

Quando um raio de luz incide na superfície de separação de dois meios ópticos transparentes e diferentes (A e B), sendo o ângulo de incidência diferente de zero, a direção de propagação da radiação desvia-se, de tal modo que:

Quando a luz ou outra onda envolvida é monocromática, isto é, frequência única, a Lei de Snell pode também ser expressa em termos de uma razão dos comprimentos de onda do raio em cada meio, λ_1 e λ_2 :

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

Notas importantes

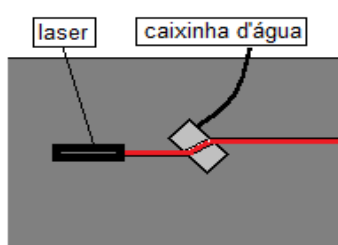
É de fundamental importância que os alunos explorem todos os recursos da simulação. Eles podem precisar de orientação para relacionar a curvatura da luz e os índices de refração e, também, o índice de efeitos de luz de comprimento de onda.

As simulações poderão ser usadas nos trabalhos de casa, palestras, atividades em sala de aula, ou atividades de laboratório. Use-as para introduzir novos conceitos, como recursos visuais para demonstrações interativas.

Autor: Loeblein Podolefsky
Mestrando: Adriano Nascimento
Orientador: Dr. Eduardo Curvo

TEXTO EXTRAÍDO DO SITE: Projeto Experimentos de Física com Materiais do dia-a-dia - UNESP/Bauru, disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>>

TUTORIAL



Confecção de experimento de baixo custo

Refração

Este sistema óptico demonstra o fenômeno da refração da luz entre dois meios diferentes, alterando o ângulo de reflexão do ar para a água.

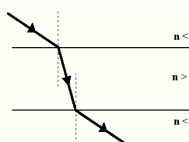
Ferramentas de Óptica: Refração

Objetivo

Construir um sistema onde é possível observar a trajetória de um raio sendo refratado, ou seja, sendo desviado da sua trajetória inicial e confeccionar os prismas d'água.

Contexto

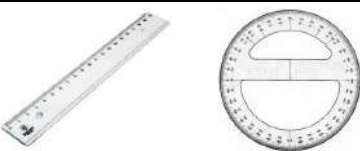
A refração é o fenômeno no qual a luz muda sua direção de propagação ao mudar de um meio para outro, como por exemplo, da água para o ar, do ar para o vidro etc. O índice de refração (n) é uma propriedade de um determinado meio (por exemplo: $n(\text{ar}) = 1$; $n(\text{vidro}) = 1,52$; $n(\text{água}) = 1,33$) e que influencia diretamente a intensidade e a direção do raio de luz refratado. Quando o índice de refração do meio, do qual a luz provém é menor do que o do meio em que ela vai penetrar, os raios tendem a se aproximar da reta normal à superfície que separa os meios. Ao penetrar na água, eles se aproximam da normal porque o índice de refração da água é maior que o do ar. E ao sair, se afasta pois $n(\text{ar}) < n(\text{água})$, como na figura abaixo.



Experimento

Com um Laser, incida um feixe fino de luz. O feixe, ao atravessar uma caixa transparente cheia de água é refratado, ficando claro que ele muda sua trajetória

Materiais

Um Laser;	
Caixa de CD;	
Cola quente ou adesivo plástico para PVC (cola de cano);	
Fita adesiva;	
Duas réguas e um transferidor;	
Água;	
Garrafas Pet.	

Montagem

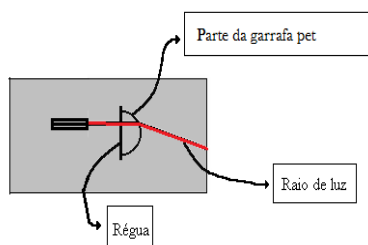
Corte as régua com 10 cm de comprimento, e com a garrafa pet recorte tiras de mesma espessura da régua. Faça formas que resultem lentes de bordas finas e de bordas espessas e cole as extremidades (com cola quente ou cola de cano).

Use como base, para as lentes formadas pelas régua e pets, tampa de caixa de CDs.



Coloque água dentro das lentes feitas com a régua e garrafa pet e direcione a ela o feixe de luz emitido pelo laser.

Esquema Geral de Montagem



Notas importantes :

Para o bom andamento do experimento é importante que o laser que emitirá o feixe de luz e a lente com água fiquem no mesmo plano.

Referências:

GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Física 2 – **Física Térmica e Óptica**, 5ª edição, Editora da universidade de São Paulo, 2012.

Projeto Experimentos de Física com Materiais do dia-a-dia - UNESP/Bauru
Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>.

Mestrando: Adriano Nascimento
Orientador: Dr. Eduardo Curvo



UFMT

SUGESTÃO

PLANO DE AULA

Professor (a):

Disciplina: Física

Curso:

Turma: 1º ano

Período letivo:

aulas de 50 min)

Duração prevista da aula: 03:20 horas (4

Conteúdo: Mecânica

Colisão.

Objetivos:

Geral:

- Conciliar a simulador Laboratório de colisão do PhET com os experimentos de baixo custo em questão.
- Adquirir conhecimentos científicos básicos, para desenvolver sua capacidade investigativa frente aos fenômenos físicos da dinâmica das leis de Newton.

Específico:

- Identificar o princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear;
- Observar cuidadosamente as leis de Newton no dia-a-dia;
- Estabelecer relações entre causas e efeitos;
- Utilizar o simulador PhET para demonstrar as situações problemas envolvidas nos exercícios propostos.

Competência / Habilidade:

C1- Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos relevantes para sua vida pessoal.

H1- Utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas apresentadas de diferentes formas, no que se refere à dinâmica.

Metodologia:

1º Momento:

- Levantamento de dados sobre os conhecimentos prévios dos alunos, em forma de

perguntas e respostas.

2º Momento:

- Apresentação dos conteúdos e conceitos da Física, com o auxílio do *data-show*.
- Em seguida, demonstrar no simulador “Laboratório de colisão” do PhET, os fenômenos da colisão estática e elástica.

3º Momento:

- Apresentação do Simulador PhET e os experimentos que serão abordados na aula.
- Aplicar um experimento de baixo custo, para demonstrar na prática a conservação do momento linear, com “Carrinhos bate-bate”. Energia elástica com “Canhão de borrachinha”.
- Deixar que os alunos explorem os experimentos e a simulação em questão para tirar suas conclusões e novos conceitos.

4º Momento:

- Discutir as conclusões das aulas anteriores e como será a construção do Relatório avaliativo.
- Os alunos irão confeccionar relatório das experiências obtidas através no manuseio do simulador e responder algumas questões sobre colisão.

Avaliação:

- Formativa, considerando o acompanhamento progressivo do aluno, e o aprendizado com relação ao conteúdo trabalhado através do manuseio do software – Simulador PhET.
- Relatório de suas práticas e de novos conceitos encontrados no manuseio do simulador em voga.

Recursos Didáticos:

- Data show;
- Notebook;
- Simulador PhET;
- Livro didático e
- Materiais confeccionados.

BIBLIOGRAFIA:

- GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Física 1: Mecânica, 5ª Edição, Editora da universidade de São Paulo, 2012.
- PhET - Laboratório de colisão, Physics Education Technology, disponível em:
<http://phet.colorado.edu>.

Data: / /	Assinatura do Professor (a):

Mestrando: Adriano Nascimento

Orientador: Dr. Eduardo Curvo



SUGESTÃO

PLANO DE AULA

Professor(a):

Disciplina: Física

Curso:

Turma: 2º ano

Período letivo:

aulas de 50 min.)

Duração prevista da aula: 03:20 horas (4

Conteúdos:

- Lei de Snell.
- Luz.
- Refração.

Objetivos:

- Conciliar as simulações PhET com os experimentos de baixo custo em questão.
- Construir um sistema onde é possível observar a trajetória de um raio sendo refratado, ou seja, sendo desviado da sua trajetória inicial entre dois meios distintos.
- Confeccionar lentes divergentes e convergentes, incidir um raio de luz e observar sua trajetória sendo refratada e refletida pelas lentes.
- Deixar que os alunos explorem todos os recursos da simulação em voga.

Competência / Habilidade:

C1- Identificar a direção que propaga o fenômeno da refração da luz, o qual muda de um meio para outro.

H1- Observar o feixe de luz, ao penetrar na água, se ele aproxima da normal, onde o índice de refração da água é maior que o do ar.

Metodologia:

1º Momento:

- Será feito um levantamento de dados sobre os conhecimentos prévios dos alunos, em forma de perguntas e respostas.

2º Momento:

- Apresentação dos conteúdos e conceitos da Física.
- Aula teórica abordando os conteúdos apresentados na disciplina, com auxílio do data-show.
- Introduzir a aula elencando os fenômenos da luz, com os recursos de mídias.
- Em seguida, um pouco de história, abordando a Lei de Snell-Descartes.
- Abordar a 1º e a 2º lei da refração.

3º Momento:

- Apresentação do Simulador PhET e os experimentos que serão utilizados na aula.
- Mostrar na prática os fenômenos visualizados no simulador, com espelhos confeccionados, caixinha transparente, transferidor e um laser. Experimento “Refração”, “Lente convergente” e “Lente d'água”.

4º Momento:

- Discutir as conclusões das aulas anteriores e como será a construção do Relatório avaliativo.
- Por fim, deixar que os alunos explorem o simulador no computador.
- Como atividade para casa, irão elaborar um relatório descritivo de suas experiência com o PhET em questão, respondendo algumas perguntas sobre refração, reflexão e difração.

Avaliação:

Formativa, considerando o acompanhamento progressivo do aluno, comportamento, assiduidade e o aprendizado com relação ao conteúdo trabalhado através do dialogo construtivo do aprendiz e da busca de novos conceitos na exploração do simulador.

Recursos Didáticos:

- Data show;
- Simulador PhET;
- Notebook;
- Livro didático e
- Materiais confeccionados.

BIBLIOGRAFIA:

- GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Física 2: Física térmica e Óptica, 5ª Edição, Editora da universidade de São Paulo, 2012.
- PhET - Luz Bending, Physics Education Technology, disponível em:

<http://phet.colorado.edu>.

Data: / /

Assinatura do Professor(a):

Mestrando: Adriano Nascimento

Orientador: Dr. Eduardo Curvo



SUGESTÃO

PLANO DE AULA

Professor (a):

Disciplina: Física

Curso:

Turma: 2º ano

Período letivo:

aulas de 50min)

Duração prevista da aula: 03:20 horas (4

Conteúdos: Termodinâmica

- Máquinas a vapor (Máquinas térmicas);
- Processos termodinâmicos (Adiabática, Isovolumétrico, Isotérmico e Isobárico);
- Estado da matéria.

Objetivos:

- Conciliar as simulações PhET com os experimentos de baixo custo em questão.
- Construir um barquinho “Pop-pop Boat” onde é possível observar a conversão de energia térmica em energia mecânica (conservação de energia).
- Descrever, em termos de processos termodinâmicos, o funcionamento (ciclo) do barquinho.
- Permitir que os alunos explorem todos os recursos da simulação em voga.

Competência / Habilidade:

C1- Identificar os processos físicos essenciais para seu funcionamento, formalizando os princípios fundamentais da termodinâmica.

H1- Relacionar pressão (grandeza macroscópica) com a energia cinética média das moléculas (grandeza microscópica). Estabelecer uma relação desse tipo entre a temperatura e a energia cinética média das moléculas.

Metodologia:

- 1º Momento:

Levantamento de dados sobre os conhecimentos prévios dos alunos, em forma de perguntas e

respostas.

- Aula teórica explicativa abordando os conteúdos apresentados de termodinâmica (maquina a vapor e seus processos).

- Introduzir a aula pedindo aos alunos descrever, em termos de processos termodinâmicos, o funcionamento (ciclo) do barquinho.

- 2º Momento:

Apresentação dos conteúdos e conceitos da Física.

- Em seguida, um pouco de história, com um vídeo da revolução industrial.

- Abordar a 3ª Lei de Newton (Ação e Reação), com uma pergunta: Por que o barquinho não oscila para frente e para trás na mesma posição?

- 3º Momento:

Apresentação do Simulador PhET e o Protótipo (barquinho a vapor).

- Em continuação, com 1ª Lei da Termodinâmica (Conservação de Energia), onde a variação da energia interna é igual à diferença da quantidade de energia cedida pelo trabalho realizado ($dU = dQ - dW$).

- Simulamos os fenômenos da 1ª Lei da Termodinâmica com o PhET.

- 4º Momento:

Discutir as conclusões e a construção do Relatório avaliativo.

- E por fim, discutir o efeito estufa, o processo de transformação de energia térmica em trabalho mecânico.

- Como atividade para casa, irão elaborar um relatório descritivo de suas experiências com o PhET em questão e os resultados das discussões feitas em sala de aula.

Avaliação:

- Formativa, considerando o acompanhamento progressivo do aluno, comportamento, assiduidade e o aprendizado com relação ao conteúdo trabalhado através do dialogo construtivo do aprendiz e da busca de novos conceitos na exploração do simulador.

Recursos Didáticos:

- Data show;
- Simulador PhET;
- Notebook;
- Livro didático e
- Materiais confeccionados.

BIBLIOGRAFIA:

- GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Física 2: Física térmica e Óptica, 5ª Edição, Editora da universidade de São Paulo, 2012.

- PhET - Estados da Matéria Fundamentos, Physics Education Technology, disponível em: <http://phet.colorado.edu>.

Data: / /

Assinatura do Professor (a):

Mestrando: Adriano Nascimento

Orientador: Dr. Eduardo Curvo



UFMT

SUGESTÃO

PLANO DE AULA

Professor (a):

Disciplina: Física

Curso:

Turma: 3º ano

Período letivo:

Duração prevista da aula: 03:20 horas (4 aulas de 50 min.)

Conteúdo: Eletromagnetismo

Geradores

- Indução eletromagnética.
- Gerador de corrente alternada.

Motores Elétricos

- Campo magnético.
- Princípio dos motores elétricos.
- Função dos carvões nos motores elétricos.

Objetivos:

- Conciliar as simulações PhET com os experimentos de baixo custo em questão.
- Conhecer o fenômeno fundamental para o aproveitamento da eletricidade: a indução eletromagnética;
- Saber como é gerada a eletricidade que consumimos e o funcionamento de um gerador de corrente alternada.
- Enunciar a ação dos campos magnéticos sobre as correntes elétricas;
- Mostrar que correntes elétricas geram campos magnéticos;
- Conhecer o princípio dos motores elétricos;
- Definir a função dos carvões nos motores elétricos.
- Deixar que os alunos explorem todos os recursos da simulação em voga.

Competência / Habilidade:

C1- Interpretar e dimensionar motores elétricos no âmbito doméstico considerando informações dadas sobre correntes alternadas e campo magnético.

H2 - Comparar exemplos de utilização de tecnologia experimentais de baixo custo com simulações virtuais de softwares, avaliando o papel da tecnologia no processo social e

experimental e as transformações eletromagnéticas.

Metodologia:

1º Momento:

- Levantamento de dados sobre os conhecimentos prévios dos alunos, em forma de perguntas e respostas.

2º Momento:

- Apresentação dos conteúdos e conceitos da Física.
- Aula teórica explicativa abordando os conteúdos apresentados na disciplina.
- Introduzir a aula com uma pergunta: Como surge a eletricidade? Ilustrar, com o auxílio de slides, o funcionamento de uma usina hidrelétrica.
- Em seguida, um pouco de história, abordaremos conceitos da “indução eletromagnética”.
- Como surgiu a Lei de Faraday e a Lei de Lenz e o que diz cada uma delas.

3º Momento:

- Apresentação do Simulador PhET e os experimentos que serão utilizados na aula.
- Com o auxílio do simulador PhET, simularemos o funcionamento de um Gerador.
- Estudar o princípio dos motores elétricos, campo magnético e como determinar o sentido e a direção de um vetor.
- Como fazer um solenoide (bobina) e mostrar que a bobina é a base para fazer um elemento muito útil em vários aparelhos elétricos.
- Pedir para os alunos que tem acesso a internet em casa, explorar o simulador PhET, laboratório Eletromagnético de Faraday (Gerador).

4º Momento:

Discutir as conclusões das aulas anteriores e como será a construção do Relatório avaliativo.

- Dividir a turma em grupos, para confeccionar um protótipo de gerador e de um motor.
- Cada grupo registrará todo o processo de montagem do gerador e do motor em um relatório.
- Redigir no relatório suas experiências e novos conceitos encontrados ao explorar o simulador.

Avaliação:

Formativa, considerando o acompanhamento progressivo do aluno, o aprendizado com

relação ao conteúdo trabalhado através de dialogo construtivo do educando e Relatório dos protótipos e da busca de novos conceitos na exploração do simulador.

Recursos Didáticos:

- Data show;
- Notebook;
- Simulador PhET;
- Experimento de baixo custo;
- Livro didático e
- Protótipos.

BIBLIOGRAFIA:

- GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Física 3: Eletromagnetismo, 5ª Edição, Editora da universidade de São Paulo, 2012.
- PhET - Physics Education Technology, disponível em: <http://phet.colorado.edu>.
- YOUNG & FREEDMAN, Física 3: Eletromagnetismo, 12ª Edição, Editora Afiliada SP, 2008.

Data: / /

Assinatura do Professor (a):

Mestrando: Adriano Nascimento

Orientador: Dr. Eduardo Curvo