

Volume 2 • Módulo 2 • Física • Unidade 6

Aprendendo sobre energia

Andreia Mendonça Saguia, Angelo Longo Filho, Bruno Lazarotto Lago, César Bastos, Fábio Ferreira Luiz, Felipe Mondaini (coordenador), Gabriela Aline Casas

Introdução

Caro professor,

O material a seguir refere-se a um conjunto de atividades que poderá ser utilizado e/ou adaptado, de acordo com sua conveniência, sendo assim sugestões para o ato de educar no Ensino de Jovens e Adultos (EJA). Sendo assim, o mesmo poderá ser utilizado como um material de consulta com o intuito de complementar as aulas por você preparadas.

Para cada seção existem atividades que se diferenciam pela maneira como são apresentados os conteúdos, seja por meio de atividades em grupos, experimentos de baixo custo, vídeos ou applets, cabendo ao professor utilizar ou não os recursos ali dispostos.

Nesta Unidade 6 – Aprendendo sobre energia – procuramos resgatar a curiosidade dos alunos no estudo da Física, para isto alguns experimentos e atividades em grupo foram escolhidos de modo a explorar os preceitos básicos do conceito de Energia Cinética e Energia Potencial. Energia está ligada ao nosso cotidiano por meio do conceito de uma grandeza necessária para a realização de uma determinada atividade, porém sua transformação de Energia Cinética para Potencial e vice-versa não é bem assimilada pelos alunos. Com este intuito sugerimos experimentos e atividades que podem ser desenvolvidas em sala de aula. Vale notar que pela similaridade de conteúdos, algumas seções foram agrupadas como as Seções 1 e 2 e as Seções 4 e 5.

Esperamos por meio deste material atuar ao seu lado com um conjunto de opções que venham a atender a necessidade cada vez mais urgente de um material de qualidade à disposição do professor.

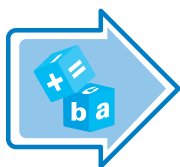
Apresentação da unidade do material do aluno

| Disciplina | Volume | Módulo | Unidade | Estimativa de aulas para essa unidade |
|------------|--------|--------|---------|---------------------------------------|
| Física | 2 | 2 | 6 | 4 |

| Titulo da unidade | Tema |
|--|------------------------------|
| Aprendendo sobre energia | Energia Mecânica |
| Objetivos da unidade | |
| Reconhecer o conceito de energia e o seu caráter universal nas ciências da natureza; | |
| Descrever o teorema do trabalho – energia; | |
| Conceituar energia cinética; | |
| Conceituar trabalho; | |
| Diferenciar os conceitos de energia potencial elástica e gravitacional; | |
| Reconhecer o princípio da conservação da energia; | |
| Identificar sistemas conservativos e não conservativos; | |
| Avaliar os processos de transformação de energia, envolvidos em diferentes tipos de usina para a produção de energia elétrica. | |
| Seções | Páginas no material do aluno |
| 1. Energia, um conceito universal | 143 |
| 2. Energia Cinética | 145 |
| 3. Trabalho de uma força | 146 |
| 4. Energia Potencial | 154 |
| 5. Princípio da conservação da energia | 157 |

Recursos e ideias para o Professor

Tipos de Atividades



Atividades em grupo ou individuais

São atividades que são feitas com recursos simples disponíveis.



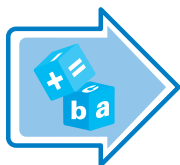
Material copiado para distribuição em sala

São atividades que irão utilizar material reproduzido na própria escola e entregue aos alunos;



Datashow com computador, DVD e som

São atividades passadas por meio do recurso do projetor para toda a turma;



Atividades lúdicas

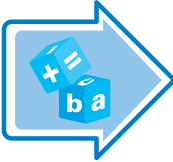
Experiências práticas que podem ser realizadas em sala com uso de recursos simples;



Avaliação

Questões ou propostas de avaliação conforme orientação.

Atividade Inicial


| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|------------------------------|---|---|--|----------------|
|  | A roda, a colina, o segredo! | Uma lata cilíndrica de diâmetro grande (como aquelas de biscoito amanteigados) sem tampa, duas pilhas AA (ou qualquer outro objeto que sirva de contra peso), fita adesiva, livros e cadernos para montar um plano inclinado. | O principal objetivo deste experimento é despertar o interesse dos alunos para o tema desta unidade: energia mecânica. Mostraremos que é possível abandonar uma lata cilíndrica num plano inclinado e ela subir ao invés de descer. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod2-Unid6-ativ-inicial.mp4). | O professor interage com toda a turma. | 10 minutos |

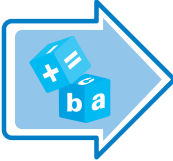
Seção 1 – Energia, um conceito universal

Seção 2 – Energia cinética

Página no material do aluno

143 a 145


| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|---------------------|--|---|--|----------------|
|  | Passeio de Carro | Software Algodoo e arquivo (Fisica_Mod2_Un6_Sec2.phz), presente no material anexo do professor | Verificar a relação entre velocidade e energia cinética, através de um recurso multimídia interativo. | O professor interage com toda a turma. | 30 minutos |

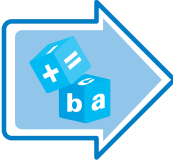
| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|----------------------------|--|--|--|-----------------|
|  | Copo Veloz | Barbante encerado, bola de borracha, copo plástico descartável, massas de modelar, fita métrica e fita adesiva | Nesta prática, associaremos a energia cinética, a energia do movimento, a quantidade de matéria do corpo. Observaremos que se aumentarmos a massa do corpo posto à prova, a fim de que atinja a mesma velocidade em todos os eventos, devemos agregar mais energia ao sistema. Vídeos ilustrando o experimento a seguir encontram-se disponíveis no material anexo do professor (Mod2_Unid6_Sec1e2_1.mp4 e Mod2_Unid6_Sec1e2_2.mp4). | Em grupos de 4 Alunos | 30 a 45 minutos |
| | Energia do nosso cotidiano | | Introduziremos o conceito de energia mecânica, relacionando com cotidiano dos alunos e utilizando tirinhas. | O professor e a turma podem interagir. | 30 minutos |

Seção 3 – Trabalho de uma força

Página no material do aluno

146 a 153

| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|---------------------|--|--|--|----------------|
|  | Corrida de foguetes | Software Algodoo e arquivo (Fisica_Mod2_Un6_Sec3.phz), presente no material anexo do professor | Verificar o trabalho realizado por uma força e sua relação com a variação da energia cinética de um corpo. | O professor interage com toda a turma. | 30 minutos |




| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---------------------|---------------------------------|---|--|-----------------------------------|----------------|
| | Rampas facilitam nosso trabalho | Um pedaço de elástico (lastex usado em costura é uma ótima opção); réguas de tamanhos diferentes e cadernos para construir rampas; um carrinho pequeno, mas suficientemente pesado (se for necessário, utilize massa de modelar para adicionar peso ao carrinho). | O objetivo deste experimento é verificar a relação entre trabalho, força e deslocamento. Utilizando rampas de diferentes tamanhos para elevar um objeto de uma altura h , mostraremos que quanto mais extensa for uma rampa menor será a força necessária para realizar esse trabalho. | turma dividida em pequenos grupos | 20 minutos |

Seção 4 – Energia potencial

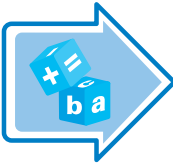
Seção 5 – Princípio da conservação da energia

Página no material do aluno

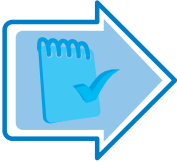
154 a 171



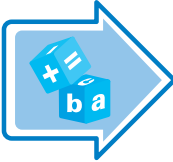
| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---------------------|---------------------|---|---|--|----------------|
| | Sistema Massa-Mola | Software Algodoo e arquivo (Fisica_Mod2_Un6_Sec5.phz), presente no material anexo do professor. | Ilustrar o conceito de energia mecânica composta por uma parcela de energia cinética e outra de energia potencial elástica. | O professor interage com toda a turma. | 30 minutos |

| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|------------------------|--|--|--|----------------|
|  | Loop na Montanha Russa | 2 metros de mangueira “cristal” (transparente); bilhas de aço com diâmetro inferior ao da mangueira ou bolinhas de gude; 1 placa plana de madeira ou isopor, amarradores de plástico | A ideia é que o professor monte o quadro com o loop sobre uma placa de madeira (pode ser também de aglomerado, papelão, isopor...) e já o leve pronto para a sala de aula. Entretanto, mostramos na foto abaixo uma montagem bem mais simples onde aproveitamos o conduíte elétrico de uma sala de aula para “montar” o dispositivo. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod2-Unid6-Sec4e5.wmv). | A turma pode ser dividida em grupos de 4 ou 5 alunos para que todos possam manusear o “loop”, fazer observações e anotações. | 15 minutos |
| | Lata Bumerangue | Lata de alumínio, 1 elásticos, 4 pilhas do tipo AA. 1 fita adesiva e 2 palitos de madeira | Nesta atividade, os alunos terão a oportunidade de entender o conceito de conservação de energia, por meio de um experimento de baixo custo. Dois vídeos ilustrando esta atividade estão disponíveis no material anexo do professor (Mod2_Unid6_LataMaluca.wmv e Mod2_Unid6_Lata-Maluca_Segredo.wmv). | Pequenos grupos de 5 alunos | 40 min |
| | A Queda da bilha | Projetor Multimídia e o vídeo (Mod2-Unid6-Sec4e5-Bilha.wmv), presente no material anexo do professor | Nesta atividade, os alunos terão a oportunidade de entender o conceito de conservação de energia por meio de um experimento em que foi utilizado sensores de posição. | Pequenos grupos de 5 alunos | 40 min |

Avaliação

| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|---|---------------------|---|----------------------|----------------|
|  | Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia | Lápis e Papel | A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta unidade, tais como Energias Cinética e Potencial, Trabalho e Conservação de Energia. Um arquivo, contendo a lista de exercícios a seguir, está disponível no material anexo do professor. | Atividade Individual | 1 aula |
| | | | | | |

Atividade Inicial

| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|------------------------------|---|---|--|----------------|
|  | A roda, a colina, o segredo! | uma lata cilíndrica de diâmetro grande (como aquelas de biscoito amanteigados) sem tampa, duas pilhas AA (ou qualquer outro objeto que sirva de contra peso), fita adesiva, livros e cadernos para montar um plano inclinado. | O principal objetivo deste experimento é despertar o interesse dos alunos para o tema desta unidade: energia mecânica. Mostraremos que é possível abandonar uma lata cilíndrica num plano inclinado e ela subir ao invés de descer. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod2-Unid6-ativ-inicial.mp4). | O professor interage com toda a turma. | 10 minutos |

Aspectos operacionais

- Comece o experimento, preparando a lata a ser apresentada aos alunos. Utilizando a fita adesiva cole as duas pilhas juntas (ou qualquer outro objeto suficientemente pesado) na lateral interna da lata.
- Já na sala de aula, monte um plano inclinado sobre sua mesa, utilizando livros e cadernos (se for possível, utilize uma placa de madeira ou isopor para montar uma rampa um pouco mais longa). Procure não inclinar muito o plano, para que a lata possa subir bastante.
- Coloque a lata em pé na parte mais alta do plano inclinado com a abertura virada para você e com a pilha apontando na direção de descida (como mostrado na Figura 1). Para passar a impressão de que se trata de uma simples lata vazia, deixe a lata rolar ladeira abaixo.
- Para provocar os alunos, pergunte: seria possível abandonar a lata no meio dessa rampa e ela subir ao invés de descer?
- Após algum debate, posicione a lata no final da rampa com a pilha bem elevada e apontando na direção de subida (como mostrado na figura 2). Solte a lata e observe que agora a lata subirá o plano inclinado. Segure a lata no topo do plano, para dar a impressão de que a lata simplesmente subiu.

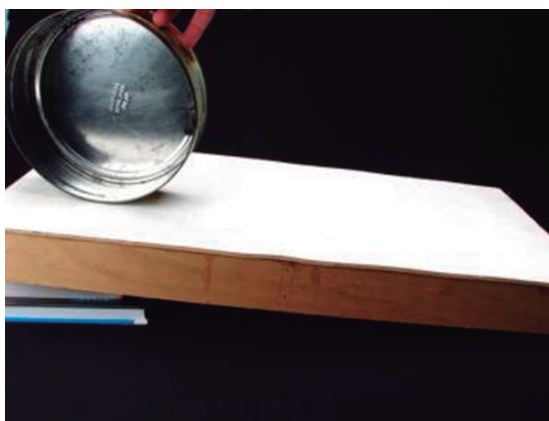


Figura 1



Figura 2

Fonte das figuras e do vídeo:

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=307&A+RODA+A+COLINA+O+SEGREGDO>

Ou <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/17832>

Aspectos pedagógicos

Para que os alunos não sigam, pensando que existe um truque de mágica por trás do experimento, devemos mostrar a eles o peso colado na lateral da lata e o funcionamento do equipamento.


Podemos também fornecer uma explicação simples para o fenômeno observado nesse experimento. A grande responsável pelo subir da lata é uma forma de energia que será estudada nesta unidade, a energia potencial gravitacional. Ao elevar a pilha, estamos dando energia potencial ao sistema. O cair da pilha para uma posição de equilíbrio de mais baixa energia (próxima da terra) faz a lata girar ladeira acima.

Seção 1 – Energia, um conceito universal

Seção 2 – Energia cinética

Página no material do aluno

143 a 145

| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|---------------------|--|---|--|----------------|
|  | Passeio de Carro | Software Algodoo e arquivo (Fisica_Mod2_Un6_Sec2.phz), presente no material anexo do professor | Verificar a relação entre velocidade e energia cinética, através de um recurso multimídia interativo. | O professor interage com toda a turma. | 30 minutos |

Aspectos operacionais

A energia cinética está associada ao movimento dos corpos, de modo que é fácil se convencer de que ela depende da velocidade com que os corpos em questão se deslocam.

Com este objeto de aprendizagem multimídia, é possível investigar a dependência da energia cinética com a velocidade e com a massa de um corpo. Esta simulação apresenta um carro que pode ser acelerado, ou seja, é possível controlar/variá-la a velocidade com que ele se desloca. Além da velocidade do carro, são fornecidas a sua massa e a sua energia em cada instante da simulação. Com base nestes dados, é possível verificar a dependência entre a massa, a velocidade e a energia de um corpo.

Considere a seguinte sugestão de utilização deste recurso:

- Inicie o aplicativo Algodoo e abra o arquivo (Física_Mod2_Un6_Sec2.phz).
- O carro aparecerá na tela, bem como as instruções sobre como interagir com a simulação, a saber: Pressione a seta direita do teclado para ligar/desligar a aceleração do carro. Pressione a barra de espaço para pausar a simulação, se desejar.
- Pressione a seta direita do teclado e o carro começará a se movimentar. À direita da tela, serão informados os valores da velocidade, da massa e da energia do carro, durante a simulação. Pode ser difícil ler o valor da energia durante a simulação, recomenda-se pressionar a barra de espaço para pausar a simulação e facilitar a leitura deste valor.
- De posse do valor da energia e da correspondente velocidade, pergunte aos alunos qual a relação que eles esperariam que houvesse entre a massa e a energia cinética de um corpo. Após a discussão, pergunte qual deve ser a dependência com a velocidade. Faça a conta no quadro e mostre que os valores obtidos obedecem à relação $E_c = (1/2)mv^2$, onde m é a massa do carro e v é a sua velocidade.
- Em um momento da simulação que o carro é forçado a parar, fique atento para pausar a simulação e ler os valores de velocidade e energia antes deste instante.
- Deixe que os alunos controlem a simulação para obter outros valores de velocidade e energia e verificar a validade da expressão fornecida acima.

Aspectos pedagógicos

- Para facilitar o entendimento do conceito de energia, reforce a ideia de que existem outros tipos de energia e que ela pode ser convertida de um tipo para o outro.
- Se os alunos propuserem para a energia cinética uma dependência linear com a massa e a velocidade, aproveite para comentar que esta expressão não está correta para a energia cinética, mas descreve outra importante grandeza física que é o momento linear (ou quantidade de movimento).

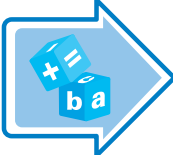
- Para facilitar a leitura dos valores de velocidade e energia, estes valores foram aproximados e são exibidos com duas casas decimais. Sendo assim, ao realizar os cálculos no quadro, o valor calculado para a energia cinética pode não ser exatamente o que é exibido pelo programa. Explique aos alunos que isto é resultado da aproximação numérica mencionada acima.

Seção 1 – Energia, um conceito universal

Seção 2 – Energia cinética

Página no material do aluno

143 a 145

| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|---------------------|--|--|-----------------------|-----------------|
|  | Copo Veloz | Barbante encerado, bola de borracha, copo plástico descartável, massas de modelar, fita métrica e fita adesiva | Nesta prática, associaremos a energia cinética, a energia do movimento, a quantidade de matéria do corpo. Observaremos que se aumentarmos a massa do corpo posto à prova, a fim de que atinja a mesma velocidade em todos os eventos, devemos agregar mais energia ao sistema. Vídeos ilustrando o experimento a seguir encontram-se disponíveis no material anexo do professor (Mod2_Unid6_Sec1e2_1.mp4 e Mod2_Unid6_Sec1e2_2.mp4). | Em grupos de 4 Alunos | 30 a 45 minutos |
| | | | | | |

Aspectos operacionais

1. Monte um pêndulo onde agregado à extremidade exista um objeto circular, como por exemplo, uma bola de borracha.



Fonte: Fábio F. Luiz.

2. No ponto mais baixo da trajetória do pêndulo, posicione o fundo do copo plástico.
3. Liberte o pêndulo, após fornecê-lo uma altura h qualquer.



Fonte: Fábio F. Luiz.

4. Perceba que o pendulo será responsável pelo fornecimento de energia ao copo plástico.



Fonte: Fábio F. Luiz.

Observe o alcance do copo e repita o experimento, agregando massas à parte interna do copo.



Fonte: Fábio F. Luiz.

Aspectos pedagógicos

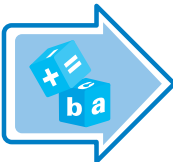
- Os alunos devem se preocupar em obter uma altura tal para o pêndulo, para que o copo atinja o mesmo alcance. Vale lembrar que as massas de modelar no interior do copo exercem um aumento gradual da massa do mesmo, assim temos de proporcionar uma maior energia para que o mesmo entre em movimento e possua o mesmo alcance.
- O objetivo desta prática é vincular a massa do objeto à quantidade de energia necessária, para mantê-lo com a mesma velocidade e o mesmo alcance.
- Atente para que as massas estejam bem fixas ao copo, a fim de evitar o escorregamento das mesmas, durante a transferência de energia.
- É importante posicionar o copo plástico com a “boca para cima”.
- Procure orientar para que os alunos executem a colisão mais frontal possível, assim é possível captar melhor a abrangência que o copo tomou.

Seção 1 – Energia, um conceito universal

Seção 2 – Energia cinética

Página no material do aluno

143 a 145

| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|----------------------------|---------------------|---|--|----------------|
|  | Energia do nosso cotidiano | | Introduziremos o conceito de energia mecânica, relacionando com cotidiano dos alunos e utilizando tirinhas. | O professor e a turma podem interagir. | 30 minutos |

Aspectos operacionais

É de conhecimento geral que existem vários tipos de energia e que esta palavra é utilizada em diversos contextos. Para compreender melhor seu significado, no contexto científico, sugerimos um debate com o objetivo de favorecer a explicitação de concepções espontâneas, ou de senso comum dos alunos. Para iniciar o debate, algumas questões podem ser levantadas, como:

- Qual é o significado da palavra energia para vocês?
- E no nosso dia a dia? Onde esta “energia” está presente?
- Na Física, como definimos energia?
- Quais são as formas de energia que vocês conhecem?

A seguir, faça uso de uma sequência de tirinhas para introduzir aos alunos as diferentes formas de energia mecânica:



Browne, 1997



Davis, J. (1986)

Algumas questões sugeridas para o debate com os alunos:

- Quais são as semelhanças entre as duas situações apresentadas nas tirinhas acima?
- Quais são as formas de energia presentes nas duas situações?
- Por que o Viking, ao saltar da montanha, e o Garfield, ao descer o escorrega, ganham velocidade?
- O fato do Viking “levar passageiros” ao descer a montanha influencia no seu movimento? Por quê?
- Quais são os fatores que influenciam na velocidade da descida nas duas situações?



Davis, J. (1986)

Questões sugeridas para o debate com os alunos:

- Nesta tirinha, o que fez o Garfield ser lançado para longe?
- Quais são as formas de energias presentes na situação apresentada?
- Onde estava armazenada essa energia?

Aspectos pedagógicos

O objetivo desta atividade é de introduzir o conceito de energia, em particular de energia mecânica. A palavra energia é frequentemente utilizada no cotidiano, por isso é interessante realizar um debate inicial a respeito deste tema e levantar as pré-concepções dos alunos.


Estas tirinhas de jornal apresentam de forma lúdica diversas formas de energia. Na primeira e na segunda, você pode explorar que os personagens só conseguirão se deslocar por estarem no alto de uma montanha. No desenho, está representado que eles descem, ganhando velocidade, isto é intuitivo e já foi vivido por todos. Aproveite então para apresentar as diferentes formas de energia presentes à situação mostrada nestas tirinhas, no caso, a energia cinética e a energia potencial gravitacional, e a passagem de uma para outra.

Na terceira tirinha, vemos o personagem “levando o soco” de uma mola do estofamento de uma poltrona. É interessante destacar para os alunos e até levar uma destas molas para a sala, para discutir a energia potencial elástica e sua transformação em energia cinética. Esta discussão deverá ser meramente qualitativa, sem uso de recursos da matemática ou equações e gráficos. Devemos aqui estar ressaltando os aspectos relevantes com destaque para pontos onde as energias são máximas e mínimas.

Usando os exemplos das tirinhas, peça que seus alunos relacionem e discutam o uso e utilidade de cada uma destas formas de energia na nossa vida cotidiana.

Seção 3 – Trabalho de uma força

Página no material do aluno
146 a 153

| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|---------------------|--|--|--|----------------|
|  | Corrida de foguetes | Software Algodoo e arquivo (Fisica_Mod2_Un6_Sec3.phz), presente no material anexo do professor | Verificar o trabalho realizado por uma força e sua relação com a variação da energia cinética de um corpo. | O professor interage com toda a turma. | 30 minutos |

Aspectos operacionais

A relação entre o trabalho realizado sobre um corpo e a variação da sua energia cinética ajuda no entendimento do próprio conceito de energia cinética. No nosso dia a dia, temos diversos exemplos de situações nas quais aplicamos uma força sobre um corpo e este começa a se mover. Este movimento pode até continuar depois que

paramos de atuar sobre o corpo, como quando empurramos um carrinho de supermercado vazio, por exemplo. Sendo assim, a ideia de que a ação de uma força pode mudar a energia cinética de um corpo fica bem motivada.

Nesta simulação, é apresentada uma corrida onde três foguetes carregam três blocos de 5 kg. O ângulo entre a direção de propulsão do foguete e a horizontal é diferente nos três casos, de modo que o trabalho realizado por cada foguete será diferente. Neste objeto de aprendizagem, escolhemos medir a velocidade cinética final de cada bloco, para então relacionar esta energia com o trabalho realizado pelos foguetes. Neste exemplo, não há atrito entre os blocos e o solo, e nem resistência do ar.

Uma sugestão de utilização deste recurso é a seguinte:

- Inicie o programa Algodoo e abra o arquivo (Fisica_Mod2_Un6_Sec3.phz).
- Serão exibidos os foguetes, bem como os blocos que serão puxados por estes foguetes e os ângulos entre a direção da força aplicada pelos foguetes e a horizontal.
- A pergunta que vai ser o tema da discussão é a seguinte: Qual é o foguete que realiza o maior trabalho?
- Para auxiliar o aluno a chegar à resposta correta, pode-se utilizar novamente o exemplo do carrinho de supermercado e especular-se sobre a maneira mais eficiente de empurrar o carrinho.
- Inicie a simulação e veja qual dos foguetes forneceu maior energia cinética para o bloco. Aproveite para verificar se os alunos compreenderam que o bloco que possui maior energia cinética ao final do percurso é o que sofreu maior trabalho do seu foguete.
- Comente que a relação neste caso é $F \cdot d \cdot \cos\theta = E_{c,final} - E_{c,inicial}$, onde F é o módulo da força aplicada, d é a distância pela qual atuou a força, θ é o ângulo entre a direção da força e a direção do deslocamento e $E_{c,final}$ e $E_{c,inicial}$ representam as energias cinéticas inicial e final, respectivamente.
- Por fim, pergunte aos alunos se a massa dos blocos tem alguma influência sobre os trabalhos realizados pelos foguetes. Como $W = F \cdot d \cdot \cos\theta$, percebe-se que não.

Aspectos pedagógicos

A relação entre trabalho e energia cinética é fundamental em Física e muito útil para o entendimento do próprio conceito de energia. Peça aos alunos que forneçam exemplos desta relação, para tornar o entendimento mais significativo.

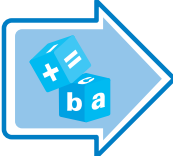
Outra maneira de explorar este exemplo, é verificar a dependência entre os trabalhos realizados pelos foguetes e os ângulos que a força exercida por cada um deles faz com a horizontal. Quando o ângulo é 0° , o trabalho vale 15,8 J. Já para um ângulo de 30° , o trabalho é $15,8 \cdot \cos(30^\circ) \approx 13,7$ J. Por fim, no caso em que o ângulo vale 60° . O trabalho é igual a $15,8 \cdot \cos(60^\circ) = 7,9$ J.

Os valores apresentados são aproximados e podem gerar pequenas diferenças entre os cálculos. Esta aproximação foi feita para facilitar a exibição dos valores com duas casas decimais.

Seção 3 – Trabalho de uma força

Página no material do aluno

146 a 153

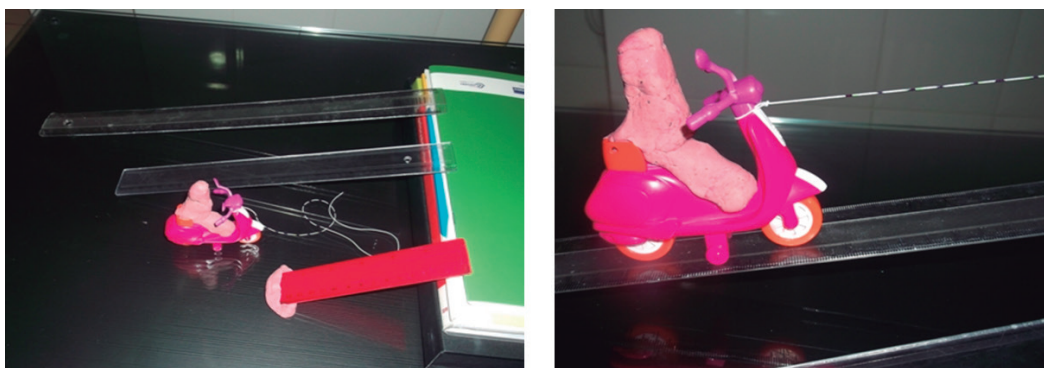
| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|--|---------------------------------|---|--|-----------------------------------|----------------|
|  | Rampas facilitam nosso trabalho | Um pedaço de elástico (lastex usado em costura é uma ótima opção); réguas de tamanhos diferentes e cadernos para construir rampas; um carrinho pequeno, mas suficientemente pesado (se for necessário, utilize massa de modelar para adicionar peso ao carrinho). | O objetivo deste experimento é verificar a relação entre trabalho, força e deslocamento. Utilizando rampas de diferentes tamanhos para elevar um objeto de uma altura h , mostraremos que quanto mais extensa for uma rampa menor será a força necessária para realizar esse trabalho. | turma dividida em pequenos grupos | 20 minutos |
| | | | | | |

Aspectos operacionais:

- Para provocar a turma, comece a atividade perguntando aos alunos se eles já notaram como as rampas são utilizadas no nosso dia a dia. Por exemplo, as rampas podem ser encontradas no momento de carregamento de caminhões, nas passarelas etc.
- Conclua essa conversa inicial, ressaltando que o recurso das rampas é utilizado quando se deseja elevar um objeto pesado, fazendo o menor esforço possível. Proponha, então, o experimento para verificar essa afirmativa.
- Divida a turma em pequenos grupos. Cada grupo deve ser munido de duas ou três réguas de tamanhos diferentes, um pedaço de elástico e um carrinho pequeno, mas suficientemente pesado.

- Cada grupo deve construir um conjunto de rampas de tamanhos diferentes sobre sua mesa, utilizando dois (ou três) cadernos e as réguas (conforme mostrado na figura abaixo).
- Agora, peça aos alunos para prender o elástico no carrinho (se for necessário, pode-se usar fita adesiva).
- Oriente-os a puxar o carrinho através das diferentes rampas, mantendo o elástico paralelo a rampa. Eles devem observar o quanto o elástico estica em cada caso até que a altura h seja atingida.
- Num segundo momento, oriente-os a puxar o carrinho verticalmente até a altura h , sem a ajuda das rampas, e observar a força aplicada.

Fotos Ilustrativas da montagem:



Fonte: Andreia M. Saguia.

Aspectos pedagógicos


Ao final do experimento, os alunos terão verificado que a força necessária para elevar o carrinho depende do comprimento da rampa. Na rampa extensa, a força aplicada é pequena, no entanto, a distância a ser percorrida é grande. A menor distância ocorre no movimento vertical, mas neste caso, a força aplicada é muito maior. Esta compensação entre força e deslocamento mantém o trabalho constante, independente do tamanho da rampa. Conforme será visto na próxima seção, o trabalho realizado por essas forças é igual a variação da energia potencial, a qual, só depende da altura h a ser alcançada e não do trajeto a ser percorrido pelo carrinho e, por isso, ele não depende da rampa.

Seção 4 – Energia potencial

Seção 5 – Princípio da conservação da energia

Página no material do aluno

154 a 171

| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|---------------------|---|---|--|----------------|
|  | Sistema Massa-Mola | Software Algodoo e arquivo (Fisica_Mod2_Un6_Sec5.phz), presente no material anexo do professor. | Ilustrar o conceito de energia mecânica composta por uma parcela de energia cinética e outra de energia potencial elástica. | O professor interage com toda a turma. | 30 minutos |

Aspectos operacionais

Sistemas do tipo oscilador harmônico são muito úteis para discutir o conceito de energia mecânica, cinética e potencial. Escolhemos o sistema massa-mola para ser nosso oscilador harmônico por sua simplicidade e completeza. A constante da mola e a massa do bloco foram escolhidas de modo a obter um oscilador com baixa frequência, onde o movimento pode ser facilmente entendido e os instantes-chave podem ser observados com clareza.

Nesta simulação, um bloco está preso a uma mola e não há atrito entre o bloco e o solo. Inicialmente, a mola está esticada e a energia do sistema é puramente potencial elástica. Ao iniciar a simulação, a energia potencial elástica é gradativamente convertida em energia cinética do bloco. Os valores das energias potencial e cinética são mostrados na tela, bem como a soma entre as duas, que é a energia mecânica do sistema. É fácil perceber instantes importantes do movimento, como: 1) inicialmente a energia é puramente potencial elástica. 2) quando a mola está relaxada, a energia cinética é máxima. 3) pausar a simulação em qualquer instante permite verificar que a energia mecânica é a soma das energia cinética e potencial e que ela se conserva neste caso. $E_m = E_c + E_p$.

Esta animação pode ser utilizada em sala de aula da seguinte maneira:

- Inicie o programa Algodoo e o arquivo (Fisica_Mod2_Un1_Sec5.phz).
- O sistema massa-mola aparecerá na tela, bem como os valores das energia cinética, potencial e mecânica do sistema.
- Pergunte aos alunos o que podemos deduzir a partir dos valores mostrados na tela. Eles devem se convencer de que, neste caso, a mola deve estar contraída ou esticada. Além disso, a velocidade instantânea do bloco deve ser nula no início da simulação.
- Inicie a simulação, deixe que os alunos percebam que a energia está sendo constantemente convertida de potencial à cinética e vice-versa. O instante em que a energia é puramente cinética é de fácil visualização.

Aspectos pedagógicos

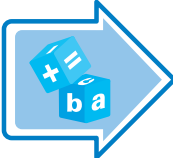
- Este exemplo torna visuais e quantitativos os conceitos de conversão entre a energia potencial e cinética, e de conservação da energia mecânica.
- Para auxiliar o entendimento de que a energia deve ser conservada neste exemplo, reforce o fato de que esta simulação poderia ser reproduzida “de trás para frente” sem que nos levasse a conclusões absurdas. Se filmássemos um oscilador análogo a esse, porém com atrito entre o bloco e o solo, tiraríamos conclusões absurdas ao ver essa gravação “de trás para frente”. Veríamos o bloco começar a se mover espontaneamente a partir do repouso, por exemplo.
- Ao serem apresentados a este exemplo, alguns alunos podem não entender porque o bloco não para quando a mola está relaxada, já que não atua nenhuma força sobre ele. Deve-se deixar claro que o bloco possui energia cinética e que esta será convertida em energia potencial da mola. Ou se preferir, que a mola precisa frear o bloco e para que ela exerça uma força sobre o bloco, ela deve ser contraída, neste caso.
- Ao pausar a simulação, pode haver uma pequena diferença entre o valor da energia mecânica, calculado a partir da soma das energias potencial e cinética e o valor exibido pelo programa. Isso se deve às aproximações feitas para exibir os valores com duas casas decimais e facilitar a leitura dos referidos valores.

Seção 4 – Energia potencial

Seção 5 – Princípio da conservação da energia

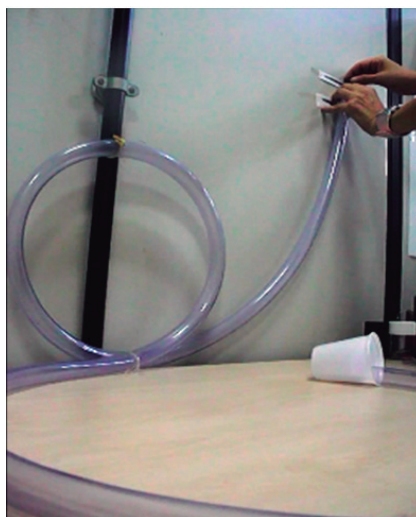
Página no material do aluno

154 a 171

| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|------------------------|--|--|--|----------------|
|  | Loop na Montanha Russa | 2 metros de mangueira “cristal” (transparente); bilhas de aço com diâmetro inferior ao da mangueira ou bolinhas de gude; 1 placa plana de madeira ou isopor, amarradores de plástico | A ideia é que o professor monte o quadro com o loop sobre uma placa de madeira (pode ser também de aglomerado, papelão, isopor...) e já o leve pronto para a sala de aula. Entretanto, mostramos na foto abaixo uma montagem bem mais simples onde aproveitamos o conduíte elétrico de uma sala de aula para “montar” o dispositivo. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod2-Unid6-Sec4e5.wmv). | A turma pode ser dividida em grupos de 4 ou 5 alunos para que todos possam manusear o “loop”, fazer observações e anotações. | 15 minutos |
| | | | | | |

Aspectos operacionais

A montagem na foto e o filme mostram com clareza a operacionalização desta atividade. Ela foi concebida de modo que o professor esteja bem livre para exercer a sua criatividade, utilizando materiais alternativos aos descritos.



Fonte: Andreia Saguia

Aspectos pedagógicos

Pretende-se com este experimento simples e de fácil reprodução em sala de aula que os alunos cheguem a conclusões a respeito da energia potencial necessária para que a bolha vença o “loop”, fazendo relações tanto com a altura da qual a bolha parte, como também com a sua massa. Neste experimento, o professor tem a excelente oportunidade de desmistificar a ideia comum de que a massa é uma variável atuante e dependente. Ele poderá usar bolinhas de gude de diferentes tamanhos para ter massas diferentes ou procurar usar bolinhas de mesmo diâmetro, porém de materiais diferentes. É importante deixá-los manusear para perceber a diferença de “peso” das bolinhas.

Devemos levar em conta que esta demonstração terá caráter qualitativo, isto é, não focaremos nas equações que regem o fenômeno. Discutiremos que há uma altura mínima da qual a bolinha deve partir para que possa vencer o “loop” e fazer as devidas variações da altura inicial para tal.

O professor poderá marcar, assim como se vê na foto e no vídeo, a altura limite que a bolinha quase dá a volta e uma outra acima que ela vence a barreira. Realizando este mesmo procedimento com outras bolinhas de massas diferentes, o professor evidenciará a independência da massa no fenômeno.

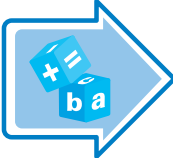
Para que esta atividade fique ainda mais lúdica e ligada com o dia a dia dos alunos, o professor é fortemente incentivado, desde o início da atividade na sala a mostrar que as montanhas russas dos parques de diversão são dimensionadas desta forma, aproveitando-se dos conhecimentos desta área da Física. Não é demais lembrar que não devemos fazer o dimensionamento da montanha russa, entretanto, dependendo da turma, o professor poderá informar que a altura mínima é de $5R/2$, sendo R o raio do “loop”.

Seção 4 – Energia potencial

Seção 5 – Princípio da conservação da energia

Página no material do aluno

154 a 171

| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|---------------------|---|---|-----------------------------|----------------|
|  | Lata Bumerangue | Lata de alumínio, 1 elásticos, 4 pilhas do tipo AA. 1 fita adesiva e 2 palitos de madeira | Nesta atividade, os alunos terão a oportunidade de entender o conceito de conservação de energia, por meio de um experimento de baixo custo. Dois vídeos ilustrando esta atividade estão disponíveis no material anexo do professor (Mod2_Unid6_LataMaluca.wmv e Mod2_Unid6_Lata-Maluca_Segredo.wmv). | Pequenos grupos de 5 alunos | 40 min |

Aspectos operacionais

Utilizando uma latinha de alumínio com tampa de plástico, faremos um passo a passo da montagem do experimento:

1. Faça um furo na base da lata e na tampinha de plástico de tal maneira que o furo atravessasse as superfícies indicadas. Para isto, pode-se utilizar uma chave de fenda.
2. Utilize a fita adesiva para juntar as pilhas, formando um único peso. Feito isto, utilize um outro pedaço de fita adesiva para fixar este conjunto formado com um dos lados do elástico.
3. Faça com que o elástico passe pelo furo na base da latinha de alumínio. Utilize um dos palitos de madeira para evitar que o elástico saia da latinha.
4. A outra extremidade do elástico passará pela tampa de plástico que da mesma maneira que no item anterior será impedida de voltar devido à presença do outro palito de madeira.
5. Fechamos a tampa da lata e está pronta nossa atividade.

Fotos da montagem:



Fonte: César Bastos

Aspectos pedagógicos

Com o esquema descrito acima, o interior da lata não poderá ser visto pelos alunos, desta maneira a lata em questão em nada irá se diferenciar de uma lata comum, porém ao fazê-la girar em cima de uma mesa horizontal, veremos a mesma retornar a posição original. Tal efeito ilustra a transformação de uma energia potencial elástica em uma energia cinética de movimento, uma vez que o elástico dentro da lata irá se contorcer dentro lata, quando esta for empurrada para frente.

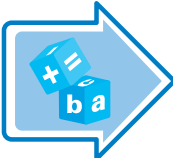
Faça com que os alunos repitam os procedimentos acima, incitando-os a construírem suas próprias latinhas. Feito isto, peça aos mesmos que realizem esse movimento de empurrar a latinha, porém adicionando dois ingredientes na experiência: 1) Uma régua grande que ficará ao lado da latinha e 2) Lixas de madeira de diferentes grossuras. Faça com que os mesmos repitam o experimento, observando agora o papel desempenhado pelas lixas. É importante salientar que há perdas de energia no processo, seja pela resistência do ar, ou seja, pelo atrito presente no piso. Desta maneira, o professor terá abordado a conservação de energia de uma maneira clara aos alunos.

Seção 4 – Energia potencial

Seção 5 – Princípio da conservação da energia

Página no material do aluno

154 a 171

| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|---------------------|--|---|-----------------------------|----------------|
|  | A Queda da bilha | Projetor Multimídia e o vídeo (Mod2-Unid6-Sec4e5-Bilha.wmv), presente no material anexo do professor | Nesta atividade, os alunos terão a oportunidade de entender o conceito de conservação de energia por meio de um experimento em que foi utilizado sensores de posição. | Pequenos grupos de 5 alunos | 40 min |

Aspectos operacionais

A atividade proposta segue a orientação do vídeo, contido no material anexo do professor, “A queda da bilha” em que utilizando sensores de posição dispostos ao longo da vertical, dispostos a cada 15 cm, o professor ilustrará aos alunos a transformação da energia potencial em energia cinética. No ponto mais alto, o sistema possui apenas energia potencial, uma vez que a bilha está parada, sendo assim sua energia cinética é zero. No momento em que a bilha é liberada, a energia antes armazenada em forma de energia potencial passa a se transformar em energia cinética, ganhando assim velocidade com o passar do tempo.


Esta atividade ilustra o que ocorre naquele clássico brinquedo de parques de diversão em que um assento é solto de uma altura elevada e o mesmo ganha velocidade ao longo do percurso. A mesma atividade pode, em caráter de ilustração, ser feita utilizando uma moeda liberada de uma determinada altura juntamente com o auxílio de um cronômetro. Vale ressaltar que cientes da altura desde o ponto de lançamento até o último sensor de posição, os alunos estarão aptos a mensurar a velocidade com que a bilha chega ao ponto mais baixo.

Aspectos pedagógicos

Você poderá fazer algumas observações por meio da análise deste vídeo:

- Os tempos marcados no vídeo ilustram que nos últimos trechos a bilha os percorre em um menor tempo, o que reflete o ganho de velocidade, conforme o tempo passa.
- Supondo que a resistência do ar seja desprezível é possível mensurar a velocidade final da bilha, uma vez que pela conservação da energia, toda energia potencial foi transformada em energia cinética.
- O professor poderá questionar aos alunos em que situações a energia conserva-se.
- O cálculo dos deslocamentos poderá ser realizado, utilizando as equações de movimento, sabendo-se que a aceleração envolvida é a da gravidade.

Avaliação

| Tipos de Atividades | Título da Atividade | Material Necessário | Descrição Sucinta | Divisão da Turma | Tempo Estimado |
|---|---|---------------------|---|----------------------|----------------|
|  | Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia | Lápis e Papel | A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta unidade, tais como Energias Cinética e Potencial, Trabalho e Conservação de Energia. Um arquivo, contendo a lista de exercícios a seguir, está disponível no material anexo do professor. | Atividade Individual | 1 aula |

Aspectos Operacionais

Para o momento de avaliação, sugerimos a utilização do último tempo de aula destinados à Unidade 6. A seguir apresentamos sugestões para a avaliação das habilidades pretendidas nesta unidade.

- Faça um resumo sobre os conteúdos trabalhados durante a unidade. Se desejar, utilize o resumo elaborado neste material;
- Estime os alunos a fazerem os exercícios listados a seguir.

Aspectos pedagógicos

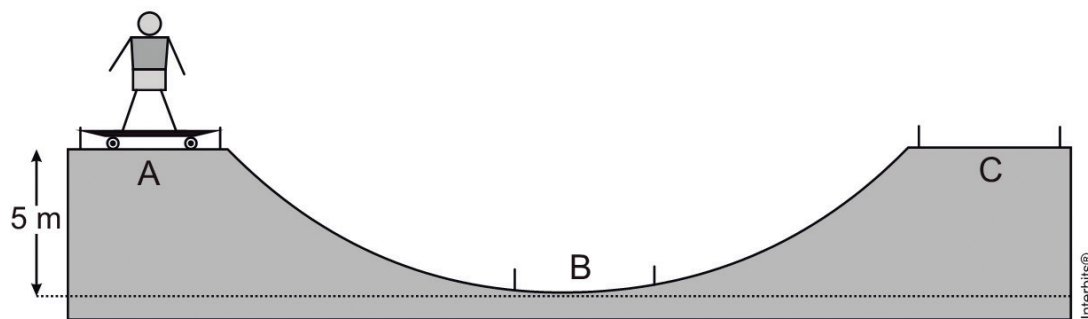
- É interessante selecionar alguns exercícios para resolver com os alunos, para que estes tenham uma primeira orientação a respeito de como solucioná-los. Os demais devem ser feitos pelos próprios alunos.
- Após a resolução das questões, proponha uma discussão sobre as soluções encontradas.
- Possivelmente, aparecerão soluções divergentes. Pondere as equivocadas, ressaltando onde reside o erro.

Lista de Exercícios

Aprendendo sobre Energia

1. (UEM 2012) Sobre a energia mecânica e a conservação de energia, assinale o que for correto.
(01) Denomina-se energia cinética a energia que um corpo possui, por este estar em movimento.
(02) Pode-se denominar de energia potencial gravitacional a energia que um corpo possui por se situar a uma certa altura acima da superfície terrestre.
(04) A energia mecânica total de um corpo é conservada, mesmo com a ocorrência de atrito.
(08) A energia total do universo é sempre constante, podendo ser transformada de uma forma para outra; entretanto, não pode ser criada e nem destruída.
(16) Quando um corpo possui energia cinética, ele é capaz de realizar trabalho.
2. (UFMS 2013) Um ônibus de massa m anda por uma estrada de montanha e desce uma altura h . O motorista mantém os freios acionados, de modo que a velocidade é mantida constante em módulo durante todo o trajeto. Considerando as afirmativas a seguir, assinale se são verdadeiras (V) ou falsas (F).
() A variação da energia cinética do ônibus é nula.
() A energia mecânica do sistema ônibus-Terra conserva-se, pois a velocidade do ônibus é constante.
() A energia total do sistema ônibus-Terra conserva-se, embora parte da energia mecânica transforme-se em energia interna.
A sequência correta é
a. V, V, F
b. V, F, V
c. F, F, V
d. V, V, V
e. F, F, V

3. (G1 – IFCE 2012) Uma pessoa sobe um lance de escada, com velocidade constante, em **1,0 min**. Se a mesma pessoa subisse o mesmo lance, também com velocidade constante em **2,0 min**, ela realizaria um trabalho
- duas vezes maior que o primeiro.
 - duas vezes menor que o primeiro.
 - quatro vezes maior que o primeiro.
 - quatro vezes menor que o primeiro.
 - igual ao primeiro.
4. (Enem 2012) Os carrinhos de brinquedo podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos à corda, em que uma mola em seu interior é comprimida, quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento, enquanto a mola volta à sua forma inicial. O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em
- um dínamo.
 - um freio de automóvel.
 - um motor à combustão.
 - uma usina hidroelétrica.
 - uma atiradeira (estilingue).
5. (UFSM 2012) Um estudante de Educação Física com massa de 75 kg diverte-se numa rampa de *skate* de altura igual a 5 m. Nos trechos A, B e C, indicados na figura, os módulos das velocidades do estudante são v_A , v_B e v_C , constantes, num referencial fixo na rampa. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e ignore o atrito. São feitas, então, as seguintes afirmações:



I. $v_B = v_A + 10 \text{ m/s}$.

II. Se a massa do estudante fosse 100 kg, o aumento no módulo de velocidade v_B seria $4/3$ maior.

III. $v_C = v_A$.

Está(ão) correta(s)

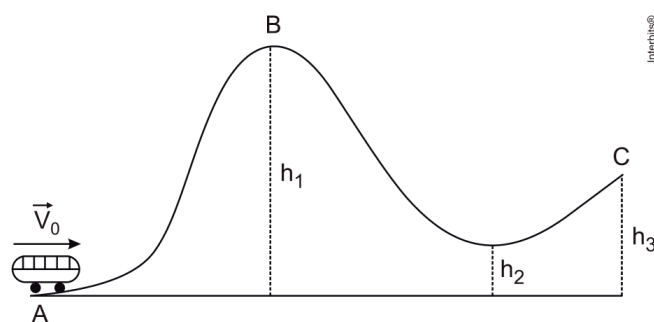
- a. apenas I.
- b. apenas II.
- c. apenas III.
- d. apenas I e II.
- e. apenas I e III.

6. (G1 – ifsp 2012) Arlindo é um trabalhador dedicado. Passa grande parte do tempo de seu dia, subindo e descendo escadas, pois trabalha, fazendo manutenção em edifícios, muitas vezes no alto. Considere que, ao realizar um de seus serviços, ele tenha subido uma escada com velocidade escalar constante. Neste movimento, pode-se afirmar que, em relação ao nível horizontal do solo, o centro de massa do corpo de Arlindo

- a. perdeu energia cinética.
- b. ganhou energia cinética.
- c. perdeu energia potencial gravitacional.
- d. ganhou energia potencial gravitacional.
- e. perdeu energia mecânica.

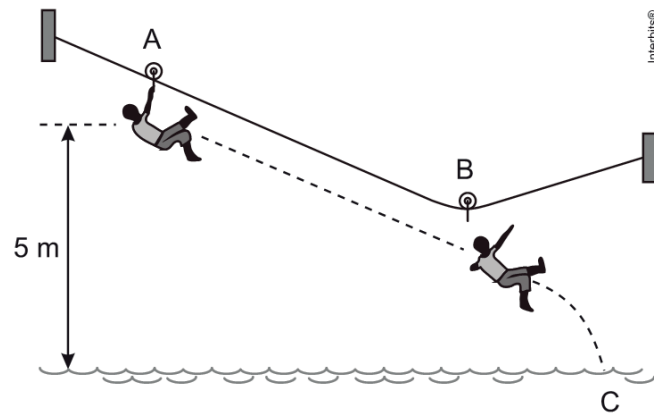


7. (G1 – CFTMG 2012) Um carrinho é lançado sobre os trilhos de uma montanha russa, no ponto A, com uma velocidade inicial \vec{V}_0 , conforme mostra a figura. As alturas h_1 , h_2 e h_3 valem, respectivamente, 16,2 m, 3,4 m e 9,8 m. Para o carrinho atingir o ponto C, desprezando o atrito, o menor valor de V_0 , em m/s, deverá ser igual a



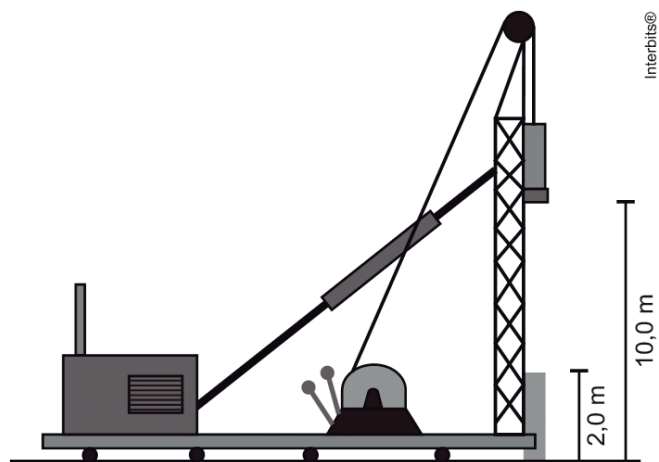
- a. 10.
- b. 14.
- c. 18.
- d. 20.

8. (UNESP 2013) A figura ilustra um brinquedo, oferecido por alguns parques, conhecido por *tirolesa*, no qual uma pessoa desce de determinada altura, segurando-se em uma roldana apoiada numa corda tensionada. Em determinado ponto do percurso, a pessoa solta-se e cai na água de um lago.



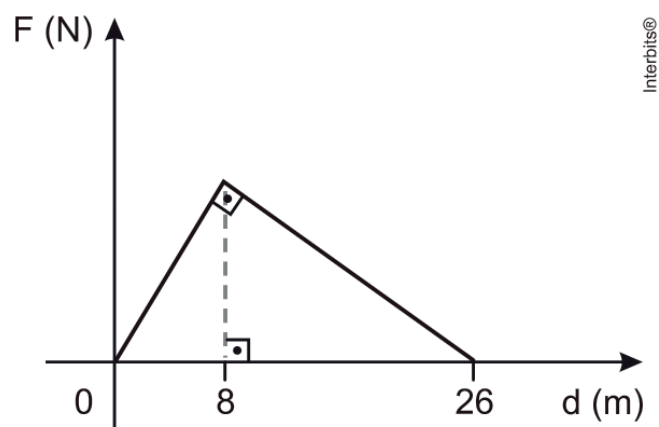
Considere que uma pessoa de 50 kg parta do repouso no ponto A e desça até o ponto B, segurando-se na roldana, e que nesse trajeto tenha havido perda de 36% da energia mecânica do sistema, devido ao atrito entre a roldana e a corda. No ponto B, ela se solta, atingindo o ponto C na superfície da água. Em seu movimento, o centro de massa da pessoa sofre o desnível vertical de 5 m, mostrado na figura. Desprezando a resistência do ar e a massa da roldana, e adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, pode-se afirmar que a pessoa atinge o ponto C com uma velocidade, em m/s, de módulo igual a

- a. 8.
 - b. 10.
 - c. 6.
 - d. 12.
 - e. 4.
9. (G1 – IFSC 2012) O bate-estacas é um dispositivo muito utilizado na fase inicial de uma construção. Ele é responsável pela colocação das estacas, na maioria das vezes de concreto, que fazem parte da fundação de um prédio, por exemplo. O funcionamento dele é relativamente simples: um motor suspende, através de um cabo de aço, um enorme peso (martelo), que é abandonado de uma altura, por exemplo, de 10 m, e que acaba atingindo a estaca de concreto que se encontra logo abaixo. O processo de suspensão e abandono do peso sobre a estaca continua até a estaca estar na posição desejada.



É **CORRETO** afirmar que o funcionamento do bate-estacas é baseado no princípio de:

- a. transformação da energia mecânica do martelo em energia térmica da estaca.
 - b. conservação da quantidade de movimento do martelo.
 - c. transformação da energia potencial gravitacional em trabalho para empurrar a estaca.
 - d. colisões do tipo elástico entre o martelo e a estaca.
 - e. transformação da energia elétrica do motor em energia potencial elástica do martelo.
10. (UERJ 2012) Uma pessoa empurrou um carro por uma distância de 26 m, aplicando uma força F de mesma direção e sentido do deslocamento desse carro. O gráfico abaixo representa a variação da intensidade de F , em newtons, em função do deslocamento d , em metros. Desprezando o atrito, o trabalho total, em joules, realizado por F , equivale a:



- a. 117
- b. 130

c. 143

d. 156

Gabarito Comentado

Resposta da questão 1:

$$01 + 02 + 08 + 16 = 27.$$

(01) **Correta.** Energia cinética é energia mecânica associada ao movimento.

(02) **Correta.** Energia potencial gravitacional é energia mecânica de posição, dependendo, portanto, da altura em relação ao plano horizontal de referência.

(04) **Incorreta.** A força de atrito pode atuar tanto como força dissipativa (transformando energia mecânica em térmica) ou como força incrementativa (transferindo energia mecânica ao corpo).

(08) **Correta.** É o que afirma o princípio da conservação da energia.

(16) **Correta.** De acordo com o teorema da energia cinética, o trabalho da resultante é igual à variação da energia cinética. OBS: nesta afirmativa há uma imprecisão, pois em Física o trabalho é realizado pela força que o corpo aplica e não pelo corpo.

Resposta da questão 2: [B]

(V) Para um dado corpo, a energia cinética só depende da velocidade. Como a velocidade tem módulo constante, a energia cinética também é constante e, conseqüentemente, sua variação é nula.

(F) A energia mecânica do sistema diminui, pois a energia potencial está diminuindo e a energia cinética é constante.

(V) A energia mecânica dissipada é transformada em energia térmica, provocando aquecimento dos equipamentos de frenagem, sendo armazenada como energia interna do sistema.

Comentário: foi desprezada a parcela de energia térmica dissipada para o Meio Ambiente.

Resposta da questão 3: [E]

Como a velocidade é constante, o trabalho da força muscular exercida pela pessoa é mgh nos dois casos.

Resposta da questão 4: [E]

O processo de conversão de energia no caso mencionado é o da transformação de energia potencial elástica em energia cinética. O estilingue também usa esse mesmo processo de transformação de energia.

Resposta da questão 5: [C]

Analisando cada uma das afirmações:

I. Incorreta. O sistema é conservativo. Então, tomando como referencial o plano horizontal que passa pelo ponto B, temos:

$$E_{\text{Mec}}^B = E_{\text{Mec}}^A \Rightarrow \frac{mv_B^2}{2} = mgh + \frac{mv_A^2}{2} \Rightarrow v_B = \sqrt{v_A^2 + 2gh} \Rightarrow v_B = \sqrt{v_A^2 + 2(10)(5)} \Rightarrow v_B = \sqrt{v_A^2 + 100}$$

II. Incorreta. Como foi demonstrado na afirmação anterior, a velocidade não depende da massa.

III. Correta. Como os pontos A e C estão na mesma altura, as velocidades nesses pontos tem mesmo valor: $v_C = v_A$.

Resposta da questão 6: [D]

A expressão da energia potencial é: $E_{\text{pot}} = mgh$. Se ele está subindo, a altura está aumentando, portanto, o centro de massa do corpo do Arlindo está ganhando energia potencial.

Resposta da questão 7: [C]

Para atingir o ponto C, tem de passar pelo ponto B.

Tratando-se de um sistema conservativo, pela conservação da energia mecânica:

$$E_{\text{Mec}}^A = E_{\text{Mec}}^B \Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = mgh_B \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gh_B} = \sqrt{2(10)(16,2)} = \sqrt{324} \Rightarrow V_0 = 18 \text{ m/s.}$$

Obs.: rigorosamente, $V_0 > 18 \text{ m/s}$.

Resposta da questão 8: [A]

Dados: $m = 50 \text{ kg}$; $h = 5 \text{ m}$; $v_0 = 0$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.

1ª Solução: Pelo Teorema da Energia Cinética.

O sistema é não conservativo. O trabalho das forças não conservativas (W) corresponde, em módulo, à energia mecânica dissipada, igual a 36% da energia mecânica inicial.

$$W_{\text{Fat}} = -0,36 mgh$$

Pelo Teorema da Energia Cinética: o trabalho da força resultante é igual à variação da energia cinética.

$$W_F^{\text{Res}} = \Delta E_{\text{Cin}} \Rightarrow W_P + W_{\text{Fat}} = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow mgh - 0,36 mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{0,64 \cdot 2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{1,28 \cdot 10 \cdot 5} = \sqrt{64} \Rightarrow v = 8 \text{ m/s.}$$

2ª Solução: Pelo Teorema da Energia Mecânica.

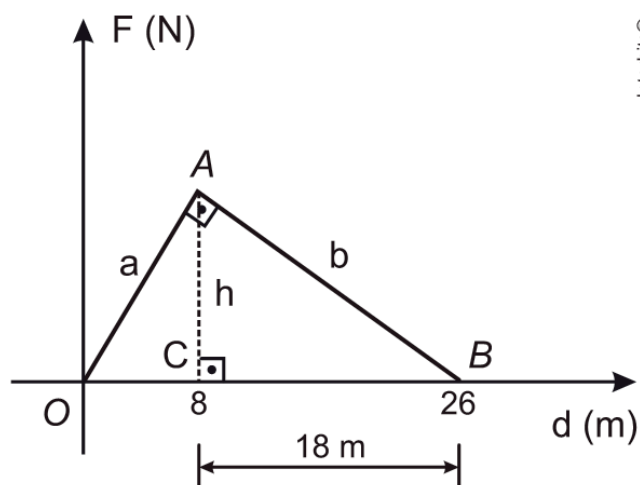
Se houve dissipação de 36% da energia mecânica do sistema, então a energia mecânica final (que é apenas cinética) é igual a 64% da energia mecânica inicial (que é apenas potencial gravitacional).

$$E_{\text{Mec}}^{\text{final}} = 0,64 E_{\text{Mec}}^{\text{inicial}} \Rightarrow \frac{m v^2}{2} = 0,64 m g h \Rightarrow v = \sqrt{1,28 \cdot g \cdot h} = \sqrt{1,28 \cdot 10 \cdot 5} = \sqrt{64} \Rightarrow v = 8 \text{ m/s.}$$

Resposta da questão 9: [C]

Durante a queda do martelo, há transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética. No contato com a estaca, o martelo aplica força sobre ela. Essa força realiza trabalho, empurrando a estaca.

Resposta da questão 10: [D]



No triângulo OAB : $a^2 + b^2 = 26^2 \Rightarrow a^2 + b^2 = 676$. (I)

No triângulo OAC : $a^2 = 8^2 + h^2$. (II)

No triângulo ABC : $b^2 = 18^2 + h^2$. (III)

Substituindo (II) e (III) em (I):

$8^2 + h^2 + 18^2 + h^2 = 676 \Rightarrow 2h^2 = 288 \Rightarrow h^2 = 144 \Rightarrow h = 12 \text{ m}$. O trabalho da força pela força \vec{F} ($W_{\vec{F}}$) é numericamente igual à “área” entre a linha do gráfico e o eixo do deslocamento.

$$W_{\vec{F}} = \frac{26 \times 12}{2} \Rightarrow W_{\vec{F}} = 156 \text{ J.}$$

