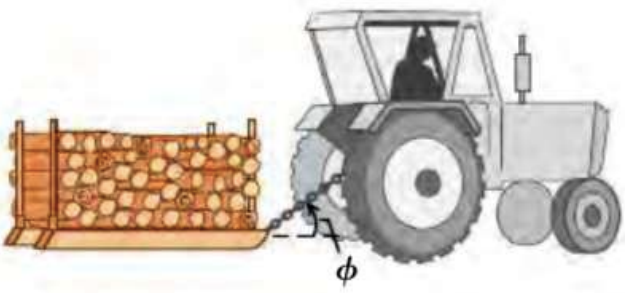
ICTP | Centro Internacional de Física Teórica
SAIFR | Instituto Sul-Americano para Pesquisa Fundamental

MINICURSOS PARA ENSINO MÉDIO

Lista 5 - Trabalho e Energia

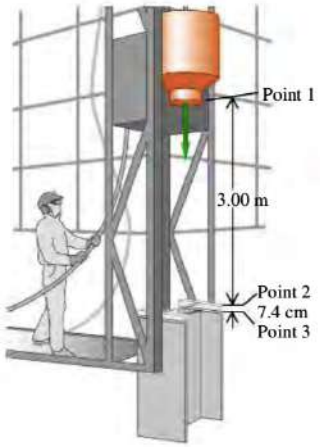
Professor Lucas David

1. Um elétron se move de modo retilíneo com uma velocidade de 8 x 10^7 m/s. Sobre ele agem forças de origem gravitacional, elétrica e magnética. Ao longo de um deslocamento de 2 metros, o trabalho total realizado sobre o elétron é positivo, negativo ou nulo? E quanto aos trabalhos realizados pelas outras forças? Justifique sua resposta.



2. Com a ajuda de um trator, um fazendeiro puxa um trenó carregado de lenha por 20 metros ao longo de uma linha reta. A situação é representada na figura ao lado. O peso total do trenó e sua carga é de 14700 N. O trator exerce sobre o trenó uma força de 5000 N, segundo um ângulo de 37º. Com o movimento do trenó, surge um atrito cinético de oposição de módulo 3500 N. a) Ache o trabalho realizado por cada força em ação sobre o trenó; b) calcule o trabalho total realizado sobre o trenó.

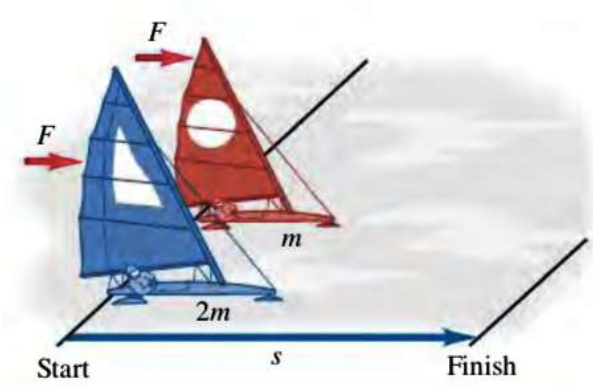
3. Considere o trenó do exercício anterior e os resultados obtidos. Suponha que a velocidade inicial do trenó seja de 2 m/s. Qual será sua velocidade final após percorrer os 20 metros referidos na questão 2?

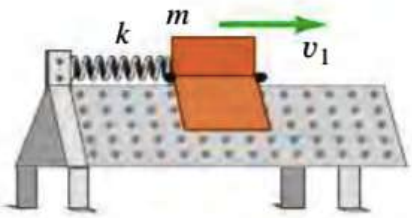


4. A figura ao lado representa um «bate-estacas», equipamento usado na execução da fundação de prédios e obras em geral. A parte principal deste equipamento é um martelo de ferro — em laranja, na figura — cuja massa é de 200 kg. Deseja-se enterrar uma estaca de ferro que está inicialmente 3 metros abaixo do martelo (distância entre os pontos 1 e 2). O martelo é, então, liberado e faz com que a

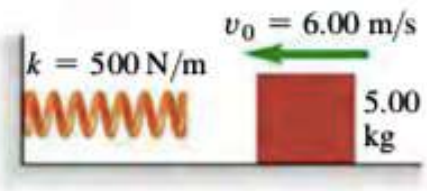
estaca afunde 7,4 cm (chegando ao ponto 3). O trilho vertical por onde se desloca o martelo é tal que exerce sobre ele um atrito de 60 N. a) calcule a velocidade do martelo imediatamente antes de ele acertar a estaca; b) calcule a força média exercida pelo martelo sobre a estaca.

5. A figura abaixo representa dois barcos à vela, de massa *m* e *2m*, sobre o gelo. O atrito entre os barcos e o gelo é desprezível. Os dois barcos estarão sujeitos à mesma força *F,* exercida sobre eles pelo vento do local. Admitindo que ambos os barcos partem do repouso, a) qual dos dois barcos cruza primeiro a linha de chegada? b) qual dos dois barcos terá maior energia cinética?





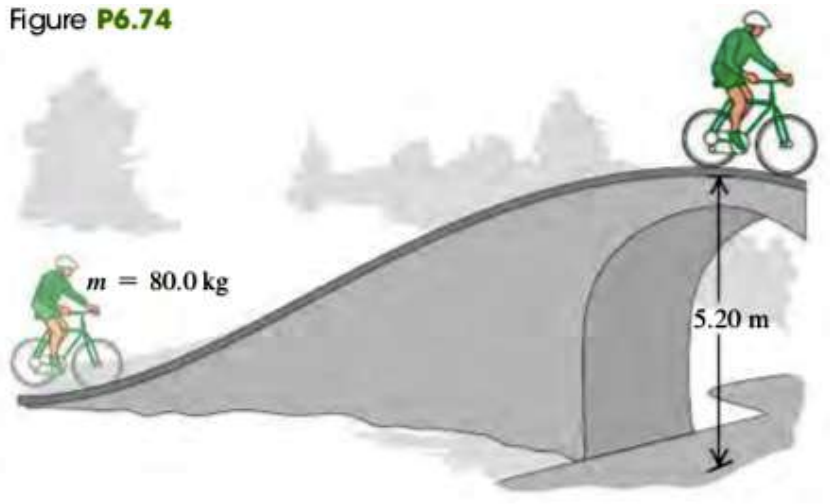
6. A parte cinza da figura ao lado representa o que é conhecido por *Air track,* um aparato usado para estudar movimento sob condições onde o atrito é muito pequeno. Quando o *air track* é acionado, o corpo — em laranja — posto sobre ele pode se mover para frente e para trás quase que livremente, isto é, sem atrito. Quando o *air track* é desligado, o atrito volta a ser não-desprezível. Em uma das extremidades no *air track* há uma mola de constante elástica 20 N/m. A esta mola está preso um corpo de 0,100 kg de massa que se move para a direita com velocidade de 1,5 m/s. Ache a máxima distância percorrida pelo corpo: a) se o *air track* está ligado, de modo que não haja atrito; b) se o *air track* está desligado, de modo que surja um atrito cinético ao qual está associado um coeficiente de atrito cinético de 0,47.



7. O bloco da figura ao lado está prestes a colidir com uma mola de massa desprezível. Desconsiderando o atrito entre a superfície horizontal e o bloco, a) determine o máximo deslocamento da mola; b) se a mola não pode ser comprimida por mais que 0,150 m, qual deve ser o valor máximo de v_0?

8. Na figura abaixo, o sistema formado por ciclista + bicicleta tem massa de 80,0 kg. Na base da ponte, a velocidade deste sistema é de 5,00 m/s; no topo, após ter percorrido uma distância vertical de 5,20 m, a velocidade do sistema é de 1,50 m/s. Ignorando o trabalho realizado por fricção e a ineficiência da bicicleta, a) determine o trabalho total realizado sobre o sistema ciclista+bicicleta da

base até o topo da ponte; b) determine o trabalho realizado pelo ciclista através da força que ele aplica sobre os pedais.

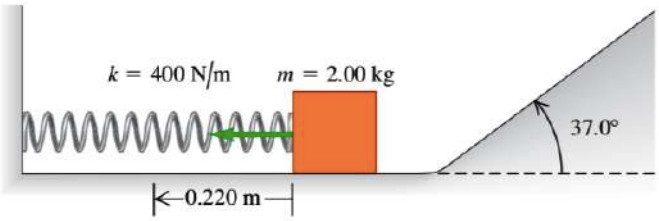


9. Em 27 de dezembro de 2004, astrônomos observaram o maior *flash* de luz de que já se teve notícia fora do sistema solar. O *flash* veio de uma estrela de nêutrons de campo magnético incrivelmente alto, SGR 1806-20, um *Magnetar*. Durante 0,20 s esta estrela emitiu a quantidade de energia emitida pelo Sol nos últimos 250.000 anos. Se *P* é a potência média emitida pelo Sol, qual será, em função de *P*, a potência média emitida por este *magnetar*?

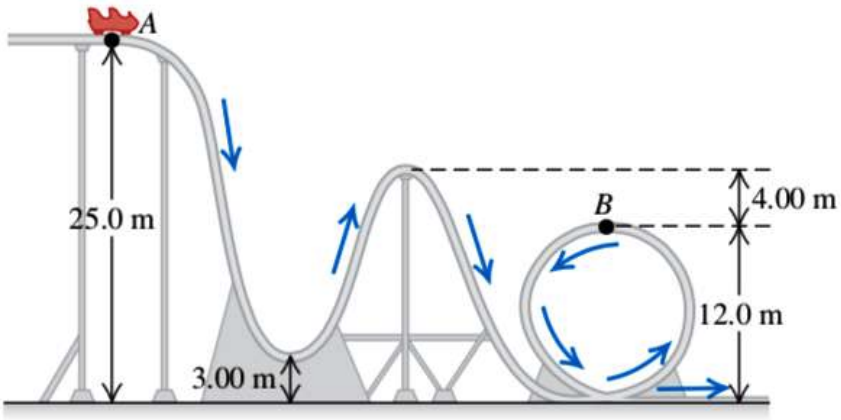
10*. Um próton com massa de $1,67 \times 10^{-27}$ kg is é acelerado a uma velocidade de $3,00 \times 10^{5}$ m/s em direção a um núcleo de urânio distante 5,00 m. O próton é repelido pelo núcleo de urânio com uma força $F = a/x^2$, onde x é a separação entre os dois objetos e a uma constante de valor $2,12 \times 10^{-26}$ $N.m^{2}$. Assuma que o urânio permanece em repouso. a) Qual a velocidade do próton quando ele está a $8,00 \times 10^{-10}$ m do núcleo de urânio? b) À medida que o próton se aproxima do núcleo de urânio, a força repulsiva desacelera o próton até que, momentaneamente, ele para e, então, se distancia do núcleo de urânio. Qual é a mínima distância alcançada pelo próton em relação ao núcleo de urânio? c) Qual a velocidade do próton quando ele está novamente a 5 metros de distância do núcleo de urânio? **Obs: a solução desta questão usa algumas ferramentas de cálculo diferencial e integral.**

11. Um mecanismo será responsável por elevar verticalmente um livro de 500 g de massa. A força exercida pelo mecanismo sobre o livro é de 8 N. a) Calcule a energia cinética e a velocidade do livro após o mecanismo ter exercido sobre ele a força de 8 N por 5 metros; b) Calcule a energia potencial gravitacional do livro após o mecanismo ter exercido sobre ele a força de 8 N por 5 metros; c) Como explicar o surgimento da energia potencial gravitacional em questão? d) Não seria

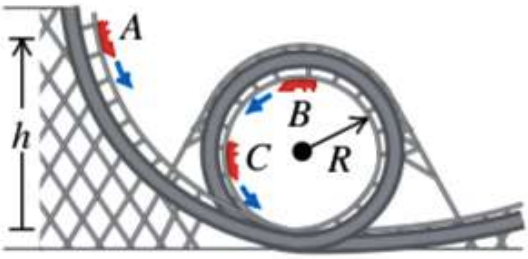
esperado que o trabalho fosse igual à soma das energia cinética e potencial gravitacional? Pense sobre esta questão e forneça uma solução.



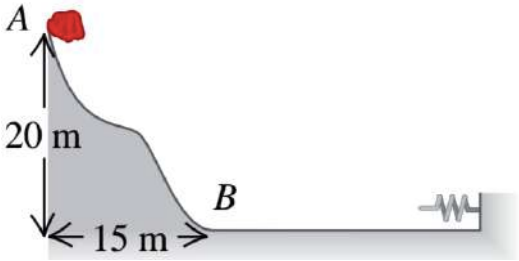
12. Na figura ao lado, um bloco de 2 kg é empurrado contra uma mola de massa desprezível e constante elástica de 400 N/m, comprimindo-a em 0,220 m. Quando o bloco é liberado, ele se move sobre uma superfície horizontal sem atrito e, então, sobe um plano inclinado em 37º, também sem atrito. a) Determine a velocidade com a qual o bloco se move no plano horizontal após se libertar da mola. b) Determine a altura máxima alcançada pelo bloco no plano inclinado.



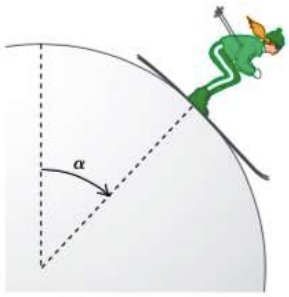
13. Um carrinho de montanha-russa com 350 kg de massa começa a se mover a partir do repouso do ponto A. Ele, então, faz o percurso mostrado na figura ao lado sem perder contato em nenhum momento com os trilhos. O atrito entre os trilhos e o carrinho é desprezado. Determine: a) a velocidade do carrinho no ponto B; b) a força exercida pelo carrinho sobre o trilho no ponto B.



14. A figura ao lado mostra um carrinho de montanha-russa inicialmente em repouso no ponto A. Todo o percurso sobre os trilhos é tal que o atrito é desprezado. a) em função de R, qual deve ser o menor valor de *h* para que o carrinho consiga fazer o *loop* por completo, isto é, sem descolar dos trilhos no ponto *B*? b) se $h = 3{,}5R$ e $R = 20{,}0$ m, calcule a velocidade, aceleração centrípeta e tangencial do carrinho no ponto *C* (localizado em um dos extremos do diâmetro horizontal).

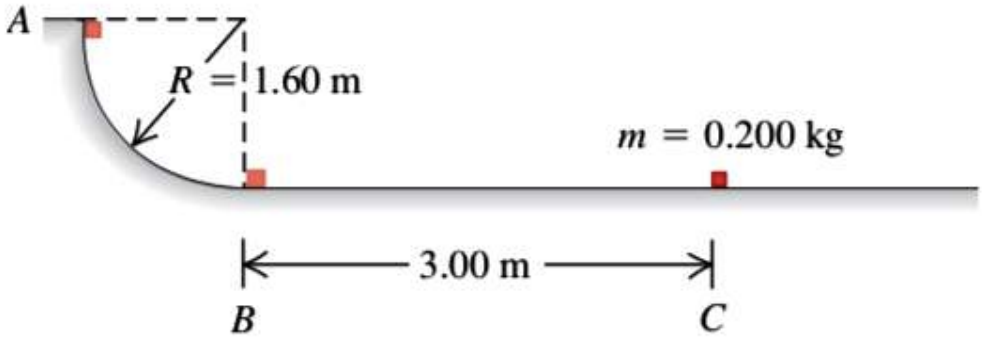


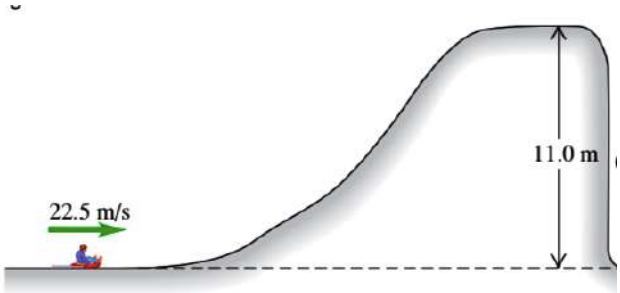
15. Uma pedra de 15,0 kg cai ao longo de uma encosta coberta por neve, deixando o ponto *A* com velocidade de 10,0 m/s. Entre os pontos *A* e *B* não há atrito, mas há atrito a partir do ponto *B*. Ao passar pelo ponto *B* a pedra percorre 100 m desta região com atrito até encontrar uma mola bastante longa, de massa desprezível e constante elástica 2,00 N/m. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre a pedra e o plano horizontal valem, respectivamente, 0,8 e 0,2. a) Qual a velocidade da pedra quando ela atinge o ponto *B*? b) Qual será a máxima compressão da mola? c) Após ser completamente detida pela mola, a pedra vai se movimentar novamente?



16. A figura abaixo mostra uma esquiadora que iniciou seu movimento a partir do topo de uma bola de gelo sem atrito com uma velocidade inicial muito pequena. O ângulo referido na figura é aquele onde a esquiadora perde contato com a bola. Determine este ângulo.

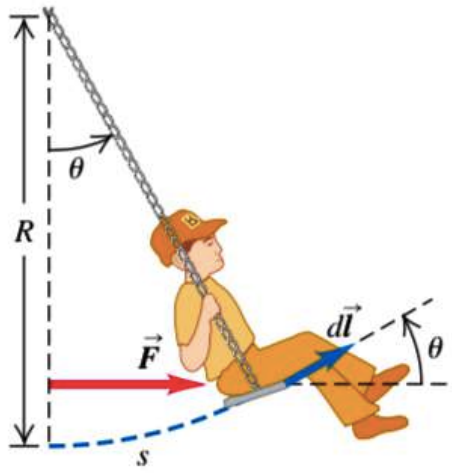
17. Um pequeno objeto de 200 g é abandonado a partir do repouso no ponto A em um percurso que compõe um quarto de círculo de raio 1,60 m. O objeto desliza e chega ao ponto B com velocidade de 4,80 m/s. A partir daí, passa a se movimentar horizontalmente até parar completamente no ponto C. a) Determine o coeficiente de atrito cinético entre o objeto e a superfície horizontal; b) calcule o trabalho realizado pela força de atrito sobre o objeto entre os pontos A e B.





18. O sistema trenó + pessoa da figura ao lado tem massa de 125 kg e se move com velocidade de 22,5 m/s sobre um superfície perfeitamente lisa.

Determine a posição, em relação à elevação de 11,0 m, onde o trenó tocará novamente o solo após atravessar a elevação.



19*. Suponha que, para manter uma criança se balançando de modo mais ou menos contínuo e constante, um adulto exerça uma força variável *F*, conforme mostra a figura. A força *F* parte do valor 0 e cresce gradualmente de forma a manter a criança e o balanço aproximadamente em equilíbrio ao longo de todo o processo. a) Determine o trabalho total realizado sobre a criança; b) Qual o trabalho realizado pela tensão à qual estão submetidas as correntes do balanço? c) Qual o trabalho exercido pelo adulto a empurrar a criança, isto é, o trabalho da força F? Desconsiderar a massa do balanço e das correntes. **Obs: a solução desta questão usa algumas ferramentas de cálculo diferencial e integral.**

20. Uma pulga comum, com cerca de 2,0 mm de comprimento e 0,50 mg de massa, pode chegar a uma altura de 20 cm em um salto simples. a) Desprezando a resistência do ar, calcule a velocidade inicial com a qual a pulga deixa o solo; b) Calcule a energia cinética da pulga quando ela deixa o solo e sua energia cinética por quilograma de massa; c) Se uma pessoa de 65 kg de massa e 2,0 m de altura pudesse pular na mesma proporção altura-do-animal/altura-alcançada da pulga, qual seria a altura alcançada e qual seria a velocidade de saída do solo? d) Na realidade, pouquíssimos humanos conseguem alcançar uma altura maior que 60 cm quando pulam. Qual é a energia cinética por quilograma de massa para uma pessoa de 65 kg que consegue pular essa altura? e) de qual forma a pulga armazena a energia que a permite pular tão alto?