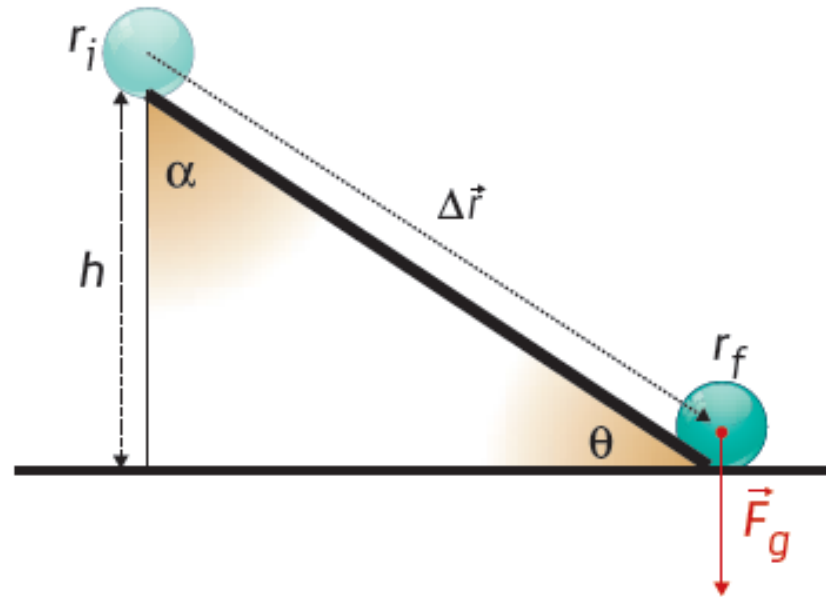




Sumário

- Forças conservativas e não conservativas.
- Exercícios.

Trabalho realizado pelo peso



$$W_{\vec{F}_g} = m g h$$

Trabalho potente

PESO COMO FORÇA CONSERVATIVA

O peso é uma força conservativa pois apresenta um trabalho independente da trajetória e nulo num percurso fechado.



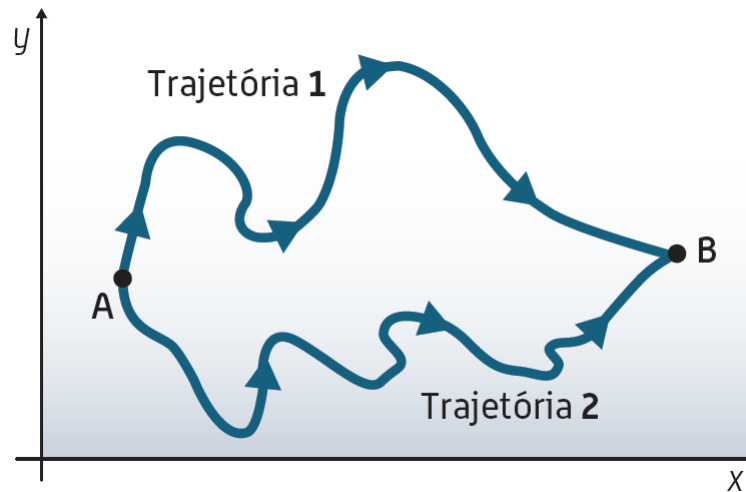
Subida de montanha através de teleférico e descida pela pista de esqui na Serra da Estrela.

$$W_{\vec{F}_g, total} = W_{\vec{F}_g, subida} + W_{\vec{F}_g, descida} = 0 \text{ J}$$

FORÇAS CONSERVATIVAS E FORÇAS NÃO CONSERVATIVAS

FORÇA CONSERVATIVA

Força cujo trabalho realizado, para mover uma partícula entre duas posições, é independente da trajetória do movimento e nulo se essa trajetória for fechada.



O trabalho realizado por uma força conservativa é o mesmo nas duas trajetórias.

FORÇA NÃO CONSERVATIVA

Força cujo trabalho realizado numa trajetória fechada é não nulo.



O trabalho realizado por uma **força não conservativa** sobre uma partícula que se move entre duas posições **depende da trajetória** descrita pela partícula.

Exemplos de forças não conservativas:

- A resistência do ar
- A força de atrito

O **trabalho de forças não conservativas**, como a resistência do ar e/ou a força de atrito, **é sempre negativo**.



A **energia mecânica diminui** e, por isso, estas forças dizem-se dissipativas, pois provocam a dissipação de energia no sistema onde atuam.



A energia dissipada por ação de forças não conservativas do tipo dissipativas é simétrica do trabalho realizado por essas forças.

CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA

Quando num sistema mecânico atuam apenas forças conservativas, há **conservação da energia mecânica do sistema**, ocorrendo apenas a transformação de energia potencial gravítica em energia cinética e vice-versa.

$$\Delta E_m = 0$$

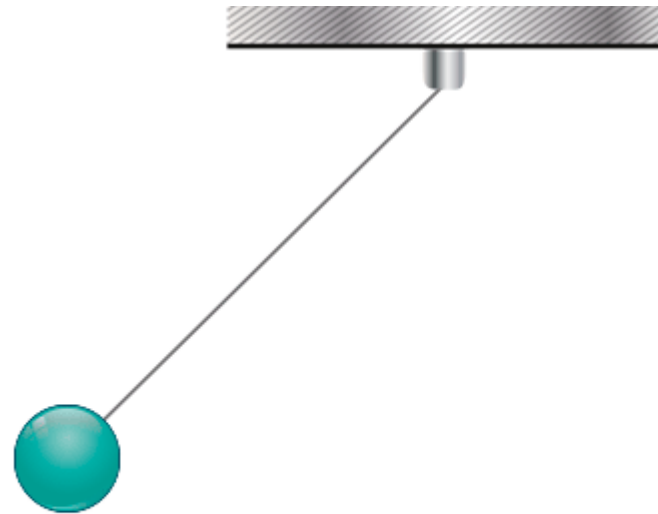
$E_m = \text{constante}$ (não há dissipação de energia)

$$E_{m,i} = E_{m,f}$$

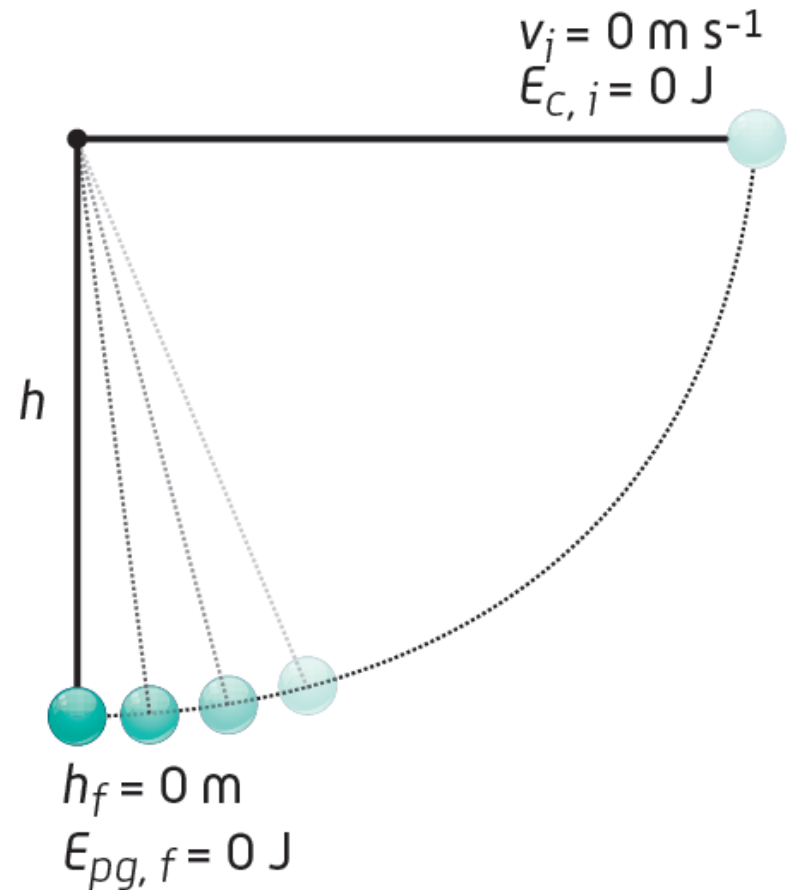
Ao largar o pêndulo, inicialmente em repouso, de uma altura h :

- à medida que cai, a energia potencial gravítica é convertida em energia cinética e a velocidade aumenta;

- quando o pêndulo sobe, a velocidade diminui com a altura e a energia cinética converte-se em energia potencial gravítica.

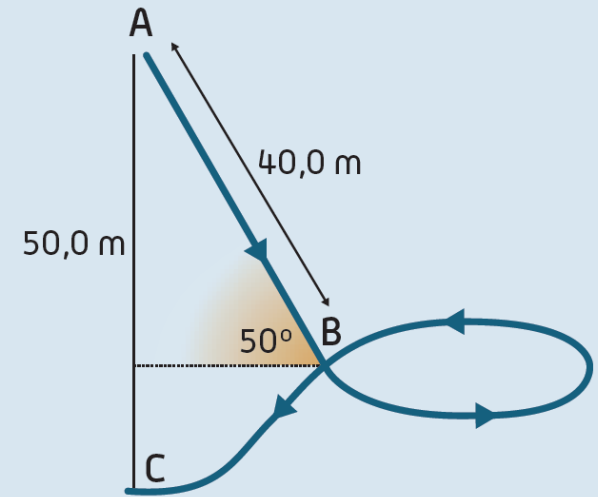


Havendo conservação da energia mecânica, a altura atingida pelo pêndulo será igual à altura de onde foi largado.



Exercício

Num parque de diversões existe uma montanha russa, cuja parte do perfil se encontra esquematizado na figura. O Pedro percorreu esse percurso dentro de um carro, sendo a massa do conjunto carro + pessoa 240 kg. Considere o atrito desprezável.



- 1.** Determine o trabalho realizado pelo peso do conjunto carro + pessoa no percurso total.
- 2.** Calcule o trabalho realizado pelo peso do conjunto carro + pessoa no percurso de A a B.

Proposta de resolução

1.

$$W_{\vec{F}_g} = - \Delta E_{pg}$$

$$\Delta E_{pg} = E_{pg,f} - E_{pg,i} \implies \Delta E_{pg} = m g (h_c - h_A) \iff \Delta E_{pg} = 240 \times 10 \times (0 - 50,0) = - 1,20 \times 10^5 \text{ J}$$

$$W_{\vec{F}_g} = 1,20 \times 10^5 \text{ J}$$

2.

$$W_{\vec{F}_g} = F_g \Delta r \cos \alpha$$

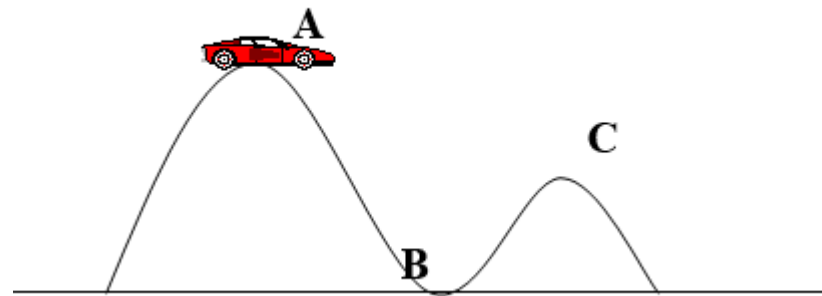
$$\alpha = 90^\circ - 50^\circ = 40^\circ$$

$$W_{\vec{F}_g} = 240 \times 10 \times 40,0 \times \cos 40^\circ = 7,35 \times 10^4 \text{ J}$$

Exercício

- Um corpo cai, livremente, de uma altura h relativamente ao solo. Desprezando todas as forças dissipativas, deduz a expressão para a velocidade com que o corpo atinge o solo.

Numa montanha russa, um carrinho, de massa 200Kg, é abandonado do repouso do ponto A, que se encontra a 10m de altura relativamente ao solo. Considerando o atrito desprezável. No ponto C, a altura é de 6m.



Calcula:

1 – O valor da velocidade do corpo, quando passa em B. **R:** 14.1ms^{-1}

2 – a energia cinética do carrinho em C. **R:** 8000J

3 – A altura a que o corpo se encontra, quando a sua velocidade é de 5ms^{-1} .

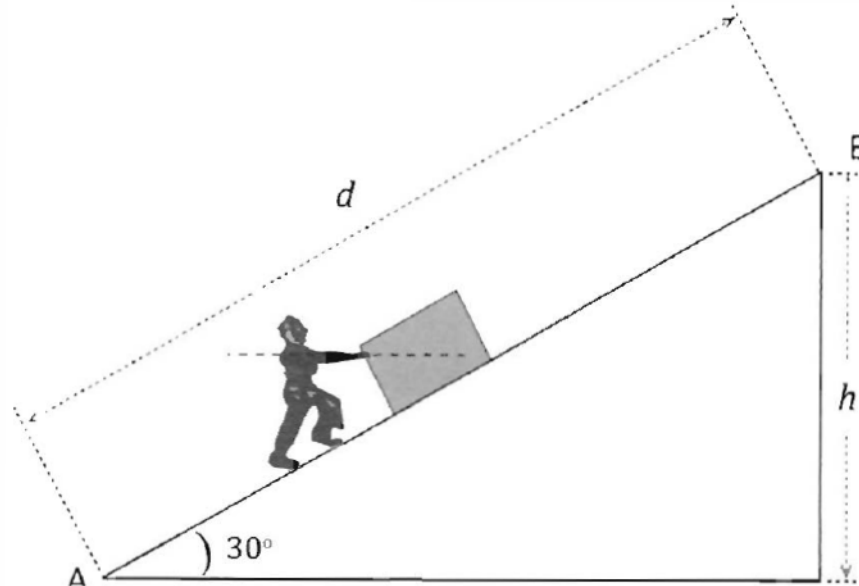
R: 8.78m

4 – O desnível entre A e o ponto onde a energia potencial gravítica é de 16000J. **R:** 2m

Exercício de exame nacional

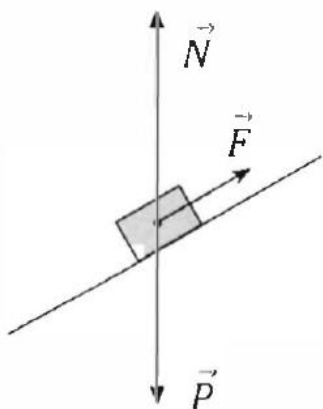
Um rapaz empurra, exercendo uma força de intensidade constante e de direção horizontal, um bloco, de massa m , entre as posições A e B do plano inclinado representado na figura.

Considere desprezável o atrito entre o bloco e o plano.

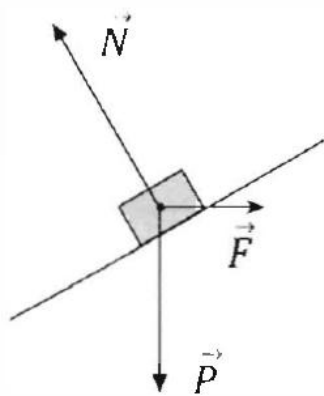


Qual é o diagrama que melhor representa as forças aplicadas no centro de massa do bloco?

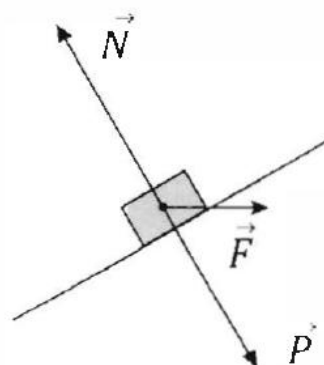
(A)



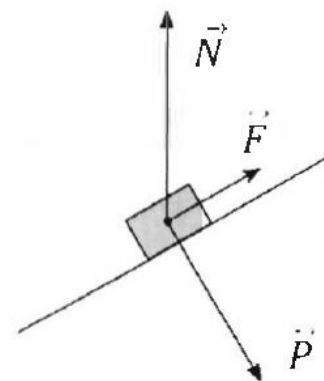
(B)



(C)



(D)



Qual das expressões seguintes permite calcular o trabalho realizado pelo peso do bloco, \vec{P} , no deslocamento entre as posições A e B?

(A) $W_{\vec{P}} = -m g h \cos 30^\circ$

(B) $W_{\vec{P}} = -m g d \cos 30^\circ$

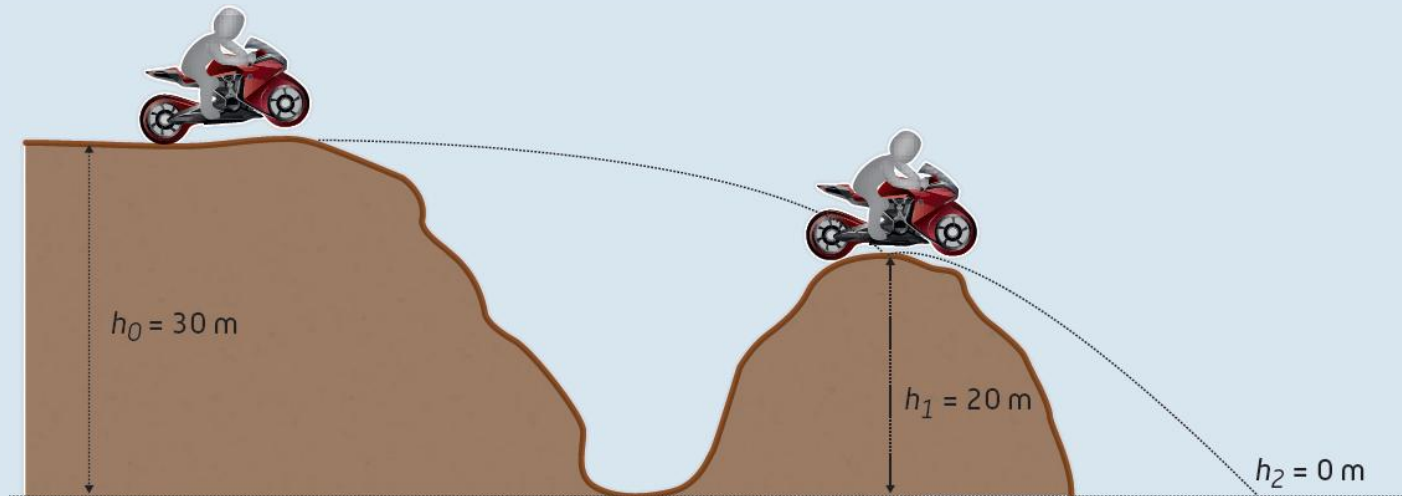
(C) $W_{\vec{P}} = -m g d$

(D) $W_{\vec{P}} = -m g h$

Exercício

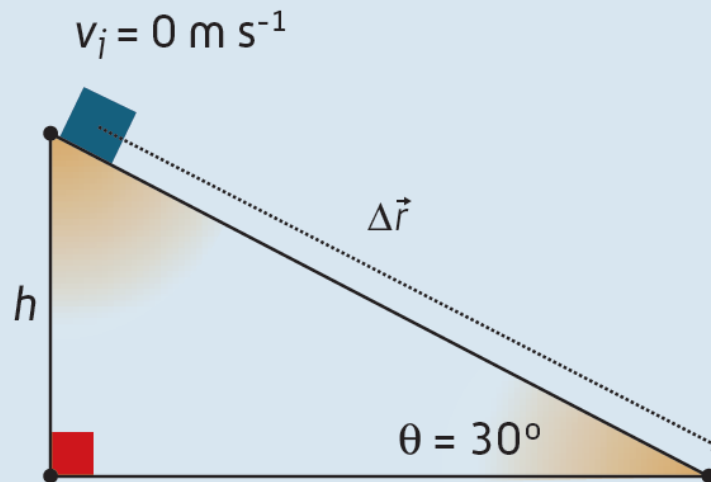
Um motociclista salta um vale descrevendo a trajetória apresentada na figura. Desprezando a resistência do ar e considerando a massa do conjunto motociclista + mota igual a 270 kg, calcule:

- o valor da velocidade da mota quando esta atinge o solo ($h_2 = 0$ m), sabendo que passou em h_1 com velocidade de 55 km h^{-1} .
- o trabalho realizado pelo peso durante todo o movimento.
- a velocidade com que iniciou o movimento, considerando que atinge o solo com uma velocidade de 25 m s^{-1} .



Exercício proposto

Um corpo de massa $6,0 \text{ kg}$ é largado do topo de um plano inclinado e atinge a base do plano com velocidade $v = 12 \text{ m s}^{-1}$, tal como representado na figura.



Considere desprezável a ação de forças não conservativas.

1. Determine a altura do plano inclinado.
2. Qual foi o valor do deslocamento do corpo ao longo do plano inclinado?

VARIAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA

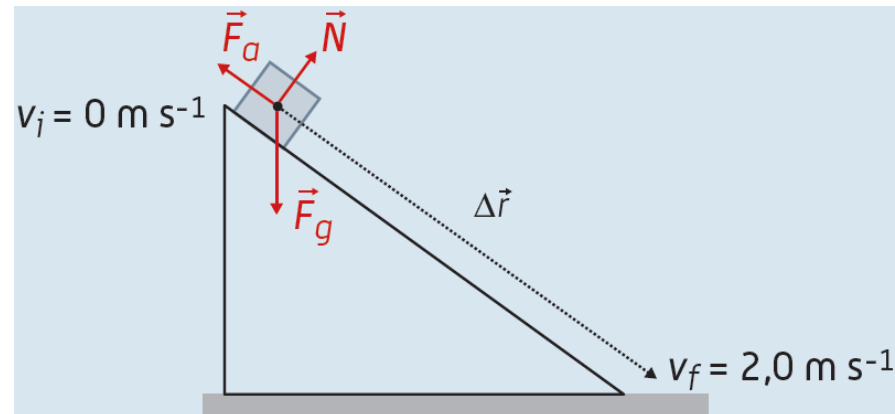
O trabalho efetuado pelas forças não conservativas sobre um sistema é igual à variação da sua energia mecânica.

$$W_{\vec{F}_{\text{não conservativas}}} = \Delta E_m$$

Exercício resolvido

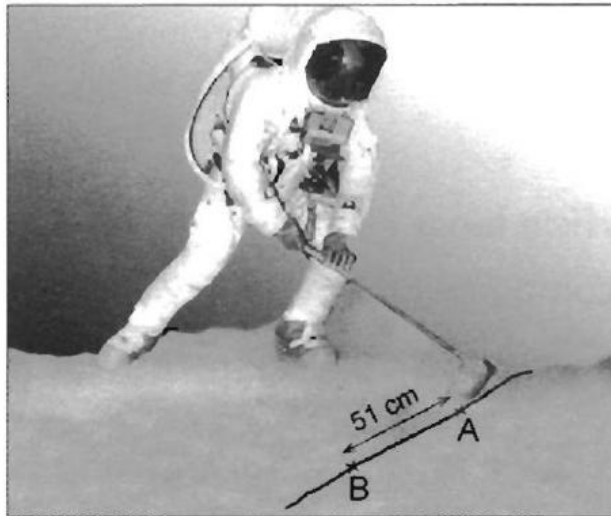
Uma caixa de massa 400 kg é retirada de um caminhão através de uma rampa de inclinação 10%. Sabendo que partiu do repouso e chegou ao fim da rampa, de comprimento 6,0 m, com a velocidade de $2,0 \text{ m s}^{-1}$, determine:

- a energia dissipada por ação da força de atrito que atua na caixa.
- a intensidade da força de atrito que atuou na caixa.



Exercício de exame 2

Para recolher amostras na superfície lunar, os astronautas usaram um utensílio de cabo extensível, tal como representado na figura. Imagine que, quando um dos astronautas tentou recolher uma amostra, de massa 200 g, esta deslizou, inadvertidamente, numa zona onde o solo era inclinado, passando na posição A com uma velocidade de módulo $0,50 \text{ m s}^{-1}$ e parando na posição B, tendo percorrido 51 cm entre estas posições.



Nesse percurso, a energia potencial gravítica do sistema *amostra* + *Lua* diminuiu $8,16 \times 10^{-2} \text{ J}$.

Calcule a intensidade da força de atrito que atuou sobre a amostra no percurso considerado, admitindo que aquela se manteve constante.

Apresente todas as etapas de resolução.

