

Aula 07

*Trabalho, potência, energias e
centro de massa.*

Prof. Vinícius Fulconi

Sumário

1- Introdução	4
2- Trabalho	5
2.1- Trabalho de força constante	5
2.1.1- Sinais do Trabalho	6
2.2- Análise gráfica do trabalho	9
2.3- Trabalho de forças especiais	15
2.3.1- Trabalho da Força Peso	15
2.3.2- Trabalho da Força Elástica	16
2.4- Teorema da energia cinética	17
3- Potência	21
3.1- Potência média	21
3.1.1- Relação entre Potência e velocidade	23
3.2- Potência Instantânea	23
3.3- Análise do gráfico Potência x Tempo	24
3.4- Rendimento	26
4- Energia	28
4.1- Energia Cinética	28
4.2- Energia potencial gravitacional	30
4.3- Energia potencial elástica	32
4.4- Energia mecânica	33
4.4.1- Sistemas conservativos	33
4.4.2- Teorema da energia mecânica	34
Dados os conceitos acima estudados, o teorema da energia mecânica pode ser assim enunciado:	34
5- Centro de massa	41
5.1- Posição do centro de massa	41
5.2- Velocidade do centro de massa	42
5.3- Aceleração do centro de massa	43
Lista de Questões	46



Gabarito	65
Lista de Questões Resolvidas e Comentadas	66
Considerações Finais.....	97
Referências.....	98



1- Introdução

Nessa aula estudaremos mais sobre um substrato essencial para a vida na terra: a **energia**. Esse elemento e suas transferências estão presentes no funcionamento de usinas hidrelétricas, no funcionamento de máquinas como os automóveis, e até mesmo na locomoção diária do homem com os seus próprios pés.

Dessa forma, a transferência de Energia também se mostra muito importante e, nesse capítulo, trataremos dessa mudança por meio de forças e deslocamentos, denominando-se **trabalho**.

Logo, apresentaremos todas as relações entre esses conceitos e fecharemos o estudo com a análise do **centro de massa**.

Vamos começar? 😊



2- Trabalho

Nesse tópico veremos então a transferência de energia de modo mecânico, ou seja, faz-se necessário uma força (\vec{F}) e um deslocamento (\vec{d}) para que essa mudança ocorra. Será mostrado então como é feito o cálculo desse trabalho para cada caso dos diversos pares de \vec{F} e \vec{d} .

2.1- Trabalho de força constante

No caso em que, sobre um corpo, haja uma força constante \vec{F} (módulo, direção e sentido inalteráveis) e então ele se mova sobre uma trajetória na qual seu deslocamento vetorial é dado por um \vec{d} :

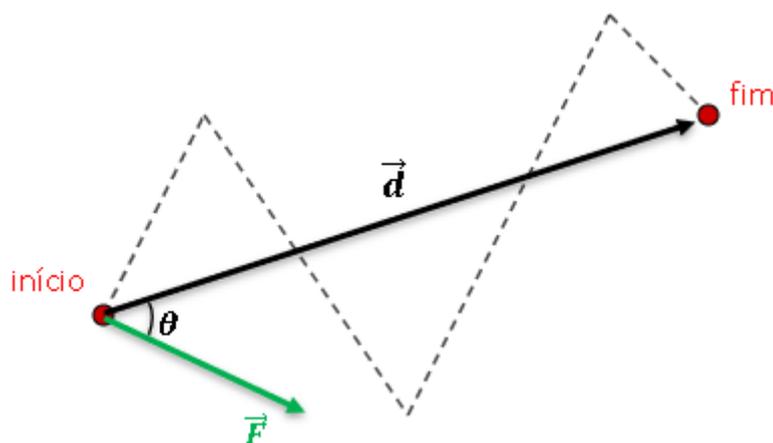


Figura 1: Trajetória do corpo

E seja θ o ângulo entre os vetores \vec{F} e \vec{d} , temos que o trabalho dessa força é dado por:

$$\tau = |\vec{F}| |\vec{d}| \cos\theta$$

ESCLARECENDO!



Observação Importante:

- O vetor \vec{d} tem origem no início da trajetória e extremo final ao fim do trajeto.
- A unidade do trabalho é dada em joules (J)

2.1.1- Sinais do Trabalho

- No caso em que temos $0 \leq \theta < 90^\circ$, pela trigonometria, $\cos\theta > 0$. Dessa forma teremos um trabalho positivo ($\tau > 0$), que chamamos de trabalho motor. Em suma, neste caso, teremos uma força que “ajuda” o deslocamento.

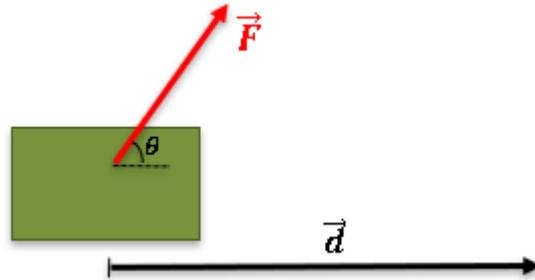


Figura 2: Diagrama de forças

Temos que nos atentar para a situação em que $\theta = 0^\circ$, pois assim $\cos\theta = 1$ e trabalho então se faz o **máximo possível**. Isso ocorre quando força e deslocamento tem mesma direção e sentido.

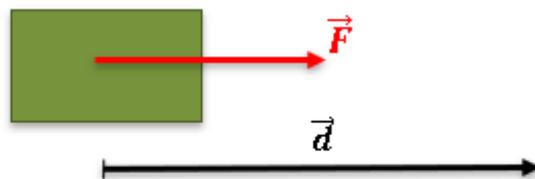


Figura 3: Diagrama de forças

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos 0^\circ$$

$$\tau = F \cdot d$$

- No caso em que temos $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$, pela trigonometria sabemos que $\cos\theta < 0$. Dessa forma, teremos um trabalho negativo ($\tau < 0$), que chamamos de trabalho resistente. Em suma, neste caso, teremos uma força que “atrapalha” o deslocamento.

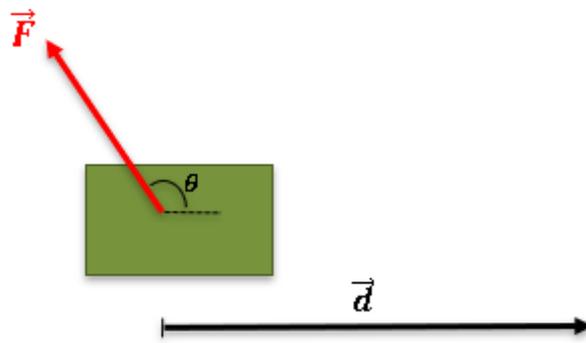


Figura 4: Diagrama de forças

Para a situação em que $\theta = 180^\circ$, $\cos\theta = -1$. Então força e deslocamento têm direções iguais porém sentidos distintos

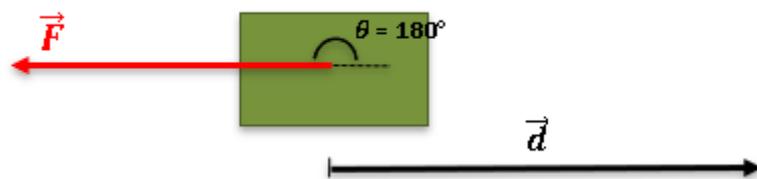


Figura 5: Diagrama de forças

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos 180^\circ$$

$$\tau = -F \cdot d$$

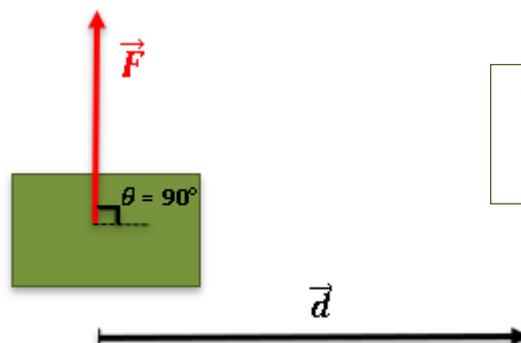
Observação Importante:

Para o caso em que $\theta = 90^\circ$:

$$\cos\theta = 0$$

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos\theta = 0$$

Ou seja, o **trabalho é nulo** quando **forças são perpendiculares ao deslocamento**.

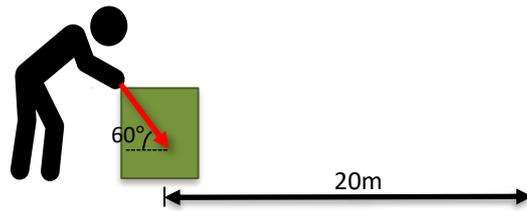


$$\tau = F \cdot d \cdot \cos 90^\circ$$

$$\tau = 0$$

Figura 6: Diagrama de forças

Exemplo 1: Um homem empurra uma caixa com velocidade constante durante 20m. Nesse trajeto, a força exercida pelo operador faz um ângulo de 60° com a horizontal. Se o módulo da força vale 50N, qual o trabalho exercido pelo homem? (Desconsidere eventuais forças de atrito)



Comentário:

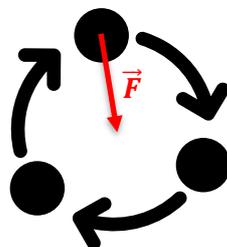
Para calcularmos o trabalho nessa situação, como todos os dados foram fornecidos, podemos aplicar a fórmula:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

$$\tau = 50 \cdot 20 \cdot \frac{1}{2}$$

$$\tau = 500J$$

Exemplo 2: Uma esfera presa por um fio repousa em uma superfície lisa e horizontal. Uma pessoa, segurando pela outra extremidade do fio, faz o objeto girar em círculos na superfície em que se encontra, como na figura a seguir:



Sendo \vec{F} a força que o operador impulsiona no fio para que haja o movimento circular, qual é o trabalho dessa força?

Comentário:

Dado que o movimento é circular, a força \vec{F} é, pela figura, a força centrípeta resultante. Dessa forma, como nesse tipo de movimento a força centrípeta é sempre perpendicular a trajetória, então o ângulo entre eles é dado por $\theta = 90^\circ$. O que traduz em um trabalho NULO, como foi visto na teoria.

2.2- Análise gráfica do trabalho

Após calculado algebricamente, será que o valor do trabalho poderia ser obtido por outro meio? Analisemos o seguinte gráfico do movimento de um corpo:

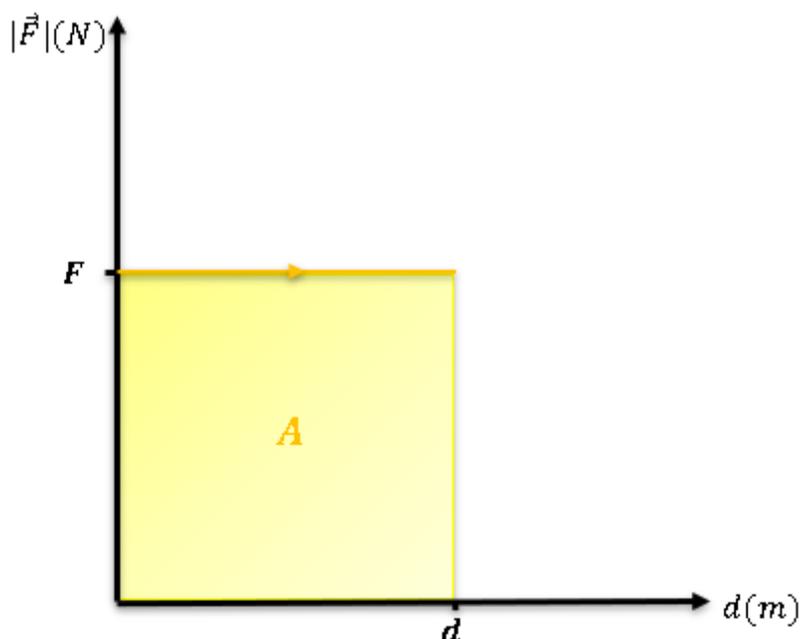


Figura 7: Gráfico da força versus distância

Para o cálculo da área contido sob a linha temos:

$$A = F \cdot (d - 0)$$

$$A = F \cdot d$$

Portanto, a área do gráfico se iguala ao trabalho da força.

No entanto, a facilidade geométrica para o cálculo da área nem sempre é a mesma que a desse gráfico retangular. Ainda assim, é possível provar que a área em baixo das linhas do gráfico ($F \times d$), quando a força é paralela ao deslocamento do objeto, é sempre igual ao módulo do trabalho. A demonstração dessa igualdade foge ao escopo desse curso.

$$A = |\tau|$$

Nos resta então analisarmos o sinal do trabalho calculado graficamente:

- Quando F tem o mesmo sinal que o deslocamento: $\tau > 0$
- Quando F tem sinal oposto ao do deslocamento: $\tau < 0$

Vejamos alguns exemplos:

Exemplo a):

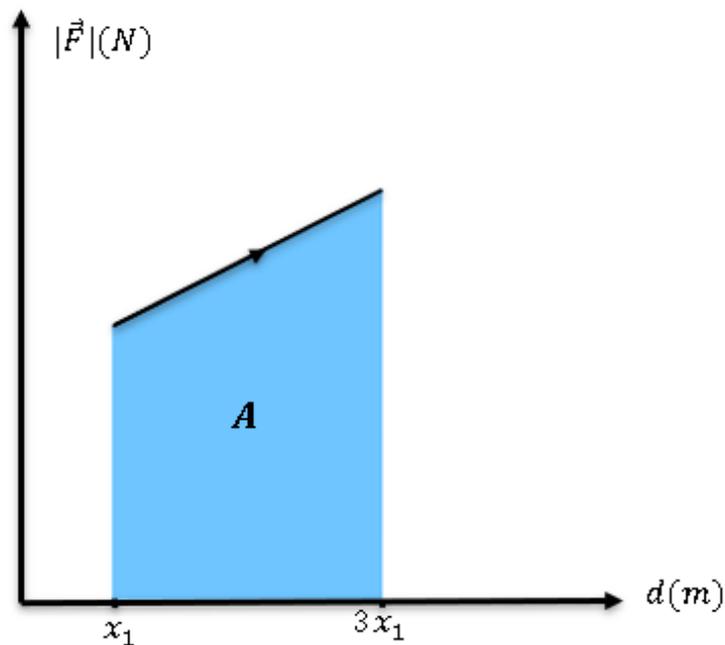


Figura 8: Trabalho positivo

Nesse caso $F > 0$ e o deslocamento é dado por:

$$d = 3x_1 - x_1$$

$$d = 2x_1$$

$$d > 0$$

Logo, o trabalho é positivo: $\tau = +A$

Exemplo b):

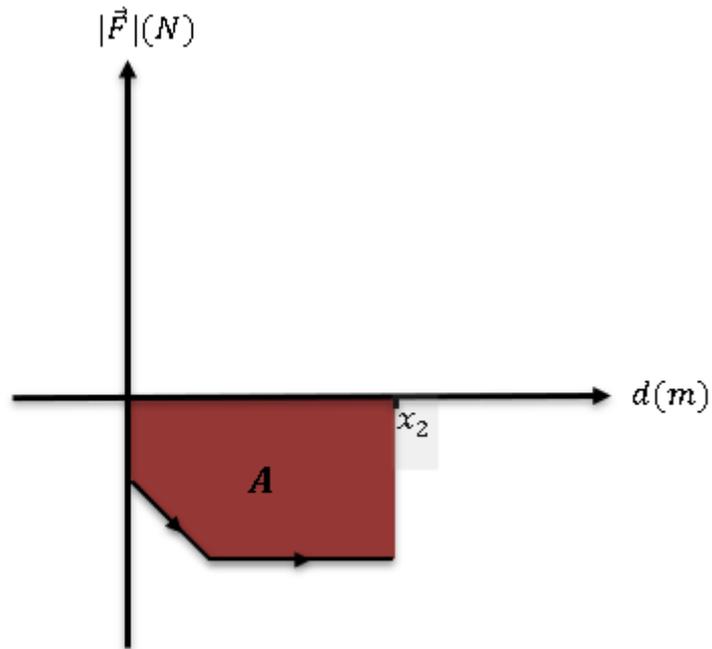


Figura 9: Trabalho negativo

Nesse caso $F < 0$ e o deslocamento é dado por:

$$d = x_2 - 0$$

$$d = x_2 > 0$$

Portanto nesse caso o trabalho é negativo: $\tau = -A$

Exemplo c):

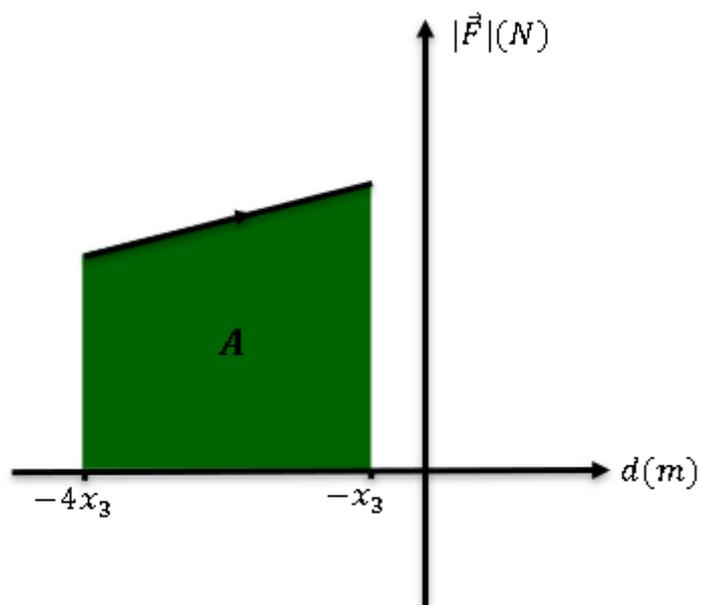


Figura 10: Trabalho negativo

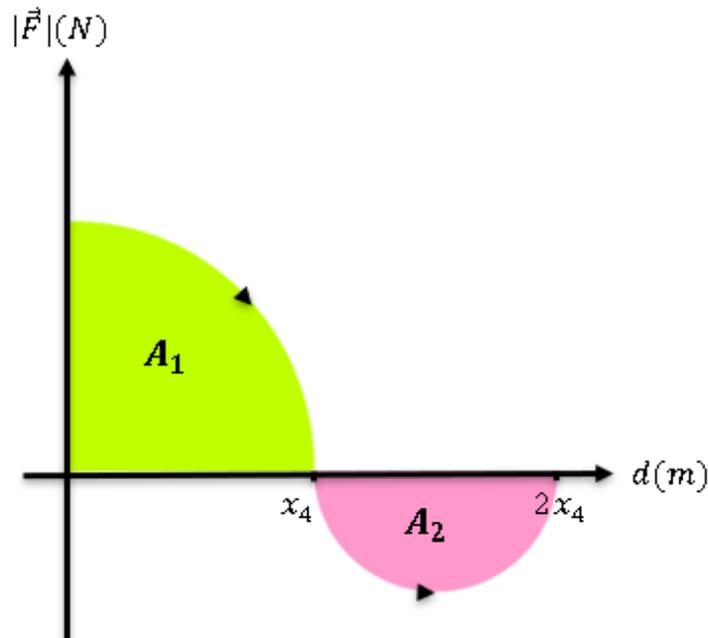
Nesse caso $F > 0$ e o deslocamento é dado por:

$$d = -4x_3 - (-x_3)$$

$$d = -3x_3 < 0$$

Portanto, nesse caso o trabalho é negativo: $\tau = -A$

Exemplo d):



Nesse caso, como há parte de F positiva e parte de F negativa, dividimos a análise em duas partes e depois somamos, ou seja:

i) Para o deslocamento de 0 à x_4 :

F é positivo e o deslocamento também é ($d = x_4 > 0$). Portanto, nessa parte o trabalho é positivo

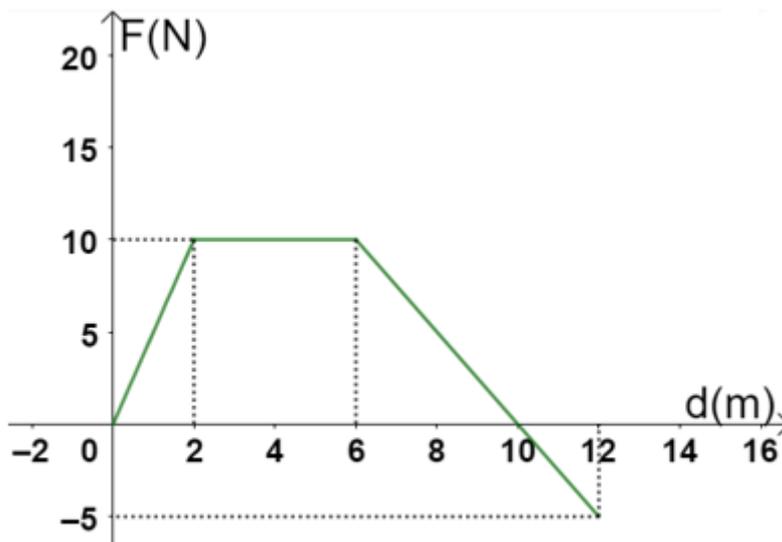
$$\tau_1 = +A_1$$

ii) Para o deslocamento de x_4 à $2x_4$: F é negativo e o deslocamento é positivo ($d = 2x_4 > 0$).

Portanto, nessa parte o trabalho é negativo: $\tau_2 = -A_2$

Logo, o trabalho total calculado a partir do gráfico é dado por: $\tau = +A_1 + (-A_2) = A_1 - A_2$.

Exemplo 3: Uma força \vec{F} paralela ao solo, movimenta uma partícula horizontalmente. A intensidade da força em função do deslocamento é dada por:



Calcule o trabalho da força para os seguintes deslocamentos:

- de $d=0$ até $d=2\text{m}$
- de $d=2\text{m}$ até $d=6\text{m}$
- de $d=6\text{m}$ até $d=10\text{m}$
- de $d=10\text{m}$ até $d=12\text{m}$
- de $d=0$ até $d=10\text{m}$
- de $d=0$ até $d=12\text{m}$

Comentários:

Como temos um gráfico da força em função do deslocamento, podemos admitir que para todos esses intervalos:

$$|\tau| = \text{área}$$

a) Sabendo que nesse intervalo força e deslocamento têm os mesmos sinais (positivo) e que a área em questão é dada por um triângulo de base 2 e altura 10, temos:

$$\tau = \frac{10 \cdot 2}{2}$$

$$\tau = 10 \text{ J}$$

b) Nesse intervalo força e deslocamento também têm o mesmo sinal (positivo) e a área em questão é dada por um retângulo de base 4 e altura 10:



$$\tau = 10 \cdot 4 = 40 \text{ J}$$

c) O intervalo em questão possui força e deslocamento com mesmo sinal (positivo) e sua área é dada por um triângulo de base 4 e altura 10:

$$\tau = \frac{10 \cdot 4}{2}$$

$$\tau = 20 \text{ J}$$

d) Sabendo que nesse intervalo a força tem sinal negativo e o deslocamento tem sinal positivo, o trabalho é dado por:

$$\tau = -\frac{2 \cdot 5}{2}$$

$$\tau = -5 \text{ J}$$

e) Como o trabalho solicitado é a soma dos trabalhos das letras a, b e c, então:

$$\tau = 10 + 40 + 20$$

$$\tau = 70 \text{ J}$$

f) Como o trabalho solicitado é a soma dos trabalhos das letras a, b, c e d, temos:

$$\tau = 10 + 40 + 20 - 5$$

$$\tau = 65 \text{ J}$$

2.3- Trabalho de forças especiais

2.3.1- Trabalho da Força Peso

Dada a seguinte situação:

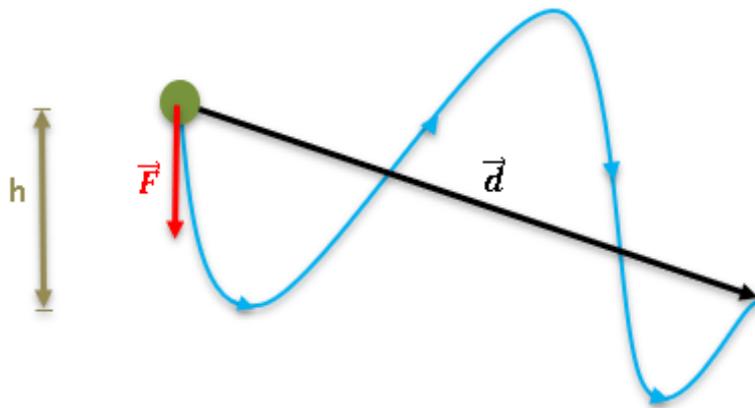
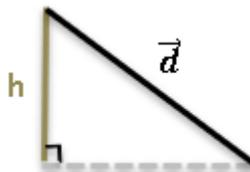


Figura 11: Diagrama da força peso

Para o cálculo do trabalho da força Peso (\vec{P}) temos:

$$\tau = P \cdot d \cdot \cos\theta$$

Mas, de acordo com a geometria da figura:



$$h = d \cdot \cos\theta$$

Logo:

$$\tau = P \cdot h$$

$$\tau_P = m \cdot g \cdot h$$

Dessa forma, concluímos que, para o trabalho da força peso, a trajetória não se faz relevante.

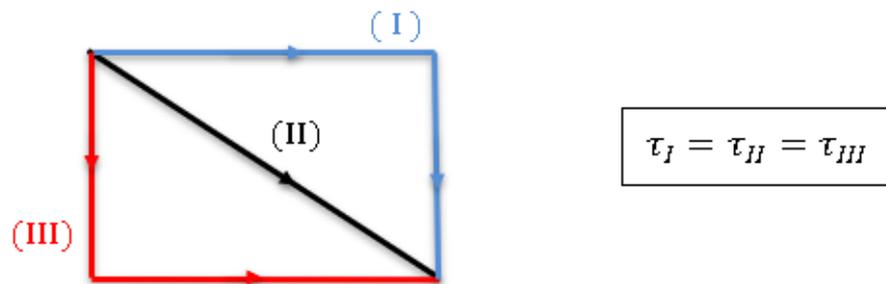


Figura 12: Diagrama dos caminhos

2.3.2- Trabalho da Força Elástica

Dada uma mola em seu estado de equilíbrio, ao comprimir ou esticar esse objeto por um comprimento de Δx , a força que ela impulsiona é dada por:

$$F = K \cdot \Delta x$$

Onde (K) é a constante elástica da mola a qual indica a rigidez desse objeto.

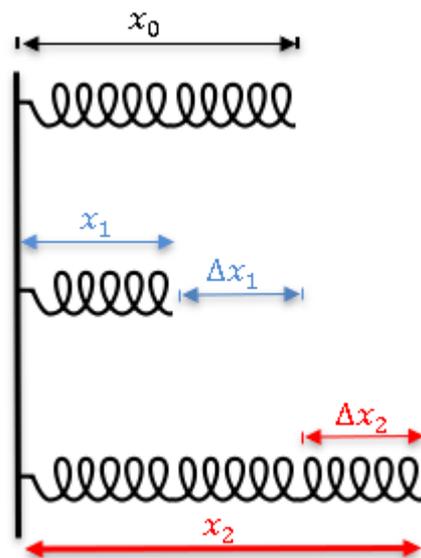


Figura 13: Deformação da mola

Para o cálculo do trabalho da força elástica pelo método gráfico temos:

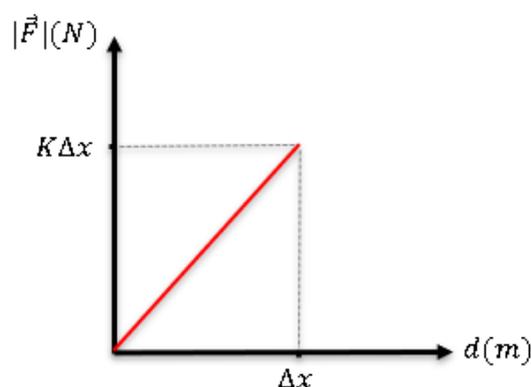


Figura 14: Trabalho da força elástica

Dessa forma:

$$\tau = \frac{1}{2} \cdot \Delta x \cdot K \Delta x$$

$$|\tau_{Elast.}| = \frac{1}{2} \cdot K \Delta x^2$$

O que nos leva a conclusão de que, para a força elástica, o trabalho também independe da trajetória da aplicação da força.

2.4- Teorema da energia cinética

A um corpo de massa (m) que possui velocidade (v) atribuímos uma grandeza escalar chamada energia cinética (E_c) que é dada por:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

A demonstração dessa fórmula estudaremos em um posterior tópico.

Assim sendo, o teorema que nomeia esse tópico relaciona a variação da energia cinética com o trabalho total, tanto das forças internas quanto das forças externas que agem sobre o corpo em estudo. Ele é então assim enunciado:

$$\tau_{total} = \Delta E_c$$



Sendo ($\Delta E_c = E_{c,f} - E_{c,i}$) a variação da energia cinética, ou seja, energia cinética final subtraída da energia cinética inicial.

O trabalho total pode ser subdividido em trabalhos de cada uma das N forças que agem no corpo:

$$\tau_{total} = \tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_N$$

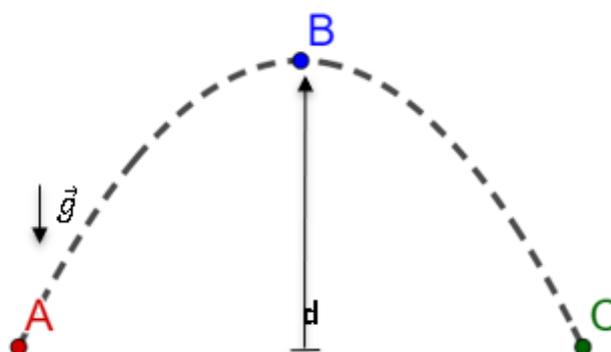
Dessa forma:

$$\tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_N = \Delta E_c$$

Observação Importante:

Esse teorema, da forma que aqui enunciamos, só pode ser aplicado a um corpo de cada vez, não podendo então ser usado para um sistema de corpos.

Exemplo 4: Uma partícula de massa (m) é lançada de forma oblíqua a partir do ponto A e percorre a seguinte trajetória:



Sendo (g) o módulo da gravidade local, responda:

- Qual o trabalho da força peso entre os pontos A e B?
- Qual o trabalho da força peso entre os pontos B e C?
- Qual o trabalho da força peso entre os pontos A e C?

Comentários:

a) Como, nesse trecho a força peso aponta para baixo e a trajetória é direcionada para cima, temos que o trabalho se faz negativo:

$$\tau_p = -mgd$$

b) Nesse trecho, tanto a força peso, quanto a trajetória têm ambas mesma direção e sentido, portanto:

$$\tau_p = mgd$$

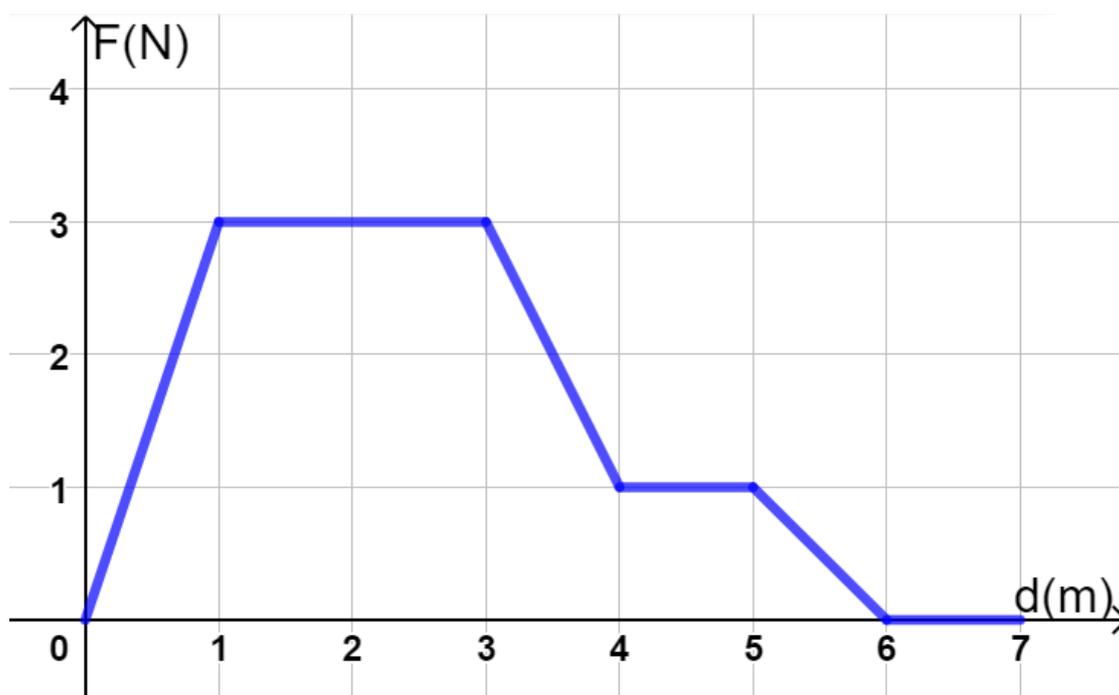
c) Como a trajetória de A até C é a soma da trajetória de A até B com a de B até C, logo, o trabalho da força peso neste item é a soma dos trabalhos dos itens anteriores, portanto:

$$\tau_p = -mgd + mgd$$

$$\tau_p = 0$$

O que faz sentido lógico pois, a partícula inicia sua trajetória e a termina no mesmo nível e, como para o trabalho da força peso não importa a trajetória mas sim os pontos inicial e final do trecho em análise, é correto que o trabalho seja nulo.

Exemplo 5: Uma partícula de massa $m = (2/11)$ mg está submetida a uma única força (\vec{F}) de módulo variável com o seu deslocamento como se vê no gráfico a seguir:



Dessa forma, responda:

- Qual o valor do trabalho da força (F) de $d = 0$ à $d = 4$ m?
- Qual a velocidade da partícula em $d = 7$ m, sabendo que em $d = 0$ ela estava em repouso?



Comentários:

a) Para o cálculo do trabalho podemos utilizar a área do gráfico abaixo da linha no trajeto indicado:

$$\tau = \frac{1 \cdot 3}{2} + 2 \cdot 3 + \frac{(1+3) \cdot 1}{2}$$

$$\tau = 1,5 + 6 + 2$$

$$\tau = 9,5 \text{ J}$$

b) Para o cálculo da velocidade podemos utilizar o teorema da energia cinética:

$$\tau_{total} = \Delta E_c$$

Mas, para isso, é necessário saber o trabalho total do trajeto, desde $d=0$ até $d=7\text{m}$:

$$\tau_{total} = \text{área total do gráfico}$$

$$\tau_{total} = 9,5 + 1 + \frac{1 \cdot 1}{2}$$

$$\tau_{total} = 11 \text{ J}$$

Logo:

$$\tau_{total} = E_{c,f} - E_{c,i}$$

Como no início a partícula estava em repouso, sua energia cinética era nula nesse instante:

$$\tau_{total} = \frac{m \cdot v_f^2}{2} - 0$$

$$11 = \frac{\frac{2}{11} \cdot 10^{-6} \cdot v_f^2}{2}$$

$$v_f = 11 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

3- Potência

Muitas vezes é preciso saber em quanto tempo se dá a transferência de energia de certo sistema. Nesse contexto, recaímos sobre o estudo da potência.

3.1- Potência média

A potência média é dada pelo quociente entre a energia transferida (ΔE) e o intervalo de tempo (Δt) em que ocorreu essa transferência:

$$P_m = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

Como, muitas vezes, a energia transferida é por meio do trabalho, então temos também que:

$$P_m = \frac{\tau}{\Delta t}$$

A unidade de potência é dada usualmente por:

$$[P_m] = \frac{\text{joule (J)}}{\text{segundo (s)}} = \text{watt (W)}$$

Lembrando que, há outras medidas de potência:

$$1 \text{ cavalo-vapor (cv)} \cong 735,5 \text{ W}$$

$$1 \text{ horse-power (HP)} \cong 745,6 \text{ W}$$



Exemplo 6: Uma mulher de 70kg precisa subir uma escada, em seu edifício, que possui 20 degraus. Se cada degrau possui 15cm de altura, responda:

- a) Qual o trabalho da força peso da mulher ao subir totalmente as escadas? (Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$)
- b) Se a mulher sobe as escadas em 20s ela se cansa mais do que quando sobe em 30s. Qual a explicação física para isso?

Comentários:

- a) Para o cálculo da altura total do deslocamento:

$$h = 20 \cdot 0,15 = 3\text{m}$$

Portanto, o trabalho é dado por:

$$\tau = -70 \cdot 10 \cdot 3$$

$$\tau = -2100 \text{ J}$$

O sinal se faz negativo pelo fato de que a força peso aponta para baixo e o deslocamento da mulher se faz para cima.

- b) Quando a mulher se desloca em 20s sua potência é dada por:

$$P = \frac{|\tau|}{\Delta t}$$

$$P = \frac{2100}{20}$$

$$P = 105\text{W}$$

Mas quando ela se desloca em 30s sua potência é dada por:

$$P = \frac{|\tau|}{\Delta t}$$

$$P = \frac{2100}{30}$$

$$P = 70\text{W}$$



Portanto, devido a essa diferença de potência que se exige do organismo da mulher, quanto maior a potência exigida, maior o cansaço ao subir as escadas.

3.1.1- Relação entre Potência e velocidade

Imagine a situação em que um corpo é deslocado em uma distância (\vec{d}) por uma **força constante** (\vec{F}). Como já foi visto, seu trabalho é dado por:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

Assim sendo, podemos escrever a potência média desse deslocamento como:

$$P_m = \frac{\tau}{\Delta t}$$

$$P_m = \frac{F \cdot d \cdot \cos\theta}{\Delta t}$$

Mas, sendo v_m a velocidade média do trajeto:

$$\frac{d}{\Delta t} = v_m$$

Então:

$$P_m = F \cdot v_m \cdot \cos\theta$$

Dessa forma podemos relacionar a velocidade média de um corpo com sua potência média.

3.2- Potência Instantânea



No tópico anterior calculamos a potência média em função de sua velocidade média. No entanto, caso nos fosse pedido para calcular a potência de um objeto em um instante específico de sua trajetória como procederíamos?

Nesse caso, tomada a fórmula adquirida a pouco:

$$P_m = F \cdot v_m \cdot \cos\theta$$

Utilizando ferramentas não necessárias para nosso estudo agora, podemos obter a seguinte fórmula para que, em um momento em que o Δt de tempo seja muito pequeno, tendendo a zero, a potência seja instantânea (P):

$$P = F \cdot v \cdot \cos\theta$$

Onde v é a velocidade instantânea do objeto.

Ademais, a potência instantânea também pode ser calculada por:

$$P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} P_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\tau}{\Delta t}$$

CURIOSIDADE



3.3- Análise do gráfico Potência x Tempo

Imagine a situação em que a potência de uma força seja constante com o tempo. Transformando isso em um gráfico teremos:

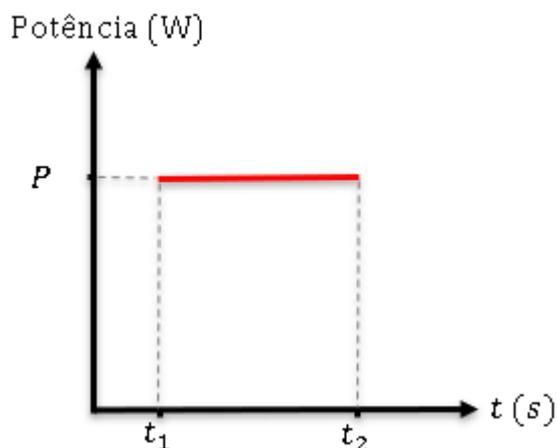


Figura 15: Potência

No cálculo da área desse gráfico temos:

$$A = P \cdot (t_2 - t_1)$$

$$A = P \cdot \Delta t$$

Mas, como já foi visto:

$$P = \frac{\tau}{\Delta t}$$

Então:

$$A = \frac{\tau}{\Delta t} \cdot \Delta t$$

$$A = \tau$$

Embora esse resultado tenha sido obtido a partir de um caso específico, essa igualdade é válida para qualquer outro caso, ainda que a potência não seja constante. Como, por exemplo:

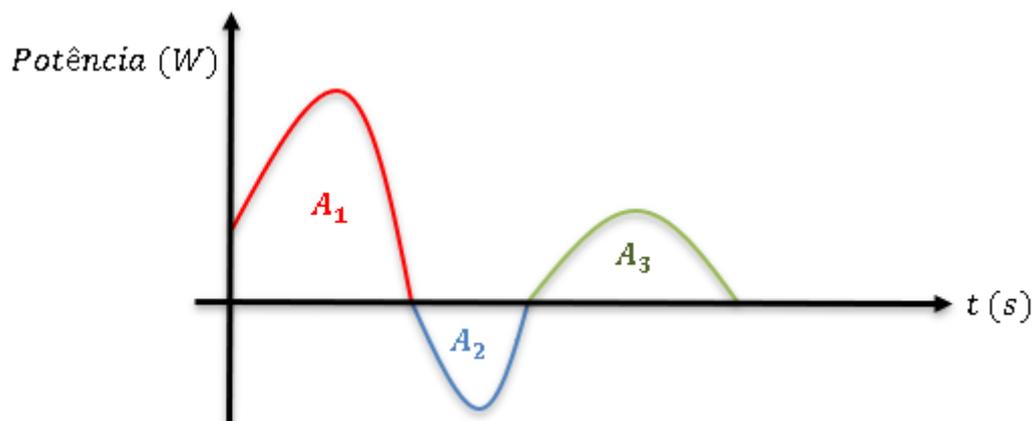


Figura 16: Potência em função do tempo

Pelo gráfico temos que:

$$\tau = A_1 + A_2 + A_3$$

3.4- Rendimento

Para um sistema real há sempre perdas nas trocas de energia. Dessa forma, no cotidiano, gostamos de saber qual é a real quantidade de energia que temos disponível, ou seja, conhecer o rendimento é essencial.

Nesse contexto, podemos definir o rendimento (η) como a razão entre a energia útil e a energia total que se disponibiliza. Como foi visto que a potência é dada pela variação de energia no tempo, utilizaremos a razão de potências para o cálculo do rendimento nesse tópico:

$$\eta = \frac{P_u}{P_t}$$

Onde (P_u) é a potência útil e (P_t) é a potência total do sistema.

Dado que trabalhamos com sistemas na qual a conservação da energia é válida, temos o seguinte fluxo:

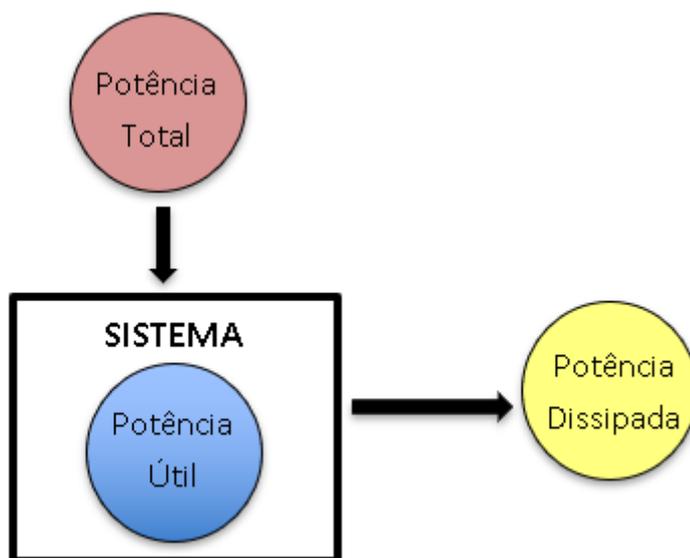


Figura 17: Diagrama da potência

Dessa forma, tem-se:

$$P_t = P_u + P_d$$

$$P_u = P_t - P_d$$

Portanto:

$$\eta = \frac{P_t - P_d}{P_t}$$

$$\eta = 1 - \frac{P_d}{P_t}$$

Como, no mundo real, a potência dissipada nunca é nula, pois todo sistema tem perdas, o rendimento nunca chega em 100%.

Exemplo 7: Um automóvel com massa total de 1ton sobe uma rampa com inclinação de 30° com velocidade constante e igual a 10m/s. Se as forças de atrito que atuam sobre o carro têm modulo igual a 20% do peso do carro, responda:

a) Qual o módulo da força motriz que aciona o carro?

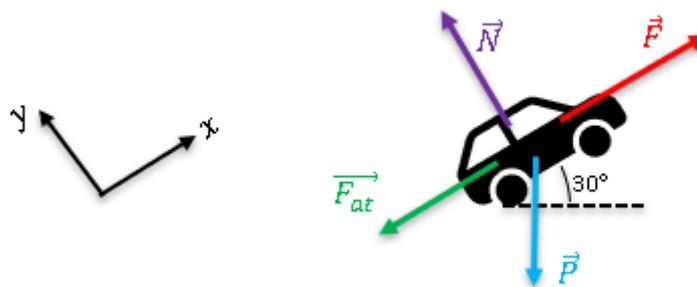
b) Qual a potência útil do carro?

c) Se a potência total do carro é igual a 100.000 W, qual o rendimento desse automóvel?

(Dado que $g = 10\text{m/s}^2$)

Comentários:

a) Dado o esquema de forças que atuam sobre o carro:



Decompondo as forças nos eixos indicados e como a velocidade é constante, no eixo x temos equilíbrio de forças que é dado por:

$$F = P \sin 30^\circ + F_{at}$$

Mas temos que do enunciado:

$$F_{at} = 0,2P$$

Então:

$$F = P \sin 30^\circ + 0,2P$$

$$F = 0,5P + 0,2P$$

$$F = 0,7P$$

$$F = 0,7 \cdot 1000 \cdot 10$$

$$F = 7000N$$

b) A potência útil do carro pode ser calculada por:

$$P_u = F \cdot v \cdot \cos\theta$$

$$P_u = 7000 \cdot 10 \cdot 1$$

$$P_u = 70000 W$$

c) Dado que o rendimento é calculado da seguinte forma:

$$\eta = \frac{P_u}{P_t}$$

$$\eta = \frac{70000}{100000}$$

$$\eta = 0,7 = 70\%$$

4- Energia

4.1- Energia Cinética

Como já visto superficialmente em tópicos anteriores, a energia cinética é aquela que está relacionada ao movimento:





Figura 18: Energia cinética

Para esse corpo, a energia do seu movimento, ou seja, sua energia cinética é dada por:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Para a demonstração dessa fórmula, podemos imaginar a seguinte situação: um carro, ao partir do repouso, se move com aceleração constante (a) e, ao percorrer uma distância (S), sua velocidade atinge a marca de (v) m/s. Logo:

$$\begin{aligned} \tau_{total} &= \Delta E_c \\ F \cdot S &= E_{c,f} - E_{c,i} \\ F \cdot S &= E_{c,f} - 0 \\ F \cdot S &= E_{c,f} \quad (\text{Eq. 1}) \end{aligned}$$

Pela equação de Torricelli:

$$\begin{aligned} v_f^2 &= v_i^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta d \\ v^2 &= 0 + 2 \cdot a \cdot S \\ S &= \frac{v^2}{2 \cdot a} \quad (\text{Eq. 2}) \end{aligned}$$

Com as equações 1 e 2 temos:

$$F \cdot \frac{v^2}{2 \cdot a} = E_{c,f} \quad (\text{Eq. 3})$$

Pela segunda Lei de Newton:

$$F = m \cdot a \quad (\text{Eq. 4})$$

Com as equações 3 e 4, temos:

$$m \cdot a \cdot \frac{v^2}{2 \cdot a} = E_{c,f}$$

$$E_{c,f} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Observações Importantes:

- Veja que a energia cinética nunca é negativa, mas pode ser nula (caso $v = 0$).
- A energia cinética de um corpo é relativa pois depende do referencial no qual se mede a velocidade.

4.2- Energia potencial gravitacional

A energia potencial gravitacional é aquela armazenada por um corpo que está inserido em um campo gravitacional.

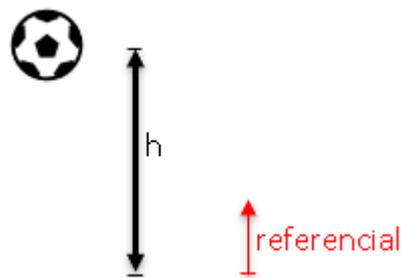


Figura 19: Referência

Dado um referencial e sendo (h) a distância do centro de massa do corpo de massa (m) até essa referência, sua energia potencial gravitacional será dada por:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Sejam A, B e C três pontos colineares do espaço como na figura a seguir. O ponto B equidista de A e de C, sendo essa distância igual a (d).

Primeiramente coloquemos o referencial no ponto A, com o eixo positivo apontando para cima:

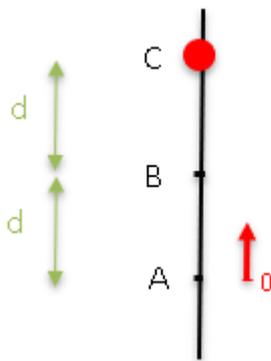


Figura 20: Energia potencial e referencia

Seja m um corpo que se encontra em C e move-se para B. Nesse caso, as energias potenciais inicial, final e a variação da energia potencial dessa massa são dadas por:

$$E_{P,i} = 2mgd$$

$$E_{P,f} = mgd$$

$$\Delta E_P = -mgd$$

Agora, colocando o referencial no ponto C, com o eixo positivo apontado para baixo:

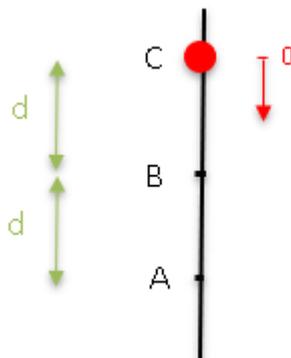


Figura 21: Energia potencial e referencia

Seja m um corpo que se encontra em C e move-se para B. Nesse caso, as energias potenciais inicial, final e a variação da energia potencial dessa massa são dadas por:

$$E_{P,i} = 0$$

$$E_{P,f} = -mgd$$

$$\Delta E_P = -mgd$$

Dessa forma, podemos concluir algo **muito importante**:

A energia potencial gravitacional muda de acordo com o referencial escolhido, porém a variação da energia potencial gravitacional é a mesma em todos os referenciais.



Relacionando o que vimos em tópicos anteriores com o que foi visto agora, temos um resultado **muito importante**:

$$\tau_P = -\Delta E_P$$

Em palavras temos que: o trabalho da força peso é igual a variação da energia potencial gravitacional multiplicada por -1.

4.3- Energia potencial elástica

A energia potencial elástica é aquela adquirida por uma mola de constante elástica (K) ao ser esticada ou comprimida de um Δx :

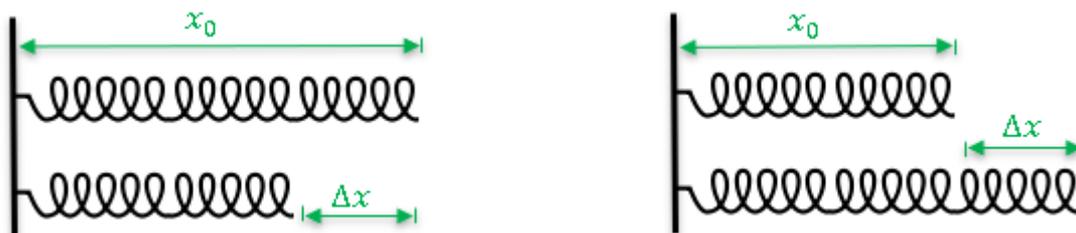


Figura 22: Elongação da mola

Sendo ($E_{elas.}$) a energia potencial elástica, então:

$$E_{elas.} = \frac{K \cdot \Delta x^2}{2}$$

A energia potencial elástica, portanto, nunca é negativa, mas pode ser nula caso $\Delta x = 0$.

Essa energia depende do quadrado da deformação da mola e, portanto, pode ser escrita num gráfico de $E_{elas.}$ em função de Δx que será dado por uma parábola:

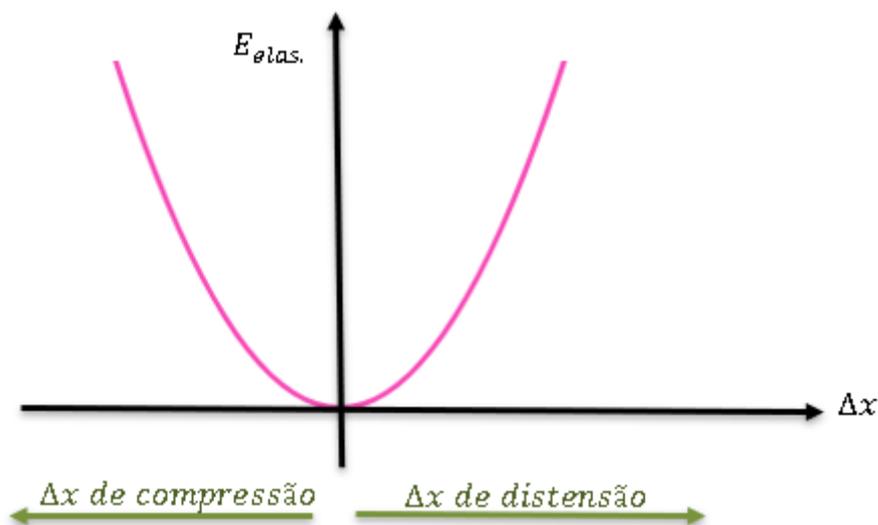


Figura 23: Gráfico da força elástica

Relacionando o que vimos em tópicos anteriores com o que foi visto agora, temos um resultado **muito importante**:

$$\tau_{elás.} = -\Delta E_{elás.}$$

Em palavras temos que: o trabalho da força elástica é igual a variação da energia potencial elástica multiplicada por -1.

4.4- Energia mecânica

Energia mecânica, embora comecemos outro tópico para a abordar, não é nenhuma novidade em nosso estudo. Chamamos de energia mecânica a soma das energias cinética e potenciais de um sistema. Referimo-nos a energias potenciais as energias potenciais elástica e gravitacional de um corpo.

$$E_{mecânica} = E_{cinética} + E_{elás.} + E_P$$

4.4.1- Sistemas conservativos

Um sistema é dito conservativo se ele não é afetado por trabalhos de forças dissipativas. Exemplos de forças dissipativas são: força de atrito e força de resistência do ar, ou seja, forças que transformem a energia acumulada no sistema em energia dissipada.

Em outras palavras, um sistema conservativo é aquele no qual a energia trocada é somente entre cinética e potenciais. Nesse sistema só atuam trabalhos de forças conservativas como: força peso e força elástica.

Atente-se que em um sistema conservativo podem atuar forças dissipativas, mas o trabalho realizado por essas forças tem que ser nulo.

Como exemplo, imagine o sistema constituído por uma esfera que desce uma rampa sem atrito:



Figura 24: Sistema conservativo

Sob a esfera atuam duas forças: a força peso (\vec{P}) e a força normal (\vec{N}) que a rampa exerce no corpo. A força peso é uma força conservativa, no entanto a força normal não é. Entretanto o sistema é conservativo pois o trabalho realizado por esta última força é nulo, dado que ela é perpendicular ao deslocamento da esfera.

4.4.2- Teorema da energia mecânica

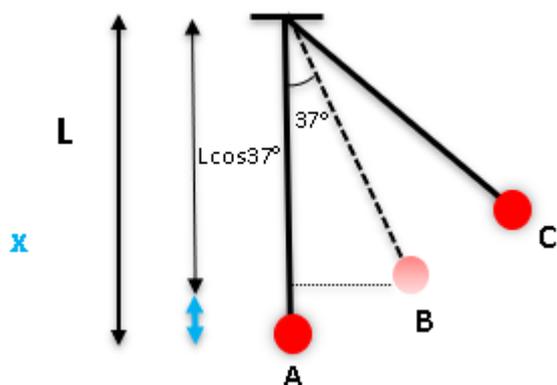
Dados os conceitos acima estudados, o teorema da energia mecânica pode ser assim enunciado:

Em um sistema conservativo, a energia mecânica é constante.

Em outras palavras, dado um sistema conservativo que passe por uma transformação, a energia mecânica inicial é igual a energia mecânica final:

$$E_{mecânica,i} = E_{mecânica,f}$$



Exemplo 8:

A um pêndulo preso ao teto como na figura acima é presa uma esfera. No ponto A a esfera é solta com uma velocidade $v = 6\text{ m/s}$. Sabendo que a esfera tem massa $m = 50\text{ g}$ e o comprimento do fio é dado por $L = 2\text{ m}$, determine:

- Qual a máxima altura partindo do ponto A, alcançada pela esfera?
- Qual a altura, partindo do ponto A, alcançada pela esfera quando esta tem metade de sua velocidade inicial?
- Qual a velocidade da esfera quando o pêndulo formar um ângulo de 37° com a vertical?

(Dado $g = 10\text{ m/s}^2$ e $\cos 37^\circ = 0,8$)

Comentários:

a) Para que a esfera atinja sua altura máxima, toda a sua energia cinética tem que ter se transformado em energia potencial gravitacional, logo:

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

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = mgh$$

$$\frac{v^2}{2} = gh$$

$$\frac{36}{2} = 10h$$

$$h = 1,8\text{ m}$$

b) De forma semelhante, temos a conservação da energia mecânica, mas no ponto final a energia cinética não é nula pois o corpo ainda possui metade da velocidade inicial:

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

$$\frac{m \cdot v_i^2}{2} = mgh + \frac{m \cdot v_f^2}{2}$$

$$v_i^2 = 2gh + \frac{v_f^2}{4}$$

$$\frac{3 \cdot v_i^2}{4} = 2gh$$

$$27 = 20h$$

$$h = 1,35\text{m}$$

c) Novamente, utilizaremos a conservação da energia mecânica. De acordo com a figura do enunciado, a altura X para que as exigências sejam cumpridas é dada por $X = L - L\cos 37^\circ$. Logo:

$$\frac{m \cdot v_i^2}{2} = mgx + \frac{m \cdot v_f^2}{2}$$

$$v_i^2 = 2gL(1 - \cos 37^\circ) + v_f^2$$

$$36 = 2 \cdot 10 \cdot (1 - 0,8) + v_f^2$$

$$36 = 4 + v_f^2$$

$$v_f = \sqrt{32} \text{ m/s}$$

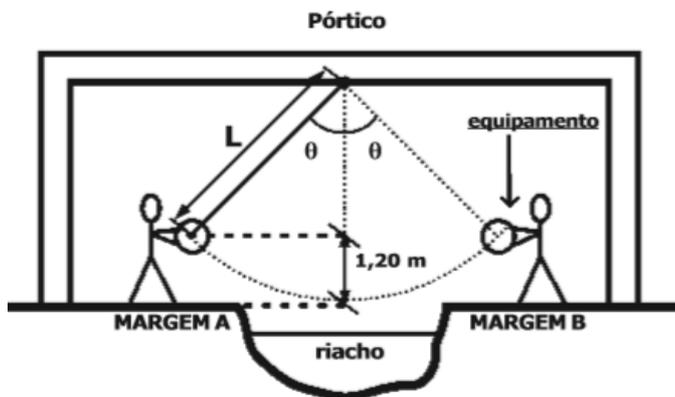
Agora, veremos alguns exemplos que caíram na prova da **ESPCEX !!!**

Exemplo 9: (ESPCEX)

Um operário, na margem A de um riacho, quer enviar um equipamento de peso 500 N para outro operário na margem B. Para isso ele utiliza uma corda ideal de comprimento $L = 3 \text{ m}$, em que uma das extremidades está amarrada ao equipamento e a outra a um pórtico rígido. Na margem A, a corda forma um ângulo θ com a perpendicular ao ponto de fixação no pórtico. O equipamento é abandonado do repouso a uma altura de 1,20 m em relação ao ponto mais baixo da sua trajetória. Em seguida, ele entra em movimento e descreve um arco de circunferência, conforme o desenho abaixo e chega à margem B. Desprezando todas as forças de atrito e considerando o equipamento uma partícula, o módulo da força de tração na corda no ponto mais baixo da trajetória é:



Dado: considere a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$



- (A) 500N
- (B) 600N
- (C) 700N
- (D) 800N
- (E) 900N

Comentário:

Primeiramente podemos conservar energia do ponto em que é solto o corpo até o ponto mais baixo de sua trajetória, haja vista que não há nenhum agente externo. Inicialmente a velocidade é nula então não energia cinética, somente potencial gravitacional, já no ponto mais baixo de sua trajetória a energia potencial gravitacional é nula e só há energia cinética:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \rightarrow 2 \cdot 10 \cdot 1,2 = v^2 \rightarrow v^2 = 24$$

Agora podemos traçar as forças atuantes no corpo no ponto mais baixo de sua trajetória:

Como o corpo está realizando um movimento circular nesse instante, a força resultante é a força centrípeta:

$$F_{cp} = T - P$$

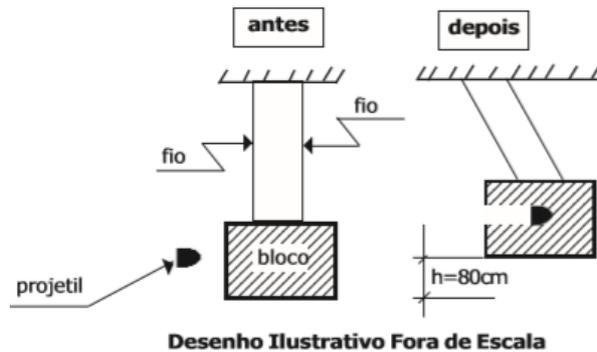
$$\frac{mv^2}{L} = T - P \rightarrow T = \frac{50 \cdot 24}{3} + 500 = 900N$$

$$\boxed{T = 900 N}$$

Exemplo 10: (ESPCEX)

Dois fios inextensíveis, paralelos, idênticos e de massas desprezíveis suspendem um bloco regular de massa 10 kg formando um pêndulo vertical balístico, inicialmente em repouso. Um projétil de massa igual a 100 g, com velocidade horizontal, penetra e se aloja no bloco e, devido ao choque, o conjunto se eleva a uma altura de 80 cm, conforme figura abaixo. Considere que os fios permaneçam sempre paralelos. A velocidade do projétil imediatamente antes de entrar no bloco é:

Dados: despreze a resistência do ar e considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .



- a) 224 m/s
- b) 320 m/s
- c) 370 m/s
- d) 380 m/s
- e) 404 m/s

Comentário:

Conservando a quantidade de movimento antes do choque e imediatamente depois temos:

$$m_p v_p = (m_p + m_b) \cdot v_f$$

$$0,1 \cdot v_p = 10,1 \cdot v_f$$

$$v_f = \frac{0,1}{10,1} \cdot v_p$$

Durante a colisão, existe dissipação de energia, então durante o processo como um todo não se pode dizer que a energia é conservada. Entretanto, a partir do momento que a colisão já aconteceu, a energia mecânica do sistema se mantém constante. Dessa forma, temos:

$$E_{mec_o} = E_{mec_f}$$

$$\frac{(m_p + m_b) \cdot v_f^2}{2} = (m_p + m_b) \cdot g \cdot \Delta h$$

$$v_f^2 = 2 \cdot g \cdot \Delta h = 2 \cdot 10 \cdot 0,8 = 16$$

$$v_f = 4 \text{ m/s}$$

$$v_f = \frac{0,1}{10,1} \cdot v_p = 4$$

$$v_p = 404 \text{ m/s}$$

Exemplo 11: (ESPCEX)

Um motor tem uma potência total igual a 1500 W e eleva de 15 m um volume de $9 \cdot 10^4$ L de água de um poço artesiano durante 5 horas de funcionamento. O rendimento do motor, nessa operação, é de

Dados: considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e a densidade da água igual a 1 Kg/L .

- a) 30%
- b) 50%
- c) 60%
- d) 70%
- e) 80%

Comentário:

Primeiramente, vamos calcular a energia total utilizada pelo motor nesse período:

$$E_1 = Pot \cdot \Delta t$$

$$E_1 = 1500 \cdot 5 \cdot 60 \cdot 60 \text{ J} = 27 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Agora, a energia utilizada para levantar a água:

$$E_2 = mg\Delta h$$

$$E_2 = 9 \cdot 10^4 \cdot 10 \cdot 15 = 13,5 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Assim, por fim, podemos calcular o rendimento:

$$\eta = \frac{E_2}{E_1} = \frac{13,5}{27} = \frac{1}{2} = 50\%$$



$$\eta = 50\%$$



5- Centro de massa

Embora já citado algumas vezes em nosso estudo, ainda não definimos o que seria o centro de massa. Esse elemento que dá nome a este tópico é o ponto de um sistema onde, para efeitos matemáticos, toda a massa do sistema está concentrada. Ou seja, podemos trocar todo o sistema por esse ponto e nele aplicar todas as forças que envolvem os corpos que compõem esse conjunto.

5.1- Posição do centro de massa

- Para o caso de um só corpo maciço, o centro de massa coincide com seu centro geométrico, haja visto que pela sua uniformidade, o centro de massa coincide com o equilíbrio geométrico do corpo.



Figura 25: Posição do centro de massa

- Para o caso de um corpo composto por densidades distintas ou de um sistema com vários corpos, a localização do centro de massa nesses casos é dada pela média ponderada das localizações dos distintos corpos, na qual o peso de ponderação são suas massas:

Dados n pontos com localizações cartesianas e massas:

$$P_1 = (x_1, y_1, z_1) \text{ e } m_1; P_2 = (x_2, y_2, z_2) \text{ e } m_2; P_3 = (x_3, y_3, z_3) \text{ e } m_3; \dots; P_n = (x_n, y_n, z_n) \text{ e } m_n$$

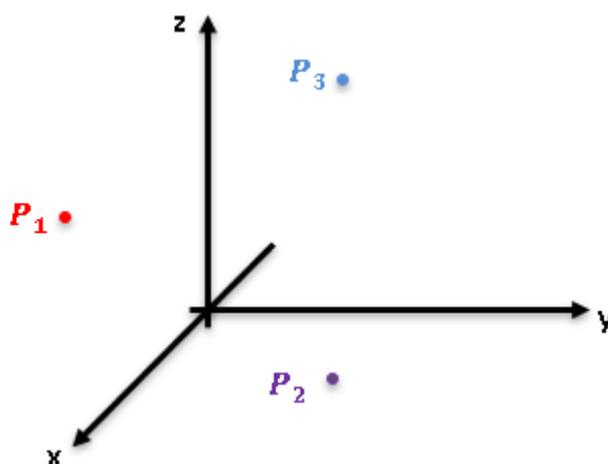


Figura 26: Partículas puntiformes no espaço.

A localização do centro de massa desse sistema é dada por:

$$x_{CM} = \frac{m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2 + m_3 \cdot x_3 + \dots + m_n \cdot x_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{k=1}^n m_k \cdot x_k}{\sum_{k=1}^n m_k}$$

$$y_{CM} = \frac{m_1 \cdot y_1 + m_2 \cdot y_2 + m_3 \cdot y_3 + \dots + m_n \cdot y_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{k=1}^n m_k \cdot y_k}{\sum_{k=1}^n m_k}$$

$$z_{CM} = \frac{m_1 \cdot z_1 + m_2 \cdot z_2 + m_3 \cdot z_3 + \dots + m_n \cdot z_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{k=1}^n m_k \cdot z_k}{\sum_{k=1}^n m_k}$$

5.2- Velocidade do centro de massa

Para um sistema de n partículas: $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$, com suas massas e velocidades sendo dadas por: $(m_1, \vec{v}_1); (m_2, \vec{v}_2); (m_3, \vec{v}_3); \dots; (m_n, \vec{v}_n)$. Temos que a fórmula vetorial da velocidade do centro de massa desse sistema é dada por:

$$\vec{v}_{CM} = \frac{m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 + m_3 \cdot \vec{v}_3 + \dots + m_n \cdot \vec{v}_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{k=1}^n m_k \cdot \vec{v}_k}{\sum_{k=1}^n m_k}$$

No entanto, dado que \vec{Q}_k é a quantidade de movimento de uma partícula k , então:

$$m_k \cdot \vec{v}_k = \vec{Q}_k$$

Portanto:

$$\vec{v}_{CM} = \frac{\sum_{k=1}^n \vec{Q}_k}{\sum_{k=1}^n m_k}$$

$$\vec{v}_{CM} = \frac{\vec{Q}_{total}}{m_{total}}$$



5.3- Aceleração do centro de massa

Para um sistema de n partículas: $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$, com suas massas e acelerações sendo dadas por: $(m_1, \vec{a}_1); (m_2, \vec{a}_2); (m_3, \vec{a}_3); \dots; (m_n, \vec{a}_n)$. Temos que a fórmula vetorial da aceleração do centro de massa desse sistema é dada por:

$$\vec{a}_{CM} = \frac{m_1 \cdot \vec{a}_1 + m_2 \cdot \vec{a}_2 + m_3 \cdot \vec{a}_3 + \dots + m_n \cdot \vec{a}_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{k=1}^n m_k \cdot \vec{a}_k}{\sum_{k=1}^n m_k}$$

Mas, pela segunda lei de Newton temos que:

$$\vec{F}_K = m_k \cdot \vec{a}_k$$

Então:

$$\vec{a}_{CM} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}$$

Mas, temos que:

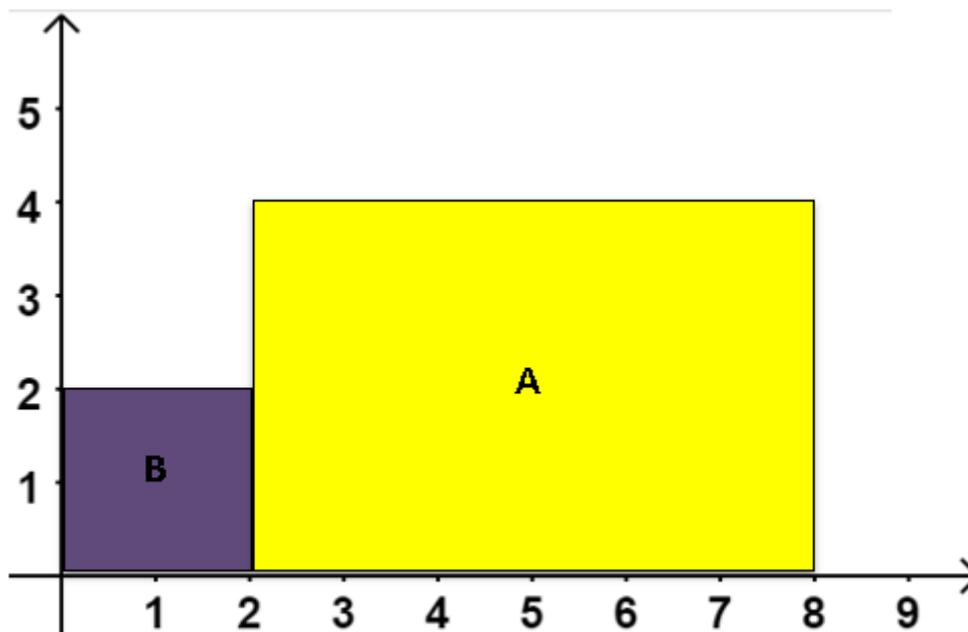
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = \vec{F}_{externa}$$

e $m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n = m_{total}$

Logo:

$$\vec{a}_{CM} = \frac{\vec{F}_{externa}}{m_{total}}$$

Exemplo 12: Dada a figura a seguir, calcule as coordenadas do centro de massa do sistema sabendo que $m_A = 2\text{kg}$ e $m_B = 10\text{kg}$.



Comentários:

De acordo com a figura temos que as coordenadas dos centros de massa de A e B são:

$$P_A = (5,2) \text{ e } P_B = (1,1).$$

Portanto, aplicando a fórmula para o centro de massa temos:

$$x_{CM} = \frac{m_A \cdot x_A + m_B \cdot x_B}{m_A + m_B}$$

$$x_{CM} = \frac{2 \cdot 5 + 10 \cdot 1}{2 + 10} = \frac{20}{12} = 1,66$$

$$y_{CM} = \frac{m_A \cdot y_A + m_B \cdot y_B}{m_A + m_B}$$

$$y_{CM} = \frac{2 \cdot 2 + 10 \cdot 1}{12} = 1,16$$

Portanto, as coordenadas do centro de massa desse conjunto são dadas por: $CM = (1,66; 1,16)$

UFAAAAA !!!

Chegamos ao fim da parte teórica 😊. Se você ficou com alguma dúvida, volte e releia a teoria e os exemplos resolvidos. Faça uma pausa e vá com força total para o exercícios!

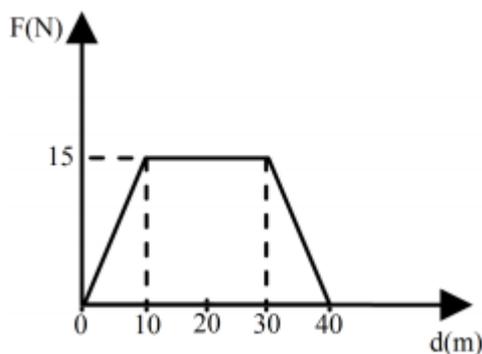


Lista de Questões



1.(EEAR 2015)

Durante um experimento foi elaborado um gráfico da intensidade da força horizontal resultante (F) aplicada sobre um bloco que se desloca (d) sobre um plano horizontal, conforme é mostrado na figura a seguir. Determine o trabalho, em joules, realizado pela força resultante durante todo o deslocamento.



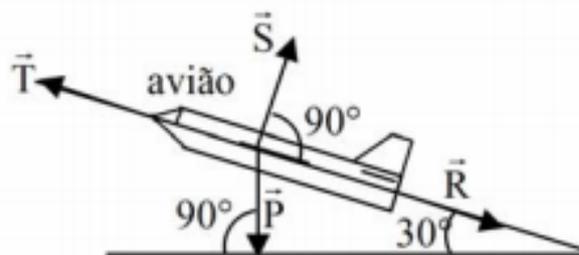
- a) 300
- b) 450
- c) 600
- d) 900

2.(EEAR 2015)

O desenho a seguir representa as forças que atuam em uma aeronave de 100 toneladas (combustível + passageiros + carga + avião) durante sua subida mantendo uma velocidade com módulo constante e igual a 1080 km/h e com um ângulo igual a 30° em relação à horizontal. Para manter essa velocidade e esse ângulo de subida, a potência gerada pela força de tração produzida pelo motor deve ser igual a ____ 10^6 watts.

- 1) T = força de tração estabelecida pelo motor,
- 2) S = força de sustentação estabelecida pelo fluxo de ar nas asas,
- 3) P = força peso,
- 4) R = força de arrasto estabelecida pela resistência do ar ao deslocamento do avião.
Considerada nessa questão igual a zero.
- 5) O módulo da aceleração da gravidade constante e igual a 10 m/s^2 .





- a) $300\sqrt{3}$
- b) $150\sqrt{3}$
- c) 300
- d) 150

3.(EEAR 2015)

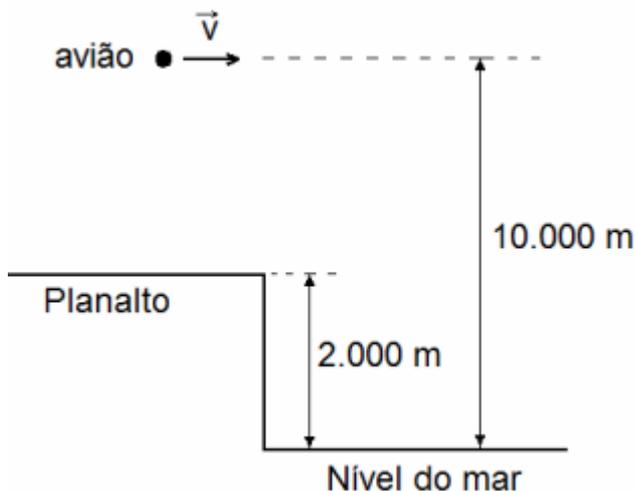
Das alternativas abaixo, assinale aquela que corresponde à unidade derivada no Sistema Internacional de Unidades para a grandeza **Energia**.

- a) $\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$
- b) $\frac{kg^2 \cdot m^2}{s^2}$
- c) $\frac{kg \cdot m}{s}$
- d) $\frac{kg \cdot m}{s^2}$

4.(EEAR 2015)

Um avião, de 200 toneladas desloca-se horizontalmente, ou seja, sem variação de altitude, conforme o desenho. A energia potencial do avião, considerado nesse caso como um ponto material, em relação ao planalto é de ___ 10^9 J.

Considere o valor da aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$



- a) 2,0
- b) 4,0
- c) 16,0
- d) 20,0

5.(EEAR 2016)

Um motoqueiro desce uma ladeira com velocidade constante de 90 km/h. Nestas condições, utilizando apenas os dados fornecidos, é possível afirmar com relação à energia mecânica do motoqueiro, que ao longo da descida:

- a) a energia cinética é maior que a potencial.
- b) sua energia cinética permanece constante.
- c) sua energia potencial permanece constante.
- d) sua energia potencial gravitacional aumenta.

6.(EEAR 2016)

Um garoto com um estilingue tenta acertar um alvo a alguns metros de distância. (1) Primeiramente ele segura o estilingue com a pedra a ser arremessada, esticando o elástico propulsor. (2) Em seguida ele solta o elástico com a pedra. (3) A pedra voa, subindo a grande altura. (4) Na queda a pedra acerta o alvo com grande violência. Assinale os trechos do texto correspondentes às análises físicas das energias, colocando a numeração correspondente.

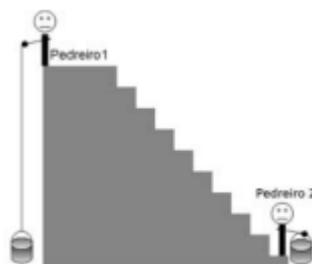
- () Conversão da energia potencial elástica em energia cinética.
- () Energia cinética se convertendo em energia potencial gravitacional
- () Energia potencial gravitacional se convertendo em energia cinética.
- () Usando a força para estabelecer a energia potencial elástica.

A sequência que preenche corretamente os parênteses é:

- a) 1 – 2 – 3 – 4
- b) 2 – 3 – 4 – 1
- c) 3 – 4 – 1 – 2
- d) 4 – 1 – 2 – 3

7.(EEAR 2017)

Dois pedreiros levaram latas cheias de concreto de mesma massa para uma laje a partir do solo. O pedreiro 1 o fez içando a lata presa por uma corda e o pedreiro 2 o fez através de uma escada, como mostra a figura:



Se o pedreiro 1 subiu a lata em menor tempo que o pedreiro 2, podemos afirmar que:

- a) o pedreiro 2 fez um trabalho maior do que o pedreiro 1.
- b) o pedreiro 1 fez um trabalho maior do que o pedreiro 2.
- c) a potência desenvolvida pelo pedreiro 1 é maior do que a potência desenvolvida pelo pedreiro 2.
- d) a potência desenvolvida pelo pedreiro 2 é maior do que a potência desenvolvida pelo pedreiro 1.

8.(EEAR 2020)

Um corpo de massa igual a 80 kg, após sair do repouso, percorre uma pista retilínea e horizontal até colidir a 108 km/h com um anteparo que está parado. Qual o valor, em metros, da altura que este corpo deveria ser abandonado, em queda livre, para que ao atingir o solo tenha o mesmo valor da energia mecânica do corpo ao colidir com o anteparo?

Adote a aceleração da gravidade no local igual a 10 m/s^2 .

- a) 36
- b) 45
- c) 58
- d) 90

9.(EEAR 2020)

As bicicletas elétricas estão cada vez mais comuns nas cidades brasileiras. Suponha que uma bicicleta elétrica de massa igual a 30 kg, sendo conduzida por um ciclista de massa igual a 70 kg consiga, partindo do repouso, atingir a velocidade de 72 km/h em 10 s.

Obs.: Considere que: 1 – o ciclista não usou sua força muscular, 2 – a variação da velocidade se deve apenas ao trabalho realizado pelo motor elétrico.

Dentre as alternativas abaixo, qual o menor valor de potência média, em watts, que o motor elétrico dessa bicicleta deve fornecer para que esses valores sejam possíveis?

- a) 500
- b) 1000
- c) 2000
- d) 4000

10.(EAM 2004)

Dois operários realizam um trabalho de 4.800 J cada um. O operário A o fez no tempo de 12 s, enquanto o operário B levou 16 s para fazê-lo.

A razão P_a/P_b entre as potências P_a e P_b desses operários é:

- a) $3/2$
- b) $4/3$
- c) $3/4$
- d) $2/3$
- e) $1/2$

11.(EAM 2008)

Num cais, dois guindastes, um novo e outro velho, operam transportando caixas para um navio cargueiro. No máximo dos seus empenhos, os dois estão realizando as seguintes tarefas:

- o guindaste novo eleva uma caixa de 80.000N de peso a 10m de altura em 40 segundos;
- o guindaste velho eleva uma caixa de 7.000 Kgf de peso a 12 m de altura em 35 segundos;

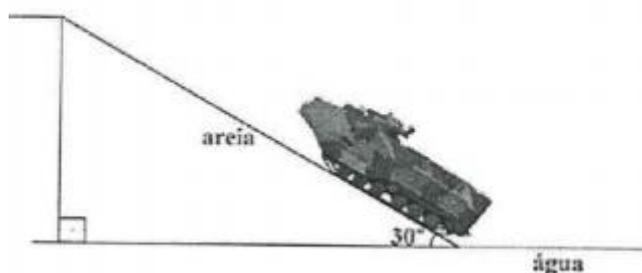


Com relação à potência dos guindastes, e supondo $g = 10\text{m/s}^2$, podemos afirmar que:

- O novo é mais potente.
- O velho é mais potente.
- Os dois possuem a mesma potência.
- Os dois executam trabalhos iguais em módulo.
- O velho executa um trabalho de 84.000J.

12.(EAM 2018)

Considere um fuzileiro naval em missão de desembarque de equipamentos, em uma praia de Haiti, utilizando para tal um moderno Carro Lagarta Anfíbio (CLANf) proveniente do Batalhão de Viaturas Anfíbias, conforme a figura a seguir.

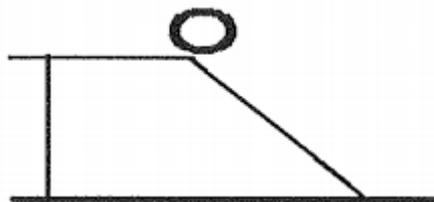


As massas do CLANf vazio, do equipamento que transporta e do fuzileiro naval que o conduz, são, respectivamente, 20.000kg, 1.020kg e 80kg. A inclinação (rampa) da praia é de 30° por uma extensão de 10m. Marque a opção que fornece o módulo do trabalho da força peso do sistema (CLANf + equipamento + fuzileiro) ao subir totalmente a rampa. Considere para tal $g = 10\text{m/s}^2$, $\text{sen}30^\circ = 0,50$ e $\text{cos}30^\circ = 0,87$.

- 105.500 J
- 211.000 J
- 535.000 J
- 850.000 J
- 1,055.000 J

13.(EAM 2016)

Um corpo esférico desce uma rampa, a partir do repouso, conforme mostra a figura abaixo.



Desprezando todos os atritos, pode-se afirmar que, durante a descida desse corpo, a:

- Energia potencial gravitacional é constante.
- Energia cinética é constante.
- Soma das energias potencial e cinética é constante.
- Energia cinética diminui.
- Energia potencial gravitacional aumenta.

14.(EAM 2018)

Um marinheiro precisa transportar uma caixa de massa 12kg do porão de um navio até um outro compartimento situado em um local 5 metros acima do nível do porão. Supondo que o tempo gasto no transporte seja de 2 minutos e considerando a gravidade local igual a 10m/s^2 , é correto afirmar que a potência usada pelo marinheiro nessa tarefa foi de:

- a) 5W
- b) 8W
- c) 50W
- d) 120W
- e) 300W

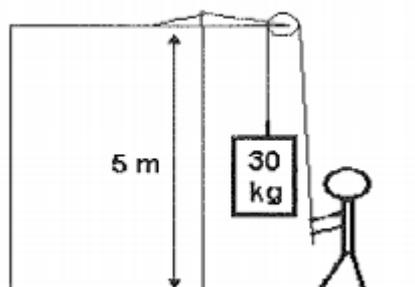
15.(EAM 2017)

Em um teste de aceleração, um determinado automóvel, cuja massa total é igual a 1000kg, teve sua velocidade alterada de 0 a 108km/h, em 10 segundos. Nessa situação, pode-se afirmar que a força resultante que atuou sobre o carro e o trabalho realizado por ela valem, respectivamente:

- a) 3000N e 500kJ
- b) 3000N e 450kJ
- c) 2000N e 500kJ
- d) 2000N e 450kJ
- e) 1000N e 450kJ

16.(CN 2016)

Em uma construção, um operário utiliza-se de uma roldana e gasta em média 5 segundos para erguer objetos do solo até uma laje, conforme mostra a figura abaixo.



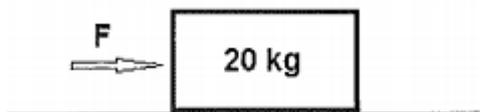
Desprezando os atritos e considerando a gravidade local igual a 10m/s^2 , pode-se afirmar que a potência média e a força feita pelos braços do operário na execução da tarefa foram, respectivamente, iguais a:

- a) 300W e 300N
- b) 300W e 150N
- c) 300W e 30N
- d) 150W e 300N

e) 150W e 150N

17.(CN 2014)

Observe a figura abaixo.



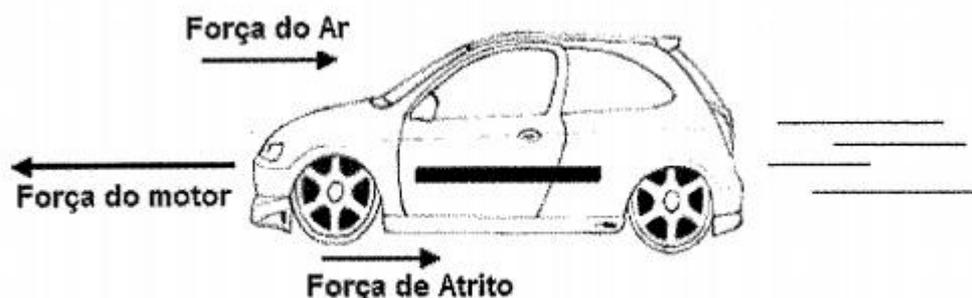
Uma força constante “F” de 200N atua sobre um corpo, mostrado na figura acima, deslocando-o por 10s sobre uma superfície, cujo coeficiente de atrito vale 0,2.

Supondo que, inicialmente, o corpo encontrava-se em repouso, e considerando a gravidade local como sendo 10 m/s^2 , pode-se afirmar que o trabalho da força resultante, que atuou sobre o bloco, em joules, foi igual a:

- a) 20.000
- b) 32.000
- c) 40.000
- d) 64.000
- e) 80.000

18.(CN 2013)

Durante o seu movimento, um carro de massa 1200kg encontra-se submetido a ação das três forças mostradas na figura: a força que o motor produz, disponível para o deslocamento do carro, igual a 3500N, a força da resistência do ar igual a 400N e a força de atrito com o solo no valor de 700N, ambas constantes.

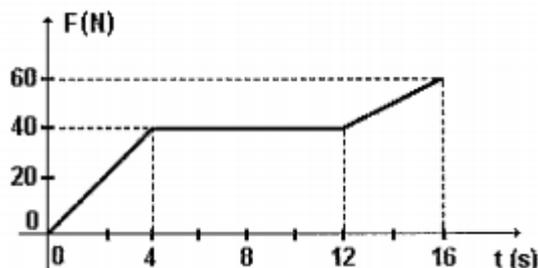


Considerando que o carro partiu do repouso em trajetória retilínea e as forças atuaram sobre ele por 10 segundos, pode-se afirmar que a velocidade final atingida e o trabalho realizado pela força resultante foram, respectivamente, iguais a:

- a) 72km/h e 120kJ
- b) 72km/h e 240kJ
- c) 80km/h e 120kJ
- d) 80km/h e 240kJ
- e) 90km/h e 120kJ

19(CN 2012)

Um corpo com massa 20,0kg sofre a ação de uma força resultante cujo comportamento encontra-se mostrado no gráfico a seguir.



Considerando que entre os instantes 4s e 12s a força atuou na mesma direção e no mesmo sentido do deslocamento do corpo, produzindo um movimento horizontal e em linha reta, cuja velocidade medida no instante 4s era de 10m/s, é correto afirmar que, especificamente para este intervalo de tempo, de 4s a 12s, o:

- Movimento foi uniforme e a energia cinética permaneceu estável com valor de 1000J.
- Movimento foi uniformemente variado com aceleração variável de 2m/s^2 .
- Movimento foi uniforme pois a força permaneceu constante, mantendo o valor da velocidade.
- Trabalho da força resultante foi de 5760 joules.
- Trabalho da força resultante foi de 6570 joules.

20.(CN 2010)

De acordo com a lei da conservação de energia, a energia não pode ser criada nem destruída, podendo apenas ser transformada de uma forma em outra. Baseado nesse princípio, algumas equipes de fórmula 1 usaram, durante a temporada de 2009, um Sistema de Recuperação da Energia Cinética (em inglês KERS) que proporcionava uma potência extra no carro de cerca de 80CV durante 6 segundos, melhorando assim as ultrapassagens. Essa energia era acumulada durante as frenagens usando parte da energia cinética do carro, que seria dissipada pelos freios em forma de calor.

Se toda a energia acumulada pelo KERS pudesse ser integralmente utilizada por um elevador para erguer uma carga total de 1000kg, qual seria, aproximadamente, a altura máxima atingida por esse elevador, desprezando-se todos os atritos envolvidos?

Dados: 1 CV = 735W e $g = 10\text{m/s}^2$

- 20 m
- 25 m
- 30 m
- 35 m
- 40 m

21. (EEAR 2007)

Um corpo com 2 kg de massa atinge o solo com uma energia cinética de 1000 J. Sabendo que este corpo foi abandonado de uma altura h e que a aceleração da gravidade no local vale 10m/s^2 , determine o valor de h, em m.

- a) 5
- b) 20
- c) 50
- d) 200

22. (EEAR 2008)

Um móvel, de massa igual a 900 kg, partindo do repouso, depois de percorrer um determinado trecho de uma pista retilínea, atinge uma velocidade de 108 km/h. Determine o trabalho realizado, em kJ, pela força resultante, suposta constante, que atua no móvel para que este alcance a velocidade descrita.

- a) 90
- b) 405
- c) 900
- d) 40500

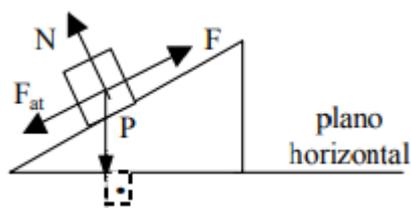
23. (EEAR 2008)

Considere um corpo em queda livre. Pode-se afirmar corretamente, que a energia mecânica:

- a) no início da queda é igual em qualquer ponto da queda.
- b) no início da queda é menor do que próximo ao solo.
- c) no início da queda é maior do que próximo ao solo.
- d) é a razão entre a energia cinética e a potencial.

24. (EEAR 2010)

Considere um bloco subindo um plano inclinado que oferece atrito. De todas as forças que atuam no bloco quantas não realizam trabalho?



- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

25. (EEAR 2010)

Um corpo de massa m cai de uma altura h , até o chão. Se considerarmos o atrito com o ar, podemos concluir, corretamente, que, nesse caso, a energia mecânica

- a) é nula, pois o atrito é uma força dissipativa.
- b) conserva-se, pois a energia não pode ser destruída e nem criada, apenas transformada.

- c) *conserva-se, pois a força peso cancela a existência de atrito e, assim, o corpo cai com velocidade constante.*
 d) *não se conserva, pois a energia potencial não será convertida totalmente em energia cinética.*

26. (EEAR 2012)

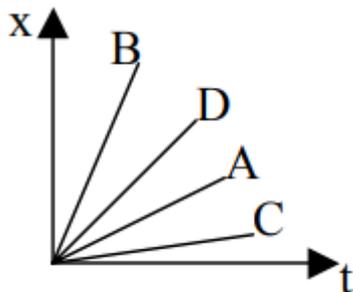
Um guindaste eleva uma carga de $3 \cdot 10^3$ kg a uma altura de 12 m em 40 s. Se esse guindaste fosse substituído por outro, com o dobro da potência média, qual seria o tempo gasto para realizar o mesmo trabalho?

(considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e despreze as perdas)

- a) 10 s
 b) 15 s
 c) 20 s
 d) 30 s

27. (EEAR 2007)

Quatro objetos, de mesma massa, apresentam movimentos descritos pelas curvas A, B, C e D do gráfico. Para um determinado instante t , o valor da energia cinética de cada objeto, ordenada de forma crescente, é



- a) A, B, C e D
 b) B, D, A e C
 c) C, A, D e B
 d) A, D, C e B

28. (EEAR 2008)

Uma pedra de 200g é abandonada de uma altura de 12m em relação ao solo. Desprezando-se a resistência do ar e considerando-se a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , determine a energia cinética, em J, desta pedra após cair 4m.

- a) 32
 b) 16
 c) 8
 d) 4

29. (EEAR 2008)

O ponto no qual se pode considerar concentrada toda a massa de um corpo rígido ou sistema físico, **não** homogêneo, é denominado _____.

- a) *incentro*
- b) *exocentro*
- c) *centro de massa*
- d) *centro geométrico*

30. (EEAR 2009)

O motor de um guindaste em funcionamento, consome 1,0 kW para realizar um trabalho de 10^4 J, na elevação de um bloco de concreto durante 20 s. O rendimento deste motor é de

- a) 5 %.
- b) 10 %.
- c) 20 %.
- d) 50 %.

31. (EEAR 2009)

Em uma montanha russa, o carrinho é elevado até uma altura de 54,32 metros e solto em seguida.

Cada carrinho tem 345 kg de massa e suporta até 4 pessoas de 123 kg cada.

Suponha que o sistema seja conservativo, despreze todos os atritos envolvidos e assinale a alternativa que completa corretamente a frase abaixo, em relação à velocidade do carrinho na montanha russa.

A velocidade máxima alcançada ...

- a) *independe do valor da aceleração da gravidade local.*
- b) *é maior quando o carrinho está com carga máxima.*
- c) *é maior quando o carrinho está vazio.*
- d) *independe da carga do carrinho.*

32. (EEAR 2010)

Na Idade Média, os exércitos utilizavam catapultas chamadas “trabucos”. Esses dispositivos eram capazes de lançar projéteis de 2 toneladas e com uma energia cinética inicial igual a 4000J.

A intensidade da velocidade inicial de lançamento, em m/s, vale

- a) 1.
- b) 2.
- c) $\sqrt{2}$.
- d) $2\sqrt{2}$.



33. (EEAR 2011)

Um disco de massa igual a 2,0 kg está em movimento retilíneo sobre uma superfície horizontal com velocidade igual a 8,0 m/s, quando sua velocidade gradativamente reduz para 4,0 m/s. Determine o trabalho, em J, realizado pela força resistente nesta situação.

- a) - 48.
- b) - 60.
- c) + 60.
- d) + 100.

34. (EEAR 2008)

Uma bola de 400g é lançada do solo numa direção que forma um ângulo de 60° em relação à horizontal com energia cinética, no momento do lançamento, igual a 180 J. Desprezando - se a resistência do ar e admitindo-se $g = 10\text{m/s}^2$, o módulo da variação da energia cinética, desde o instante do lançamento até o ponto de altura máxima atingido pela bola é, em joules, de

- a) 0.
- b) 45.
- c) 135.
- d) 180.

35. (EAM 2010)

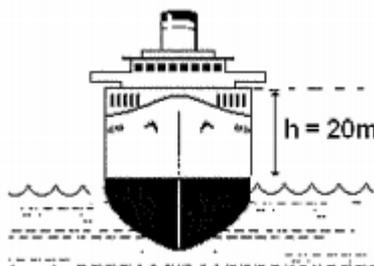
No estudo de mecânica, a palavra trabalho significa usar uma força para mover um corpo por uma certa distância, estando a força e o deslocamento na mesma direção.

Um marinheiro, a bordo em um navio, foi escalado para executar uma determinada tarefa e, para isso, precisou deslocar uma caixa de ferramentas de 15kg que estava próxima à casa de máquinas até um local distante 80m na horizontal e 12m na vertical. Considerando a gravidade local igual a 10m/s^2 é correto afirmar que o trabalho da força peso é igual a

- a) 12000J na direção horizontal.
- b) 1800J na direção horizontal.
- c) 12000J na direção vertical.
- d) 1800J na direção vertical.
- e) zero, pois a força peso não realiza trabalho.

36. (EAM 2011)

Durante a rotina diária de bordo num navio, um marinheiro deixou cair, na água, um martelo de massa 600g da altura mostrada na figura abaixo.



Desprezando – se as possíveis perdas e considerando a gravidade local igual a 10m/s^2 , é correto afirmar que a energia inicial do martelo, em relação à água, e a sua velocidade ao atingi-la valem, respectivamente,

- a) 120J e 10m/s
- b) 120J e 20m/s
- c) 180J e 20m/s
- d) 180J e 30m/s
- e) 240J e 10m/s

37. (EAM 2011)

Um determinado corpo de massa 25 kg, inicialmente em repouso, é puxado por uma força constante e horizontal durante um intervalo de tempo de 6 segundos. Sabendo que o deslocamento do corpo ocorreu na mesma direção da força e que a velocidade atingida foi de 30 m/s, a opção que representa o valor do trabalho realizado por essa força, em joules, é

- a) 7250
- b) 9500
- c) 10750
- d) 11250
- e) 12500

38. (EAM 2013)

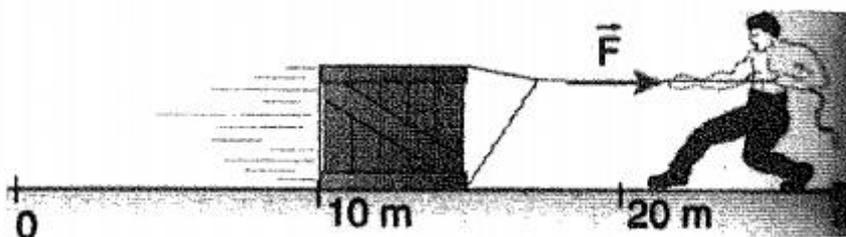
Sabendo que a aceleração da gravidade local é 10 m/s^2 , qual é o valor da energia potencial gravitacional que uma pessoa de 80 kg adquire, ao subir do solo até uma altura de 20 m?

Dado: $E_P = m \cdot g \cdot h$

- a) 1.600 Joules
- b) 8.000 Joules
- c) 10.000 Joules
- d) 15.000 Joules
- e) 16.000 Joules

39. (EAM 2013)

Analise a figura a seguir.



A figura acima mostra um homem aplicando uma força horizontal num bloco, apoiado numa superfície sem atrito, de intensidade igual a 100 N, para arrastar um caixote da posição inicial de 10 m até a distância de 20 m. Qual é o valor do trabalho realizado pela força F durante esse deslocamento?

Dado: $\tau = F \cdot d$

- a) 5000 J
- b) 4000 J
- c) 3000 J
- d) 2000 J
- e) 1000 J

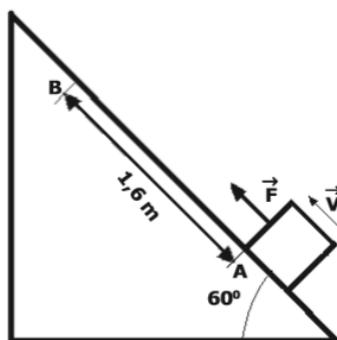
40. (EAM 2015)

Trabalho mecânico, Potência e Energia são grandezas físicas muito importantes no estudo dos movimentos. No sistema Internacional, a unidade de medida para cada uma dessas grandezas é, respectivamente:

- a) newton, watt e joule.
- b) joule, watt e joule.
- c) watt, joule e newton.
- d) joule, watt e caloria.
- e) Joule, newton e caloria.

41. (ESPCEX 2019)

No plano inclinado abaixo, um bloco homogêneo encontra-se sob a ação de uma força de intensidade $F = 4 \text{ N}$, constante e paralela ao plano. O bloco percorre a distância AB, que é igual a $1,6 \text{ m}$, ao longo do plano com velocidade constante. Desprezando-se o atrito, então a massa do bloco e o trabalho realizado pela força peso quando o bloco se desloca do ponto A para o ponto B são, respectivamente, Dados: adote a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$



Desenho Ilustrativo - Fora de Escala

- a) $4\sqrt{3}/15 \text{ kg e } -8,4 \text{ J}$.
- b) $4\sqrt{3}/15 \text{ kg e } -6,4 \text{ J}$.
- c) $2\sqrt{3}/5 \text{ kg e } -8,4 \text{ J}$.

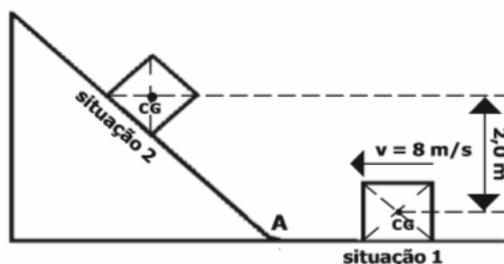
d) $8\sqrt{3}/5$ kg e 7,4 J.

e) $4\sqrt{3}/15$ kg e 6,4 J.

42. (ESPCEX 2019)

Um corpo homogêneo de massa 2 kg desliza sobre uma superfície horizontal, sem atrito, com velocidade constante de 8 m/s no sentido indicado no desenho, caracterizando a situação 1. A partir do ponto A, inicia a subida da rampa, onde existe atrito. O corpo sobe até parar na situação 2, e, nesse instante, a diferença entre as alturas dos centros de gravidade (CG) nas situações 1 e 2 é 2,0 m. A energia mecânica dissipada pelo atrito durante a subida do corpo na rampa, da situação 1 até a situação 2, é

Dado: adote a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$



a) 10 J.

b) 12 J.

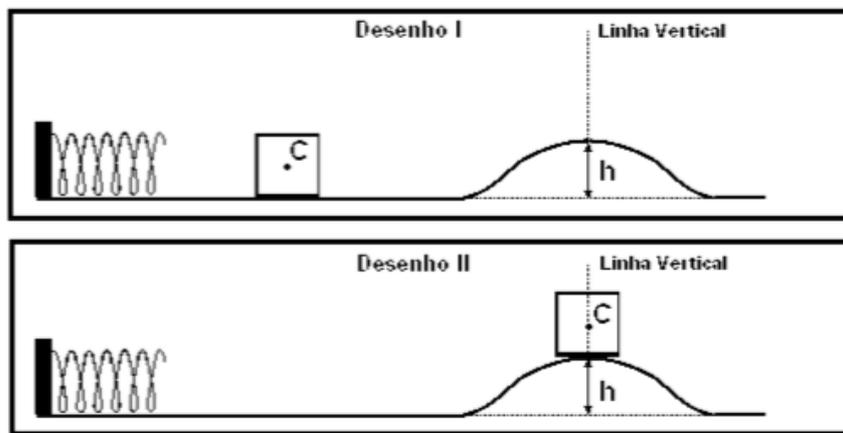
c) 24 J.

d) 36 J.

e) 40 J.

43. (ESPCEX 2010)

A mola ideal, representada no desenho I abaixo, possui constante elástica de 256 N/m. Ela é comprimida por um bloco, de massa 2 kg, que pode mover-se numa pista com um trecho horizontal e uma elevação de altura $h = 10 \text{ cm}$. O ponto C, no interior do bloco, indica o seu centro de massa. Não existe atrito de qualquer tipo neste sistema e a aceleração da gravidade é igual a 10 m/s^2 . Para que o bloco, impulsionado exclusivamente pela mola, atinja a parte mais elevada da pista com a velocidade nula e com o ponto C na linha vertical tracejada, conforme indicado no desenho II, a mola deve ter sofrido, inicialmente, uma compressão de:



- a) $1,50 \cdot 10^{-3}$ m
- b) $1,18 \cdot 10^{-2}$ m
- c) $1,25 \cdot 10^{-1}$ m
- d) $2,5 \cdot 10^{-1}$ m
- e) $8,75 \cdot 10^{-1}$ m

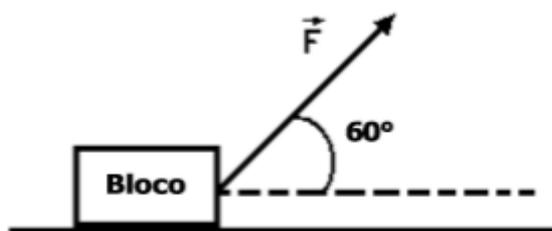
44. (ESPCEX 2011)

Um corpo de massa 4 kg está em queda livre no campo gravitacional da Terra e não há nenhuma força dissipativa atuando. Em determinado ponto, ele possui uma energia potencial, em relação ao solo, de 9 J, e sua energia cinética vale 9 J. A velocidade do corpo, ao atingir o solo, é de: 8

- a) 5 m/s
- b) 4 m/s
- c) 3 m/s
- d) 2 m/s
- e) 1 m/s

45. (ESPCEX 2011)

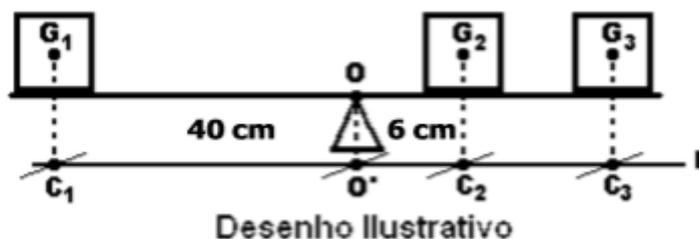
Uma força constante de intensidade 25 N atua sobre um bloco e faz com que ele sofra um deslocamento horizontal. A direção da força forma um ângulo de 60° com a direção do deslocamento. Desprezando todos os atritos, a força faz o bloco percorrer uma distância de 20 m em 5 s. A potência desenvolvida pela força é de:



- a) 87 W
- b) 50 W
- c) 37 W
- d) 13 W
- e) 10 W

46. (ESPCEX 2011)

Uma barra horizontal rígida e de peso desprezível está apoiada em uma base no ponto O. Ao longo da barra estão distribuídos três cubos homogêneos com pesos P_1 , P_2 e P_3 e centros de massa G_1 , G_2 e G_3 respectivamente. O desenho abaixo representa a posição dos cubos sobre a barra com o sistema em equilíbrio estático.

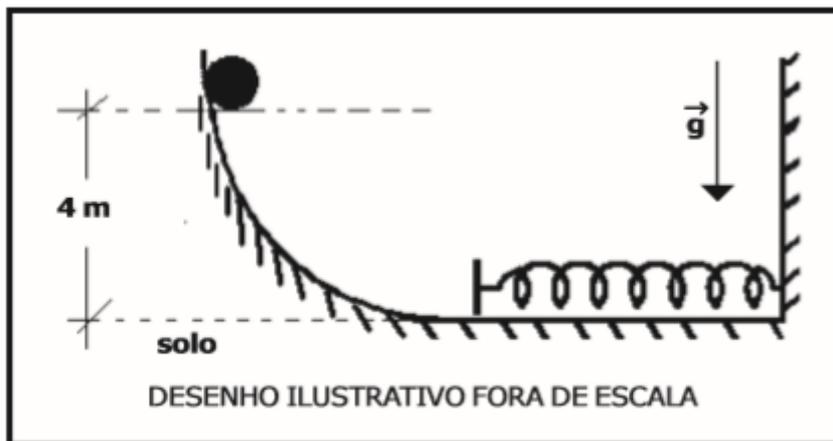


O cubo com centro de massa em G_2 possui peso igual a $4P_1$ e o cubo com centro de massa em G_3 possui peso igual a $2P_1$. A projeção ortogonal dos pontos G_1 , G_2 , G_3 e O sobre a reta r paralela à barra são, respectivamente, os pontos C_1 , C_2 , C_3 e O' . A distância entre os pontos C_1 e O' é de 40 cm e a distância entre os pontos C_2 e O' é de 6 cm. Nesta situação, a distância entre os pontos O' e C_3 representados no desenho, é de:

- a) 6,5 cm
- b) 7,5 cm
- c) 8,0 cm
- d) 12,0 cm
- e) 15,5 cm

47. (ESPCEX 2016)

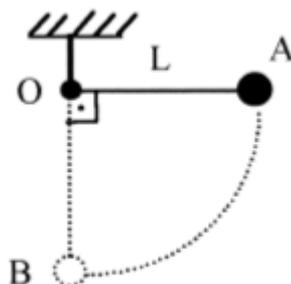
Uma esfera, sólida, homogênea e de massa $0,8 \text{ kg}$ é abandonada de um ponto a 4 m de altura do solo em uma rampa curva. Uma mola ideal de constante elástica $k=400 \text{ N/m}$ é colocada no fim dessa rampa, conforme desenho abaixo. A esfera colide com a mola e provoca uma compressão. Desprezando as forças dissipativas, considerando a intensidade da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$ e que a esfera apenas desliza e não rola, a máxima deformação sofrida pela mola é de:



- a) 8 cm
- b) 16 cm
- c) 20 cm
- d) 32 cm
- e) 40 cm

48. (ESPCEX 2000)

Um pêndulo simples de massa $0,5 \text{ kg}$ está preso à extremidade de um fio ideal de comprimento $L = 1 \text{ m}$ e é abandonado no ponto A. Ele, então descreve um arco de circunferência em torno do ponto O até o ponto B, conforme a figura abaixo. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, os trabalhos da força de tração do fio e da força peso sobre o pêndulo ao longo da trajetória AB valem, respectivamente,



- a) -5 J e 5 J
- b) zero e 5 J
- c) 5 J e zero
- d) 5 J e $5\sqrt{2} \text{ J}$
- e) zero e zero

49. (ESPCEX 2005)

Um menino de 30 kg desce em um escorregador de altura 3 m, a partir do repouso, em um local onde a aceleração da gravidade vale 10 m/s^2 . Sabendo que 40% da sua energia mecânica inicial é dissipada durante a descida, pode-se afirmar que a velocidade do menino ao atingir o solo é de:

- a) $2\sqrt{15} \text{ m/s}$
- b) 6 m/s
- c) $2\sqrt{6} \text{ m/s}$
- d) 3 m/s
- e) $\sqrt{15}/2 \text{ m/s}$

50. (ESPCEX 2008)

Um bloco B sobe a rampa de um plano inclinado, descrevendo um movimento retilíneo uniformemente acelerado. Sobre ele, age uma força constante, conforme a figura abaixo. Há força de atrito entre as superfícies do bloco e da rampa.

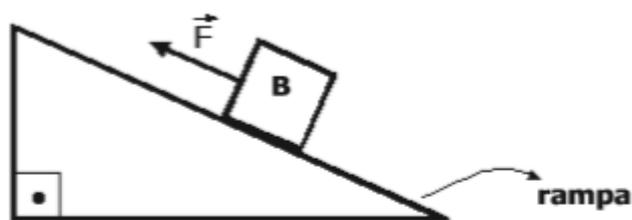


Figura Ilustrativa

Com relação às forças que agem no bloco, podemos afirmar que

- a) a força \vec{F} realiza um trabalho negativo.
- b) a força peso realiza um trabalho positivo.
- c) a força normal não realiza trabalho.
- d) a força de atrito não realiza trabalho.
- e) a força resultante não realiza trabalho.

Gabarito

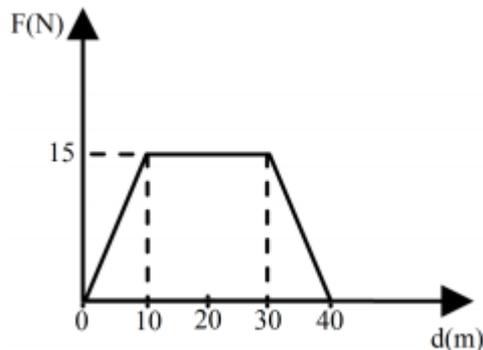
- | | |
|-------|-------|
| 1. b | 44. C |
| 2. d | 45. B |
| 3. a | 46. C |
| 4. c | 47. E |
| 5. b | 48. B |
| 6. b | 49. B |
| 7. c | 50. C |
| 8. b | |
| 9. c | |
| 10. b | |
| 11. b | |
| 12. e | |
| 13. c | |
| 14. a | |
| 15. b | |
| 16. a | |
| 17. d | |
| 18. b | |
| 19. d | |
| 20. d | |
| 21. c | |
| 22. b | |
| 23. a | |
| 24. a | |
| 25. d | |
| 26. c | |
| 27. c | |
| 28. c | |
| 29. c | |
| 30. d | |
| 31. d | |
| 32. b | |
| 33. a | |
| 34. c | |
| 35. d | |
| 36. b | |
| 37. d | |
| 38. e | |
| 39. e | |
| 40. b | |
| 41. b | |
| 42. C | |
| 43. C | |



Lista de Questões Resolvidas e Comentadas

1.(EEAR 2015)

Durante um experimento foi elaborado um gráfico da intensidade da força horizontal resultante (F) aplicada sobre um bloco que se desloca (d) sobre um plano horizontal, conforme é mostrado na figura a seguir. Determine o trabalho, em joules, realizado pela força resultante durante todo o deslocamento.



- a) 300
- b) 450
- c) 600
- d) 900

Comentário:

Como $\tau = F \cdot d$, temos que o trabalho da força é numericamente igual a área do gráfico. Portanto:

$$\tau = (40 + 20) \cdot \frac{15}{2} = 450 \text{ J}$$

Gabarito: B

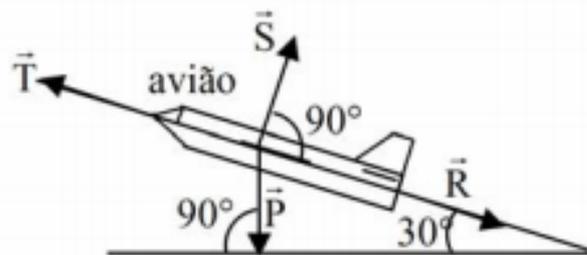
2.(EEAR 2015)

O desenho a seguir representa as forças que atuam em uma aeronave de 100 toneladas (combustível + passageiros + carga + avião) durante sua subida mantendo uma velocidade com módulo constante e igual a 1080 km/h e com um ângulo igual a 30° em relação à horizontal. Para manter essa velocidade e esse ângulo de subida, a potência gerada pela força de tração produzida pelo motor deve ser igual a ____ 10^6 watts.

- 6) T = força de tração estabelecida pelo motor,
- 7) S = força de sustentação estabelecida pelo fluxo de ar nas asas,
- 8) P = força peso,
- 9) R = força de arrasto estabelecida pela resistência do ar ao deslocamento do avião.

Considerada nessa questão igual a zero.

- 10) O módulo da aceleração da gravidade constante e igual a 10 m/s^2 .



- a) $300\sqrt{3}$
- b) $150\sqrt{3}$
- c) 300
- d) 150

Comentário:

É fundamental analisarmos a questão no eixo paralelo ao avião. Pois assim temos que o trabalho do motor é exclusivamente utilizado para “pagarmos” a energia potencial no eixo paralelo ao avião. Da forma:

$$P_{\text{eixo paralelo}} = P_{\text{motor}} = m \cdot g \cdot \text{sen}30^\circ \cdot v = 100000 \cdot 10 \cdot 0,5 \cdot 300 = \mathbf{150 \cdot 10^6 W}$$

Obs: $1080 \text{ km/h} = 300 \text{ m/s}$, para o cálculo de potência pela fórmula $P = F \cdot v$, a velocidade “v” é em metros por segundo.

Gabarito: D**3.(EEAR 2015)**

Das alternativas abaixo, assinale aquela que corresponde à unidade derivada no Sistema Internacional de Unidades para a grandeza **Energia**.

- a) $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$
- b) $\frac{\text{kg}^2 \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$
- c) $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$
- d) $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$

Comentário:

Pela expressão do trabalho: $W = F \cdot d$

Podemos observar que a dimensão de energia é da forma:

$$[W] = \text{Joule} = J; [F] = \text{Newton} = \text{Kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; [d] = \text{distância} = m$$

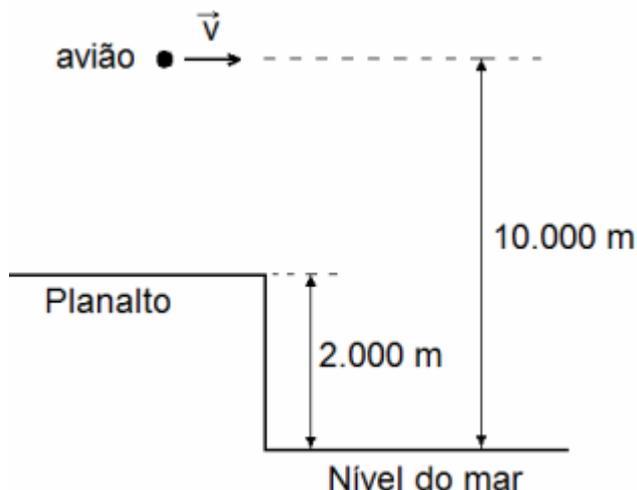
Assim:

$$[\text{Energia}] = \text{Kg} \cdot \text{m} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \frac{\mathbf{\text{Kg} \cdot \text{m}^2}}{\mathbf{\text{s}^2}}$$

Gabarito: A**4.(EEAR 2015)**

Um avião, de 200 toneladas desloca-se horizontalmente, ou seja, sem variação de altitude, conforme o desenho. A energia potencial do avião, considerado nesse caso como um ponto material, em relação ao planalto é de ___ 10^9 J.

Considere o valor da aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$



- a) 2,0
- b) 4,0
- c) 16,0
- d) 20,0

Comentário:

Como estamos analisando em relação ao planalto, temos:

$$E_{potencial} = m \cdot g \cdot h = 200000 \cdot 10 \cdot 8000 = 16 \cdot 10^9 \text{ J}$$

Gabarito: C

5.(EEAR 2016)

Um motoqueiro desce uma ladeira com velocidade constante de 90 km/h. Nestas condições, utilizando apenas os dados fornecidos, é possível afirmar com relação à energia mecânica do motoqueiro, que ao longo da descida:

- a) a energia cinética é maior que a potencial.
- b) sua energia cinética permanece constante.
- c) sua energia potencial permanece constante.
- d) sua energia potencial gravitacional aumenta.

Comentário:

Como o único dado é que a velocidade do motoqueiro é constante, podemos concluir que a força resultante atuando no motoqueiro é nula, desta forma temos que ao descer a ladeira, a **Energia potencial gravitacional diminui** enquanto a **cinética permanece constante** (pois a velocidade é constante).

Gabarito: B

6.(EEAR 2016)

Um garoto com um estilingue tenta acertar um alvo a alguns metros de distância. (1) Primeiramente ele segura o estilingue com a pedra a ser arremessada, esticando o elástico propulsor. (2) Em seguida ele solta o elástico com a pedra. (3) A pedra voa, subindo a grande

altura. (4) Na queda a pedra acerta o alvo com grande violência. Assinale os trechos do texto correspondentes às análises físicas das energias, colocando a numeração correspondente.

- () Conversão da energia potencial elástica em energia cinética.
- () Energia cinética se convertendo em energia potencial gravitacional
- () Energia potencial gravitacional se convertendo em energia cinética.
- () Usando a força para estabelecer a energia potencial elástica.

A sequência que preenche corretamente os parênteses é:

- a) 1 – 2 – 3 – 4
- b) 2 – 3 – 4 – 1
- c) 3 – 4 – 1 – 2
- d) 4 – 1 – 2 – 3

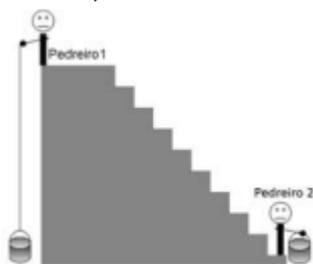
Comentário:

Para o estilingue esticar, o menino precisa impor uma força no elástico, portanto o número 1 corresponde à “Usando a força para estabelecer a energia potencial elástica”. Da mesma forma, após **soltar o elástico a energia potencial elástica é convertida em cinética e por fim em potencial (ganho de altura). Então, ao atingir a altura máxima, a pedra inicia o movimento de descida, transformando a energia potencial em energia cinética.**

Gabarito: B

7.(EEAR 2017)

Dois pedreiros levaram latas cheias de concreto de mesma massa para uma laje a partir do solo. O pedreiro 1 o fez içando a lata presa por uma corda e o pedreiro 2 o fez através de uma escada, como mostra a figura:



Se o pedreiro 1 subiu a lata em menor tempo que o pedreiro 2, podemos afirmar que:

- a) o pedreiro 2 fez um trabalho maior do que o pedreiro 1.
- b) o pedreiro 1 fez um trabalho maior do que o pedreiro 2.
- c) a potência desenvolvida pelo pedreiro 1 é maior do que a potência desenvolvida pelo pedreiro 2.
- d) a potência desenvolvida pelo pedreiro 2 é maior do que a potência desenvolvida pelo pedreiro 1.

Comentário:

É importante observar que ambos os pedreiros chegam na mesma altura. Assim, a energia potencial necessária é a mesma tanto para o pedreiro 1 quanto para o pedreiro 2, pois a mesma só depende da distância relativa ao referencial. Entretanto, como o pedreiro 1 realizou a tarefa em menor tempo, temos que a potência apresentada é maior que a potência do pedreiro 2. Visto que:

$$P = \frac{\text{Energia}}{\text{Tempo}}$$

Gabarito: C**8.(EEAR 2020)**

Um corpo de massa igual a 80 kg, após sair do repouso, percorre uma pista retilínea e horizontal até colidir a 108 km/h com um anteparo que está parado. Qual o valor, em metros, da altura que este corpo deveria ser abandonado, em queda livre, para que ao atingir o solo tenha o mesmo valor da energia mecânica do corpo ao colidir com o anteparo?

Adote a aceleração da gravidade no local igual a 10 m/s².

- a) 36
- b) 45
- c) 58
- d) 90

Comentário:

$$E_{\text{mecânica}} = E_{\text{potencial}} + E_{\text{cinética}}$$

Situação 1:

$$E_{\text{cinética}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot 900 = 36000 \text{ J}; \text{ Velocidade é em m/s}$$

Situação 2:

$$E_{\text{potencial}} = m \cdot g \cdot h = 80 \cdot 10 \cdot h$$

Assim, para que as energias sejam equivalentes, temos:

$$36000 = 800 \cdot h \rightarrow h = 45 \text{ m}$$

Gabarito: B**9.(EEAR 2020)**

As bicicletas elétricas estão cada vez mais comuns nas cidades brasileiras. Suponha que uma bicicleta elétrica de massa igual a 30 kg, sendo conduzida por um ciclista de massa igual a 70 kg consiga, partindo do repouso, atingir a velocidade de 72 km/h em 10 s.

Obs.: Considere que: 1 – o ciclista não usou sua força muscular, 2 – a variação da velocidade se deve apenas ao trabalho realizado pelo motor elétrico.

Dentre as alternativas abaixo, qual o menor valor de potência média, em watts, que o motor elétrico dessa bicicleta deve fornecer para que esses valores sejam possíveis?

- a) 500
- b) 1000
- c) 2000
- d) 4000

Comentário:

Sabendo que:

$$P = \frac{\text{Energia}}{\text{tempo}}$$

$$E_{\text{cinética}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \rightarrow E_{\text{cinética}} = \frac{1}{2} \cdot (30 + 70) \cdot (20)^2 = 20000 \text{ J}$$

Assim, temos que a potência é :



$$P = \frac{20000}{10} = 2000W$$

Gabarito: C**10.(EAM 2004)**

Dois operários realizam um trabalho de 4.800 J cada um. O operário A o fez no tempo de 12 s, enquanto o operário B levou 16 s para fazê-lo.

A razão P_a/P_b entre as potências P_a e P_b desses operários é:

a) $3/2$

b) $4/3$

c) $3/4$

d) $2/3$

e) $1/2$

Comentário:

Sabendo que:

$$P = \frac{\text{Energia}}{\text{tempo}}$$

Temos que:

$$P_a/P_b = \frac{\frac{4800}{12}}{\frac{4800}{16}} = \frac{16}{12} = 4/3$$

Gabarito: B**11.(EAM 2008)**

Num cais, dois guindastes, um novo e outro velho, operam transportando caixas para um navio cargueiro. No máximo dos seus empenhos, os dois estão realizando as seguintes tarefas:

- o guindaste novo eleva uma caixa de 80.000N de peso a 10m de altura em 40 segundos;
- o guindaste velho eleva uma caixa de 7.000 Kgf de peso a 12 m de altura em 35 segundos;

Com relação à potência dos guindastes, e supondo $g = 10m/s^2$, podemos afirmar que:

- a) O novo é mais potente.
- b) O velho é mais potente.
- c) Os dois possuem a mesma potência.
- d) Os dois executam trabalhos iguais em módulo.
- e) O velho executa um trabalho de 84.000J.

Comentário:

Sabendo que:

$$P = \frac{\text{Energia}}{\text{tempo}}$$



Guindaste novo:

$$P = \frac{80000 \cdot 10}{40} = 20000W$$

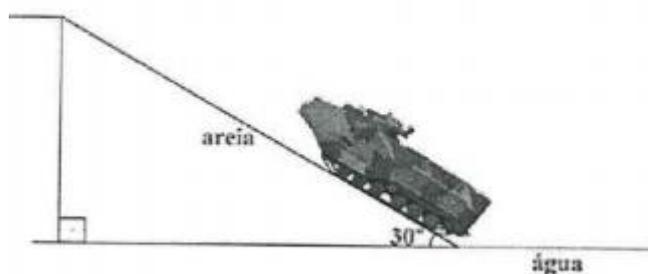
Guindaste Velho:

$$P = \frac{70000 \cdot 12}{35} = 24000W$$

Gabarito: B

12.(EAM 2018)

Considere um fuzileiro naval em missão de desembarque de equipamentos, em uma praia de Haiti, utilizando para tal um moderno Carro Lagarta Anfíbio (CLAnf) proveniente do Batalhão de Viaturas Anfíbias, conforme a figura a seguir.



As massas do CLAnf vazio, do equipamento que transporta e do fuzileiro naval que o conduz, são, respectivamente, 20.000kg, 1.020kg e 80kg. A inclinação (rampa) da praia é de 30° por uma extensão de 10m. Marque a opção que fornece o módulo do trabalho da força peso do sistema (CLAnf + equipamento + fuzileiro) ao subir totalmente a rampa. Considere para tal $g = 10\text{m/s}^2$, $\text{sen}30^\circ = 0,50$ e $\text{cos}30^\circ = 0,87$.

- a) 105.500 J
- b) 211.000 J
- c) 535.000 J
- d) 850.000 J
- e) 1.055.000 J

Comentário:

Como a extensão da rampa é de 10m, temos que pelo triângulo retângulo, a altura da rampa é:

$$H = 10 \cdot \text{sen}30^\circ = 5\text{m}$$

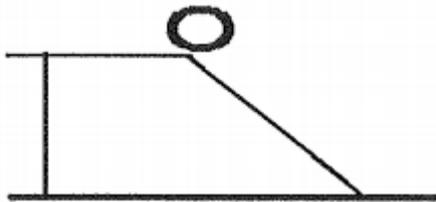
Assim, o trabalho do peso é:

$$W_p = E_{\text{potencial}} = m \cdot g \cdot h = 21100 \cdot 10 \cdot 5 = 1.055.000J$$

Gabarito: E

13.(EAM 2016)

Um corpo esférico desce uma rampa, a partir do repouso, conforme mostra a figura abaixo.



Desprezando todos os atritos, pode-se afirmar que, durante a descida desse corpo, a:

- Energia potencial gravitacional é constante.
- Energia cinética é constante.
- Soma das energias potencial e cinética é constante.
- Energia cinética diminui.
- Energia potencial gravitacional aumenta.

Comentário:

Como desprezamos todos os atritos, não há formas de dissipar a energia do sistema. Desta forma, ao descer a rampa, o corpo transforma energia potencial gravitacional em energia cinética, de modo a **energia mecânica ser totalmente conservada**.

$$E_{\text{mecânica}} = E_{\text{potencial}} + E_{\text{cinética}}$$

Gabarito: C**14.(EAM 2018)**

Um marinheiro precisa transportar uma caixa de massa 12kg do porão de um navio até um outro compartimento situado em um local 5 metros acima do nível do porão. Supondo que o tempo gasto no transporte seja de 2 minutos e considerando a gravidade local igual a 10m/s^2 , é correto afirmar que a potência usada pelo marinheiro nessa tarefa foi de:

- 5W
- 8W
- 50W
- 120W
- 300W

Comentário:

Sabendo que:

$$P = \frac{\text{Energia}}{\text{tempo}}$$

Onde o tempo é em segundos e a energia em joules.

Dessa forma:

$$P = \frac{12 \cdot 10 \cdot 5}{120} = 5W$$

Gabarito: A

15.(EAM 2017)

Em um teste de aceleração, um determinado automóvel, cuja massa total é igual a 1000kg, teve sua velocidade alterada de 0 a 108km/h, em 10 segundos. Nessa situação, pode-se afirmar que a força resultante que atuou sobre o carro e o trabalho realizado por ela valem, respectivamente:

- a) 3000N e 500kJ
- b) 3000N e 450kJ
- c) 2000N e 500kJ
- d) 2000N e 450kJ
- e) 1000N e 450kJ

Comentário:

Sabendo que:

$$P = \frac{\text{Energia}}{\text{tempo}}$$

$$E_{\text{cinética}} = \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot (30)^2 = 450000J$$

Assim:

$$P = 450kW \rightarrow W = 450kJ$$

Para o cálculo da distância percorrida, temos:

O carro vai de 0 a 30m/s em 10 segundos, logo a aceleração é de $3m/s^2$ 😊

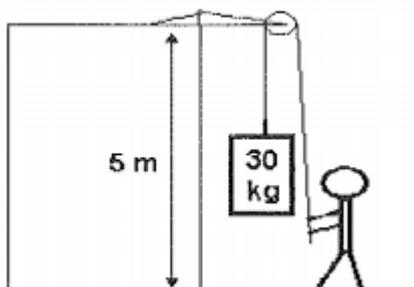
$$S = S_0 + v_0 \cdot t + a \cdot \frac{t^2}{2} \rightarrow 3 \cdot 50 = 150m$$

$$W = F \cdot d \rightarrow 450000 = F \cdot 150 \rightarrow F = 3000N$$

Gabarito: B

16.(CN 2016)

Em uma construção, um operário utiliza-se de uma roldana e gasta em média 5 segundos para erguer objetos do solo até uma laje, conforme mostra a figura abaixo.



Desprezando os atritos e considerando a gravidade local igual a $10m/s^2$, pode-se afirmar que a potência média e a força feita pelos braços do operário na execução da tarefa foram, respectivamente, iguais a:

- a) 300W e 300N
- b) 300W e 150N
- c) 300W e 30N

d) 150W e 300N

e) 150W e 150N

Comentário:

Sabendo que:

$$P = \frac{\text{Energia}}{\text{tempo}}$$

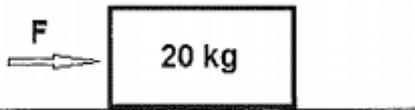
$$P = \frac{30 \cdot 10 \cdot 5}{5} = \mathbf{300W}$$

Como:

$$P = F \cdot \frac{d}{t} \rightarrow 300 = F \cdot \frac{5}{5} = F \rightarrow \mathbf{F = 300N}$$

Gabarito: A**17.(CN 2014)**

Observe a figura abaixo.



Uma força constante “F” de 200N atua sobre um corpo, mostrado na figura acima, deslocando-o por 10s sobre uma superfície, cujo coeficiente de atrito vale 0,2.

Supondo que, inicialmente, o corpo encontrava-se em repouso, e considerando a gravidade local como sendo 10 m/s², pode-se afirmar que o trabalho da força resultante, que atuou sobre o bloco, em joules, foi igual a:

- a) 20.000
- b) 32.000
- c) 40.000
- d) 64.000
- e) 80.000

Comentário:

Inicialmente, calculemos a força de atrito: $F_{\text{atrito}} = \mu \cdot N \rightarrow F_{\text{atrito}} = 0,2 \cdot 200 = \mathbf{40N}$

Assim:

$$F_{\text{resultante}} = 200 - 40 = \mathbf{160N}$$

Pela segunda lei de newton, temos:

$$F_{\text{resultante}} = m \cdot a \rightarrow 160 = 20 \cdot a \rightarrow \mathbf{a = \frac{8m}{s^2}}$$

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + a \cdot \frac{t^2}{2} \rightarrow S = 8 \cdot 5 = \mathbf{400m}$$

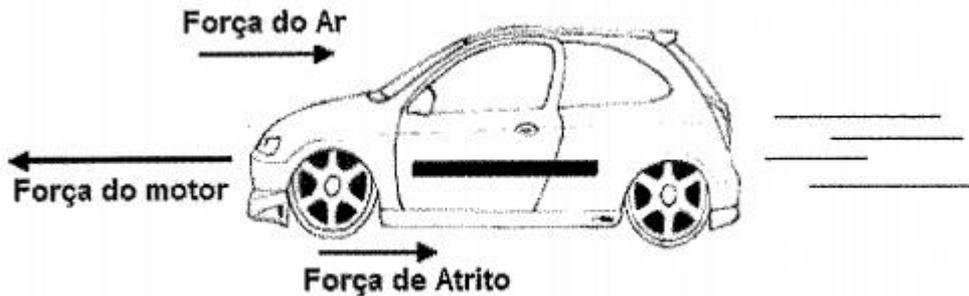
Por fim:

$$W = F \cdot d \rightarrow 160 \cdot 400 = \mathbf{64000J}$$

Gabarito: D

18.(CN 2013)

Durante o seu movimento, um carro de massa 1200kg encontra-se submetido a ação das três forças mostradas na figura: a força que o motor produz, disponível para o deslocamento do carro, igual a 3500N, a força da resistência do ar igual a 400N e a força de atrito com o solo no valor de 700N, ambas constantes.



Considerando que o carro partiu do repouso em trajetória retilínea e as forças atuaram sobre ele por 10 segundos, pode-se afirmar que a velocidade final atingida e o trabalho realizado pela força resultante foram, respectivamente, iguais a:

- a) 72km/h e 120kJ
- b) 72km/h e 240kJ
- c) 80km/h e 120kJ
- d) 80km/h e 240kJ
- e) 90km/h e 120kJ

Comentário:

$$F_{\text{resultante}} = 3500 - 400 - 700 = 2400\text{N}$$

Pela segunda lei de Newton, temos:

$$F_{\text{resultante}} = m \cdot a \rightarrow 1200 \cdot a = 2400 \rightarrow a = \frac{2\text{m}}{\text{s}^2}$$

Como a força resultante atua por 10 segundos, temos que:

$$v = a \cdot t \rightarrow v = 2 \cdot 10 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow v = 20 \cdot 3,6 = 72\text{km/h}$$

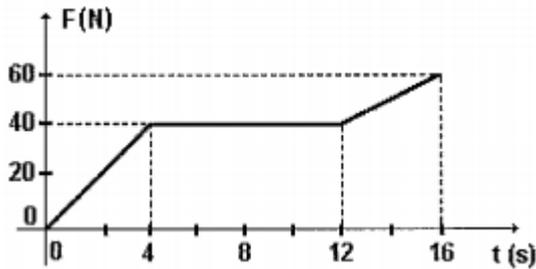
$$S = S_0 + v_0 \cdot t + a \cdot \frac{t^2}{2} \rightarrow S = 2 \cdot 50 = 100\text{m}$$

Por fim:

$$W = F \cdot d \rightarrow 2400 \cdot 100 = 240\text{kJ}$$

Gabarito: B**19(CN 2012)**

Um corpo com massa 20,0kg sofre a ação de uma força resultante cujo comportamento encontra-se mostrado no gráfico a seguir.



Considerando que entre os instantes 4s e 12s a força atuou na mesma direção e no mesmo sentido do deslocamento do corpo, produzindo um movimento horizontal e em linha reta, cuja velocidade medida no instante 4s era de 10m/s, é correto afirmar que, especificamente para este intervalo de tempo, de 4s a 12s, o:

- Movimento foi uniforme e a energia cinética permaneceu estável com valor de 1000J.
- Movimento foi uniformemente variado com aceleração variável de 2m/s².
- Movimento foi uniforme pois a força permaneceu constante, mantendo o valor da velocidade.
- Trabalho da força resultante foi de 5760 joules.
- Trabalho da força resultante foi de 6570 joules.

Comentário:

Pela segunda lei de newton, temos:

$$F_{\text{resultante}} = m \cdot a \rightarrow 20 \cdot a = 40 \rightarrow a = 2\text{m/s}^2$$

Assim, concluímos que o movimento no intervalo de 4 a 12 segundos é uniformemente variado, pois a aceleração é constante (dado que a força resultante também é, e igual a 40N).

Como a força resultante atua por 8 segundos:

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + a \cdot \frac{t^2}{2} \rightarrow S = 144\text{m}$$

Por fim:

$$W = F \cdot d \rightarrow W = 40 \cdot 144 = 5760\text{J}$$

Gabarito: D

20.(CN 2010)

De acordo com a lei da conservação de energia, a energia não pode ser criada nem destruída, podendo apenas ser transformada de uma forma em outra. Baseado nesse princípio, algumas equipes de fórmula 1 usaram, durante a temporada de 2009, um Sistema de Recuperação da Energia Cinética (em inglês KERS) que proporcionava uma potência extra no carro de cerca de 80CV durante 6 segundos, melhorando assim as ultrapassagens. Essa energia era acumulada durante as frenagens usando parte da energia cinética do carro, que seria dissipada pelos freios em forma de calor.

Se toda a energia acumulada pelo KERS pudesse ser integralmente utilizada por um elevador para erguer uma carga total de 1000kg, qual seria, aproximadamente, a altura máxima atingida por esse elevador, desprezando-se todos os atritos envolvidos?

Dados: 1 CV = 735W e $g = 10\text{m/s}^2$

- 20 m
- 25 m
- 30 m

d) 35 m

e) 40 m

Comentário:

Do enunciado temos que o sistema KERS proporcionava uma potência extra de 80CV durante 6 segundos, dessa forma a energia extra era de:

$$P = 80.735 = 58800W \rightarrow \text{Energia} = P.t \rightarrow E = 58800.6 = \mathbf{352800J}$$

A energia requisitada pelo elevador é da forma:

$$E = m.g.h \rightarrow \mathbf{1000.10.h}$$

para que seja abastecido pelo KERS:

$$E = 352800 \rightarrow 1000.10.h = 352800 \rightarrow \mathbf{h = 35,28m}$$

Portanto, a altura máxima é:

35m

Gabarito: D**21. (EEAR 2007)**

Um corpo com 2 kg de massa atinge o solo com uma energia cinética de 1000 J. Sabendo que este corpo foi abandonado de uma altura h e que a aceleração da gravidade no local vale 10m/s^2 , determine o valor de h, em m.

a) 5

b) 20

c) 50

d) 200

Comentário:

Como há apenas a ação de forças conservativas:

$$E_{MEC,A} = E_{MEC,B}$$

$$E_{C,A} + E_{P,A} = E_{C,B} + E_{C,B}$$

$$E_{P,A} = E_{C,B}$$

$$m.g.h = 1000$$

$$2.10.h = 1000$$

$$\mathbf{h = 50 m}$$

Gabarito: C**22. (EEAR 2008)**

Um móvel, de massa igual a 900 kg, partindo do repouso, depois de percorrer um determinado trecho de uma pista retilínea, atinge uma velocidade de 108 km/h. Determine o trabalho realizado, em kJ, pela força resultante, suposta constante, que atua no móvel para que este alcance a velocidade descrita.

a) 90

b) 405

c) 900

d) 40500

Comentário:

Do enunciado:

$m = 900 \text{ kg}$



$$E_{c,0} = 0$$

$$v = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$$

Pelo Teorema da Energia Cinética:

$$\begin{aligned} W &= \Delta E_c \\ W &= E_c \\ W &= \frac{m \cdot v^2}{2} \\ W &= \frac{900 \cdot 30^2}{2} \\ W &= 405000 \text{ J} \\ W &= 405 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Gabarito: B

23. (EEAR 2008)

Considere um corpo em queda livre. Pode-se afirmar corretamente, que a energia mecânica:

- no início da queda é igual em qualquer ponto da queda.
- no início da queda é menor do que próximo ao solo.
- no início da queda é maior do que próximo ao solo.
- é a razão entre a energia cinética e a potencial.

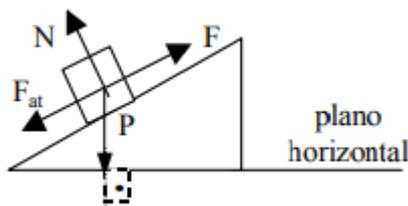
Comentário:

Como na queda livre, temos a apenas a ação do peso. Podemos afirmar que o sistema é conservativo. Portanto, a energia mecânica se conserva na queda livre, ou seja, é a mesma no início da queda e em qualquer ponto da queda.

Gabarito: A

24. (EEAR 2010)

Considere um bloco subindo um plano inclinado que oferece atrito. De todas as forças que atuam no bloco quantas não realizam trabalho?



- 1
- 2
- 3

d) 4

Comentário:

Forças que não realizam trabalho são aquelas que estão perpendiculares a direção do movimento. A partir disso, temos que apenas a força N está perpendicular a direção do movimento no plano inclinado. Logo, só tem 1 força.

Gabarito: A**25. (EEAR 2010)**

Um corpo de massa m cai de uma altura h , até o chão. Se considerarmos o atrito com o ar, podemos concluir, corretamente, que, nesse caso, a energia mecânica

- é nula, pois o atrito é uma força dissipativa.
- conserva-se, pois a energia não pode ser destruída e nem criada, apenas transformada.
- conserva-se, pois a força peso cancela a existência de atrito e, assim, o corpo cai com velocidade constante.
- não se conserva, pois a energia potencial não será convertida totalmente em energia cinética.

Comentário:

Como o corpo estava a uma altura h , ele possui uma energia potencial diferente de zero. Logo a energia mecânica também não será nula e, por isso, a alternativa A está incorreta.

Como o atrito é uma força dissipativa, não teremos a conservação da energia mecânica. Pois a energia potencial será convertida uma parte em energia cinética e outra parte será gasta com o trabalho do atrito.

Gabarito: D**26. (EEAR 2012)**

Um guindaste eleva uma carga de $3 \cdot 10^3$ kg a uma altura de 12 m em 40 s. Se esse guindaste fosse substituído por outro, com o dobro da potência média, qual seria o tempo gasto para realizar o mesmo trabalho?

(considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e despreze as perdas)

- 10 s
- 15 s
- 20 s
- 30 s

Comentário:

Sabendo que:

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

Do enunciado:

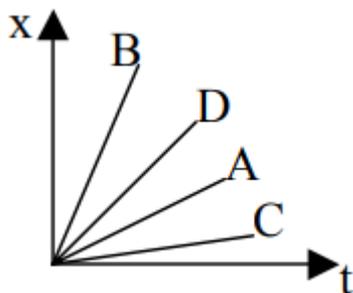
$$\begin{aligned} W_1 &= W_2 \\ P_2 &= 2 \cdot P_1 \end{aligned}$$

Com isso:

$$\begin{aligned} P_1 \cdot \Delta t_1 &= P_2 \cdot \Delta t_2 \\ P_1 \cdot 40 &= 2 \cdot P_1 \cdot \Delta t_2 \\ \Delta t_2 &= 20 \text{ s} \end{aligned}$$

Gabarito: C**27. (EEAR 2007)**

Quatro objetos, de mesma massa, apresentam movimentos descritos pelas curvas A, B, C e D do gráfico. Para um determinado instante t , o valor da energia cinética de cada objeto, ordenada de forma crescente, é



- a) A, B, C e D
- b) B, D, A e C
- c) C, A, D e B
- d) A, D, C e B

Comentário:

Sabendo que:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ e } E = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Do gráfico, a reta mais inclinada é a que possui maior velocidade. Logo:

$$v_C < v_A < v_D < v_B$$

Como as velocidades são positivas:

$$\begin{aligned} v_C^2 < v_A^2 < v_D^2 < v_B^2 \\ \frac{2 \cdot E_C}{m} < \frac{2 \cdot E_A}{m} < \frac{2 \cdot E_D}{m} < \frac{2 \cdot E_B}{m} \\ E_C < E_A < E_D < E_B \end{aligned}$$

Gabarito: C

28. (EEAR 2008)

Uma pedra de 200g é abandonada de uma altura de 12m em relação ao solo. Desprezando-se a resistência do ar e considerando-se a aceleração da gravidade igual a 10m/s^2 , determine a energia cinética, em J, desta pedra após cair 4m.

- a) 32
- b) 16
- c) 8
- d) 4

Comentário:

Como o sistema é conservativo:

$$\begin{aligned} E_{MEC,A} &= E_{MEC,B} \\ E_{C,A} + E_{P,A} &= E_{C,B} + E_{C,B} \end{aligned}$$



$$E_{P,A} = E_{C,B}$$

$$m \cdot g \cdot h = E_{C,B}$$

$$200 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 4 = E_{C,B}$$

$$E_{C,B} = 8 J$$

Gabarito: C

29. (EEAR 2008)

O ponto no qual se pode considerar concentrada toda a massa de um corpo rígido ou sistema físico, **não** homogêneo, é denominado _____.

- incentro
- exocentro
- centro de massa
- centro geométrico

Comentário:

Sabendo que:

- Incentro é o ponto do triângulo em que as suas três bissetrizes se cruzam.
- Exocentro não possui significado
- Centro de massa é um ponto hipotético no qual toda a massa de um sistema está concentrada
- Centro geométrico é um ponto associado a forma espacial e quando o corpo é homogêneo coincide com o centro de massa.

Logo, a alternativa correta é a letra C.

Gabarito: C

30. (EEAR 2009)

O motor de um guindaste em funcionamento, consome 1,0 kW para realizar um trabalho de 10^4 J, na elevação de um bloco de concreto durante 20 s. O rendimento deste motor é de

- 5 %.
- 10 %.
- 20 %.
- 50 %.

Comentário:

Devemos calcular a potência utilizada pelo motor do guindaste:

$$P_U = \frac{W}{\Delta t}$$

$$P_U = \frac{10^4}{20} = \frac{1000}{2}$$

$$P_U = 500 W$$

Para calcular o rendimento, temos:

$$\eta = \frac{P_U}{P_T}$$

$$\eta = \frac{500}{1000}$$

$$\eta = 50 \%$$



Gabarito: D

31. (EEAR 2009)

Em uma montanha russa, o carrinho é elevado até uma altura de 54,32 metros e solto em seguida.

Cada carrinho tem 345 kg de massa e suporta até 4 pessoas de 123 kg cada.

Suponha que o sistema seja conservativo, despreze todos os atritos envolvidos e assinale a alternativa que completa corretamente a frase abaixo, em relação à velocidade do carrinho na montanha russa.

A velocidade máxima alcançada ...

- a) *independe do valor da aceleração da gravidade local.*
- b) *é maior quando o carrinho está com carga máxima.*
- c) *é maior quando o carrinho está vazio.*
- d) *independe da carga do carrinho.*

Comentário:

Como o sistema é conservativo:

$$\begin{aligned}E_{MEC, A} &= E_{MEC, B} \\E_{C, A} + E_{P, A} &= E_{C, B} + E_{C, B} \\E_{P, A} &= E_{C, B} \\m \cdot g \cdot h &= \frac{m \cdot v^2}{2} \\v^2 &= 2 \cdot g \cdot h \\v &= \sqrt{2 \cdot g \cdot h}\end{aligned}$$

Com isso, a velocidade máxima não depende da carga, mas depende da aceleração da gravidade local e da altura. Logo, a alternativa correta é a letra D

Gabarito: D

32. (EEAR 2010)

Na Idade Média, os exércitos utilizavam catapultas chamadas “trabucos”. Esses dispositivos eram capazes de lançar projéteis de 2 toneladas e com uma energia cinética inicial igual a 4000J.

A intensidade da velocidade inicial de lançamento, em m/s, vale

- a) 1.
- b) 2.
- c) $\sqrt{2}$.
- d) $2\sqrt{2}$.

Comentário:

Sabendo que a energia cinética é dada por:

$$\begin{aligned}E_c &= \frac{m \cdot v^2}{2} \\4000 &= \frac{2 \cdot 10^3 \cdot v^2}{2}\end{aligned}$$



$$v^2 = 4$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

Gabarito: B**33. (EEAR 2011)**

Um disco de massa igual a 2,0 kg está em movimento retilíneo sobre uma superfície horizontal com velocidade igual a 8,0 m/s, quando sua velocidade gradativamente reduz para 4,0 m/s. Determine o trabalho, em J, realizado pela força resistente nesta situação.

- a) - 48.
- b) - 60.
- c) + 60.
- d) + 100.

Comentário:

Pelo Teorema da Energia Cinética:

$$W = \Delta E_c$$

$$W = E_c - E_{c,0}$$

$$W = \frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{m \cdot v_0^2}{2}$$

$$W = \frac{2 \cdot (4)^2}{2} - \frac{2 \cdot (8)^2}{2}$$

$$W = 16 - 64$$

$$W = -48 \text{ J}$$

Gabarito: A**34. (EEAR 2008)**

Uma bola de 400g é lançada do solo numa direção que forma um ângulo de 60° em relação à horizontal com energia cinética, no momento do lançamento, igual a 180 J. Desprezando - se a resistência do ar e admitindo-se $g = 10 \text{ m/s}^2$, o módulo da variação da energia cinética, desde o instante do lançamento até o ponto de altura máxima atingido pela bola é, em joules, de

- a) 0.
- b) 45.
- c) 135.
- d) 180.

Comentário:

Pelo Lançamento Oblíquo, temos que:

- A velocidade horizontal será a mesma em toda a trajetória e igual a:

$$v_x = v \cdot \text{Sen}60^\circ$$

- A velocidade vertical no ponto de altura máxima é nula.

- A velocidade vertical inicial é:

$$v_y = v \cdot \text{Cos}60^\circ$$

Calculando a velocidade inicial v:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$



$$180 = \frac{400 \cdot 10^{-3} \cdot v^2}{2}$$

$$v^2 = 900$$

$$v = 30 \text{ m/s}$$

Calculando o módulo da diferença:

$$\Delta E_c = \frac{m \cdot v_x^2}{2} + \frac{m \cdot v_y^2}{2} - \frac{m \cdot v_{x,0}^2}{2} - \frac{m \cdot v_{y,0}^2}{2}$$

$$\Delta E_c = \frac{m \cdot (v \cdot \text{Sen}60^\circ)^2}{2} - \frac{m \cdot (v \cdot \text{Sen}60^\circ)^2}{2} - \frac{m \cdot (v \cdot \text{Cos}60^\circ)^2}{2}$$

$$\Delta E_c = -\frac{m \cdot (v \cdot \text{Cos}60^\circ)^2}{2}$$

$$\Delta E_c = -\frac{400 \cdot 10^{-3} \cdot (30 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})^2}{2}$$

$$\Delta E_c = -\frac{90 \cdot 3}{2}$$

$$\Delta E_c = -135 \text{ J}$$

Como queremos o módulo:

$$\Delta E_c = 135 \text{ J}$$

Gabarito: C

35. (EAM 2010)

No estudo de mecânica, a palavra trabalho significa usar uma força para mover um corpo por uma certa distância, estando a força e o deslocamento na mesma direção.

Um marinheiro, a bordo em um navio, foi escalado para executar uma determinada tarefa e, para isso, precisou deslocar uma caixa de ferramentas de 15kg que estava próxima à casa de máquinas até um local distante 80m na horizontal e 12m na vertical. Considerando a gravidade local igual a 10m/s^2 é correto afirmar que o trabalho da força peso é igual a

- 12000J na direção horizontal.
- 1800J na direção horizontal.
- 12000J na direção vertical.
- 1800J na direção vertical.
- zero, pois a força peso não realiza trabalho.

Comentário:

No deslocamento horizontal, temos que a força peso é perpendicular à direção do movimento. Logo:

$$W_H = 0$$

Contudo, para a vertical, temos:

$$W_V = m \cdot g \cdot h$$

$$W_V = 15 \cdot 10 \cdot 12$$

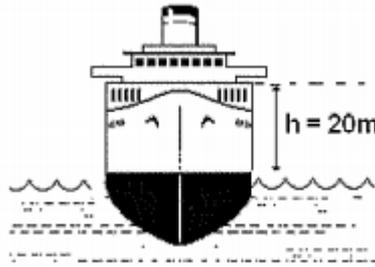
$$W_V = 1800 \text{ J}$$

Gabarito: D



36. (EAM 2011)

Durante a rotina diária de bordo num navio, um marinheiro deixou cair, na água, um martelo de massa 600g da altura mostrada na figura abaixo.



Desprezando – se as possíveis perdas e considerando a gravidade local igual a 10m/s^2 , é correto afirmar que a energia inicial do martelo, em relação à água, e a sua velocidade ao atingi-la valem, respectivamente,

- a) 120J e 10m/s
- b) 120J e 20m/s
- c) 180J e 20m/s
- d) 180J e 30m/s
- e) 240J e 10m/s

Comentário:

Calculando a energia mecânica do martelo no início:

$$E_{MEC} = E_C + E_P$$

$$E_{MEC} = 0 + E_P$$

$$E_{MEC} = m \cdot g \cdot h$$

$$E_{MEC} = 600 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 20$$

$$E_{MEC} = 120 \text{ J}$$

Como na queda livre temos a ação apenas do peso que é uma força conservativa, podemos conservar a energia do sistema:

$$E_{MEC, A} = E_{MEC, B}$$

$$E_{C, A} + E_{P, A} = E_{C, B} + E_{C, B}$$

$$E_{P, A} = E_{C, B}$$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 20$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

Gabarito: B

37. (EAM 2011)

Um determinado corpo de massa 25 kg, inicialmente em repouso, é puxado por uma força constante e horizontal durante um intervalo de tempo de 6 segundos. Sabendo que o deslocamento do corpo ocorreu na mesma direção da força e que a velocidade atingida foi de 30 m/s, a opção que representa o valor do trabalho realizado por essa força, em joules, é

- a) 7250



- b) 9500
- c) 10750
- d) 11250
- e) 12500

Comentário:

Pelo Teorema da Energia Cinética:

$$\begin{aligned}W &= \Delta E_c \\W &= E_c - E_{c,0} \\W &= E_c \\W &= \frac{m \cdot v^2}{2} \\W &= \frac{25 \cdot (30)^2}{2} \\W &= \frac{25 \cdot 900}{2} \\W &= 11250 \text{ J}\end{aligned}$$

Gabarito: D

38. (EAM 2013)

Sabendo que a aceleração da gravidade local é 10 m/s^2 , qual é o valor da energia potencial gravitacional que uma pessoa de 80 kg adquire, ao subir do solo até uma altura de 20 m ?

Dado: $E_P = m \cdot g \cdot h$

- a) 1.600 Joules
- b) 8.000 Joules
- c) 10.000 Joules
- d) 15.000 Joules
- e) 16.000 Joules

Comentário:

Do dado do problema:

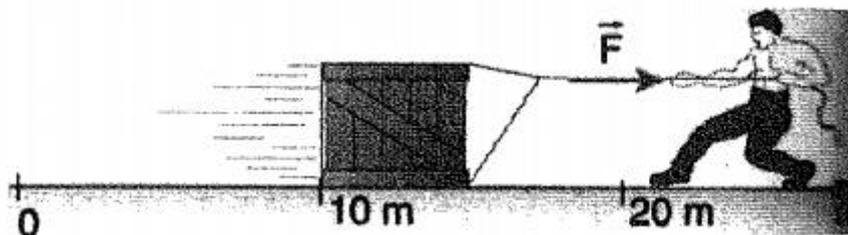
$$\begin{aligned}E_P &= m \cdot g \cdot h \\E_P &= 80 \cdot 10 \cdot 20 \\E_P &= 16.000 \text{ J}\end{aligned}$$

Gabarito: E



39. (EAM 2013)

Analise a figura a seguir.



A figura acima mostra um homem aplicando uma força horizontal num bloco, apoiado numa superfície sem atrito, de intensidade igual a 100 N, para arrastar um caixote da posição inicial de 10 m até a distância de 20 m. Qual é o valor do trabalho realizado pela força F durante esse deslocamento?

Dado: $\tau = F \cdot d$

- a) 5000 J
- b) 4000 J
- c) 3000 J
- d) 2000 J
- e) 1000 J

Comentário:

Do dado do problema:

$$\begin{aligned}\tau &= F \cdot d \\ \tau &= 100 \cdot (20 - 10) \\ \tau &= 100 \cdot 10 \\ E_P &= 1000 J\end{aligned}$$

Gabarito: E

40. (EAM 2015)

Trabalho mecânico, Potência e Energia são grandezas físicas muito importantes no estudo dos movimentos. No sistema Internacional, a unidade de medida para cada uma dessas grandezas é, respectivamente:

- a) newton, watt e joule.
- b) joule, watt e joule.
- c) watt, joule e newton.
- d) joule, watt e caloria.
- e) Joule, newton e caloria.

Comentário:

A partir de um conhecimento prévio, temos que:

Trabalho mecânico é uma forma de energia e, portanto, possui a mesma unidade de medida no sistema internacional da energia que é o **joule**.



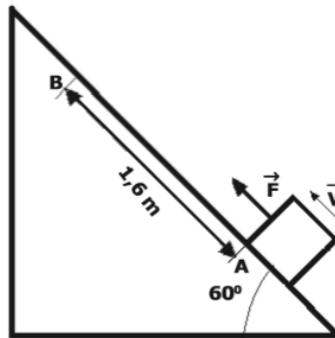
Contudo, também de um conhecimento prévio, temos que a unidade de medida de potência no sistema internacional é o watt.

Com isso, a alternativa correta é a letra B

Gabarito: B

41. (ESPCX 2019)

No plano inclinado abaixo, um bloco homogêneo encontra-se sob a ação de uma força de intensidade $F = 4 \text{ N}$, constante e paralela ao plano. O bloco percorre a distância AB , que é igual a $1,6 \text{ m}$, ao longo do plano com velocidade constante. Desprezando-se o atrito, então a massa do bloco e o trabalho realizado pela força peso quando o bloco se desloca do ponto A para o ponto B são, respectivamente, Dados: adote a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$

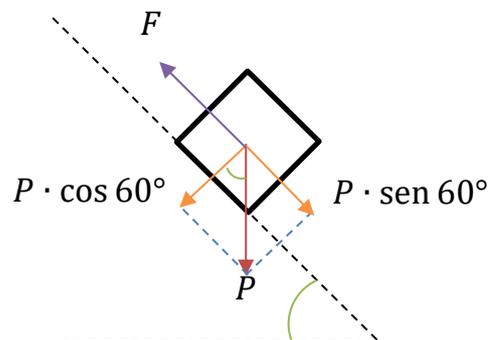


Desenho Ilustrativo - Fora de Escala

- a) $4\sqrt{3}/15 \text{ kg e } -8,4 \text{ J}$.
- b) $4\sqrt{3}/15 \text{ kg e } -6,4 \text{ J}$.
- c) $2\sqrt{3}/5 \text{ kg e } -8,4 \text{ J}$.
- d) $8\sqrt{3}/5 \text{ kg e } 7,4 \text{ J}$.
- e) $4\sqrt{3}/15 \text{ kg e } 6,4 \text{ J}$.

Comentário:

Fazendo o diagrama de forças para o bloco:



Como não há aceleração na direção paralela ao plano, temos que:

$$F = P \cdot \sen 60^\circ = m \cdot g \cdot \sen 60^\circ$$

$$4 = m \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow m = \frac{4\sqrt{3}}{15} \text{ kg}$$

Como a componente de P perpendicular ao plano não realiza trabalho (uma vez que a direção do movimento é paralela ao plano), temos que o trabalho realizado pela força peso é:

$$\tau_{\text{peso}} = -P \cdot \sen 60^\circ \cdot 1,6 = -4 \cdot 1,6$$

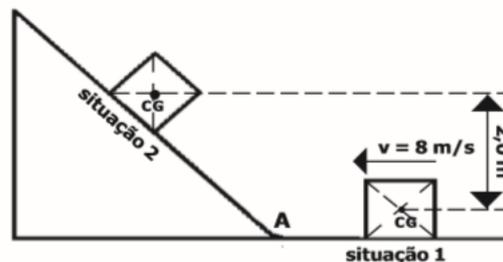
$$\tau_{\text{peso}} = -6,4 \text{ J}$$

Gabarito: B

42. (ESPCX 2019)

Um corpo homogêneo de massa 2 kg desliza sobre uma superfície horizontal, sem atrito, com velocidade constante de 8 m/s no sentido indicado no desenho, caracterizando a situação 1. A partir do ponto A, inicia a subida da rampa, onde existe atrito. O corpo sobe até parar na situação 2, e, nesse instante, a diferença entre as alturas dos centros de gravidade (CG) nas situações 1 e 2 é 2,0 m. A energia mecânica dissipada pelo atrito durante a subida do corpo na rampa, da situação 1 até a situação 2, é

Dado: adote a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$



- a) 10 J.
- b) 12 J.
- c) 24 J.
- d) 36 J.
- e) 40 J.

Comentário:

Adotemos a altura do CG na situação 1 como nosso referencial para a energia potencial gravitacional. Desse modo:

$$E_{p1} = 0 \text{ J}$$

$$E_{p2} = mgh = 2 \cdot 10 \cdot 2 = 40 \text{ J}$$

Calculemos também a energia cinética em ambas as situações:

$$E_{c1} = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{2 \cdot 8^2}{2} = 64 \text{ J}$$

$$E_{c2} = 0 \text{ J, pois o bloco está parado}$$

Sabemos que a energia mecânica dissipada pelo atrito é a diferença entre a energia mecânica da situação 1 e a da situação 2. Assim, podemos escrever:

$$\Delta E_M = E_{M1} - E_{M2}$$

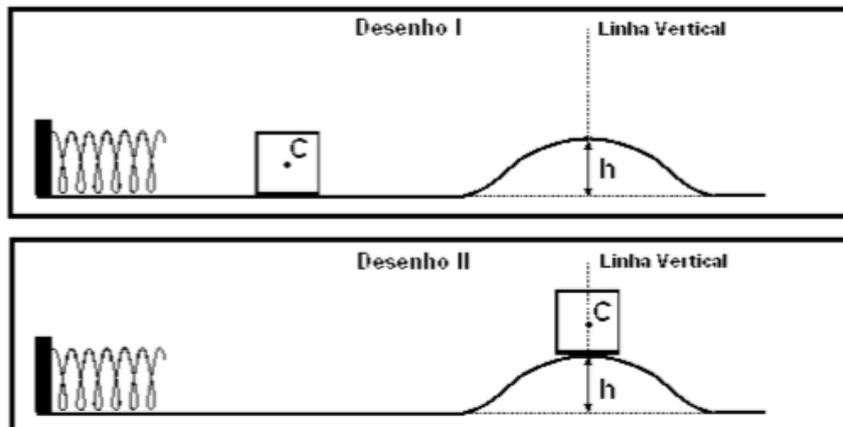
$$\Delta E_M = (E_{c1} + E_{p1}) - (E_{c2} + E_{p2})$$

$$\Delta E_M = (64 - 0) - (0 + 40) = 24 \text{ J}$$

Gabarito: C

43. (ESPCEX 2010)

A mola ideal, representada no desenho I abaixo, possui constante elástica de 256 N/m. Ela é comprimida por um bloco, de massa 2 kg, que pode mover-se numa pista com um trecho horizontal e uma elevação de altura $h = 10 \text{ cm}$. O ponto C, no interior do bloco, indica o seu centro de massa. Não existe atrito de qualquer tipo neste sistema e a aceleração da gravidade é igual a 10 m/s^2 . Para que o bloco, impulsionado exclusivamente pela mola, atinja a parte mais elevada da pista com a velocidade nula e com o ponto C na linha vertical tracejada, conforme indicado no desenho II, a mola deve ter sofrido, inicialmente, uma compressão de:



- a) $1,50 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- b) $1,18 \cdot 10^{-2} \text{ m}$
- c) $1,25 \cdot 10^{-1} \text{ m}$
- d) $2,5 \cdot 10^{-1} \text{ m}$
- e) $8,75 \cdot 10^{-1} \text{ m}$

Comentário:

Podemos conservar energia potencial elástica e a energia potencial final:

$$\frac{kx^2}{2} = mgh$$

$$\frac{256x^2}{2} = 2 \cdot 10 \cdot 0,1$$

$$\frac{256x^2}{2} = 2 \cdot 10 \cdot 0,1$$

$$x = 0,125 \text{ m}$$

Gabarito: C**44. (ESPCEX 2011)**

Um corpo de massa 4 kg está em queda livre no campo gravitacional da Terra e não há nenhuma força dissipativa atuando. Em determinado ponto, ele possui uma energia potencial, em relação ao solo, de 9 J, e sua energia cinética vale 9 J. A velocidade do corpo, ao atingir o solo, é de:

- a) 5 m/s
- b) 4 m/s
- c) 3 m/s
- d) 2 m/s
- e) 1 m/s

Comentário:

A energia mecânica no sistema é dada pela soma entre potencial e cinética. Quando atinge o solo, só há energia cinética:

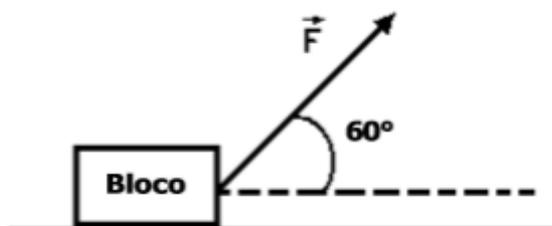
$$18 J = \frac{mv^2}{2}$$

$$18 J = \frac{4v^2}{2}$$

$$v = 3 \text{ m/s}$$

Gabarito: C**45. (ESPCEX 2011)**

Uma força constante de intensidade 25 N atua sobre um bloco e faz com que ele sofra um deslocamento horizontal. A direção da força forma um ângulo de 60° com a direção do deslocamento. Desprezando todos os atritos, a força faz o bloco percorrer uma distância de 20 m em 5 s. A potência desenvolvida pela força é de:



- a) 87 W
- b) 50 W
- c) 37 W
- d) 13 W
- e) 10 W

Comentário:

O trabalho é dado por:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos 60^\circ$$

$$\tau = 25 \cdot 20 \cdot 0,5 = 250 \text{ J}$$

A potência é dada por:

$$P = \frac{\tau}{\Delta t}$$

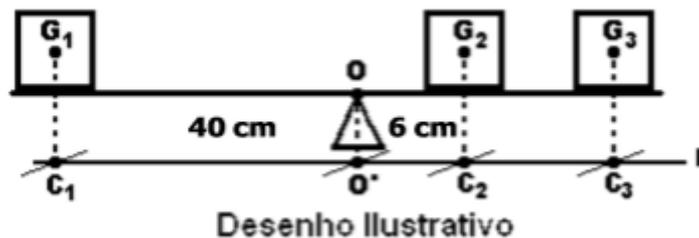
$$P = \frac{250}{5} = 50 \text{ W}$$

$$P = 50 \text{ W}$$

Gabarito: B

46. (ESPCEX 2011)

Uma barra horizontal rígida e de peso desprezível está apoiada em uma base no ponto O. Ao longo da barra estão distribuídos três cubos homogêneos com pesos P₁, P₂ e P₃ e centros de massa G₁, G₂ e G₃ respectivamente. O desenho abaixo representa a posição dos cubos sobre a barra com o sistema em equilíbrio estático.



O cubo com centro de massa em G₂ possui peso igual a 4P₁ e o cubo com centro de massa em G₃ possui peso igual a 2P₁. A projeção ortogonal dos pontos G₁, G₂, G₃ e O sobre a reta r paralela à barra são, respectivamente, os pontos C₁, C₂, C₃ e O'. A distância entre os pontos C₁ e O' é de 40 cm e a distância entre os pontos C₂ e O' é de 6 cm. Nesta situação, a distância entre os pontos O' e C₃ representados no desenho, é de:

- a) 6,5 cm
- b) 7,5 cm
- c) 8,0 cm
- d) 12,0 cm
- e) 15,5 cm

Comentário:

O centro de massa do sistema deve estar sobre o ponto de apoio para que a barra fique em equilíbrio. Considerando um sistema de coordenadas com origem em O, temos:

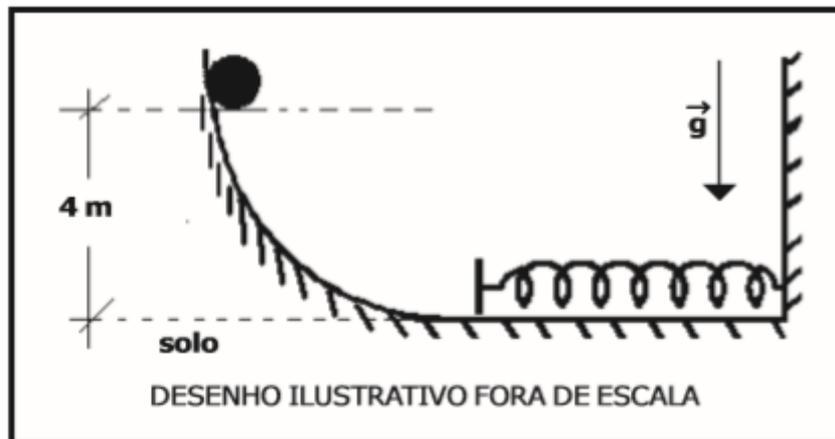
$$0 = \frac{-40 \cdot P_1 + 6 \cdot 4P_1 + x \cdot 2P_1}{7P_1}$$

$$40 - 24 = 2x$$

$$x = 8 \text{ cm}$$

Gabarito: C**47. (ESPCEX 2016)**

Uma esfera, sólida, homogênea e de massa 0,8 kg é abandonada de um ponto a 4 m de altura do solo em uma rampa curva. Uma mola ideal de constante elástica $k=400 \text{ N/m}$ é colocada no fim dessa rampa, conforme desenho abaixo. A esfera colide com a mola e provoca uma compressão. Desprezando as forças dissipativas, considerando a intensidade da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$ e que a esfera apenas desliza e não rola, a máxima deformação sofrida pela mola é de:



- a) 8 cm
- b) 16 cm
- c) 20 cm
- d) 32 cm
- e) 40 cm

Comentário:

A energia potencial gravitacional da esfera se transforma em energia potencial elástica da mola.

$$m \cdot g \cdot h = \frac{kx^2}{2}$$

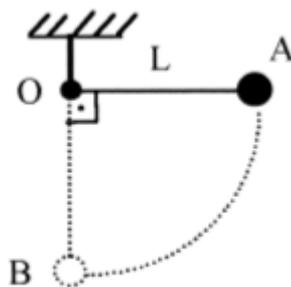
$$0,8 \cdot 10 \cdot 4 = \frac{400x^2}{2}$$

$$0,8 \cdot 10 \cdot 4 = \frac{400x^2}{2}$$

$$x = 40 \text{ cm}$$

Gabarito: E**48. (ESPCEX 2000)**

Um pêndulo simples de massa 0,5 kg está preso à extremidade de um fio ideal de comprimento $L = 1 \text{ m}$ e é abandonado no ponto A. Ele, então descreve um arco de circunferência em torno do ponto O até o ponto B, conforme a figura abaixo. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, os trabalhos da força de tração do fio e da força peso sobre o pêndulo ao longo da trajetória AB valem, respectivamente,



- a) -5 J e 5 J
- b) zero e 5 J
- c) 5 J e zero
- d) 5 J e $5\sqrt{2} \text{ J}$
- e) zero e zero

Comentário:

O trabalho da força de tração é nulo, pois a tração é perpendicular ao deslocamento por todo o percurso.

O trabalho da força peso é dada por:

$$\begin{aligned} \tau_{\text{peso}} &= mgh \\ \tau_{\text{peso}} &= 0,5 \cdot 10 \cdot 1 = 5 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\tau_{\text{peso}} = 5 \text{ J}$$

Gabarito: B**49. (ESPCEX 2005)**

Um menino de 30 kg desce em um escorregador de altura 3 m, a partir do repouso, em um local onde a aceleração da gravidade vale 10 m/s^2 . Sabendo que 40% da sua energia mecânica inicial é dissipada durante a descida, pode-se afirmar que a velocidade do menino ao atingir o solo é de:

- a) $2\sqrt{15} \text{ m/s}$
- b) 6 m/s
- c) $2\sqrt{6} \text{ m/s}$
- d) 3 m/s



e) $\sqrt{15}/2$ m/s

Comentário:

A energia mecânica inicial é apenas a energia potencial:

$$E_{mec} = m \cdot g \cdot h$$

$$E_{mec, inicial} = 30 \cdot 10 \cdot 3 = 900 \text{ J}$$

A energia final é 60% da energia mecânica inicial:

$$E_{mec, final} = 60\% \cdot 900 = 540 \text{ J}$$

$$540 \text{ J} = \frac{mv^2}{2} = \frac{30v^2}{2}$$

$$v = 6 \text{ m/s}$$

Gabarito: B**50. (ESPCEX 2008)**

Um bloco B sobe a rampa de um plano inclinado, descrevendo um movimento retilíneo uniformemente acelerado. Sobre ele, age uma força constante, conforme a figura abaixo. Há força de atrito entre as superfícies do bloco e da rampa.

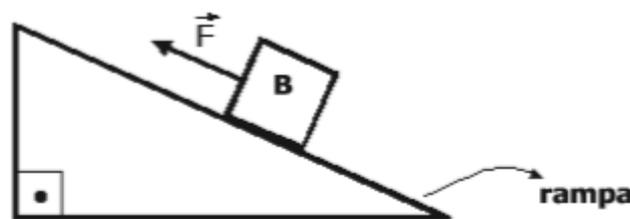


Figura Ilustrativa

Com relação às forças que agem no bloco, podemos afirmar que

- a força \vec{F} realiza um trabalho negativo.
- a força peso realiza um trabalho positivo.
- a força normal não realiza trabalho.
- a força de atrito não realiza trabalho.
- a força resultante não realiza trabalho.

Comentário:

- A força F está a favor do deslocamento e, portanto, apresenta um trabalho positivo.
- A força peso realiza um trabalho negativa, pois o corpo está ganhando altitude.
- A força normal não realiza trabalho pois é perpendicular ao deslocamento.
- A força de atrito realiza um trabalho negativo (dissipativo).
- A força resultante realiza um trabalho que é numericamente igual à variação de energia cinética.

Gabarito: C

Considerações Finais

Querido aluno(a),

Se você está com certo receio em algum tópico, reveja toda a teoria e depois refaça os exercícios propostos. Uma valiosa dica é fazer a lista inteira e só depois olhar o gabarito com a resolução. Com isso, você se forçará a ter uma maior atenção na feitura de questões e, portanto, aumentará sua concentração no momento de prova.

Se as dúvidas persistirem, não se esqueça de acessar o Fórum de Dúvidas! Responderei suas dúvidas o mais rápido possível!



Você também pode me encontrar nas redes sociais! 😊

Conte comigo,

Vinícius Fulconi



@viniciusfulconi



vinicius.fulconi

Referências

[1] Tópicos da física 1: Volume 1 - Ricardo Helou Doca, Gualter José Biscuola, Newton Villas Boas - 21. Ed - São Paulo : Saraiva, 2012.

[2] IIT JEE Problems: Cengage.

