

Aula 00

CBM-AM (Oficial Bombeiro) Física

Autor:

Vinicius Silva

22 de Dezembro de 2022

Sumário

1 - Introdução	3
2 - Trabalho Mecânico.....	3
2.1 – Conceito.....	3
2.2 – Unidade.....	4
2.3 – Cálculo do trabalho.....	4
3 - Cálculo do trabalho de forças especiais.....	14
3.1 – Trabalho da força peso.....	14
3.2 – Trabalho da Força Elástica.....	15
3.3 – Trabalho da Força de Atrito.....	17
4 - Teorema da Energia Cinética.....	18
5 - Potência.....	19
5.1 – Conceito de Potência	20
5.2 – Potência Média.....	20
5.3 – Unidades de Potência.....	20
5.4 – Potência Instantânea.....	21
5.5 – Propriedade do Gráfico (potência x tempo)	22
5.6 – Rendimento	23
6 - Energia Mecânica e Conservação	25
6.1 – Unidades.....	25
6.2 – Tipos de Energia Mecânica.....	25
6.3 – Conservação da Energia e suas Transformações.....	29
6.4 – Sistemas dissipativos.....	33
Questões Comentadas	35



Lista de Questões.....	63
Gabarito.....	77
FÓRMULAS MAIS UTILIZADAS NA AULA	78



1 - Introdução

Olá caros amigos,

Nessa aula, vamos introduzir os conceitos de trabalho mecânico, potência, energias cinética, potencial e mecânica, bem como a conservação da energia mecânica nos sistemas conservativos e a dissipação e transformação dela em sistemas dissipativos, principalmente por atrito.

Essa aula é de grande importância para a nossa caminhada na Física, pois a aula trata de muitos conceitos que estão interligados, não podendo ser deixada de lado na sua preparação.

Portanto, vamos à luta, cientes de que estamos cumprindo o nosso papel e sabedores de que nenhuma glória vem sem antes depositarmos a nossa parcela de sacrifício.

Vamos descarregar todas as nossas energias nessa aula e obter um rendimento muito bom no que diz respeito ao conhecimento da energia e suas transformações.

2 - Trabalho Mecânico

2.1 – Conceito

O conceito de trabalho mecânico é bem diferente daquele do seu cotidiano, aquele trabalho que você certamente irá desempenhar dentro do órgão para o qual vier a lograr aprovação, contribuindo para o crescimento do nosso país.

O **trabalho mecânico**, na verdade é uma **grandeza escalar**, diferentemente **da força**, da última aula, que era uma **grandeza vetorial**, o trabalho mecânico não possui direção, nem sentido, apenas um valor (módulo) e uma unidade, que vamos ver nos próximos itens.

Além de ser uma grandeza escalar, o trabalho mecânico tem por principal função dentro do movimento aquela de variar a energia cinética de um corpo.



Professor, e o que é energia cinética?

Boa pergunta Aderbal!

A energia cinética é a energia de um corpo que está associada ao seu movimento.

Assim, se um corpo apresenta movimento em relação ao referencial considerado (aqui vamos considerar o referencial da Terra), então ele possuirá energia cinética.

Pense assim: se tem velocidade, tem energia cinética.

Então, resumindo, podemos afirmar que trabalho mecânico é a grandeza escalar que quando realizado faz variar a energia cinética de um corpo.

2.2 – Unidade

A unidade da energia cinética é o **joule (J)** em homenagem a James Prescott Joule, que estudou as transformações de energia pela realização de trabalho.

Então o trabalho mecânico será dado em **joules (J)**.

Existe ainda uma unidade alternativa, que não é muito usual, que é o **erg**. Essa unidade tem como base as unidades (cm, g, s) é pertencente ao sistema CGS e não ao MKS (metro, quilograma e segundo).

Essa unidade não é muito útil, mas vamos ter que nos acostumar a trabalhar com ela para resolver alguma questão que verse sobre trabalho nessa unidade.

2.3 – Cálculo do trabalho

O trabalho pode ser calculado de duas formas, de acordo com a força que o realiza. Aliás, não existe trabalho se não houver força para realizá-lo, pois um corpo só aumenta a sua velocidade, se houver uma força resultante sobre ele.

Assim, vamos dividir o cálculo do trabalho em duas situações distintas:

2.3.1 – Força Constante

Se uma força constante atuar em um corpo o trabalho realizado por ela pode ser calculado de acordo com a seguinte fórmula:



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



Onde $|\vec{F}|$ representa o módulo da força, $|\vec{d}|$ representa o módulo do vetor deslocamento e θ é o ângulo entre o vetor força e o vetor deslocamento.

Mas lembre-se, essa fórmula só é válida se a força for uma força **constante** em **módulo**, **direção** e **sentido**.

Representando em uma figura:



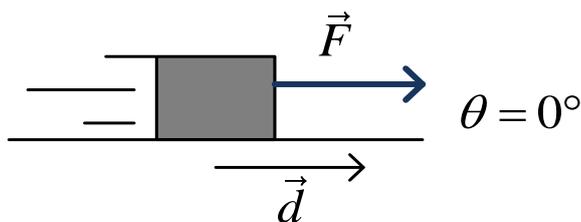
a) Cálculos especiais de trabalho:

Nesse item vamos aprender a calcular alguns trabalhos específicos, ou seja, algumas fórmulas simplificadas para o cálculo do trabalho mecânico.

1) Para $\theta = 0^\circ$

Quando $\theta = 0^\circ$, $\cos \theta = 1$

$$\tau = |\vec{F}| \cdot |\vec{d}| \cdot \cos 0^\circ$$
$$\tau = |\vec{F}| \cdot |\vec{d}|$$



Nesse caso a força é paralela e no mesmo sentido do deslocamento.

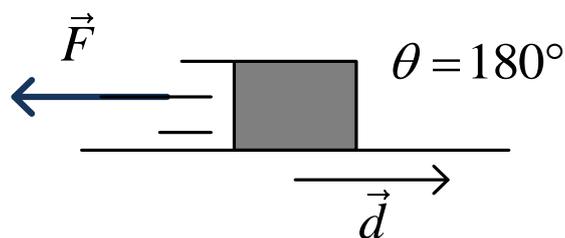
A velocidade do corpo aumentará.

I) Para $\theta = 180^\circ$

Quando $\theta = 180^\circ$, $\cos\theta = -1$



$$\tau = |\vec{F}| \cdot |\vec{d}| \cdot \cos 180^\circ$$
$$\tau = -|\vec{F}| \cdot |\vec{d}|$$



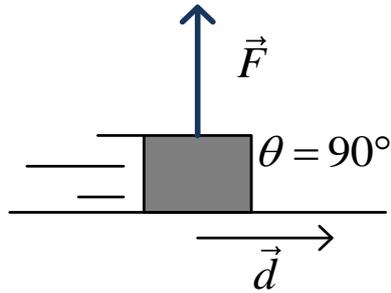
A velocidade do corpo diminuirá.

III) Para $\theta = 90^\circ$

Quando $\theta = 90^\circ$, $\cos\theta = 0$

$$\tau = |\vec{F}| \cdot |\vec{d}| \cdot \cos 90^\circ$$
$$\tau = 0$$





Portanto, quando a força é perpendicular ao deslocamento, o trabalho por ela realizado é nulo.

A velocidade do corpo não variará em módulo, podendo sofrer mudanças apenas na direção e no sentido.

Assim, podemos afirmar que o trabalho será nulo em três situações:

- Quando a força for nula, afinal só existe trabalho de uma **força**
- Quando não houver deslocamento gerado por aquela força.
- **Quando a força for perpendicular ao deslocamento.**

Muito cuidado com esse terceiro caso, que foi o que acabamos de provar, pois é muito comum em provas.

OBS.:

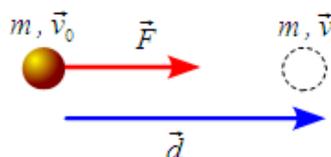
1. **A força normal nunca realiza trabalho, pois sempre será perpendicular á superfície por onde se desloca o corpo.**
2. **Toda força de natureza centrípeta não realiza trabalho, pois será sempre perpendicular ao deslocamento.**

Resumindo, podemos montar o seguinte esquema:



Cálculo do trabalho de uma força constante

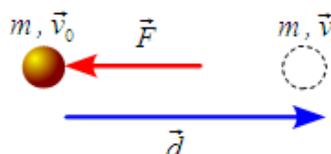
1) Força paralela no mesmo sentido do deslocamento.



$$w = F \cdot d$$

Trabalho motor
($v > v_0$)

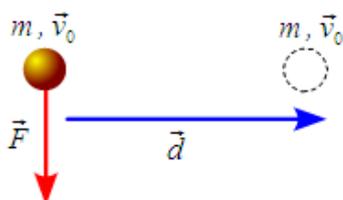
2) Força paralela oposta ao deslocamento.



$$w = -F \cdot d$$

Trabalho resistente
($v < v_0$)

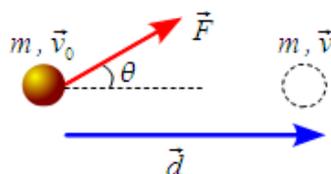
3) Força perpendicular ao deslocamento.



$$w = 0$$

Não realiza Trabalho
($v_0 = cte$)

4) Força concorrente ao deslocamento.



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

($v > v_0$)

b) Classificação do trabalho quanto ao sinal:

Note que o trabalho mecânico pode ser positivo ou negativo, de acordo com o ângulo formado entre a força e o deslocamento.

Podemos então classificar o trabalho de acordo com o seguinte esquema:

1) Trabalho Motor



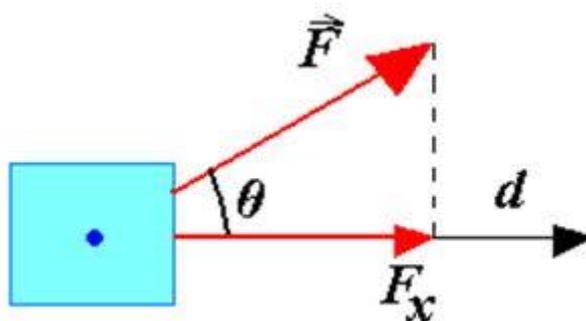
O trabalho será motor, quando ele for positivo, aumentando assim a energia cinética do corpo que estiver recebendo o trabalho dessa força.

Note que o trabalho é o produto de três termos ($|\vec{F}|$, $|\vec{d}|$ e $\cos\theta$) dos quais apenas um deles pode ser negativo, que é o $\cos\theta$.

Assim, podemos dizer que:

$$\begin{aligned}\tau &> 0 \\ \Rightarrow \cos \theta &> 0 \\ \Rightarrow 0 \leq \theta &< 90^\circ\end{aligned}$$

Logo, o trabalho será motor, caso o ângulo entre o vetor força e o vetor deslocamento seja agudo.



Perceba que a componente horizontal da força está a favor do deslocamento.

II) Trabalho Resistente

O trabalho será resistente quando ele for negativo, diminuindo assim a energia cinética do corpo que estiver recebendo o trabalho dessa força.

Mais uma vez, você deve se lembrar de que o trabalho possui duas variáveis sempre positivas que são os módulos da força e do deslocamento, restando apenas o $\cos\theta$ para ser negativo.

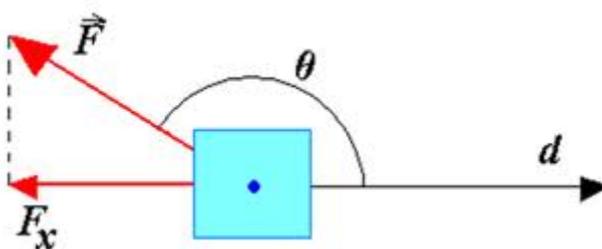


$$\tau < 0$$

$$\Rightarrow \cos \theta < 0$$

$$\Rightarrow 90 < \theta \leq 180^\circ$$

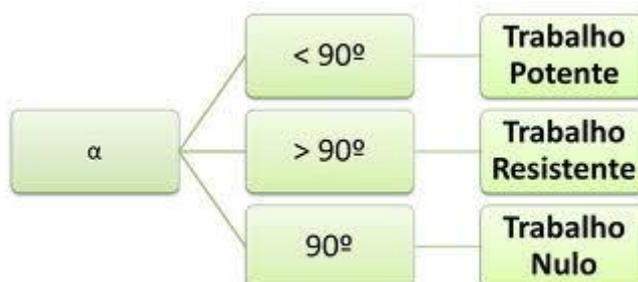
Assim, o trabalho será resistente quando o ângulo entre a força e o deslocamento for um ângulo obtuso.



Note que a componente horizontal da força está contra o vetor deslocamento, o que gera um trabalho resistente, negativo e que quando realizado faz com que a energia cinética do corpo diminua.

Um bom exemplo desse tipo de força é o atrito, que na grande maioria dos casos realiza trabalho resistente, negativo.

Resumindo:



2.3.2 – Força Variável

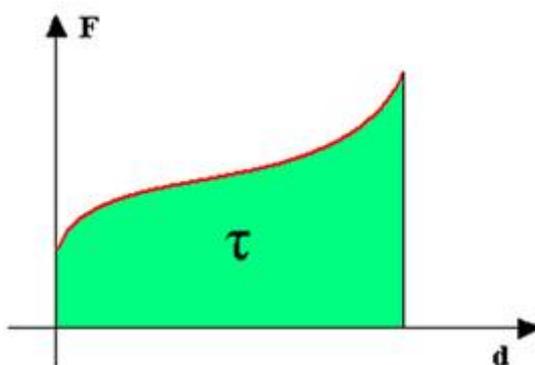
Quando a força é variável, o trabalho realizado por ela não pode ser calculado de acordo com a fórmula vista anteriormente.

Nesse caso, vamos ter que usar o artifício do gráfico de $F \times d$, ou seja o gráfico da força em função do deslocamento.

Quando a força for variável, o examinador vai fornecer o gráfico para ajudar você no cálculo.

Vamos então à dica sobre o gráfico.

O trabalho de uma força variável é numericamente igual à área sob o gráfico $F \times d$. Veja:



Calculando a área verde, vamos calcular o trabalho daquela força variável durante o deslocamento considerado.



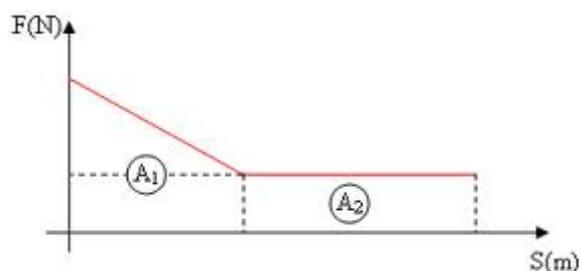


Professor, como eu vou calcular uma área "maluca" dessas?

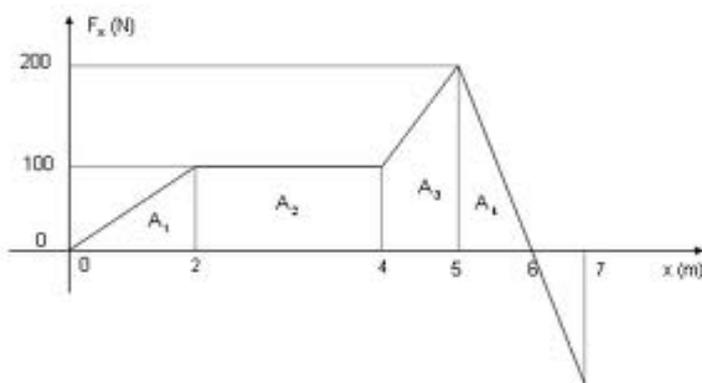
Prezado Aderbal, na sua prova não vai aparecer uma área de uma figura curva, apenas figuras planas conhecidas como trapézios, retângulos, quadrados, circunferências etc.

Fique tranquilo, assim como o nosso aluno, que você não terá dificuldades com o cálculo da área dessas figuras, mas se houver dificuldade com áreas, dê uma olhadinha em um livro básico de geometria plana, que tudo ficará mais claro.

Abaixo você vê um exemplo de gráfico que pode aparecer para você calcular a área sob ele.



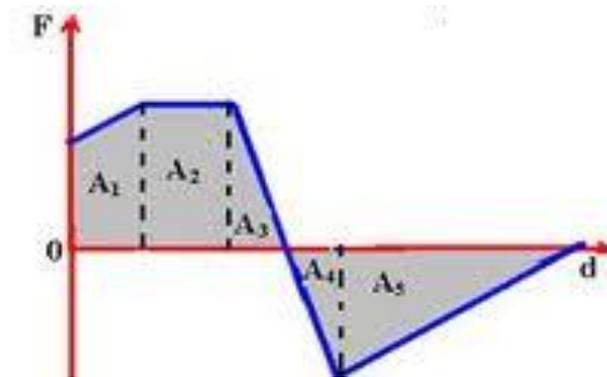
Lembre-se de que você vai calcular a área sob o gráfico de acordo com o deslocamento considerado. Veja.



No gráfico acima você pode calcular várias áreas (A_1, A_2, A_3, \dots), vai depender do trabalho que for solicitado o cálculo.

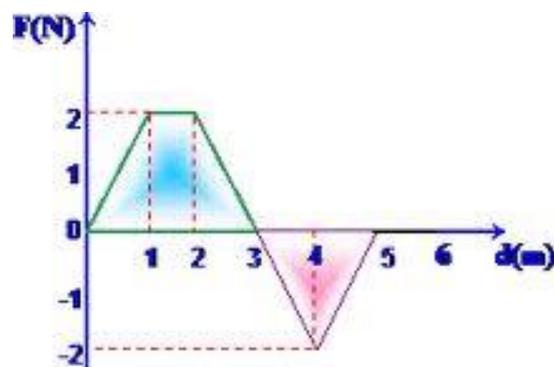
Pode acontecer ainda de a força ser positiva para um deslocamento e negativa para outro, conforme você observa no gráfico seguinte:





Nesses casos você terá de calcular as áreas com o seguinte detalhe: o **trabalho será negativo para as partes do gráfico que ficam abaixo do eixo horizontal**.

O trabalho total será então a diferença entre o trabalho positivo (acima do gráfico) e o trabalho negativo (abaixo do gráfico).



No exemplo acima, o trabalho é positivo de 0 a 3, e é negativo de 3m a 5m.

O trabalho total será soma:



$$\tau_{TOTAL} = \tau_1(\text{positivo}) + \tau_2(\text{negativo})$$

No final das contas, você acabará fazendo uma conta de subtração.

3 - Cálculo do trabalho de forças especiais

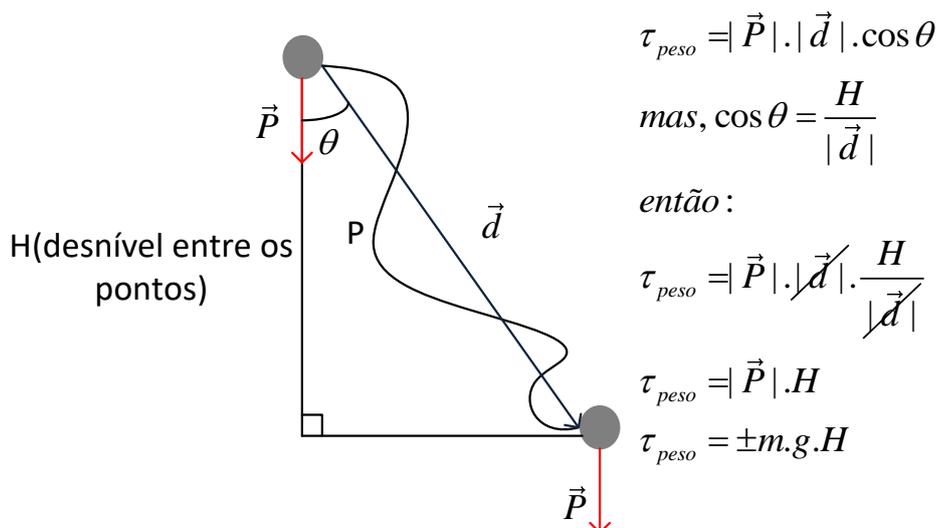
Algumas forças possuem fórmulas diferentes para o cálculo do trabalho realizado por elas. Vamos conhecer essas fórmulas, que possivelmente estarão na prova de vocês.

3.1 – Trabalho da força peso

A força peso realiza trabalho sempre que há um deslocamento vertical do corpo.

Esse trabalho será de uma força constante, afinal de contas o peso de um corpo não varia na mesma região da Terra, ele vai sofrer modificações apenas se formos para regiões bem distantes da superfície da Terra.

Assim, observe a figura abaixo em que um corpo segue uma trajetória qualquer de um ponto a outro do espaço, sob a ação da força peso.



Veja que o trabalho independe da trajetória, importando apenas os estados final e inicial do movimento (o desnível entre os pontos inicial e final).



O trabalho também pode ser positivo ou negativo, a depender da situação. Vamos procurar entender quando o peso realiza trabalho motor e quando peso realiza trabalho resistente.



Professor, essa é fácil, basta saber quando o peso faz com que a velocidade aumente e quando ele faz com que ela diminua.

Perfeito, Aderbal!

Vamos então resumir assim:



SITUAÇÃO	SINAL DO TRABALHO
SUBIDA	Negativo (a velocidade diminui por conta do peso)
DESCIDA	Positivo (a velocidade aumenta por conta do peso)

Basta lembrar-se do velho ditado: “**para baixo todo santo ajuda**” e para cima é o contrário.

Dissemos anteriormente que o trabalho do peso independe da trajetória e esse fato é muito importante, isso, na verdade, garante que o peso é uma **força conservativa**, algo que vamos aprofundar em breve.

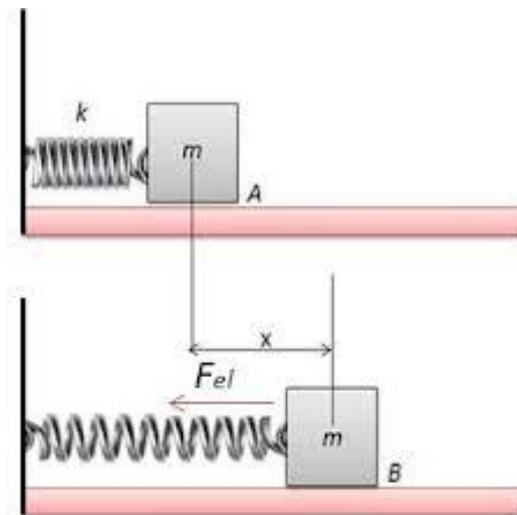
3.2 – Trabalho da Força Elástica

A força elástica também tem uma força especial para calcular o trabalho realizado por ela. O trabalho da força elástica é calculado por meio do gráfico, pois se trata de uma força variável com o deslocamento.

NÃO USE A FÓRMULA VISTA ANTERIORMENTE PARA CALCULAR O TRABALHO DA FORÇA ELÁSTICA.

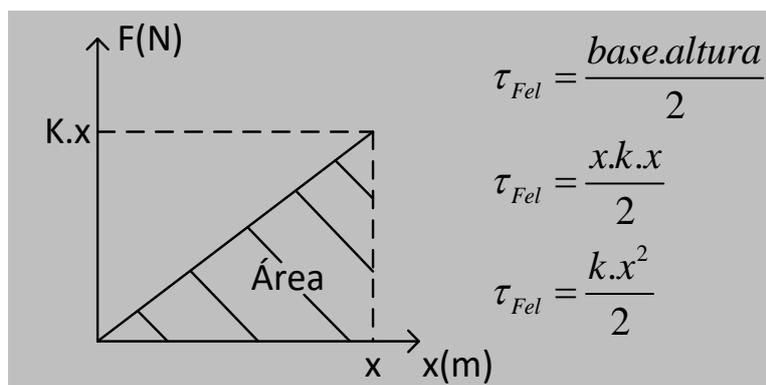
O trabalho da elástica será calculado por meio do gráfico, da seguinte forma:





Veja que a mola inicialmente não está deformada e após sofre um deslocamento, juntamente com o corpo, de “X”.

Assim, podemos montar o gráfico da força elástica de acordo com a deformação, que será o próprio deslocamento.



O trabalho da força elástica poderá ser positivo ou negativo, a depender da situação. Aqui a dica é verificar se a força está contribuindo para o aumento da velocidade ou para a redução de velocidade.

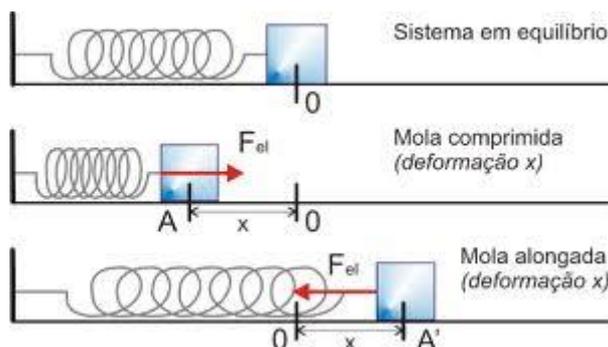
Se a velocidade aumentar, o trabalho realizado por aquela força será positivo.

Por outro lado, se a velocidade diminuir, o trabalho será negativo.



Observe o esquema abaixo, temos três situações distintas:

- Na primeira, não há trabalho sendo realizado pela força elástica.
- Na segunda o trabalho realizado pela força elástica será positivo de A a O, uma vez que a força contribui para o aumento de velocidade do corpo.
- No terceiro caso, a velocidade diminui de O para O', o que denota trabalho negativo realizado pela força elástica.

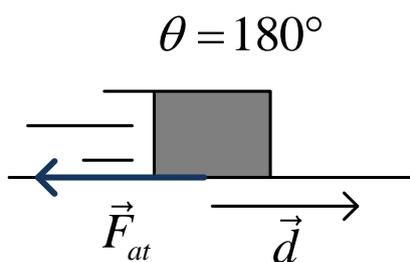


Assim, concluímos que você deve analisar cada situação, sem precisar decorar uma situação específica.

3.3 – Trabalho da Força de Atrito

A força de atrito é uma força constante para o caso do atrito dinâmico, assim vamos calcular o seu trabalho de acordo com a fórmula do trabalho de força constante.

Vamos também nos restringir à situação em que um corpo se desloca sob a ação da força de atrito em uma superfície horizontal, essa situação é a mais comum de aparecer o cálculo do trabalho da força de atrito.



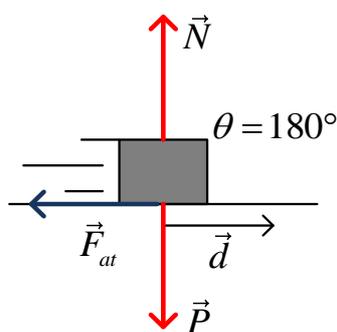
A força de atrito realizará um trabalho resistente nesse caso, pois é oposta ao deslocamento ($\theta = 180^\circ$).



Professor, eu ainda não entendi por que não calculamos o trabalho da força de atrito estático?

É simples caro Aderbal, o motivo é porque a força de atrito estático não realiza trabalho, uma vez que a força de atrito estático não provoca deslizamento entre as superfícies.

Voltando ao cálculo do trabalho da força de atrito:



equilíbrio vertical :

$$N = P = m.g$$

$$\tau_{Fat} = |\vec{F}_{at}| \cdot |\vec{d}| \cdot \cos 180^\circ$$

$$\tau_{Fat} = \mu \cdot |\vec{N}| \cdot |\vec{d}| \cdot (-1)$$

$$\tau_{Fat} = -\mu \cdot m \cdot g \cdot |\vec{d}|$$

Assim, verificamos uma fórmula pronta para ser utilizada no cálculo do trabalho da força de atrito.

O trabalho da força de atrito é muito comum de acontecer em um processo de frenagem de veículos, onde a força de atrito dinâmico atuante quando do travamento das rodas vai realizar um trabalho negativo, com o intuito de diminuir a velocidade do veículo pelo escorregamento das rodas no asfalto.

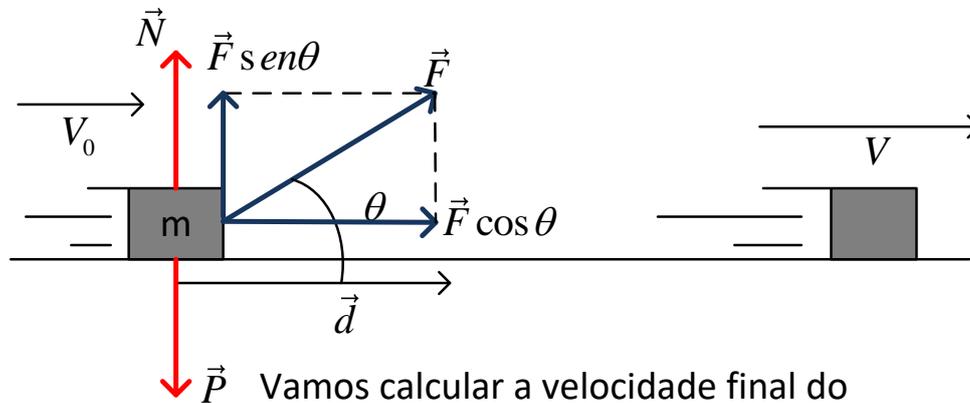
Esse trabalho realizado pelo atrito acaba se transformando em outros tipos de energia, que são a energia sonora (o barulho da freada), energia térmica (aumento da temperatura dos pneus), entre outros tipos de energia que são transformadas nesse processo.

Fique ligado em uma questão teórica que pode vir a cair na sua prova, versando principalmente sobre transformações de energia em um procedimento de freada.

4 - Teorema da Energia Cinética

No início da aula, falamos sobre a energia cinética e chegamos a uma conclusão, que era o fato de o trabalho estar ligado diretamente à variação da energia cinética. Pois bem, vamos agora demonstrar que o trabalho total realizado é igual à variação da energia cinética de um corpo.





Vamos calcular a velocidade final do corpo usando a equação de Torricelli

$$V^2 = V_0^2 + 2.a.\Delta S$$

$$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot \frac{|\vec{F}| \cdot \cos \theta}{m} \cdot |\vec{d}|$$

$$mV^2 = mV_0^2 + 2 \cdot |\vec{F}| \cdot \cos \theta \cdot |\vec{d}|$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + |\vec{F}| \cdot |\vec{d}| \cdot \cos \theta$$

$$E_{C_{Final}} = E_{C_{Inicial}} + \tau_{TOTAL}$$

$$\tau_{TOTAL} = E_{C_{Final}} - E_{C_{Inicial}}$$

$$\tau_{TOTAL} = \Delta E_C$$

Portanto o trabalho total realizado será igual à variação da energia cinética sofrida pelo corpo.

Esse teorema é de fundamental importância para o cálculo de velocidades, quando conhecemos as forças atuantes e sabemos calcular o trabalho realizado por elas.

5 - Potência

A potência é um conceito muito importante quando estamos falando de veículos automotores.



5.1 – Conceito de Potência

Potência é a rapidez com que o trabalho é realizado por um corpo. Uma máquina muito potente é aquela que realiza muito trabalho em pouco tempo. Por outro lado, uma máquina pouco potente realiza pouco trabalho em muito tempo.

5.2 – Potência Média

A potência média é o valor do trabalho total dividido pelo intervalo de tempo gasto para realizar todo aquele trabalho mecânico.

Matematicamente,

$$Pot_{m\u00e9dia} = \frac{\tau_{total}}{\Delta t_{total}}$$

Entenda o conceito de potência média:

Quando calculamos o valor da potência média, não quer dizer que durante todo o intervalo de tempo a potência manteve aquele valor, lembre-se de que se trata de um valor médio, ou seja, caso se tivesse mantida a potência constante, então teríamos aquele valor, no entanto pode ter acontecido de a potência ter sido alta no início do movimento e baixa no final, e que na média tivemos aquele valor calculado.

5.3 – Unidades de Potência

As unidades de potência são muito interessantes e merecem um tópico a parte para a sua discussão.

A unidade no sistema internacional é o W (watt = J/s), ou seja é a razão entre o joule e o segundo.

No entanto, temos alguns submúltiplos do watt, que são:



Submúltiplo	Relação com o watt
QUILOWATT (kW)	1.000 W ou 10^3 W
MEGAWATT (MW)	1.000.000 ou 10^6 W



Temos ainda duas unidades usuais muito interessantes que são o cavalo-vapor e o HP (*horse power*).

Vamos às conversões de unidades:

Usual	Relação com o watt
CAVALO-VAPOR (CV)	1 CV = 735,5W
HORSE POWER (HP)	1 HP = 745,7W

Não se preocupe, pois esses fatores de conversão irão aparecer na sua prova como dado.

A potência dos veículos automotores é dada em cavalo-vapor (CV). Ao verificar o manual dos veículos, dentre uma série de outras informações, você pode notar a potência do motor, que é dada em CV.

Na tabela abaixo você pode verificar alguns dados de potência dos motores.

Motor / modelo	Cilindrada	Potência líquida max (CV / RPM)
AP 2000	2.0	115 / 5200
AP 1600	1.6	101 / 5500
Golf Alumínio	1.6	101 / 5600

5.4 – Potência Instantânea

A potência instantânea é aquela que se desenvolve em um instante de tempo, ou seja, em um intervalo de tempo muito pequeno, que tende a zero.

Podemos então dizer que:

$$Pot_{inst.} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} Pot_{média} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\tau_{total}}{\Delta t_{total}}$$

Não se preocupe com a matemática envolvida na fórmula acima, o que você deve se preocupar é apenas em saber o conceito de potência instantânea, que, na verdade, é a potência média para um intervalo de tempo muito pequeno, quase zero.

Assim, vamos compreender que a potência instantânea é a potência média em um instante de tempo.



$$Pot_{inst.} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\vec{F}| \cdot |\vec{d}| \cdot \cos \theta}{\Delta t_{total}}$$

$$Pot_{inst.} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} |\vec{F}| \cdot |\vec{V}_m| \cdot \cos \theta$$

$$Pot_{inst.} = |\vec{F}| \cdot \cos \theta \cdot \lim_{\Delta t \rightarrow 0} |\vec{V}_m|$$

$$Pot_{inst.} = |\vec{F}| \cdot |\vec{V}| \cdot \cos \theta$$

Na fórmula cima demonstrada, perceba que a velocidade média vetorial foi substituída pela velocidade instantânea do corpo, pois o limite da velocidade média quando o intervalo de tempo tende a zero é igual a velocidade instantânea.

Na maioria das nossas questões a força irá formar um ângulo igual a zero com a velocidade instantânea, o que implica na fórmula:

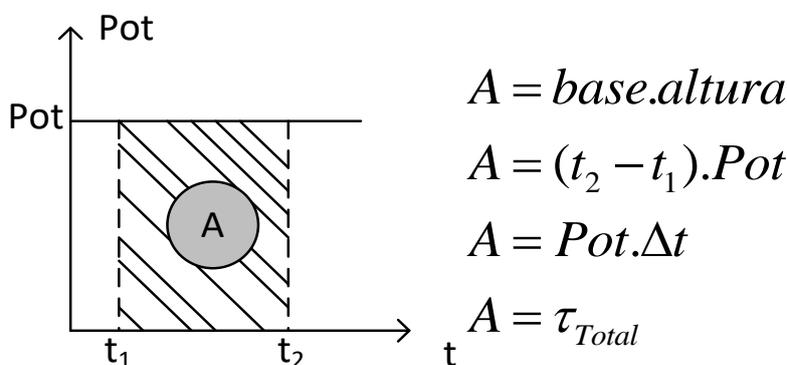
$$Pot_{inst.} = |\vec{F}| \cdot |\vec{V}|$$

A fórmula acima será utilizada em questões que envolvam a potência de motores de veículos que desenvolvem velocidade constante. Recomendo que você memorize essa fórmula e saiba aplicá-la aos casos práticos.

5.5 – Propriedade do Gráfico (potência x tempo)

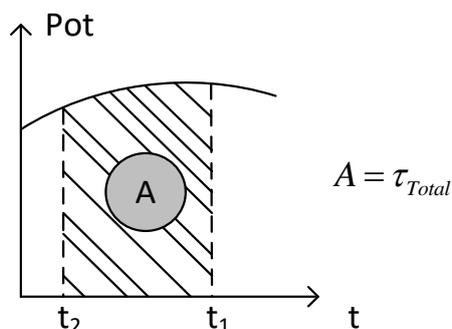
O gráfico de potência *versus* tempo nos dará uma informação importante dentro do movimento do corpo.

Observe abaixo o gráfico:



Portanto, a área total sob o gráfico será numericamente igual ao trabalho realizado naquele intervalo de tempo.

Apesar de o cálculo ter sido feito para o caso de potência constante, podemos generalizar a propriedade para um gráfico qualquer, onde a potência não seja constante.



5.6 – Rendimento

O conceito de rendimento é o mesmo em qualquer situação. O rendimento é a razão entre aquilo que um corpo consegue transformar em utilidade e aquilo que é disponibilizado para aquele corpo. Em outras palavras, é a razão entre o útil e o total.

O rendimento de um aluno, por exemplo, é a razão entre o conteúdo que ele transformou em conhecimento (útil) e aquilo tudo que ele leu nesse curso.

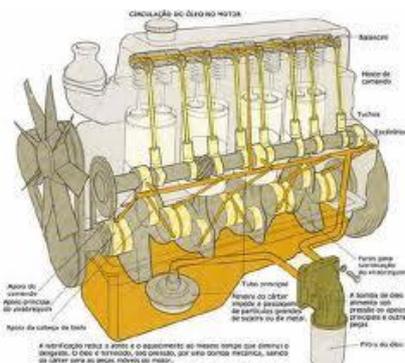
Matematicamente,

$$\eta = \frac{Pot_{\text{ÚTIL}}}{Pot_{\text{TOTAL}}}$$

Em todo sistema físico uma parcela da potência total fornecida é perdida por conta das dissipações que acontecem.

Um bom exemplo é o motor de um carro.





O motor retira potência da queima do combustível, que já é uma reação química que possui um rendimento menor que 100%, após a queima desse combustível, o motor realiza uma série de movimentos até que as rodas recebam potência de rotação e movimentem o veículo. Em todo esse processo há perdas de energia por conta de atritos e forças de resistências, assim, a potência útil é sempre menor que a potência total.

Matematicamente, podemos escrever:

$$Pot_{TOTAL} = Pot_{\acute{U}TIL} + Pot_{DISSIPADA}$$

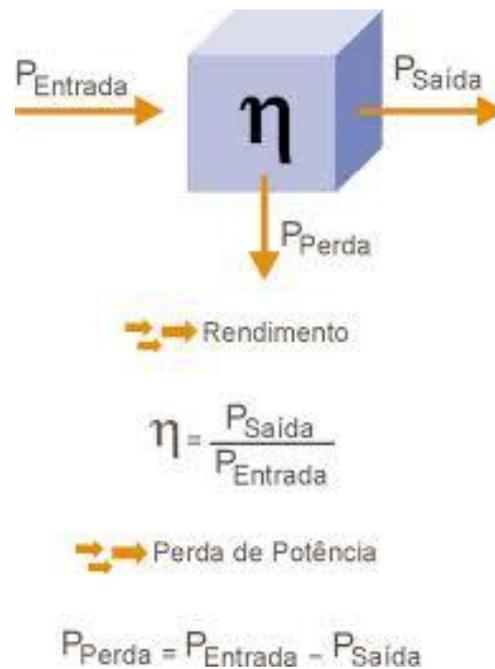
Como a potência útil será sempre menor que a potência total, então o rendimento será sempre menor que 1.

$$0 < \eta < 1$$

Como é um valor entre zero e um, podemos escrever o rendimento em porcentagem:

$$\eta_{\%} = \eta \cdot 100\%$$
$$\eta_{\%} = \frac{Pot_{\acute{U}TIL}}{Pot_{TOTAL}} \cdot 100\%$$

Resumindo:



6 - Energia Mecânica e Conservação

A energia mecânica é aquela que está ligada à realização de trabalho mecânico, ou seja, um corpo que possui energia mecânica é aquele que acumula uma possibilidade de realizar trabalho mecânico.

6.1 – Unidades

A unidade no sistema internacional é a mesma de trabalho, uma vez que energia se confunde com a capacidade de um corpo realizar trabalho.

Temos ainda algumas outras unidades que são utilizadas para outros tipos de energia, no entanto, podem perfeitamente se aplicar à energia mecânica, por tratarem da mesma grandeza física.

Uma dessas unidades é a **caloria (cal)**, muito comum em problemas de termologia e termodinâmica.

Outra unidade que costuma aparecer é o **erg**, que já foi comentado no item relativo às unidades de trabalho mecânico, o **erg** é a unidade de trabalho para o sistema **CGS**.

6.2 – Tipos de Energia Mecânica

A energia mecânica está presente em dois tipos que são:

- Energia Cinética
- Energia Potencial

Vamos iniciar nossos estudos falando sobre a energia cinética:



6.2.1 – Energia Cinética

A energia cinética de um corpo é aquela que está ligada ao movimento do corpo, ou seja, à sua velocidade.

Todo corpo que possui velocidade, possui energia cinética.

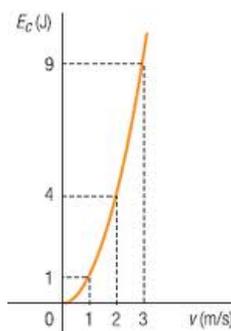
A fórmula para a energia cinética é a seguinte:

$$E_C = \frac{m.V^2}{2}$$

Onde m é a massa do corpo, V é a sua velocidade e E_C é a energia cinética naquela situação.

Perceba que a energia cinética cresce com o quadrado da velocidade, portanto, quando a velocidade dobra, a energia cinética quadruplica.

Podemos montar o seguinte gráfico:



O gráfico será, portanto, parabólico.

6.2.2 – Energia Potencial

A energia potencial está associada ao ponto, à posição de um corpo de acordo com a força que atua nele. Temos duas forças, na mecânica, que são capazes de ter associadas a si uma energia potencial. Essas forças são a força da gravidade e a força elástica.

a) Energia Potencial Gravitacional

A energia potencial gravitacional é aquela associada ao trabalho realizado pela força da gravidade, ou seja, pela força peso.

A força peso ao realizar trabalho tem a si associada uma energia potencial gravitacional.



Quando elevamos um corpo de um patamar mais baixo para outro, de altura maior, estamos tendo que realizar trabalho mecânico para atingir o nosso intento e vencer a força peso. Nesse caso dizemos que ao realizarmos trabalho estamos aumentando a energia potencial gravitacional do corpo.

Por outro lado, mas com o mesmo fim, quando um corpo cai de certa altura, dizemos que a força peso realizou trabalho positivo e assim a energia potencial gravitacional do corpo diminuiu por conta da realização do trabalho.

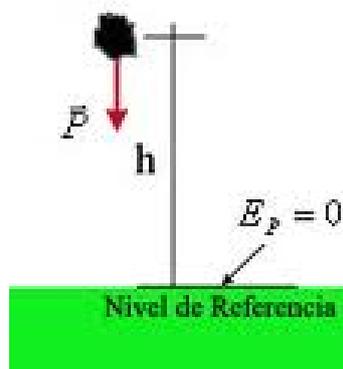
Portanto, um corpo possui energia potencial gravitacional quando ele possui altura em relação a um ponto que chamamos de nível de energia potencial gravitacional nula.

Logo, para o cálculo da energia potencial gravitacional precisamos saber qual o nível de referência adotado para a questão.

O cálculo da energia potencial gravitacional é simples, pois como ela está ligada ao trabalho realizado pela força peso, então podemos dizer que:

$$E_{Pot_{Grav}} = m.g.H$$

Ou seja, a energia é igual ao trabalho da força peso que pode ser realizado ou que foi realizado para o corpo elevar-se àquela altura.



No nível de referência a energia potencial gravitacional é nula.

Exemplo: Um vaso de 2,0kg está pendurado a 1,2m de altura de uma mesa de 0,4m de altura. Sendo $g = 10\text{m/s}^2$, determine a energia potencial gravitacional do vaso em relação à mesa e ao solo.

Comentários:

Em relação a mesa, teremos:

$$E_{pot-mesa} = mg(H_{vaso} - H_{mesa})$$

$$E_{pot-mesa} = (2,0)(10)(1,2 - 0,4) = 20.0,8 = 16 \text{ J}$$

Em relação ao solo, teremos:

$$E_{pot-solo} = mg(H_{vaso})$$

$$E_{pot-solo} = (2,0)(10)(1,2) = 20.1,2 = 24 \text{ J}$$

b) Energia Potencial Elástica

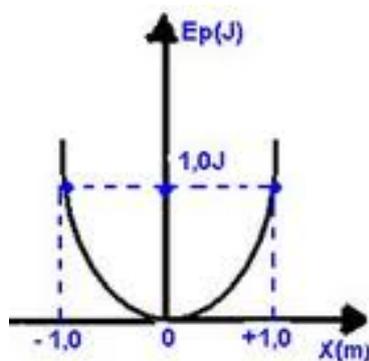
A energia potencial elástica é aquela associada ao trabalho que a força elástica pode realizar.

Quando comprimimos ou esticamos uma mola, a força elástica associada à ela pode realizar um trabalho mecânico. Podemos dizer então que a capacidade que ela possui de realizar um trabalho é igual a sua energia potencial elástica acumulada.

$$E_{Pot_{Elástica}} = \frac{K \cdot x^2}{2}$$

Onde K é a constante da mola e x é a deformação da mola.

Graficamente, podemos dizer que a energia varia de acordo com a deformação da seguinte forma:



Perceba que é indiferente se a deformação ocorre em um sentido positivo ou negativo.

É importante lembrar que as unidades devem estar todas de acordo com o sistema internacional (SI) para que a energia seja obtida em joules (J).

Geralmente a deformação é dada em centímetros, o que nos obriga a transformar o respectivo valor para m.



6.3 – Conservação da Energia e suas Transformações

Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma. Você certamente já deve ter ouvido essa célebre frase em alguma aula na sua época de escola.

Pois bem, essa frase, aparentemente inútil é a base para a explicação de vários fenômenos físicos. A energia se conserva também assim como tudo na natureza.

Sempre que há um processo físico, haverá alguma transformação de energia.

A colisão de um veículo é um exemplo bem interessante de transformações de energia, veja na figura abaixo que a energia acumulada pelo carro foi transformada em calor, deformação do veículo e danos físicos aos ocupantes do carro.



Professor, e a energia mecânica, quando ela se conserva?

Prezado Aderbal, a energia mecânica se conserva sob a seguinte condição:

“Em todo sistema conservativo a energia mecânica se conserva”.

Um sistema conservativo é aquele em que apenas as forças conservativas realizam trabalho. Quando uma força conservativa realiza trabalho, ela não aumenta, nem diminui a energia mecânica de um sistema físico,

esse trabalho realizado apenas transforma energia cinética em potencial e energia potencial em energia cinética.

As forças conservativas são as forças **peso** e **elástica** (a força elétrica também é conservativa, no entanto, não é nosso objeto de estudo).

Toda força conservativa tem a si associada uma energia potencial.

À força peso temos a energia potencial gravitacional associada, e à força elástica, temos a energia potencial elástica associada.

Portanto, se um sistema for conservativo:



$$E_{MECÂNICA} = \text{CONSTANTE}$$
$$E_{Potencial} + E_{Cinética} = \text{constante}$$

Assim, se temos um sistema conservativo, a energia cinética irá diminuir quando a energia potencial aumentar, e a energia potencial vai diminuir quando a energia cinética diminuir.

É uma troca de energias que acontece, sempre de modo a manter a energia mecânica total constante.



Professor, existe outra forma de saber se o sistema é conservativo?

Sim Aderbal!

A outra forma que temos para saber se a energia mecânica se conserva é constar no enunciado alguma dessas frases:



- “...despreze os atritos...”
- “...despreze as forças de resistência...”
- “...despreze as forças dissipativas...”
- “...despreze eventuais perdas de energia mecânica...”

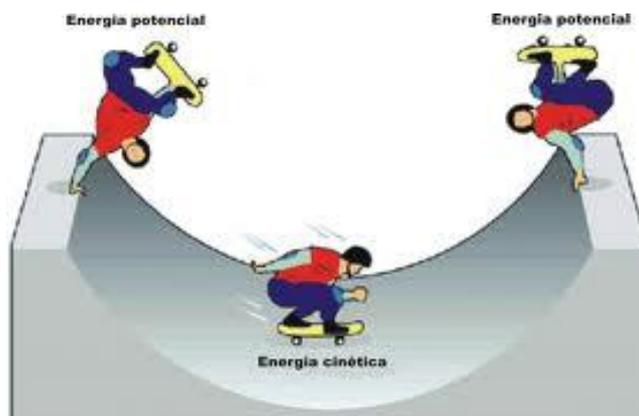
Todas essas frases têm o mesmo intuito, afirmar que apenas as forças conservativas realizam trabalho.

Nas figuras abaixo você pode perceber alguns exemplos de conservação de energia mecânica:

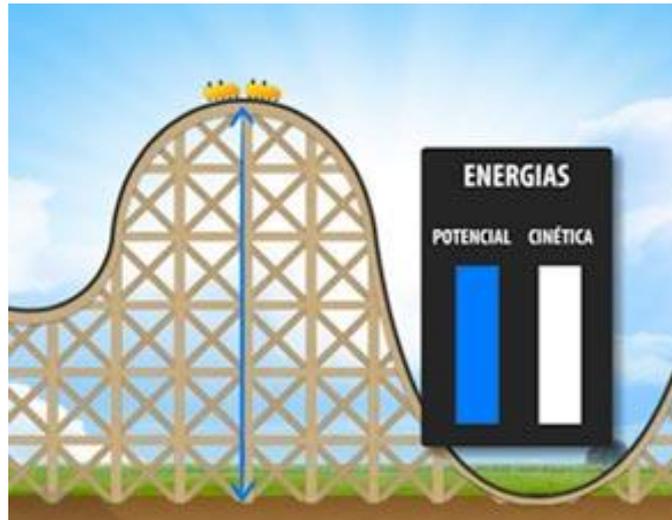
Salto com vara



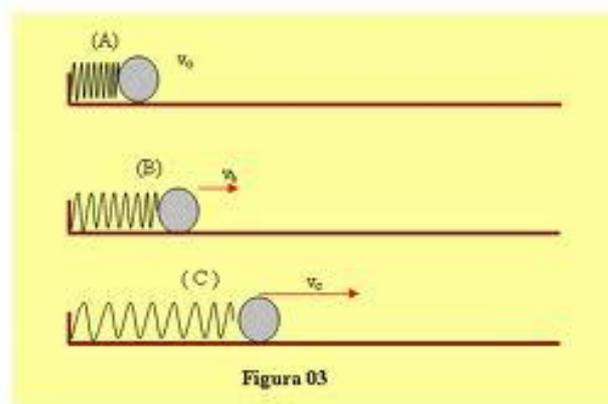
Movimento do “skatista”



Montanha Russa



Corpo ligado à mola



Em todos os sistemas acima, a energia potencial se transforma em cinética e vice-versa.

Exemplo: (CESPE) Uma bola cuja massa é $0,30\text{kg}$, é lançada verticalmente para cima com energia cinética de 60J . Considere $g = 10\text{m/s}^2$. A altura máxima atingida pela bola é:

Comentários:

Basta aplicar a conservação da energia mecânica, que inicialmente é do tipo cinética e após se transforma em potencial gravitacional.



$$E_{cin} = m.g.h$$
$$60 = 0,3.10.h$$
$$h = 20m$$

6.4 – Sistemas dissipativos

Você já parou para pensar se as condições do sistema conservativo não fossem satisfeitas?

- “...despreze os atritos...”
- “...despreze as forças de resistência...”
- “...despreze as forças dissipativas...”
- “...despreze eventuais perdas de energia mecânica...”

Ou seja, se houvesse forças dissipativas, perdas de energia mecânica?

Na verdade, quando há perdas de energia mecânica, ela não se conserva, isso parece até bem óbvio.

As perdas de energia mecânica se dão por conta das forças dissipativas, das **forças de atrito**, das forças resistivas.

O atrito é na verdade o responsável pela redução da energia mecânica, na verdade o que acontecerá é uma transformação de parte da energia mecânica em energia térmica, calor.

Quando atritamos uma borracha sobre uma superfície, parte daquela energia de movimento que estamos transferindo para a borracha, o atrito está encarregando-se de transformá-la em energia térmica, que faz com que a temperatura da borracha aumente.

É isso que ocorre na prática em todos os sistemas físicos, uma vez que é impossível reduzir o atrito a zero.



Professor, então todos os sistemas são dissipativos?

De acordo com o que foi dito aqui, sim; mas os sistemas conservativos serão a maioria em nossas questões, apesar de na prática eles não existirem, o que na verdade existe é que a parcela de energia dissipada por atrito é desprezível, ou seja, muito pequena, o que nos permite aproximar um sistema aparentemente dissipativo a um sistema conservativo.

Matematicamente, podemos dizer que:

$$E_{MECÂNICA} = \textit{n\~{a}o cons tan te}$$
$$E_{MECÂNICA_{inicial}} = E_{MECÂNICA_{final}} + E_{dissipada}$$

Imagine como se o sistema dissipativos fosse um bolso furado. No início de um movimento você tem 10 moedas de um real no bolso furado (sistema dissipativo) após uma caminhada você verifica seu bolso e percebe que possui apenas 7 moedas restantes, logo você conclui que 3 moedas se perderam no caminho.

Portanto, as 10 moedas que você possuía no início ($E_{MEC\ inicial}$) é igual à soma das 7 restantes ($E_{MEC\ final}$) com as 3 perdas ($E_{dissipada}$).

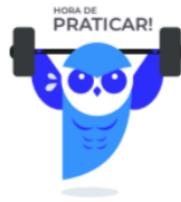
Lembre-se desse exemplo que você nunca vai esquecer da equação do sistema dissipativo.

Essa dissipação de energia ocorre principalmente em forma de calor, o atrito transforma uma boa parte da energia mecânica em calor.

Um bom exemplo de dissipação de energia por atrito é a freada do veículo, nesse tipo de movimento o atrito nas rodas do veículo transforma energia de movimento (energia mecânica em forma de cinética) em energia térmica (os pneus esquentam) e energia sonora (você ouve um barulho na freada).



QUESTÕES COMENTADAS



1. (CESGRANRIO - LIQUIGÁS - Técnico Químico/2018) Um corpo de massa igual a 200 g cai de uma altura de 5 m, a partir do repouso. Desprezada a resistência do ar, a energia cinética do corpo, em J, ao atingir o solo corresponde a Dado Aceleração da gravidade: 10 m/s^2

- a) 10
- b) 50
- c) 100
- d) 500
- e) 1000

Comentários:

Pessoal, questão bem simples que nos exige apenas a aplicação da Conservação da Energia Mecânica. Vejamos:

Conservação da Energia Mecânica:

$$E_{MecA} = E_{MecB}$$

$$E_{cinA} + E_{potA} = E_{cinB} + E_{potB}$$

$$0 + m \cdot g \cdot h_A = \frac{mv_B^2}{2} + 0$$

$$v_B^2 = 2 \cdot g \cdot h_A = 2 \cdot 10 \cdot 5 = 100$$

$$v_B = \sqrt{100} = 10 \text{ m/s}$$

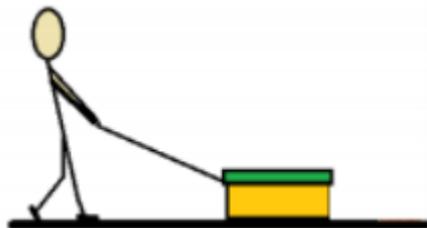
Assim:

$$E_{cinB} = \frac{mv_B^2}{2} = \frac{(0,2 \text{ kg}) \cdot 10^2}{2} = 10 \text{ J}$$



Portanto, gabarito **letra A**.

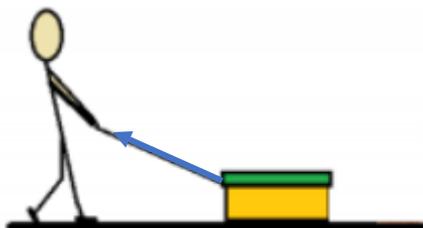
2. (IF-CE - Técnico de Laboratório - Ciência da Natureza/2017) Para puxar um carrinho de 60 kg num piso sem atrito, um operário aplica uma força constante de 300 N, formando um ângulo de 60° com a horizontal. Se o carrinho se desloca 5 m em linha reta, os trabalhos executados sobre o caixote pelo operário, pelo peso do caixote e pela força normal exercida pelo piso sobre o caixote, valem, respectivamente,



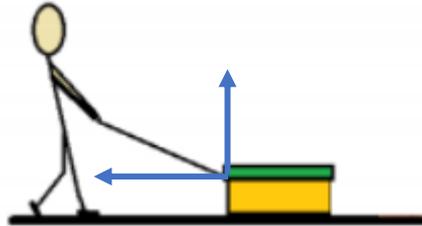
- a) 750 J, zero e zero.
- b) 750 J, 3000 J e 1305 J.
- c) Zero, 750 J e 3000 J.
- d) Zero, zero e 3000 J.
- e) 3000 J, zero e 1305 J.

Comentários:

Pessoal, percebam que aqui nós não precisaríamos nem fazer conta!! O enunciado pede que calculemos o trabalho realizado pela força peso e pela força normal em um cenário em que o deslocamento é totalmente horizontal. Assim, como o deslocamento é perpendicular às forças citadas, temos que o trabalho realizada por elas só pode ser nulo! Sendo assim, só temos como gabarito a letra A. Mas pra não deixar você na mão, iremos calcular o trabalho realizado pelo operário. Acompanhe:



Perceba que temos uma força na direção da corda, que é a força aplicada pelo operário. Sendo assim, vamos decompor essa força, lembrando que ela faz um ângulo de 60° com a horizontal. Logo, a componente horizontal vai possuir o termo cosseno enquanto a componente vertical a componente seno. Veja:



Componentes da força aplicada pelo operário:

$$F_x = F \cdot \cos 60^\circ$$

$$F_y = F \cdot \sin 60^\circ$$

Como a componente vertical não realiza trabalho (pelo mesmo motivo que a força normal e peso não realizam), só precisamos lidar com a componente horizontal. Assim:

$$\tau_{F_x} = F_x \cdot d \cdot \cos 0^\circ \text{ (ângulo de } 0^\circ \text{ pois estão na mesma direção)}$$

$$\tau_{F_x} = F \cdot \cos 60^\circ \cdot d = 300 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5 = 150 \cdot 5 = 750 J$$

Portanto, gabarito **letra A**.

3. (CESPE - FUB - Técnico de Laboratório - Física/2016) Em um local onde a aceleração da gravidade é constante, uma escada rolante foi projetada para se movimentar com velocidade escalar constante e transportar passageiros entre dois pisos separados por uma distância vertical de altura H .

Considerando que não haja força dissipativa no sistema e que 100% do trabalho do motor que movimenta a escada seja transferido para os passageiros, julgue o item subsequente.

Devido ao fato de não haver forças dissipativas no sistema, a energia mecânica de cada passageiro permanece constante durante todo o percurso.

Comentários:

De maneira alguma, pessoal. Perceba que há a força da escada rolante fazendo a energia cinética dos corpos mudar durante o trajeto (o que já seria suficiente para afirmar que houve mudança na energia mecânica), assim como há a mudança de energia potencial ao longo do trajeto e ao final teríamos uma energia potencial ainda maior. Ou seja, há sim variação de energia mecânica.

Portanto, gabarito **Errado**.

4. (CESPE - FUB - Técnico de Laboratório - Física/2016) Em um local onde a aceleração da gravidade é constante, uma escada rolante foi projetada para se movimentar com velocidade escalar constante e transportar passageiros entre dois pisos separados por uma distância vertical de altura H .

Considerando que não haja força dissipativa no sistema e que 100% do trabalho do motor que movimenta a escada seja transferido para os passageiros, julgue o item subsequente.

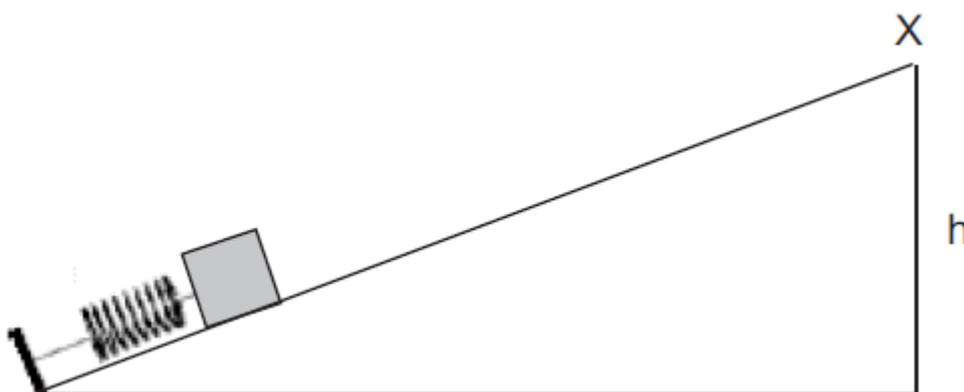
Se a massa média dos passageiros for constante, então quanto maior for o número de passageiros transportados por minuto, maior será a potência desenvolvida pelo motor para movimentar a escada.

Comentários:

Ora, é até lógico né pessoal? Se tem mais gente para transportar, o elevador precisará impor uma força maior para que consiga de fato levar as pessoas até o piso de cima. Força maior implica um trabalho maior que implica uma potência maior.

Portanto, gabarito **Certo**.

5. (CESGRANRIO – PETROBRÁS – OPERADOR I) Um corpo de massa $0,5\text{ kg}$ encontra-se encostado em uma mola de 50 cm , conforme a figura abaixo.



A mola, cuja constante é de 400 N/m , foi comprimida até que seu comprimento atingisse 20 cm . Cessada a força que comprime a mola, o corpo foi impulsionado em direção ao topo da rampa (ponto X).

Considerando-se que o atrito é nulo, a altura h mínima, em metros, que o plano inclinado deve ter para que o corpo atinja o ponto X sem cair é:

(Dados: aceleração da gravidade = 10 m/s^2)

- a) 1,8
- b) 2,0
- c) 3,2
- d) 3,6
- e) 7,2

Comentários:

Vamos mais uma vez utilizar o princípio da conservação da energia mecânica do corpo, conservando a energia potencial elástica inicial acumulada pela mola com a energia potencial gravitacional que o bloco possuirá ao final da sua trajetória, quando ele para no ponto X:

$$\begin{aligned} E_{mec_{in}} &= E_{mec_{fin}} \\ \frac{K \cdot \Delta x^2}{2} &= m \cdot g \cdot h \\ \frac{400 \cdot (0,5 - 0,2)^2}{2} &= 0,5 \cdot 10 \cdot h \\ h &= 3,6m \end{aligned}$$

Portanto, gabarito **letra D**.

6. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Química Júnior/2015) Um carro e uma motocicleta trafegam por uma estrada. A massa do carro é o dobro da massa da motocicleta. Num determinado instante, o carro e a motocicleta possuem a mesma energia cinética. Nesse instante, a razão $V_{motocicleta}/V_{carro}$ entre as velocidades da motocicleta e do carro vale

- a) 0,5
- b) 1
- c) 2
- d) $1/\sqrt{2}$
- e) $\sqrt{2}$

Comentários:



Questão de simples aplicação de fórmula. Vamos lá:

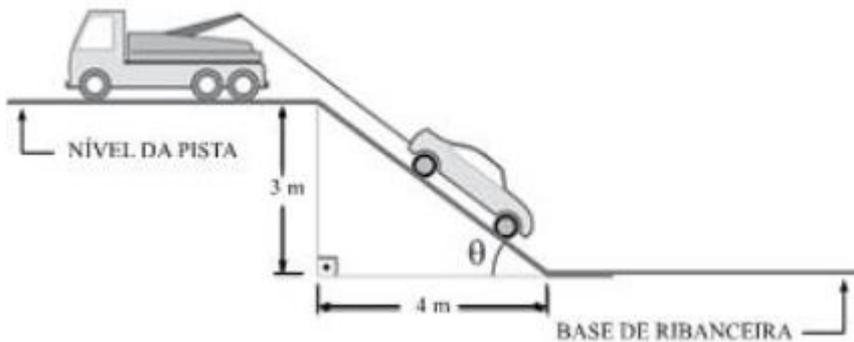
$$m_{\text{carro}} = 2 \cdot m_{\text{motocicleta}}$$

Em determinado instante:

$$\begin{aligned} E_{\text{cin}_{\text{carro}}} &= E_{\text{cin}_{\text{motocicleta}}} \\ \frac{m_{\text{carro}} \cdot v_{\text{carro}}^2}{2} &= \frac{m_{\text{motocicleta}} \cdot v_{\text{motocicleta}}^2}{2} \\ m_{\text{carro}} \cdot v_{\text{carro}}^2 &= m_{\text{motocicleta}} \cdot v_{\text{motocicleta}}^2 \\ \frac{v_{\text{motocicleta}}^2}{v_{\text{carro}}^2} &= \frac{m_{\text{carro}}}{m_{\text{motocicleta}}} \\ \frac{v_{\text{motocicleta}}}{v_{\text{carro}}} &= \sqrt{\frac{m_{\text{carro}}}{m_{\text{motocicleta}}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot m_{\text{motocicleta}}}{m_{\text{motocicleta}}}} \\ \frac{v_{\text{motocicleta}}}{v_{\text{carro}}} &= \sqrt{2} \end{aligned}$$

Portanto, gabarito **letra E**.

7. (VUNESP - PC-SP - Técnico de Laboratório/2014) Um acidente fatal em uma estrada fez com que um veículo caísse por uma ribanceira. No local, um guincho começava a subir o carro até o nível da pista.



O trabalho resistente do peso do carro, sabendo que sua massa era de 800 kg e considerando que a aceleração da gravidade tem valor 10 m/s^2 , no processo total de içamento do carro, do local em que se encontrava, na base da ribanceira, até o nível da pista, foi, em joules,

- a) 32 000.
- b) 80 000.
- c) 24 000.



- d) 18 000.
- e) 40 000.

Comentários:

Ora pessoal, aqui é muito simples!! O enunciado peso o trabalho resistente do peso carro, certo? Por que ele diz "trabalho resistente"? Porque a força peso está "tentando" puxar o carro para baixo. Logo, chamamos isso de trabalho negativo ou trabalho resistente. O mesmo ocorre com a força de atrito, tentando impedir que um determinado objeto se mova.

Agora vem o pulo do gato que facilita muito a questão. Perceba que há um deslocamento na vertical e na horizontal. Você poderia ficar tentado a fazer algum tipo de decomposição, mas não é necessário. Se a força peso é vertical, e há deslocamento nas duas direções, então só precisamos considerar a distância percorrida na vertical, já que o peso não realiza trabalho em deslocamentos na horizontal. É como se o carro primeiro subisse os 3 metros na vertical e depois 4 metros na horizontal, aí só consideramos a vertical. Então fica assim:

$$\tau_{Peso} = -P.d.\cos 0^\circ$$

$$\tau_{Peso} = -(m.g).(3m).1$$

$$\tau_{Peso} = -(800.10).(3m).1 = -24000J$$

Perceba que o trabalho fica com o sinal negativo por ser resistente. Mas isso é apenas um detalhe, visto que a questão já citou que é um trabalho resistente.

Portanto, gabarito **letra C**.

8. (CESGRANRIO - Innova - Técnico de Operação Júnior/2012) Um automóvel é movido por um motor a explosão que trabalha com rendimento de 20%. Qual é, aproximadamente, em kW, a potência calorífica cedida pelo combustível ao motor, quando ele desenvolve uma potência mecânica de 75 kW?

- a) 15
- b) 27
- c) 60
- d) 300
- e) 375

Comentários:

Questão de simples aplicação de fórmula!!



$$\eta = 20\%$$

$$\eta = \frac{Pot_{\acute{u}til}}{Pot_{Total}} = 0,20$$

$$Pot_{\acute{u}til} = 75kW$$

$$\frac{Pot_{\acute{u}til}}{Pot_{Total}} = 0,20$$

$$Pot_{Total} = \frac{Pot_{\acute{u}til}}{0,20} = \frac{75kW}{0,2} = \frac{750kW}{2} = 375kW$$

Portanto, gabarito **letra E**.

9. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Estabilidade Júnior/2012) Ao levar um objeto de massa 0,3 kg do solo, partindo do repouso, até uma altura de 12,0 m em 3,0 s, o motor de um guindaste realiza uma potência constante de 75,0 W.

A velocidade do objeto ao atingir a altura de 12,0 m, em m/s, é de
Dado: g = 10,0 m/s²

- a) 11,5
- b) 16,1
- c) 18,9
- d) 22,5
- e) 35,5

Comentários:

Aqui temos uma questão que precisa ser resolvida com mais calma. Perceba que nos foi dada uma potência e o tempo total de deslocamento do objeto. Sendo assim, o enunciado nos encaminha para encontrar o trabalho total no percurso:

$$Pot = \frac{\tau_{total}}{\Delta t_{total}}$$

$$Pot = 75W$$

$$\Delta t_{total} = 3s$$

$$\tau_{total} = Pot \cdot \Delta t_{total} = 75 \cdot 3 = 225J$$



E esse trabalho, serviu para quê? Ora, para alterar a energia mecânica do nosso objeto! Sendo assim, basta igualar o trabalho realizado com a variação da energia mecânica que encontraremos nossa velocidade. Vejamos:

$$\tau_{total} = \Delta E_{Mec}$$

$$\tau_{total} = E_{Mec12m} - E_{Mec0m}$$

$$\tau_{total} = (E_{Cin12m} + E_{pot12m}) - (E_{Cin0m} + E_{pot0m})$$

$$\tau_{total} = \left[\frac{mv^2}{2} + mg(12m) \right] - (0 + 0)$$

$$225J = \frac{(0,3kg).v^2}{2} + (0,3kg).(10m/s^2).(12m)$$

$$225 = 0,15v^2 + 36$$

$$0,15v^2 = 225 - 36 = 189$$

$$v^2 = \frac{189}{0,15} = 1260$$

$$v = \sqrt{1260} = 35,5m/s$$

Portanto, gabarito letra E.

10. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Estabilidade Júnior/2012) Um objeto de massa 1,0 kg é lançado, do solo, com uma velocidade de 2,0 m/s que faz um ângulo de 45° com a horizontal. O objeto cai então no solo, e toda a sua energia é dissipada. Determine o trabalho total, em joules, realizado pela força gravitacional (peso) durante toda a trajetória

- a) 10,0
- b) 2,0
- c) 1,0
- d) 0,2
- e) 0,0

Comentários:

Pessoal, aqui não precisamos fazer nenhuma conta, só pensar um pouquinho! Vamos lá:

1 - No lançamento do objeto, há deslocamento tanto na horizontal como na vertical. Como sabemos, a força peso só realiza trabalho na componente do deslocamento vertical, ou seja, só precisamos saber a altura inicial e a altura final para determinarmos o trabalho do peso. Sendo assim, consideremos que o objeto chega



a uma altura H. Ora, a força peso nessa primeira parte está agindo contra o movimento, portanto realizando um trabalho negativo $-mgH$.

2 - Na descida, assim como na subida, não interessa a distância horizontal percorrida, apenas a vertical. Se o objeto subiu até uma altura H, e vai cair até o solo novamente, então ele percorreu a mesma altura H, que foi a distância na qual a força peso realizou trabalho. Acontece que agora o trabalho do peso é positivo, visto que está no sentido de aumentar a velocidade do corpo. Sendo assim, agora teremos um trabalho mgH .

Pessoal, e se somarmos os dois trabalhos dos trechos que descrevi? O que acontece? Isso mesmo, trabalho nulo!!!

Portanto, gabarito letra E.

11. (CESGRANRIO - LIQUIGAS - Técnico Químico/2011) Se um corpo com massa igual a 400 g percorre uma distância de 1.200 m em 2 minutos, a energia cinética média do corpo no referido trajeto, expressa em Joule (J), é

- a) 10
- b) 20
- c) 30
- d) 40
- e) 50

Comentários:

Perceba que a questão nos induz a calcular a velocidade do corpo e após isso usar a fórmula da energia cinética. Muito simples. Veja:

Calculando a velocidade média:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{1200m}{2 \text{ min}} = \frac{1200m}{120s} = 10m/s$$

Calculando a Energia cinética:

$$E_{\text{cinética}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{(0,4kg) \cdot 10^2}{2} = 20J$$

Portanto, gabarito **letra B.**



12. (CESPE - INMETRO - Técnico - Metrologia/2010) Considere que uma caixa de massa igual a 10 kg seja levantada a uma altura de 5 m, levando-se 10 s para completar a operação. Nessa situação e considerando que aceleração gravitacional local é de $9,8 \text{ m/s}^2$, o trabalho realizado, em joules, será de

- a) 335 J
- b) 490 J
- c) 560 J
- d) 620 J
- e) 640 J

Comentários:

Bom pessoal, o trabalho realizado vai ser igual a variação da energia mecânica, que por sua vez é a variação da energia potencial do sistema. Vejamos:

$$\tau = \Delta E_{mec} = \Delta E_{pot}$$

$$\tau = E_{pot5m} - E_{pot0m}$$

$$\tau = (10kg) \cdot (9,8m/s^2) \cdot (5m) - (10kg) \cdot (9,8m/s^2) \cdot (0m)$$

$$\tau = 490J$$

Portanto, gabarito **letra B**.

13. (IBFC - CBM-SE - Soldado do Corpo de Bombeiro/2018) Quando aumentamos a velocidade de um objeto aplicando uma força, a energia cinética do objeto aumenta. Quando há transferência de energia através de forças aplicadas sobre o objeto, um trabalho (W) é realizado. Analise as afirmativas abaixo:

I. Quando a energia é transferida para o objeto, o trabalho é positivo. Quando a energia é transferida do objeto, o trabalho é negativo.

II. A equação que descreve o trabalho é $W = Fxd$, onde F é a força aplicada e d a distância percorrida pelo objeto.

III. Duas partículas percorrem o trajeto A-B. Porém, neste movimento, a partícula X percorre um trajeto maior do que a partícula Y para chegar ao mesmo ponto, o trabalho realizado pela partícula X é maior que o trabalho realizado pela partícula Y.

IV. Se um objeto é lançado verticalmente para cima e este volta ao mesmo ponto, o trabalho desenvolvido por este objeto será um exemplo de trabalho nulo.

V. Para calcular o trabalho quando este realiza um deslocamento, usamos apenas a componente da força paralela ao deslocamento, a componente perpendicular não realiza trabalho.



Estão corretas as afirmativas:

- a) I, II, IV, V
- b) I, II, III, V
- c) I, III, IV, V
- d) II, III, IV

Comentários:

Comentemos uma a uma:

- I. O **item I** está correto. Bem lógico né pessoal? Se o trabalho pode ser entendido como a variação da energia do corpo, então se o trabalho é positivo, significa dizer que a energia está aumentando, a variação está sendo positiva e vice-versa.
- II. O **item II** está correto. Item que deve ter causado controvérsia na época. De fato, podemos chegar ao ponto em que a fórmula do trabalho é a descrita no item, mas apenas quando o deslocamento e a força são paralelos! Se houver um ângulo, aí teríamos que considerar o cosseno. Enfim, a banca deu como correto o item.
- III. O **item III** está incorreto. O trabalho é a variação de energia. A não ser que estejamos procurando por momentos específicos durante o trajeto, o que importa é apenas o ponto inicial e o ponto final, que provavelmente vão estar em alturas diferentes (para termos variação de energia potencial). Sendo assim, considerando apenas os pontos de partida e chegada, o trabalho vai ser o mesmo nos dois casos.
- IV. O **item IV** está correto. Perfeito pessoal. Lembra que resolvemos uma questão desse tipo antes? O peso realiza um trabalho negativo na subida e um positivo na descida, gerando um trabalho total nulo.
- V. O **item V** está correto. Já comentei isso em várias questões que fizemos aqui! Devemos considerar apenas o deslocamento paralelo, desconsiderando o deslocamento na direção perpendicular.

Portanto, gabarito **letra A**.

14. (IBFC - CBM-SE - Aspirante do Corpo de Bombeiros/2018) Imagine a seguinte situação para determinar se uma força é conservativa ou dissipativa: "Implementase uma força em uma partícula que se move em um percurso fechado, começando em uma posição e retornando à mesma posição (em um percurso de ida e volta)." Assinale a alternativa incorreta sobre trabalho e forças conservativas:

- a) O trabalho total realizado por uma força conservativa sobre uma partícula que se move ao longo de qualquer percurso fechado é nulo
- b) O trabalho realizado por uma força conservativa sobre uma partícula que se move entre dois pontos independe da trajetória seguida pela partícula
- c) Se um objeto é lançado verticalmente para cima, o trabalho desenvolvido por este objeto será um exemplo de trabalho nulo
- d) Duas partículas percorrem o trajeto A-B. Porém, neste movimento, a partícula X percorre um trajeto maior do que a partícula Y para chegar ao mesmo ponto, o trabalho realizado pela partícula X é maior que o trabalho realizado pela partícula Y

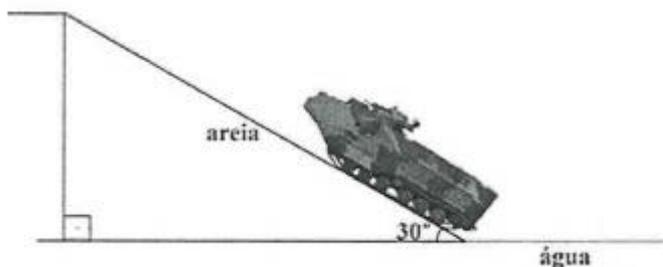
Comentários:



- a) A **alternativa A** está correta. Conforme vimos em várias questões usando a força peso (percurso fechado de subida e descida), de fato o trabalho total será nulo.
- b) A **alternativa B** está correta. Mais uma vez uma alternativa que resume bem várias questões que vimos até agora. Tá vendo como saber bem a teoria pode ajudar em várias questões?
- c) A **alternativa C** está correta. Bom, o trabalho será nulo considerado todo o percurso. Mas do jeito que a questão está redigida, não dá pra saber se ele voltou para o ponto inicial! Enfim, a banca considerou como correta!
- d) A **alternativa D** está incorreta e é o gabarito da questão. Alternativa praticamente idêntica ao item III da questão anterior!

Portanto, o gabarito é **letra D**.

15. (Marinha - EAM - Marinheiro/2018) Considere um fuzileiro naval em missão de desembarque de equipamentos, em uma praia do 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, 20.000 kg, 1.020 kg e 80 kg. A inclinação (rampa) da praia é de 30 graus por uma extensão de 10 m. 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

Comentários:

Conforme vimos em diversas questões, vamos precisar apenas da distância na vertical para calcularmos o trabalho da força peso! Sendo assim, sabendo que a rampa (hipotenusa) tem 10m, calculemos o cateto oposto ao ângulo de 30° :



$$\text{sen}30^\circ = \frac{h}{10}$$

$$h = 10 \cdot \text{sen}30^\circ = 10 \cdot 0,5 = 5m$$

Assim, basta calcular o trabalho:

$$|\tau_{\text{Peso}}| = |P \cdot h \cdot (-1)| = (20.000 + 1.020 + 80kg) \cdot (10m / s^2) \cdot (5m)$$

$$|\tau_{\text{Peso}}| = (21.100) \cdot 50 = 1.055.000J$$

Portanto, gabarito **letra E**.

16. (CESPE – UNB – INMETRO - Técnico em Metrologia e Qualidade – Área: Metrologia – 2010) Considere que uma caixa de massa igual a 10 kg seja levantada a uma altura de 5 m, levando-se 10 s para completar a operação. Nessa situação e considerando que aceleração gravitacional local é de 9,8 m/s², o trabalho realizado, em joules, será de

- a) 335 J.
- b) 490 J.
- c) 560 J.
- d) 620 J.
- e) 640 J.

Comentários:

O trabalho mecânico realizado por um operador que realize a tarefa de erguer a caixa será igual ao trabalho que a força peso faz contra a realização da tarefa. Logo, vamos calcular esse trabalho diretamente pela aplicação da fórmula.

$$\tau_{\text{operador}} = m \cdot g \cdot h$$

$$\tau_{\text{operador}} = 10 \cdot 9,8 \cdot 5$$

$$\tau_{\text{operador}} = 490J$$

Veja que foi uma questão simples, apenas de aplicação de fórmula, que dispensou alguns dados fornecidos na questão.



Fique ligado, pois se você precisasse calcular a potência desenvolvida pelo operador ou por um motor, bastava que você dividisse o valor acima calculado para o trabalho pelo intervalo de tempo respectivo.

Portanto, gabarito **letra B**.

17. (CESPE – UNB – PETROBRÁS - ENGENHEIRO DE PETRÓLEO – 2004) As leis de Newton apontam diretamente para dois princípios de conservação: a conservação de energia e a conservação do momento linear. A mecânica newtoniana conduz a um terceiro princípio de conservação, a conservação do momento angular. Com relação a esses princípios e aos conceitos correlatos, julgue o item a seguir.

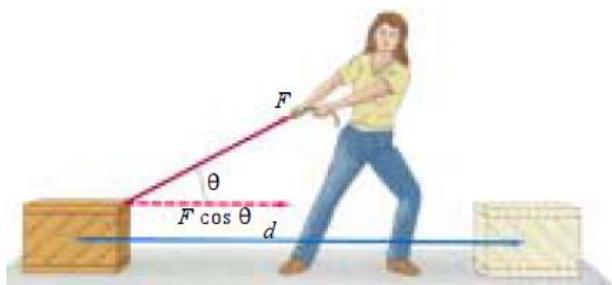
As forças gravitacionais assim como as eletrostáticas são forças não conservativas. Nesse caso, o trabalho realizado por essas forças, em um caminho fechado, é sempre diferente de zero.

Comentário:

O item está incorreto, trata-se de uma questão conceitual, assim como uma questão anterior na qual foi explicada a ideia das forças conservativas, que em um circuito fechado é nulo.

Portanto, gabarito **incorreto**.

18. (CESPE – PETROBRÁS – OPERADOR I – 2004) De acordo com o esquema representado na figura abaixo, a componente horizontal da força F exercida pela funcionária não realiza trabalho para deslocar a caixa em um plano horizontal sem atrito.



Comentários:

O trabalho será nulo em três situações:

- Força nula

A força é diferente de zero, de acordo com a figura.

- Deslocamento nulo

O deslocamento também é não nulo, pois de acordo com a figura o bloco sofre um deslocamento na direção horizontal.

- Força perpendicular (90°) ao deslocamento.

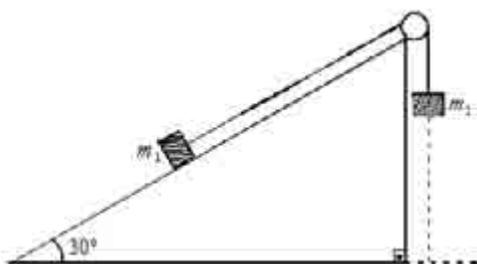
A força forma um ângulo θ diferente de zero com a horizontal.

Veja, portanto, que a situação acima não se encaixa em nenhuma das três hipóteses, no caso acima o trabalho é não nulo e calculado pela seguinte fórmula, admitindo a força F constante com o deslocamento:

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

Portanto, gabarito **incorreto**.

19. (CESPE – CBM-ES – 2008) A figura acima ilustra um bloco de massa m_1 em repouso em um plano inclinado de 30° . Nesse sistema, o bloco de massa m_1 está preso, por o meio de um fio de massa desprezível que passa por uma polia, também de massa desprezível e sem atrito, a outro bloco de massa m_2 . Com relação a essa situação, julgue o item a seguir.



Se os dois blocos referidos estivessem na mesma altura com relação ao plano horizontal, caso o fio que os une se rompesse subitamente, os blocos atingiriam o solo com a mesma velocidade escalar, mesmo que o coeficiente de atrito entre o bloco de massa m_1 e o plano inclinado fosse diferente de zero.

Comentários:

Se os dois blocos fossem largados da mesma altura, **caso tivéssemos desprezando o atrito**, o trabalho total realizado sobre os blocos seria apenas o trabalho da força peso, pois a normal no bloco de massa m_1 não realizaria trabalho, como os blocos estariam a uma mesma altura do solo, o trabalho mecânico realizado pelo peso seria igual para ambos os casos.

Como o trabalho total seria igual para os dois casos, então a variação da energia cinética é a mesma para os dois blocos, chegando os dois no solo com o mesmo valor de suas velocidades.

MAS, no caso da questão não se desprezam os atritos, o que torna o item incorreto, pois considerando o atrito, haverá realização de trabalho do peso e do atrito para o bloco de massa m_1 , enquanto para o bloco de massa m_2 apenas a força peso realiza trabalho.

Portanto, gabarito **incorreto**.

20. (CESPE – 2010.1) Se um balão se deslocar ao longo de uma equipotencial gravitacional, o trabalho realizado pela força gravitacional será nulo.

Comentários:

A primeira coisa que você tem que saber é o que é equipotencial gravitacional.

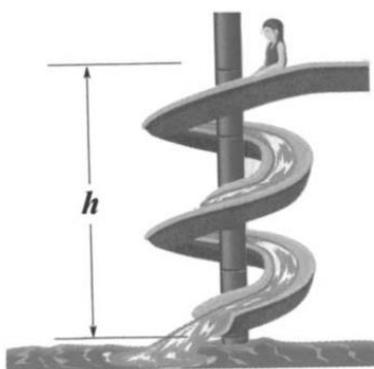
Puxando pela etimologia da palavra, podemos afirmar que se trata de uma região em que não há variação de energia potencial gravitacional.

Logo não poderá haver trabalho da força gravitacional, uma vez que não há variação de energia potencial gravitacional.

Lembre-se de que trabalho realizado implica variação de energia no corpo.

A resposta mais coerente, portanto, é o **incorreto**.

21. (CESPE - SEDUC – MT – 2007)



A figura acima mostra uma criança descendo em um tobogã. Admitindo que ela é liberada do topo, a uma altura $h = 8 \text{ m}$ em relação à base, com velocidade inicial igual a zero, que a aceleração da gravidade, g , é igual a 10 m/s^2 e desconsiderando as forças de atrito, então o módulo, da velocidade da criança na parte mais baixa do tobogã será mais próximo de

- a) 12 m/s.
- b) 18 m/s.
- c) 24 m/s.
- d) 27 m/s.

Comentários:

Essa questão é um caso clássico de aplicação das Leis de Newton. Vamos aplicar a Segunda Lei aos blocos, depois de isolá-los, Mais uma questão de conservação da energia mecânica, item que estará presente em sua prova, com toda certeza.

No caso da questão, vamos considerar a energia mecânica inicial apenas como fruto da energia potencial gravitacional e a energia mecânica final apenas como fruto da energia cinética, assim:

$$E_{Pot_{Grav.}} = E_{Cinét.}$$
$$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot V_f^2}{2}$$
$$V_f^2 = 2 \cdot g \cdot h$$
$$V_f^2 = 2 \cdot 10 \cdot 8$$
$$V_f = 4 \cdot \sqrt{10} m / s$$
$$V_f^2 = 12,64 m / s$$

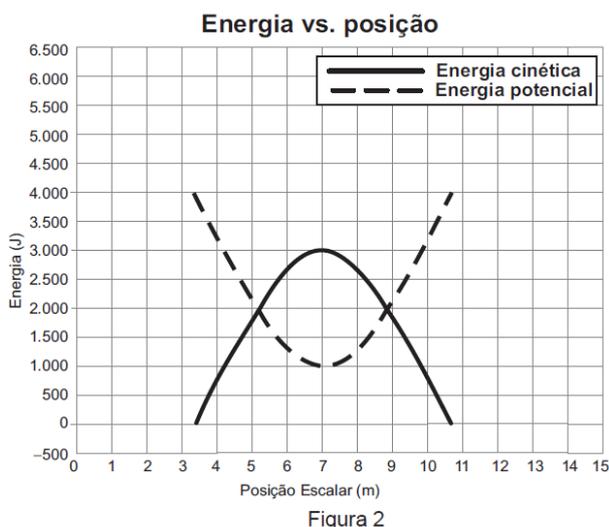
Portanto, gabarito **letra A**.

22. (CESGRANRIO – PETROBRÁS - OPERADOR I) Considere um skatista de 60 kg em uma pista de skate, como mostra a figura 1. A Figura 2 mostra os gráficos das energias potencial e cinética do skatista em função da sua posição escalar. Despreze os atritos.





Figura 1



Disponível em: <[www.http://phet.colorado.edu](http://phet.colorado.edu)>. Acesso em: 07 abr. 2012. Adaptado.

Dado: Aceleração da gravidade = 10 m/s²

Observa-se que, na trajetória do skatista, a

- a) diferença entre as alturas máxima e mínima do skatista é de aproximadamente 6,7 m.
- b) diferença entre as alturas máxima e mínima do skatista é de aproximadamente 1,7 m.
- c) velocidade máxima atingida pelo skatista é de aproximadamente 10 m/s.
- d) velocidade máxima atingida pelo skatista é de aproximadamente 5,7 m/s.
- e) velocidade do skatista é numericamente igual à sua altura quando a energia potencial é 2.000 J.

Comentários:

A diferença entre as alturas será calculada pela diferença entre as energias potenciais gravitacionais, que é o tipo de energia ligada à altura do corpo.

$$\begin{aligned} \Delta E_{pot} &= 4000 - 1000 \\ m \cdot g (H_{final} - H_{inicial}) &= 3.000 \\ 60 \cdot 10 (H_{final} - H_{inicial}) &= 3.000 \\ (H_{final} - H_{inicial}) &= 5m \end{aligned}$$

Por outro lado, a velocidade máxima ocorre quando a energia cinética é máxima:



$$E_{cinMáx} = \frac{m.V_{max}^2}{2}$$
$$3.000 = \frac{60.V_{max}^2}{2}$$
$$V_{max}^2 = 100$$
$$V_{max} = 10m/s$$

Para 2.000J de energia potencial e cinética, temos que as duas energias são iguais, o que nos permite escrever:

$$m.g.h = \frac{m.V_{max}^2}{2}$$
$$h = \frac{V_{max}^2}{2.g}$$

Portanto, gabarito **letra C**.

23. (CESGRANRIO – PETROBRÁS - OPERADOR I) Larga-se uma bola de massa 50,0g de uma altura de 10,0m. Supondo $g = 9,8m/s^2$ e a resistência do ar desprezível, com que velocidade, em m/s, ela chegará ao solo?

- a) 3,5
- b) 7,0
- c) 14,0
- d) 70,0
- e) 196,0

Comentários:

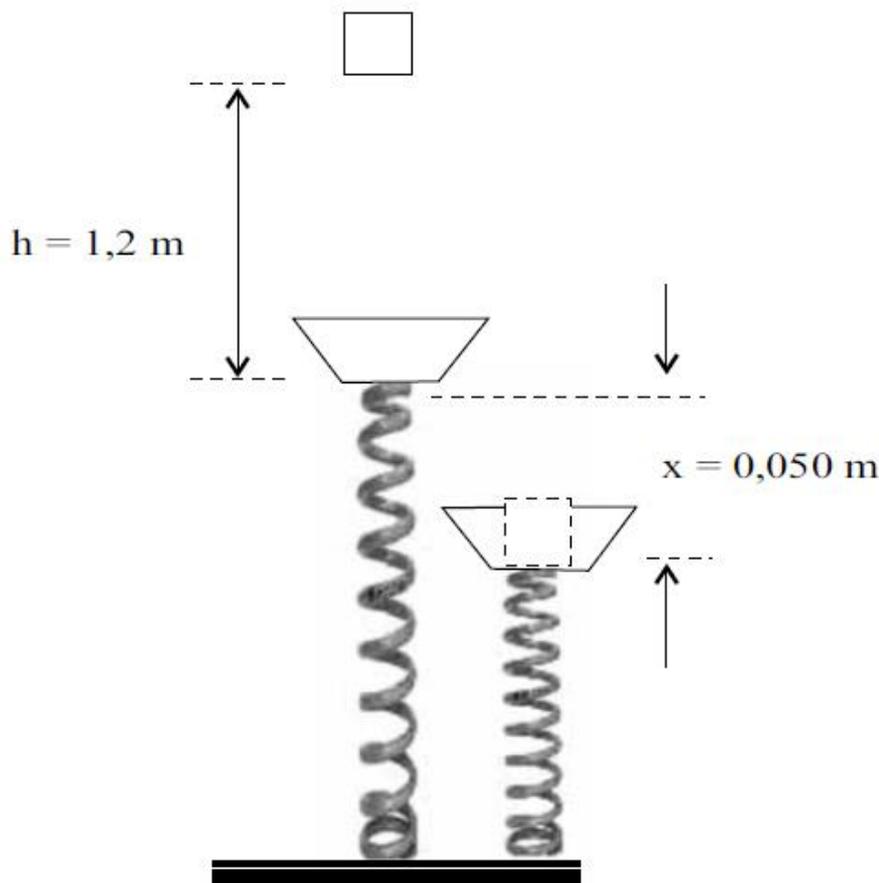
Essa é fácil, basta você calcular a velocidade final da bola conservando a energia mecânica da bola.



$$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot V_{final}^2}{2}$$
$$V_{final}^2 = 2 \cdot g \cdot h$$
$$V_{final} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 10}$$
$$V_{final} = 14 \text{ m/s}$$

Portanto, gabarito **letra C**.

24. (VUNESP – SEED/SP – PROFESSOR DE FÍSICA) Um bloco de massa igual a 2,0 kg é abandonado livremente de uma altura $h = 1,2 \text{ m}$ e atinge uma plataforma, de massa desprezível, ligada a uma mola de massa também desprezível, suposta ideal, conforme está indicado na figura. Sabe-se que o choque do bloco com a plataforma é perfeitamente inelástico. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e que a mola sofra uma compressão $x = 5,0 \times 10^{-2} \text{ m}$ até frear completamente o bloco, pode-se afirmar que a constante elástica da mola, em 10^4 N/m , é



- a) 1,0
- b) 2,0
- c) 3,0
- d) 4,0
- e) 5,0

Comentários:

Vamos aplicar a conservação da energia mais uma vez em nossa questão.

Primeiramente vamos adotar um nível de referência para energia potencial gravitacional nula, que será o nível mais baixo do movimento do corpo, justamente o ponto em que ele atinge o repouso.

Assim, a altura utilizada na conservação da energia será de $1,2\text{m} + 0,05\text{m} = 1,25\text{m}$.

Aplicando a conservação:

$$\begin{aligned} E_{mec_0} &= E_{mec_f} \\ m \cdot g \cdot h &= \frac{kx^2}{2} \\ k &= \frac{2 \cdot m \cdot g \cdot h}{x^2} \\ k &= \frac{2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 1,25}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{50}{25 \cdot 10^{-4}} = 2,0 \cdot 10^4 \text{ N / m} \end{aligned}$$

Note que a energia mecânica inicial é puramente potencial gravitacional, pois o sistema está com a mola em posição natural, não deformada e não há velocidades de nenhuma natureza.

No final, por outro lado, o sistema só possui energia na forma de potencial elástica, uma vez que não há mais altura (o corpo está no nível de referência), como também não há mais velocidade, portanto, a energia mecânica está integralmente armazenada na mola.



Portanto, gabarito **letra B**.

25. (VUNESP – SEED/SP – PROFESSOR DE FÍSICA) Um motor deve ser utilizado para tracionar uma polia que deverá erguer, verticalmente, caixas de mesma massa a uma altura de 10 m. Utilizando um motor A, realiza-se essa tarefa em 10 s. Utilizando outro motor B, ergue-se a mesma caixa, à mesma altura, em 40 s. O trabalho realizado pela força de tração exercida pelo motor A, comparado ao trabalho da força de tração exercida pelo motor B, é

- a) nulo.
- b) o mesmo.
- c) duas vezes maior.
- d) três vezes maior.
- e) quatro vezes maior.

Comentários:

Veja que o trabalho a ser efetuado pelos motores é um trabalho para vencer a força peso das caixas.

Assim, o trabalho dos motores é igual ao trabalho da força peso, que é dado por:

$$|\tau| = m.g.h$$

Como as massas das caixas são as mesmas, a gravidade também não muda, assim como a altura a serem erguidas, então não tem como ser diferente o trabalho da força peso, que é o trabalho que cada motor efetuará.

Logo os trabalhos são iguais.

O tempo fará diferença no que diz respeito à potência desenvolvida por cada motor, pois aquele que leva menos tempo para efetuar a tarefa deverá ter uma potência maior.

Portanto, gabarito **letra B**.

26. (VUNESP – SEED/SP – PROFESSOR DE FÍSICA) - Ao frear, um carro diminui sua velocidade dissipando 51% da sua energia cinética. Portanto, a velocidade final do carro, em relação à sua velocidade inicial, diminui em:

- a) 20%.
- b) 30%.
- c) 40%.



d) 50%.

e) 60%.

Comentários:

A energia cinética do corpo foi dissipada em 51%, o que significa dizer que apenas 49% da energia cinética inicial permanecem no corpo.

Assim,

$$\begin{aligned} E_{cin_f} &= 49\% E_{cin_0} \\ \cancel{m} \cdot V_f^2 &= 0,49 \cdot \cancel{m} \cdot V_0^2 \\ V_f &= 0,7V_0 \end{aligned}$$

Logo, como a velocidade final do carro diminuiu para $0,7V_0$, podemos dizer que ela sofreu uma redução de 30% em relação ao seu valor inicial.

Portanto, gabarito **letra B**.

27. (VUNESP - SEED – SP – PROFESSOR DE EDUCAÇÃO BÁSICA) Avalia-se que 25% da energia fornecida pelos alimentos é destinada, pelo nosso organismo, para atividades físicas. A energia restante destina-se à manutenção das funções vitais, como a respiração e a circulação sanguínea, ou é dissipada na forma de calor, através da pele. Uma barra de chocolate de 100 g pode fornecer ao nosso organismo cerca de 470 kcal. Suponha que uma pessoa de massa 70 kg quisesse consumir a parcela disponível da energia fornecida por essa barra, para subir uma escadaria. Sabendo-se que cada degrau dessa escadaria tem 25 cm de altura, admitindo-se $g = 10 \text{ m/s}^2$ e sendo $1,0 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$, pode-se afirmar que o número de degraus que essa pessoa deveria subir é, aproximadamente, de

a) 7000.

b) 2800.

c) 700.

d) 470.

e) 28.

Comentários:

Basta conservarmos 25% da energia da barra de chocolate para o desempenho do trabalho da força peso.



$$25\% \cdot 470 \text{ kcal} \cdot 4,2 \text{ J / cal} = m \cdot g \cdot h$$
$$0,25 \cdot 10^3 \cdot 470 \cdot 4,2 = 70 \cdot 10 \cdot n \cdot 0,25$$
$$n = \frac{4.200 \cdot 470}{700} = 2.820 \text{ deg raus}$$

Veja que a altura foi interpretada como o número de degraus multiplicado pela altura de cada um deles.

Essa foi uma questão de interpretação. Veja ainda que foi feita a transformação da energia de cal para J, multiplicando-se o valor correspondente por 4,2, fator fornecido no enunciado.

Portanto, gabarito **letra B**.

28. (VUNESP – SEED/SP – PROFESSOR DE FÍSICA) A figura mostra a foto de um caminhão guincho na operação de colocar um carro enguiçado sobre a rampa suporte basculante.



O carro pesa $1,0 \cdot 10^4$ N, o ângulo θ da rampa de acesso com a horizontal é tal que $\text{sen } \theta = 0,6$ e $\text{cos } \theta = 0,8$.
O motor elétrico, que puxa o carro com velocidade constante de 1,0 m/s, tem potência de 10 cv (7,5 kW).
O coeficiente de atrito entre os pneus e o piso da rampa vale

- a) 3/8.
- b) 3/16.
- c) 13/80.
- d) 13/160.
- e) 5/6.

Comentários:

Mais uma questão de plano inclinado, envolvendo também o conceito de potência.

A fórmula de potência que vamos utilizar aqui é a seguinte:

$$Pot_{Motor} = F_{Motor} \cdot V$$

Mas antes vamos verificar as forças que estão sendo aplicadas no carro e depois impor a condição de resultante nula, uma vez que a velocidade se mantém constante.



Agora vamos impor a condição de resultante nula, que nada mais é do que as forças se anularem na direção paralela ao plano e perpendicular ao plano. É bom lembrar ainda da fórmula da força de atrito.



$$F_{Motor} = P \operatorname{sen} \alpha + F_{at}$$
$$\frac{Pot_{Motor}}{V} = m.g.\operatorname{sen} \alpha + \mu.m.g.\operatorname{cos} \alpha$$
$$\frac{7,5 \cdot 10^3}{1,0} = 1,0 \cdot 10^4 \cdot 0,6 + \mu \cdot 1,0 \cdot 10^4 \cdot 0,8$$
$$7500 = 6.000 + 8000\mu$$
$$\mu = \frac{15}{80} = \frac{3}{16}$$

Portanto, gabarito **letra B**.

29. (IFSC – PROFESSOR DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA) Nos Jogos Olímpicos uma das provas mais tradicionais é o salto com vara. Nessa prova, um atleta de alto nível corre, segurando a vara, atingindo uma velocidade final de 11 m/s. Considerando a lei da Conservação da(o), no caso do salto com vara ocorre a transformação de energia em energia, sendo que o atleta atinge a altura de em relação ao solo. Adote $g = 10\text{m/s}^2$ e despreze a resistência do ar e a elasticidade da vara.

Qual a alternativa que preenche **CORRETAMENTE** as lacunas do texto acima:

- a) Energia Mecânica – potencial gravitacional – cinética – 6m e 15cm
- b) Energia Mecânica – cinética – potencial gravitacional – 6m e 50cm
- c) Momento Linear – cinética – potencial gravitacional – 6m e 10cm
- d) Momento Linear – potencial gravitacional – cinética – 6m e 15cm
- e) Energia Mecânica – cinética – potencial gravitacional – 6m e 5cm

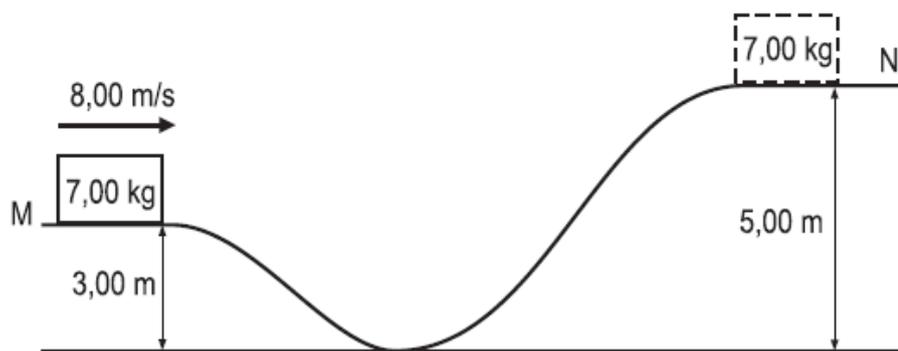
Comentários:

Considerando a lei da Conservação da(o) **Energia Mecânica**, no caso do salto com vara ocorre a transformação de energia **cinética** em energia **potencial gravitacional**, sendo que o atleta atinge a altura de **6m e 5cm** em relação ao solo. Adote $g = 10\text{m/s}^2$ e despreze a resistência do ar e a elasticidade da vara.

Portanto, gabarito **letra E**.

30. (CESGRANRIO – INNOVA – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR) Um bloco de massa 7,00 kg desliza sem atrito sobre a trajetória MN mostrada na figura abaixo.





No início do movimento, o bloco possui velocidade de 8,00 m/s. Qual é, em J, a energia cinética aproximada do bloco no ponto mais alto da trajetória MN?

Dado: aceleração da gravidade = 10 m/s²

- a) 4,90
- b) 84,0
- c) 140
- d) 224
- e) 364

Comentários:

Vamos conservar a energia mecânica do bloco, uma vez que os atritos são desprezíveis.

$$E_{mec_{in}} = E_{mec_{fin}}$$
$$m \cdot g \cdot h_M + \frac{m \cdot V^2}{2} = m \cdot g \cdot h_N + E_{cin_N}$$
$$E_{cin_N} = 7 \cdot 10 \cdot 3 + \frac{7 \cdot 8^2}{2} - 7 \cdot 10 \cdot 5$$
$$E_{cin_N} = 84J$$

Portanto, gabarito **letra B**.



LISTA DE QUESTÕES

1. (CESGRANRIO - LIQUIGÁS - Técnico Químico/2018) Um corpo de massa igual a 200 g cai de uma altura de 5 m, a partir do repouso. Desprezada a resistência do ar, a energia cinética do corpo, em J, ao atingir o solo corresponde a Dado Aceleração da gravidade: 10 m/s^2

- a) 10
- b) 50
- c) 100
- d) 500
- e) 1000

2. (IF-CE - Técnico de Laboratório - Ciência da Natureza/2017) Para puxar um carrinho de 60 kg num piso sem atrito, um operário aplica uma força constante de 300 N, formando um ângulo de 60° com a horizontal. Se o carrinho se desloca 5 m em linha reta, os trabalhos executados sobre o caixote pelo



operário, pelo peso do caixote e pela força normal exercida pelo piso sobre o caixote, valem, respectivamente,



- a) 750 J, zero e zero.
- b) 750 J, 3000 J e 1305 J.
- c) Zero, 750 J e 3000 J.
- d) Zero, zero e 3000 J.
- e) 3000 J, zero e 1305 J.

3. (CESPE - FUB - Técnico de Laboratório - Física/2016) Em um local onde a aceleração da gravidade é constante, uma escada rolante foi projetada para se movimentar com velocidade escalar constante e transportar passageiros entre dois pisos separados por uma distância vertical de altura H .

Considerando que não haja força dissipativa no sistema e que 100% do trabalho do motor que movimenta a escada seja transferido para os passageiros, julgue o item subsequente.

Devido ao fato de não haver forças dissipativas no sistema, a energia mecânica de cada passageiro permanece constante durante todo o percurso.

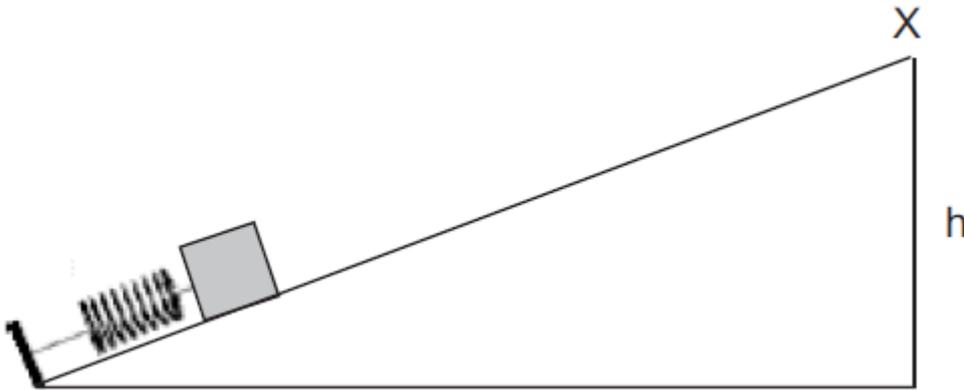
4. (CESPE - FUB - Técnico de Laboratório - Física/2016) Em um local onde a aceleração da gravidade é constante, uma escada rolante foi projetada para se movimentar com velocidade escalar constante e transportar passageiros entre dois pisos separados por uma distância vertical de altura H .

Considerando que não haja força dissipativa no sistema e que 100% do trabalho do motor que movimenta a escada seja transferido para os passageiros, julgue o item subsequente.

Se a massa média dos passageiros for constante, então quanto maior for o número de passageiros transportados por minuto, maior será a potência desenvolvida pelo motor para movimentar a escada.

5. (CESGRANRIO – PETROBRÁS – OPERADOR I) Um corpo de massa 0,5 kg encontra-se encostado em uma mola de 50 cm, conforme a figura abaixo.





A mola, cuja constante é de 400 N/m , foi comprimida até que seu comprimento atingisse 20 cm . Cessada a força que comprime a mola, o corpo foi impulsionado em direção ao topo da rampa (ponto X). Considerando-se que o atrito é nulo, a altura h mínima, em metros, que o plano inclinado deve ter para que o corpo atinja o ponto X sem cair é:

(Dados: aceleração da gravidade = 10 m/s^2)

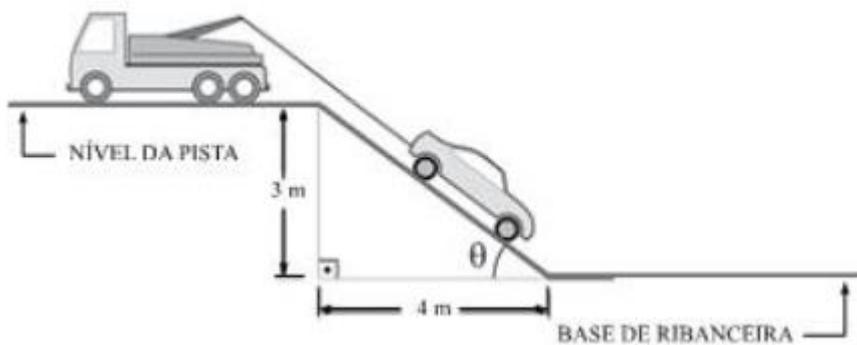
- a) 1,8
- b) 2,0
- c) 3,2
- d) 3,6
- e) 7,2

6. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Química Júnior/2015) Um carro e uma motocicleta trafegam por uma estrada. A massa do carro é o dobro da massa da motocicleta. Num determinado instante, o carro e a motocicleta possuem a mesma energia cinética. Nesse instante, a razão $V_{\text{motocicleta}}/V_{\text{carro}}$ entre as velocidades da motocicleta e do carro vale

- a) 0,5
- b) 1
- c) 2
- d) $1/\sqrt{2}$
- e) $\sqrt{2}$

7. (VUNESP - PC-SP - Técnico de Laboratório/2014) Um acidente fatal em uma estrada fez com que um veículo caísse por uma ribanceira. No local, um guincho começava a subir o carro até o nível da pista.





O trabalho resistente do peso do carro, sabendo que sua massa era de 800 kg e considerando que a aceleração da gravidade tem valor 10 m/s^2 , no processo total de içamento do carro, do local em que se encontrava, na base da ribanceira, até o nível da pista, foi, em joules,

- a) 32 000.
- b) 80 000.
- c) 24 000.
- d) 18 000.
- e) 40 000.

8. (CESGRANRIO - Innova - Técnico de Operação Júnior/2012) Um automóvel é movido por um motor a explosão que trabalha com rendimento de 20%. Qual é, aproximadamente, em kW, a potência calorífica cedida pelo combustível ao motor, quando ele desenvolve uma potência mecânica de 75 kW?

- a) 15
- b) 27
- c) 60
- d) 300
- e) 375

9. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Estabilidade Júnior/2012) Ao levar um objeto de massa 0,3 kg do solo, partindo do repouso, até uma altura de 12,0 m em 3,0 s, o motor de um guindaste realiza uma potência constante de 75,0 W.

A velocidade do objeto ao atingir a altura de 12,0 m, em m/s, é de
Dado: $g = 10,0 \text{ m/s}^2$

- a) 11,5
- b) 16,1



- c) 18,9
- d) 22,5
- e) 35,5

10. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Estabilidade Júnior/2012) Um objeto de massa 1,0 kg é lançado, do solo, com uma velocidade de 2,0 m/s que faz um ângulo de 45° com a horizontal. O objeto cai então no solo, e toda a sua energia é dissipada. Determine o trabalho total, em joules, realizado pela força gravitacional (peso) durante toda a trajetória

- a) 10,0
- b) 2,0
- c) 1,0
- d) 0,2
- e) 0,0

11. (CESGRANRIO - LIQUIGAS - Técnico Químico/2011) Se um corpo com massa igual a 400 g percorre uma distância de 1.200 m em 2 minutos, a energia cinética média do corpo no referido trajeto, expressa em Joule (J), é

- a) 10
- b) 20
- c) 30
- d) 40
- e) 50

12. (CESPE - INMETRO - Técnico - Metrologia/2010) Considere que uma caixa de massa igual a 10 kg seja levantada a uma altura de 5 m, levando-se 10 s para completar a operação. Nessa situação e considerando que aceleração gravitacional local é de 9,8 m/s², o trabalho realizado, em joules, será de

- a) 335 J
- b) 490 J
- c) 560 J
- d) 620 J
- e) 640 J

13. (IBFC - CBM-SE - Soldado do Corpo de Bombeiro/2018) Quando aumentamos a velocidade de um objeto aplicando uma força, a energia cinética do objeto aumenta. Quando há transferência de energia através de forças aplicadas sobre o objeto, um trabalho (W) é realizado. Analise as afirmativas abaixo:



I. Quando a energia é transferida para o objeto, o trabalho é positivo. Quando a energia é transferida do objeto, o trabalho é negativo.

II. A equação que descreve o trabalho é $W = Fxd$, onde F é a força aplicada e d a distância percorrida pelo objeto.

III. Duas partículas percorrem o trajeto A-B. Porém, neste movimento, a partícula X percorre um trajeto maior do que a partícula Y para chegar ao mesmo ponto, o trabalho realizado pela partícula X é maior que o trabalho realizado pela partícula Y.

IV. Se um objeto é lançado verticalmente para cima e este volta ao mesmo ponto, o trabalho desenvolvido por este objeto será um exemplo de trabalho nulo.

V. Para calcular o trabalho quando este realiza um deslocamento, usamos apenas a componente da força paralela ao deslocamento, a componente perpendicular não realiza trabalho.

Estão corretas as afirmativas:

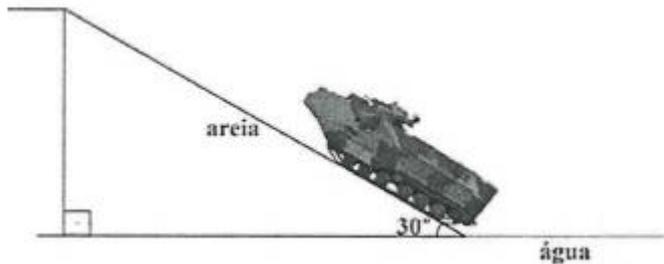
- a) I, II, IV, V
- b) I, II, III, V
- c) I, III, IV, V
- d) II, III, IV

14. (IBFC - CBM-SE - Aspirante do Corpo de Bombeiros/2018) Imagine a seguinte situação para determinar se uma força é conservativa ou dissipativa: "Implementase uma força em uma partícula que se move em um percurso fechado, começando em uma posição e retornando à mesma posição (em um percurso de ida e volta)." Assinale a alternativa incorreta sobre trabalho e forças conservativas:

- a) O trabalho total realizado por uma força conservativa sobre uma partícula que se move ao longo de qualquer percurso fechado é nulo
- b) O trabalho realizado por uma força conservativa sobre uma partícula que se move entre dois pontos independe da trajetória seguida pela partícula
- c) Se um objeto é lançado verticalmente para cima, o trabalho desenvolvido por este objeto será um exemplo de trabalho nulo
- d) Duas partículas percorrem o trajeto A-B. Porém, neste movimento, a partícula X percorre um trajeto maior do que a partícula Y para chegar ao mesmo ponto, o trabalho realizado pela partícula X é maior que o trabalho realizado pela partícula Y

15. (Marinha - EAM - Marinheiro/2018) Considere um fuzileiro naval em missão de desembarque de equipamentos, em uma praia do 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, 20.000 kg, 1.020 kg e 80 kg. A inclinação (rampa) da praia é de 30 graus por uma extensão de 10 m. 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

16. (CESPE – UNB – INMETRO - Técnico em Metrologia e Qualidade – Área: Metrologia – 2010) Considere que uma caixa de massa igual a 10 kg seja levantada a uma altura de 5 m, levando-se 10 s para completar a operação. Nessa situação e considerando que aceleração gravitacional local é de $9,8 \text{ m/s}^2$, o trabalho realizado, em joules, será de

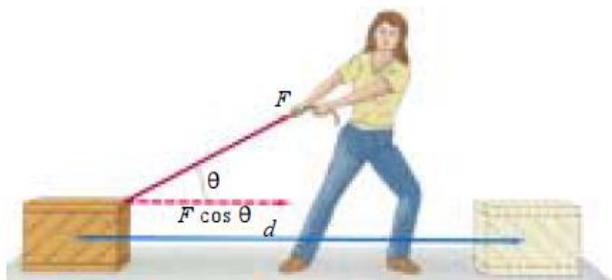
- a) 335 J.
- b) 490 J.
- c) 560 J.
- d) 620 J.
- e) 640 J.

17. (CESPE – UNB – PETROBRÁS - ENGENHEIRO DE PETRÓLEO – 2004) As leis de Newton apontam diretamente para dois princípios de conservação: a conservação de energia e a conservação do momento linear. A mecânica newtoniana conduz a um terceiro princípio de conservação, a conservação do momento angular. Com relação a esses princípios e aos conceitos correlatos, julgue o item a seguir.

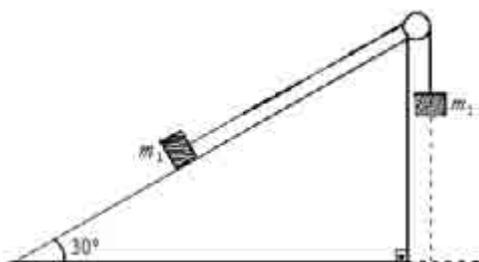
As forças gravitacionais assim como as eletrostáticas são forças não conservativas. Nesse caso, o trabalho realizado por essas forças, em um caminho fechado, é sempre diferente de zero.



18. (CESPE – PETROBRÁS – OPERADOR I – 2004) De acordo com o esquema representado na figura abaixo, a componente horizontal da força F exercida pela funcionária não realiza trabalho para deslocar a caixa em um plano horizontal sem atrito.



19. (CESPE – CBM-ES – 2008) A figura acima ilustra um bloco de massa m_1 em repouso em um plano inclinado de 30° . Nesse sistema, o bloco de massa m_1 está preso, por o meio de um fio de massa desprezível que passa por uma polia, também de massa desprezível e sem atrito, a outro bloco de massa m_2 . Com relação a essa situação, julgue o item a seguir.

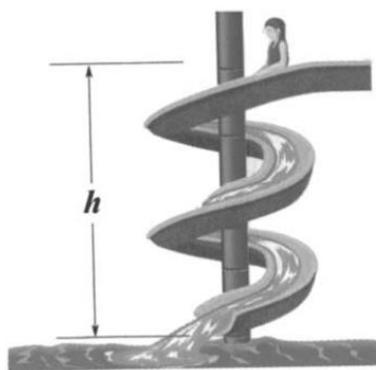


Se os dois blocos referidos estivessem na mesma altura com relação ao plano horizontal, caso o fio que os une se rompesse subitamente, os blocos atingiriam o solo com a mesma velocidade escalar, mesmo que o coeficiente de atrito entre o bloco de massa m_1 e o plano inclinado fosse diferente de zero.

20. (CESPE – 2010.1) Se um balão se deslocar ao longo de uma equipotencial gravitacional, o trabalho realizado pela força gravitacional será nulo.

21. (CESPE - SEDUC – MT – 2007)





A figura acima mostra uma criança descendo em um tobogã. Admitindo que ela é liberada do topo, a uma altura $h = 8 \text{ m}$ em relação à base, com velocidade inicial igual a zero, que a aceleração da gravidade, g , é igual a 10 m/s^2 e desconsiderando as forças de atrito, então o módulo, da velocidade da criança na parte mais baixa do tobogã será mais próximo de

- a) 12 m/s.
- b) 18 m/s.
- c) 24 m/s.
- d) 27 m/s.

22. (CESGRANRIO – PETROBRÁS - OPERADOR I) Considere um skatista de 60 kg em uma pista de skate, como mostra a figura 1. A Figura 2 mostra os gráficos das energias potencial e cinética do skatista em função da sua posição escalar. Despreze os atritos.



Figura 1

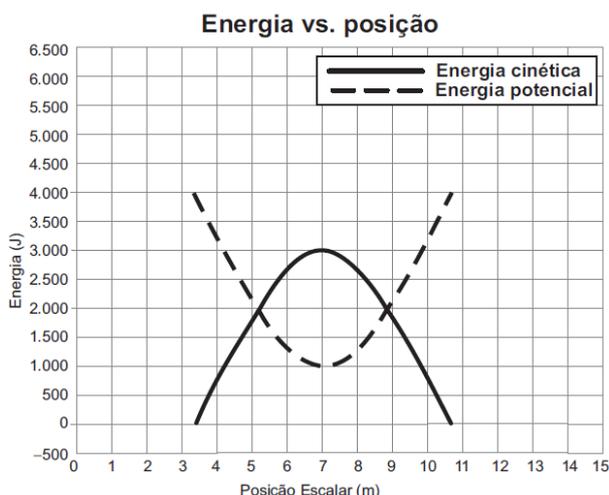


Figura 2

Disponível em: <[www.http://phet.colorado.edu](http://phet.colorado.edu)>. Acesso em: 07 abr. 2012. Adaptado.

Dado: Aceleração da gravidade = 10 m/s^2



Observa-se que, na trajetória do skatista, a

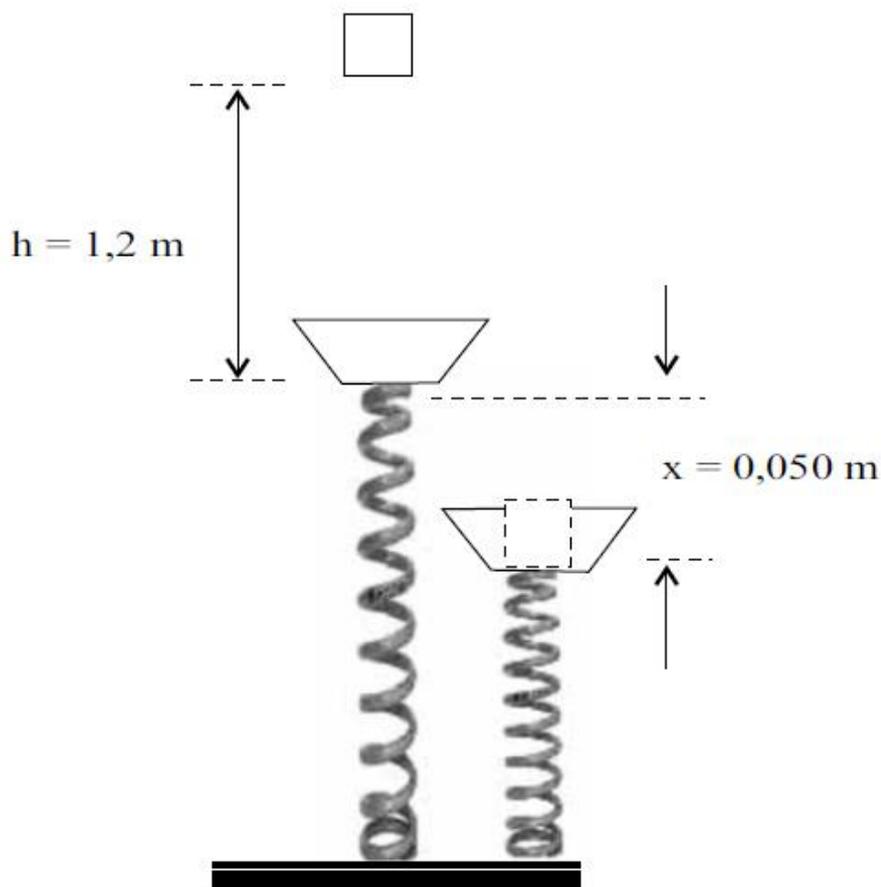
- a) diferença entre as alturas máxima e mínima do skatista é de aproximadamente 6,7 m.
- b) diferença entre as alturas máxima e mínima do skatista é de aproximadamente 1,7 m.
- c) velocidade máxima atingida pelo skatista é de aproximadamente 10 m/s.
- d) velocidade máxima atingida pelo skatista é de aproximadamente 5,7 m/s.
- e) velocidade do skatista é numericamente igual à sua altura quando a energia potencial é 2.000 J.

23. (CESGRANRIO – PETROBRÁS - OPERADOR I) Larga-se uma bola de massa 50,0g de uma altura de 10,0m. Supondo $g = 9,8\text{m/s}^2$ e a resistência do ar desprezível, com que velocidade, em m/s, ela chegará ao solo?

- a) 3,5
- b) 7,0
- c) 14,0
- d) 70,0
- e) 196,0

24. (VUNESP – SEED/SP – PROFESSOR DE FÍSICA) Um bloco de massa igual a 2,0 kg é abandonado livremente de uma altura $h = 1,2$ m e atinge uma plataforma, de massa desprezível, ligada a uma mola de massa também desprezível, suposta ideal, conforme está indicado na figura. Sabe-se que o choque do bloco com a plataforma é perfeitamente inelástico. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10m/s^2 e que a mola sofra uma compressão $x = 5,0 \times 10^{-2}$ m até frear completamente o bloco, pode-se afirmar que a constante elástica da mola, em 10^4 N/m, é





- a) 1,0
- b) 2,0
- c) 3,0
- d) 4,0
- e) 5,0

25. (VUNESP – SEED/SP – PROFESSOR DE FÍSICA) Um motor deve ser utilizado para tracionar uma polia que deverá erguer, verticalmente, caixas de mesma massa a uma altura de 10 m. Utilizando um motor A, realiza-se essa tarefa em 10 s. Utilizando outro motor B, ergue-se a mesma caixa, à mesma altura, em 40 s. O trabalho realizado pela força de tração exercida pelo motor A, comparado ao trabalho da força de tração exercida pelo motor B, é

- a) nulo.
- b) o mesmo.
- c) duas vezes maior.
- d) três vezes maior.
- e) quatro vezes maior.



26. (VUNESP – SEED/SP – PROFESSOR DE FÍSICA) - Ao frear, um carro diminui sua velocidade dissipando 51% da sua energia cinética. Portanto, a velocidade final do carro, em relação à sua velocidade inicial, diminui em:

- a) 20%.
- b) 30%.
- c) 40%.
- d) 50%.
- e) 60%.

27. (VUNESP - SEED – SP – PROFESSOR DE EDUCAÇÃO BÁSICA) Avalia-se que 25% da energia fornecida pelos alimentos é destinada, pelo nosso organismo, para atividades físicas. A energia restante destina-se à manutenção das funções vitais, como a respiração e a circulação sanguínea, ou é dissipada na forma de calor, através da pele. Uma barra de chocolate de 100 g pode fornecer ao nosso organismo cerca de 470 kcal. Suponha que uma pessoa de massa 70 kg quisesse consumir a parcela disponível da energia fornecida por essa barra, para subir uma escadaria. Sabendo-se que cada degrau dessa escadaria tem 25 cm de altura, admitindo-se $g = 10 \text{ m/s}^2$ e sendo $1,0 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$, pode-se afirmar que o número de degraus que essa pessoa deveria subir é, aproximadamente, de

- a) 7000.
- b) 2800.
- c) 700.
- d) 470.
- e) 28.

28. (VUNESP – SEED/SP – PROFESSOR DE FÍSICA) A figura mostra a foto de um caminhão guincho na operação de colocar um carro enguiçado sobre a rampa suporte basculante.





O carro pesa $1,0 \cdot 10^4$ N, o ângulo θ da rampa de acesso com a horizontal é tal que $\sin \theta = 0,6$ e $\cos \theta = 0,8$. O motor elétrico, que puxa o carro com velocidade constante de $1,0$ m/s, tem potência de 10 cv ($7,5$ kW). O coeficiente de atrito entre os pneus e o piso da rampa vale

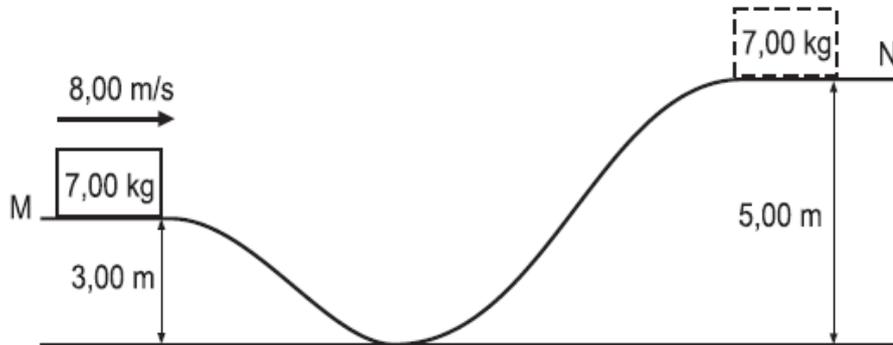
- a) $3/8$.
- b) $3/16$.
- c) $13/80$.
- d) $13/160$.
- e) $5/6$.

29. (IFSC – PROFESSOR DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA) Nos Jogos Olímpicos uma das provas mais tradicionais é o salto com vara. Nessa prova, um atleta de alto nível corre, segurando a vara, atingindo uma velocidade final de 11 m/s. Considerando a lei da Conservação da(o), no caso do salto com vara ocorre a transformação de energia em energia, sendo que o atleta atinge a altura de em relação ao solo. Adote $g = 10\text{m/s}^2$ e despreze a resistência do ar e a elasticidade da vara.

Qual a alternativa que preenche CORRETAMENTE as lacunas do texto acima:

- a) Energia Mecânica – potencial gravitacional – cinética – 6m e 15cm
- b) Energia Mecânica – cinética – potencial gravitacional – 6m e 50cm
- c) Momento Linear – cinética – potencial gravitacional – 6m e 10cm
- d) Momento Linear – potencial gravitacional – cinética – 6m e 15cm
- e) Energia Mecânica – cinética – potencial gravitacional – 6m e 5cm

30. (CESGRANRIO – INNOVA – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR) Um bloco de massa 7,00 kg desliza sem atrito sobre a trajetória MN mostrada na figura abaixo.



No início do movimento, o bloco possui velocidade de 8,00 m/s. Qual é, em J, a energia cinética aproximada do bloco no ponto mais alto da trajetória MN?

Dado: aceleração da gravidade = 10 m/s^2

- a) 4,90
- b) 84,0
- c) 140
- d) 224
- e) 364



GABARITO

GABARITO



- 1. A
- 2. A
- 3. E
- 4. C
- 5. C
- 6. E
- 7. C
- 8. E
- 9. E
- 10. E
- 11. B

- 12. B
- 13. A
- 14. D
- 15. E
- 16. B
- 17. E
- 18. E
- 19. E
- 20. E
- 21. A
- 22. C

- 23. C
- 24. B
- 25. B
- 26. B
- 27. B
- 28. B
- 29. E
- 30. B



FÓRMULAS MAIS UTILIZADAS NA AULA

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

$$\tau = |\vec{F}| \cdot |\vec{d}|$$

$$\tau = -|\vec{F}| \cdot |\vec{d}|$$

$$\tau_{\text{peso}} = \pm m \cdot g \cdot H \quad \tau_{\text{Fel}} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

$$\tau_{\text{Fat}} = -\mu \cdot m \cdot g \cdot |\vec{d}|$$

$$\tau_{\text{TOTAL}} = \Delta E_C \quad \text{Pot}_{\text{média}} = \frac{\tau_{\text{total}}}{\Delta t_{\text{total}}}$$

$$\text{Pot}_{\text{inst.}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\tau_{\text{total}}}{\Delta t_{\text{total}}} \quad \text{Pot}_{\text{inst.}} = |\vec{F}| \cdot |\vec{V}| \cdot \cos \theta$$

$$\text{Pot}_{\text{inst.}} = |\vec{F}| \cdot |\vec{V}|$$

$$\eta = \frac{\text{Pot}_{\text{ÚTIL}}}{\text{Pot}_{\text{TOTAL}}}$$

$$\text{Pot}_{\text{TOTAL}} = \text{Pot}_{\text{ÚTIL}} + \text{Pot}_{\text{DISSIPADA}}$$

$$\eta_{\%} = \frac{\text{Pot}_{\text{ÚTIL}}}{\text{Pot}_{\text{TOTAL}}} \cdot 100\%$$

$$E_C = \frac{m \cdot V^2}{2}$$

$$E_{\text{Pot}_{\text{Grav}}} = m \cdot g \cdot H$$

$$E_{\text{Pot}_{\text{Elástica}}} = \frac{K \cdot x^2}{2}$$

$$E_{\text{Potencial}} + E_{\text{Cinética}} = \text{constante}$$

$$E_{\text{MECÂNICA}_{\text{inicial}}} = E_{\text{MECÂNICA}_{\text{final}}} + E_{\text{dissipada}}$$





(Quadrix - 2018 - SEDUCE-GO - Professor de Nível III - Física) Uma grua, em um canteiro de obras, irá levantar uma peça de concreto de duas toneladas inicialmente em repouso. A peça de concreto será encaixada em pilares e a grua exerce uma força de 60 kN para cima sobre a peça de concreto. Considere-se essa força suficiente para levantar a peça, vencendo a força da gravidade, que atua ao longo de uma distância de 4 m.

Com base nesse caso hipotético, considerando um sistema de referência no qual a força peso é negativa e assumindo que a aceleração da gravidade seja igual a 10 m/s^2 , assinale a alternativa correta.

- A. O trabalho realizado pela grua é de +120 kJ.
- B. O trabalho realizado pela força gravitacional é de +80 kJ.
- C. O trabalho total realizado é de +120 kJ.
- D. A força gravitacional não realiza trabalho sobre a peça de concreto.
- E. A velocidade de subida da peça de concreto é de $4\sqrt{10} \text{ m/s}$.



ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



1 Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



2 Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



3 Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



4 Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



5 Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



6 Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



7 Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



8 O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.