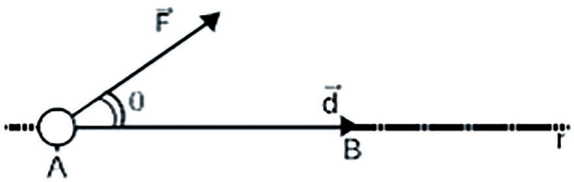
INTRODUÇÃO

Define-se como trabalho de uma força a grandeza física escalar que mede a energia transformada ou transferida.

TRABALHO DE UMA FORÇA CONSTANTE

A figura ilustra um corpo que sofre ação de uma força de módulo constante igual a F e se desloca através da reta r, que forma um ângulo θ com o vetor da força.



O trabalho realizado pela força em um deslocamento igual a d sobre a reta r é dado por:

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

A unidade do SI para o trabalho é o joule (J).

$$J = N \cdot m$$

EXERCÍCIO RESOLVIDO

01. (ESPCEX (AMAN)) Um bloco, puxado por meio de uma corda inextensível e de massa desprezível, desliza sobre uma superfície horizontal com atrito, descrevendo um movimento retilíneo e uniforme. A corda faz um ângulo de 53° com a horizontal e a tração que ela transmite ao bloco é de 80 N. Se o bloco sofrer um deslocamento de 20 m ao longo da superfície, o trabalho realizado pela tração no bloco será de:

(Dados: sen 53° = 0,8 e cos 53° = 0,6)

a) 480 J
b) 640 J
c) 960 J
d) 1280 J
e) 1600 J

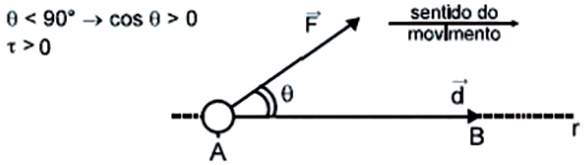
Resolução: C

Perceba que nessa questão o candidato devia fazer uma aplicação da fórmula:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos(\theta)$$
$$\tau = 80 \cdot 20 \cdot 0,6$$
$$\tau = 960J$$

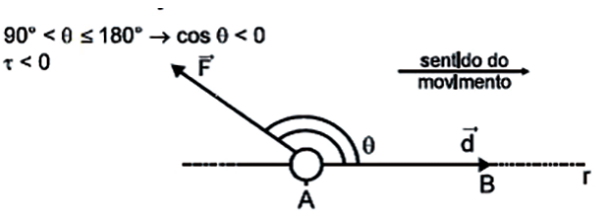
TRABALHO MOTOR E RESISTENTE

Caso o ângulo θ seja 0° ≤ θ < 90°, temos cos θ > 0. Logo, o trabalho é positivo e chamado de trabalho motor.



No trabalho motor, a força favorece o deslocamento.

Se 90° < θ ≤ 180°, temos cos θ < 0, assim, o trabalho é negativo e chamado de trabalho resistente. No trabalho resistente, a força é contra o movimento.

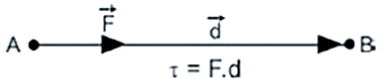


CASOS PARTICULARES

$\vec{F}$ e $\vec{d}$ têm a mesma direção e sentido

$\theta = 0° \rightarrow \cos\theta = 1$

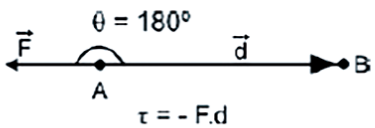
$\tau = F \cdot d$



$\tau = F.d$

$\vec{F}$ e $\vec{d}$ têm a mesma direção e sentidos opostos

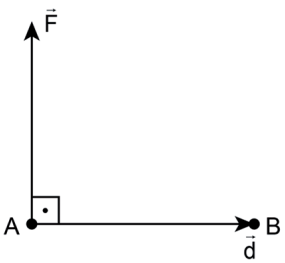
$\theta = 180° \rightarrow \cos\theta = -1$



$\tau = - F.d$

F e d têm direções perpendiculares entre si.

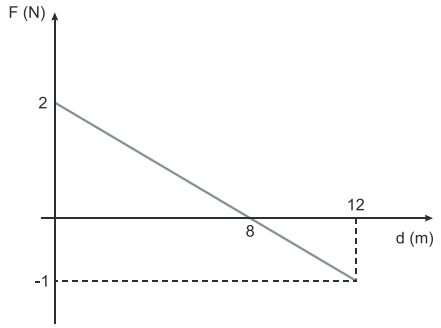
$\theta = 90° \rightarrow \cos\theta = 0$



$\tau = 0$

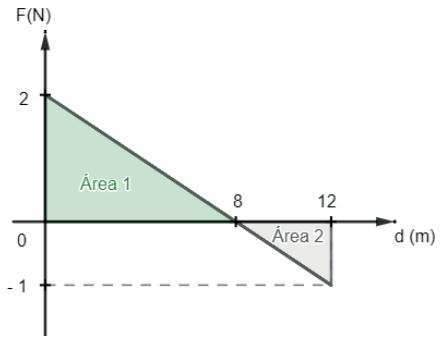
EXERCÍCIO RESOLVIDO

02. (UERJ) O gráfico a seguir indica a variação da força resultante F que atua em um objeto de massa m, em uma trajetória retilínea ao longo de um deslocamento de 12 m.



Calcule o trabalho, em joules, realizado por F nesse deslocamento.

Resolução:



O trabalho é numericamente igual a "área" entre a linha do gráfico e o eixo horizontal, fique atento no trecho entre 8 e 12 metros, temos um trabalho resistente (negativo) nesse trecho, por isso:

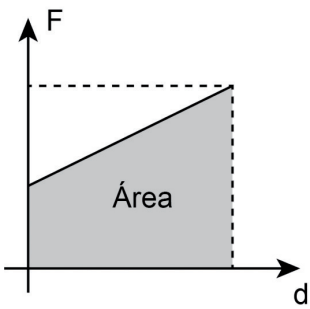
$$\tau = \text{área } 1 - \text{área } 2$$

$$\tau = \frac{8 \cdot 2}{2} - \frac{4 \cdot 1}{2}$$

$$\tau = 6J$$

TRABALHO DE UMA FORÇA VARIÁVEL

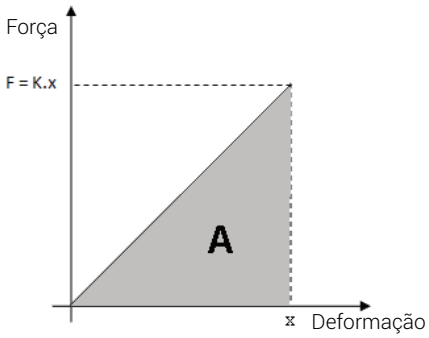
Se ao longo do trajeto a força aplicada sobre o corpo variar, podemos encontrar o trabalho realizado por ela através da área do gráfico F × d.



$\tau \overset{N}{=}$ Área (F×d)

TRABALHO REALIZADO PELA FORÇA ELÁSTICA

Vimos no estudo de dinâmica que, quando causamos uma deformação em uma mola, aparece uma força contrária chamada de força elástica, que é proporcional à deformação. Como se trata de força variável, não podemos usar a fórmula do cálculo do trabalho e sim usar a propriedade gráfica.



O gráfico consiste em uma reta. Utilizando a fórmula da área do triângulo, teremos:

$$\tau = \frac{\text{base} \cdot \text{altura}}{2}$$

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

$$\boxed{\tau = \frac{K \cdot x^2}{2}}$$

(+): quando a mola estiver voltando para sua posição natural.

(–): quando a mola estiver se afastando da sua posição natural.

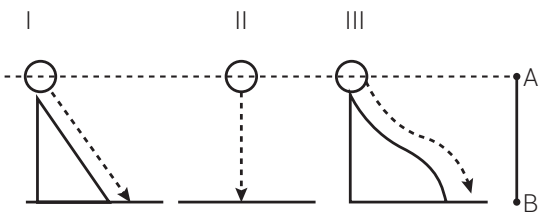
TRABALHO DE UMA FORÇA CONSERVATIVA

A energia mecânica do sistema não é alterada quando uma força conservativa realiza trabalho, isso ocorre, pois, esse tipo de força possui uma energia potencial associada para compensar as variações de energia cinética. Nesse caso temos uma conversão de energia potencial em cinética, caso o trabalho realizado seja motor (positivo); ou a conversão de energia cinética em energia potencial, caso o trabalho realizado seja resistente (negativo).

PROEXPLICA

1. As forças elástica, peso e elétrica são forças conservativas.
2. O trabalho realizado pela força peso de um objeto de massa m, no deslocamento da altura A para altura B, independe da trajetória.

Exemplo:



Como o trabalho da força peso independe da trajetória podemos afirmar que o trabalho da força peso é igual pelos trajetos I, II e III da imagem acima, ou seja,

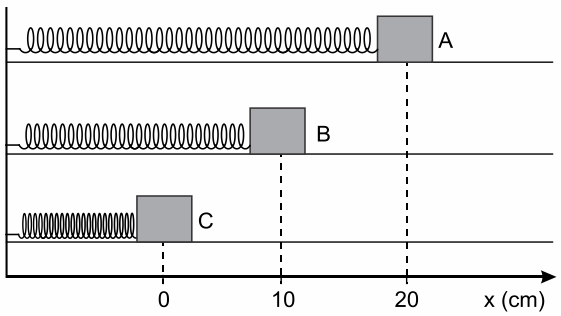
$$\tau_I = \tau_{II} = \tau_{III}.$$

Fique atento, pois, a força peso é a favor do movimento na descida e contrária ao movimento na subida, por isso:

$$\tau_{peso} = +P \cdot h(\text{descida})$$
$$\tau_{peso} = -P \cdot h(\text{subida})$$

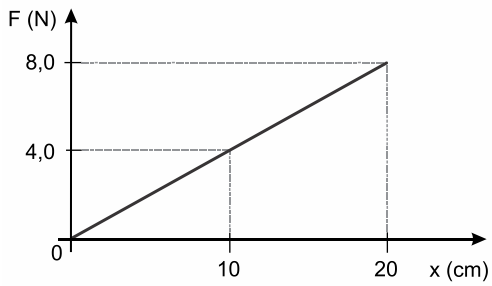
EXERCÍCIO RESOLVIDO

03. (FAMERP) A figura mostra o deslocamento horizontal de um bloco preso a uma mola, a partir da posição A e até atingir a posição C.



(www.mundoeducacao.bol.uol.br. Adaptado.)

O gráfico representa o módulo da força que a mola exerce sobre o bloco em função da posição deste.

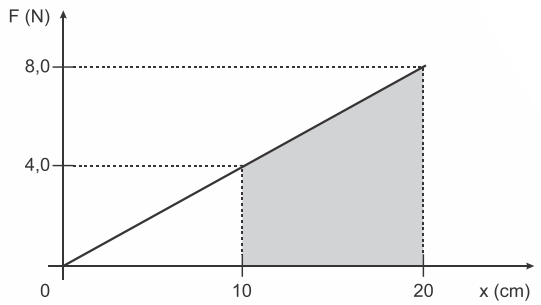


O trabalho realizado pela força elástica aplicada pela mola sobre o bloco, quando este se desloca da posição A até a posição B, é

a) 0,60 J
b) -0,60 J
c) -0,30 J
d) 0,80 J
e) 0,30 J

Resolução: A

O trabalho realizado pela força elástica será a área sob a curva entre o deslocamento da posição A até a posição B, de acordo com o gráfico a seguir:



A área hachurada é de:

$$W = \text{Área} = (8+4)\text{N} \cdot \frac{(0{,}20-0{,}10)\,\text{m}}{2} \therefore W = 0{,}60\,\text{J}$$

POTÊNCIA MÉDIA

A potência é uma grandeza que relaciona o trabalho com o tempo. A potência média pode ser calculada pela razão entre o trabalho executado e a variação do tempo.

$$P_{OT} = \frac{\tau}{\Delta t}$$

Se desenvolvermos a fórmula do trabalho, teremos:

$$P_{OT} = \frac{F.d.\cos\theta}{\Delta t}$$

Como a velocidade média é a razão entre o deslocamento e o tempo:

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

A fórmula da potência pode ser expressa por:

$$P_{OT} = F.v_m.\cos\theta$$

A unidade de potência, no SI, é o watt (W).

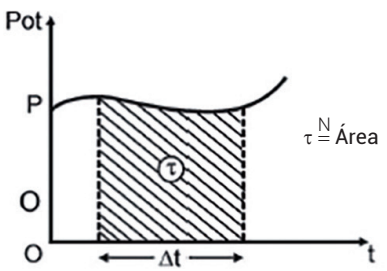
$$W = \frac{J}{s}$$

Existem outras unidades conhecidas do cotidiano, como cavalo-vapor (cv) e horse-power (HP).

1 CV = 735 W 1 HP= 746 W

É comum também o trabalho ou energia ser representado na unidade quilowatt-hora (kWh), que corresponde à potência aplicada de 1 kW durante 1 h.

Para uma potência variável, temos:



POTÊNCIA EM HIDRELÉTRICAS

No território brasileiro existem mais 150 usinas hidrelétricas que são responsáveis pela geração de mais de 75% da eletricidade do País, as 3 maiores usinas hidrelétricas do Brasil são:

Usina Hidrelétrica de Itaipu: Estado: Paraná | Rio: Paraná | Capacidade: 14.000 MW



Fonte: http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica

Usina Hidrelétrica de Belo Monte: Estado: Pará | Rio: Xingu | Capacidade: 11.233 MW



Fonte: http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica

Usina Hidrelétrica São Luíz do Tapajós: Estado: Pará | Rio: Tapajós | Capacidade: 8.381 MW



Fonte: http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica

O Brasil goza de enorme potencial hídrico, um dos maiores do mundo. O potencial hídrico de uma queda d'água depende da densidade absoluta da água (μ), da aceleração da gravidade (g), do desnível entre o topo e o sopé (h) e do volume de líquido que despenca por unidade de tempo – vazão em volume

$$\left(Z = \frac{V(\text{Volume})}{\Delta t(\text{intervalo de tempo})}\right)$$

Vamos adotar, nos próximos cálculos, que a água possui velocidade nula ao partir do topo da queda e que m representa a massa de água que cai do topo da queda em um intervalo de tempo Δt.

A potência hídrica média teórica envolvida nesse contexto é dada por:

$$Pot_m = \frac{\tau}{\Delta t} \quad (I)$$

$$Pot_m = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t}$$

A densidade absoluta da água é conhecida pela relação:

$$\mu = \frac{m(\text{massa})}{V(\text{volume})}$$

$$m = \mu \cdot V \quad (II)$$

Substituindo (II) em (I)

$$Pot_m = \frac{\mu \cdot V \cdot g \cdot h}{\Delta t}$$

Perceba que o quociente $\frac{V}{\Delta t}$ representa a vazão em volume Z da queda d'água. Assim:

$$\boxed{Pot_m = \mu \cdot g \cdot Z \cdot h}$$

EXERCÍCIO RESOLVIDO

04. (ENEM) A usina de Itaipu é uma das maiores hidrelétricas do mundo em geração de energia. Com 20 unidades geradoras e 14.000 MW de potência total instalada, apresenta uma queda de 118,4 m e vazão nominal de 690 m³/s por unidade geradora. O cálculo da potência teórica leva em conta a altura da massa de água represada pela barragem, a gravidade local (10 m/s²)e a densidade da água (1.000 kg/m³). A diferença entre a potência teórica e a instalada é a potência não aproveitada.

Disponível em: www.itaipu.gov.br. Acesso em: 11 mai. 2013 (adaptado).

Qual e a potência, em MW **não aproveitada** em cada unidade geradora de Itaipu?

a) 0
b) 1,18
c) 116,96
d) 816,96
e) 13.183,04

Resolução: C

A potência teórica (P_T) em cada unidade corresponde à energia potencial da água represada, que tem vazão

$$z = \frac{V}{\Delta t} = 690 m^3 / s$$

Sendo μ a densidade da água, g a aceleração da gravidade e h a altura de queda, tem-se:

$$Pot_T = \mu \cdot g \cdot Z \cdot h$$
$$Pot_T = 10^3 \cdot 10 \cdot 690 \cdot 118{,}4$$
$$Pot_T = 816{,}96 \cdot 10^6 W$$
$$Pot_T = 816{,}96 MW$$

A potência gerada em cada unidade é:

$$P_G = \frac{14.000}{20} \Rightarrow P_G = 700\,MW.$$

A potência não aproveitada (dissipada) corresponde à diferença entre a potência teórica e a potência gerada.

$$P_d = P_T - P_G = 816{,}96 - 700 \Rightarrow \boxed{P_d = 116{,}96\,MW.}$$

EXERCÍCIOS PROTREINO

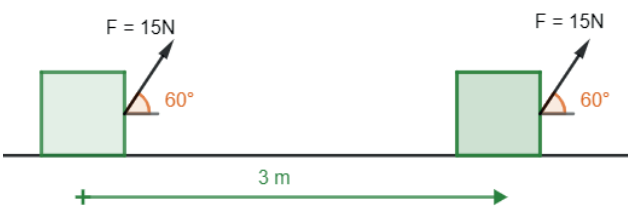
01. Um bloco de 1,0 kg é movido sob ação da força $\vec{F}$, constante e paralela ao plano rugoso por 5 metros. Os módulos das forças estão indicados na imagem.



Sabendo que o movimento foi uniforme, calcule o trabalho

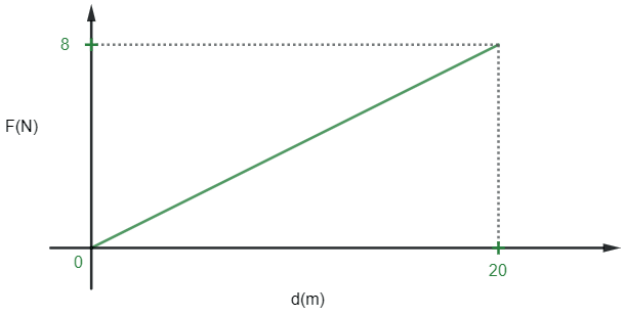
a) da força Peso.
b) da força Normal.
c) da força $\vec{F}$.
d) da força de atrito.
e) da força resultante.

02. Um bloco é puxado por uma força constante $\vec{F}$ de módulo 15 N.



Calcule o trabalho da força $\vec{F}$ ao longo do deslocamento indicado na imagem.

03. O gráfico abaixo representa a relação entre o módulo de uma força de intensidade variável ao longo de um deslocamento de 20 metros que foi efetuado em 4 segundos.

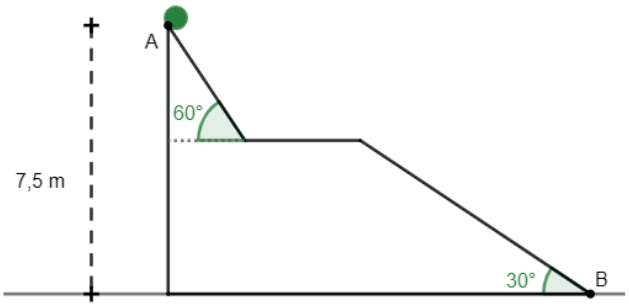


Considerando que a força é paralela ao movimento, calcule:

a) O trabalho, em joule, da força no deslocamento representado;
b) A potência média, em watt, da força ao longo do percurso.

04. Uma esfera de 2 Kg é abandonada no ponto A e desliza até o ponto B. Calcule o trabalho da força Peso.

Adote: g = 10 m/s²

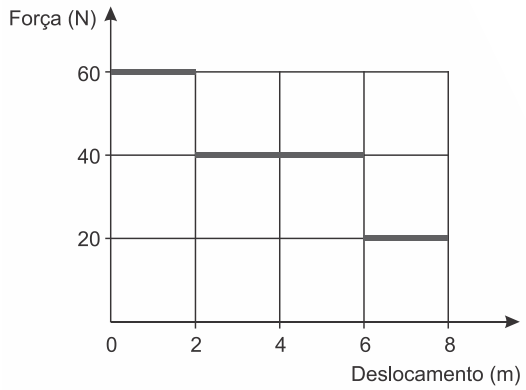


05. A Usina de São Luiz do Tapajós, no Estado do Pará, possui uma potência instalada (útil) de aproximadamente 840 MW(megawatts). Além disso, sua eficiência é da ordem de 80% da energia da queda d'água no início do processo, que se transforma em energia elétrica. Sendo a altura da barragem igual a 50 m, a densidade da água 1g/cm³ e g = 10 m/s², calcule a vazão da água em m³ por segundo.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (CPS) O gráfico indica como varia a intensidade de uma força aplicada ininterruptamente sobre um corpo enquanto é realizado um deslocamento na mesma direção e no mesmo sentido das forças aplicadas.

Na Física, existe uma grandeza denominada trabalho. O trabalho de uma força, durante a realização de um deslocamento, é determinado pelo produto entre essas duas grandezas quando ambas têm a mesma direção e sentido.



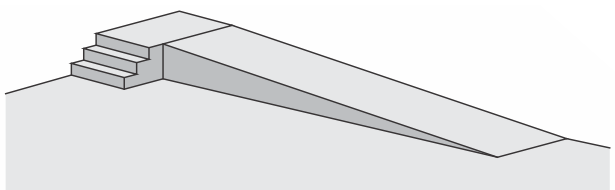
Considerando o gráfico dado, o trabalho total realizado no deslocamento de 8 m, em joules, corresponde a

a) 160
b) 240
c) 280
d) 320
e) 520

02. (MACKENZIE) Na olimpíada Rio 2016, nosso medalhista de ouro em salto com vara, Thiago Braz, de 75,0 kg, atingiu a altura de 6,03 m, recorde mundial, caindo a 2,80 m do ponto de apoio da vara. Considerando o módulo da aceleração da gravidade g = 10,0 m/s^2, o trabalho realizado pela força peso durante a descida foi aproximadamente de

a) 2,10 kJ
b) 2,84 kJ
c) 4,52 kJ
d) 4,97 kJ
e) 5,10 kJ

03. (CPS) No mundo de hoje a acessibilidade é um direito e, para garanti-lo, são necessárias algumas adaptações, como as rampas em locais públicos, conforme mostra a figura.



Considere que:

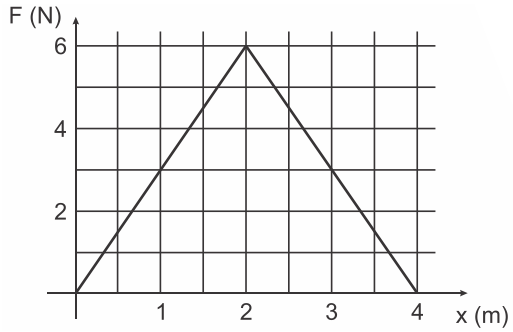
- uma rampa é um exemplo de máquina simples, oferecendo uma vantagem mecânica para quem a utiliza;
- uma pessoa, subindo pela escada ou pela rampa, tem que realizar o mesmo trabalho contra a força peso;
- essa mesma pessoa suba pela escada em um tempo menor que o necessário para subir pela rampa.

A vantagem do uso da rampa para realizar o trabalho contra a força peso, em comparação com o uso da escada, se deve ao fato de que, pela rampa,

a) a potência empregada é menor.
b) a potência empregada é maior.
c) a potência empregada é a mesma.
d) a energia potencial gravitacional é menor.
e) a energia potencial gravitacional é maior.

04. (UFRGS) O enunciado abaixo refere-se à questão a seguir.

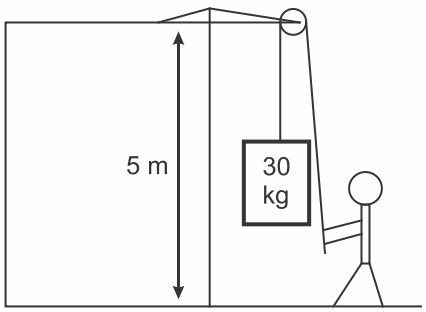
Uma partícula de 2 kg está inicialmente em repouso em x = 0 m. Sobre ela atua uma única força F que varia com a posição x, conforme mostra a figura abaixo.



Qual o trabalho realizado pela força F, em J, quando a partícula desloca-se desde x = 0 m até x = 4m?

a) 24.
b) 12.
c) 6.
d) 3.
e) 0.

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



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

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

06. (CPS) Para transportar terra adubada retirada da compostagem, um agricultor enche um carrinho de mão e o leva até o local de plantio aplicando uma força horizontal, constante e de intensidade igual a 200 N.

Se durante esse transporte, a força resultante aplicada foi capaz de realizar um trabalho de 1.800 J, então, a distância entre o monte de compostagem e o local de plantio foi, em metros,

> Lembre-se de que o trabalho realizado por uma força, durante a realização de um deslocamento, é o produto da intensidade dessa força pelo deslocamento.

a) 6.
b) 9.
c) 12.
d) 16.
e) 18.

07. (PUC-RJ) Um homem tem que levantar uma caixa de 20 kg por uma altura de 1,0 m. Ele tem duas opções: (1) levantar a caixa com seus braços, fazendo uma força vertical; (2) usar uma rampa inclinada a 30°, de atrito desprezível com a superfície da caixa e empurrar a caixa com seus braços fazendo uma força paralela à rampa.

Supondo que, em ambos casos, a caixa é levantada com velocidade constante, considere as seguintes afirmações:

I. O trabalho realizado pelo homem é menor na opção (2).

II. A força exercida pelo homem é a mesma para as duas opções.

III. Na opção (2), a força normal entre a caixa e a rampa realiza um trabalho positivo.

Marque a alternativa correta.

a) São verdadeiras as afirmações I e II.

b) São verdadeiras as afirmações I e III.

c) Nenhuma das afirmações é verdadeira.

d) Todas as afirmações são verdadeiras.

e) São verdadeiras as afirmações II e III.

08. (PUC-RJ) Um pedreiro atravessa uma rua horizontal de largura igual a 10 m com velocidade constante. Ele carrega um balde de cimento de massa igual a 15 kg, segurando-o pelas alças com uma força vertical.

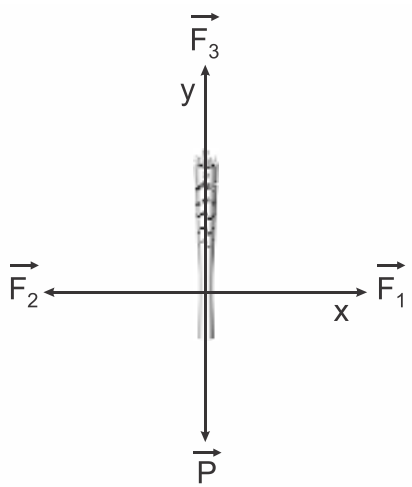
Calcule o trabalho, em Joules, realizado pela força exercida pelo pedreiro sobre o balde.

Dado: g = 10m/s²

a) 0
b) 10
c) 15
d) 150
e) 1500

09. (IFSP) O revezamento da tocha olímpica é um evento que ocorre desde os jogos de Berlim 1936. Este rito é um retrato das cerimônias que um dia fizeram parte dos Jogos Olímpicos da Antiguidade. Neste ano, nos Jogos Olímpicos Rio 2016, cerca de 12 mil condutores percorrerão 329 cidades até o Rio de Janeiro. Considere que a tocha utilizada na cerimônia tenha 1 kg. Diante do exposto, assinale a alternativa que apresenta o módulo do trabalho realizado pela força F_3 de um condutor que levante a tocha e se desloque por 200 m na horizontal (eixo x).

Adote :g=10 m/s².



a) 2.400 J
b) 800 J
c) 2.050 J
d) 0 J
e) 900 J

10. (ENEM PPL) Para reciclar um motor de potência elétrica igual a 200 W, um estudante construiu um elevador e verificou que ele foi capaz de erguer uma massa de 80 kg a uma altura de 3 metros durante 1 minuto. Considere a aceleração da gravidade 10,0 m/s².

Qual a eficiência aproximada do sistema para realizar tal tarefa?

a) 10%
b) 20%
c) 40%
d) 50%
e) 100%

11. (ENEM PPL) Os raios X utilizados para diagnósticos médicos são uma radiação ionizante. O efeito das radiações ionizantes em um indivíduo depende basicamente da dose absorvida, do tempo de exposição e da forma da exposição, conforme relacionados no quadro.

Efeitos de uma radioexposição aguda em adulto		
Forma	**Dose absorvida**	**Sintomatologia**
Infraclínica	menor que 1J/kg	Ausência de sintomas
Reações gerais leves	de 1 a 2 J/kg	Astenia, náuseas e vômito, de 3h a 6h após a exposição
DL_{50}	de 4 a 4,5 J/kg	Morte de 50% dos indivíduos irradiados
Pulmonar	de 8 a 9 J/kg	Insuficiência respiratória aguda, coma e morte, de 14h a 36h
Cerebral	maior que 10 J/kg	Morte em poucas horas

Disponível em: www.cnen.gov.br. Acesso em: 3 set. 2012 (adaptado).

Para um técnico radiologista de 90 kg que ficou exposto, por descuido, durante 5 horas a uma fonte de raios X, cuja potência é de 10 mJ/s, a forma do sintoma apresentado, considerando que toda radiação incidente foi absorvida, é

a) DL_{50}
b) cerebral.
c) pulmonar.
d) infraclínica.
e) reações gerais leves.

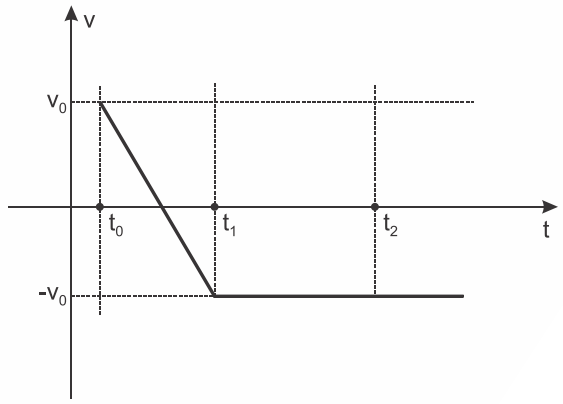
12. (ENEM PPL) Para que se faça a reciclagem das latas de alumínio são necessárias algumas ações, dentre elas:

1. recolher as latas e separá-las de outros materiais diferentes do alumínio por catação;
2. colocar as latas em uma máquina que separa as mais leves das mais pesadas por meio de um intenso jato de ar;
3. retirar, por ação magnética, os objetos restantes que contêm ferro em sua composição.

As ações indicadas possuem em comum o fato de

a) exigirem o fornecimento de calor.
b) fazerem uso da energia luminosa.
c) necessitarem da ação humana direta.
d) serem relacionadas a uma corrente elétrica.
e) ocorrerem sob a realização de trabalho de uma força.

13. (FMP) Um objeto de massa m, que pode ser tratado como uma partícula, percorre uma trajetória retilínea, e sua velocidade varia no tempo de acordo com a função cujo gráfico está descrito na figura abaixo.



Considere os três instantes assinalados na Figura: o instante t_0, no qual a velocidade do objeto vale v_0, o instante t_1, no qual a velocidade vale $-v_0$, e o instante t_2, para o qual a velocidade do objeto continua valendo $-v_0$.

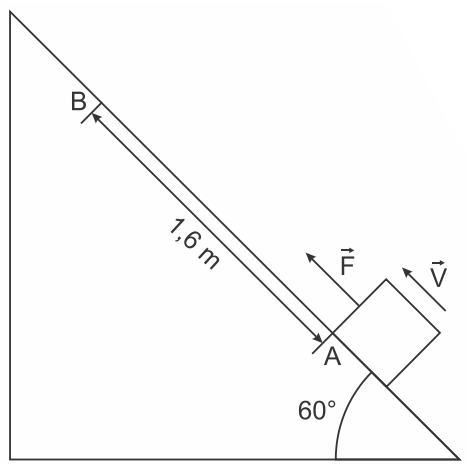
Os trabalhos realizados pela força resultante sobre o objeto entre os instantes t_0 e t_1(W_1), e entre os instantes t_1 e t_2(W_2), valem

a) $W_1 < 0$ e $W_2 < 0$
b) $W_1 > 0$ e $W_2 < 0$
c) $W_1 = 0$ e $W_2 = 0$
d) $W_1 > 0$ e $W_2 = 0$
e) $W_1 = 0$ e $W_2 < 0$

14. (INSPER) José Mário é um homem que mantém sua condição física fazendo caminhadas em torno do condomínio em que reside. Em dias de chuva, ele compensa subindo a escadaria do prédio, a partir do térreo até o seu apartamento, no 10º andar. O desnível entre 2 andares consecutivos é de 3,0 m. José Mário pesa 800 N. Se fosse possível converter toda a energia potencial acumulada nessa subida em energia elétrica para acender um circuito de 10 lâmpadas de LED, de 5 W cada, o circuito permaneceria aceso, ininterruptamente, por

a) 8,0 min
b) 4,2 min
c) 6,0 min
d) 2,4 min
e) 7,2 min

15. (ESPCEX (AMAN)) No plano inclinado abaixo, um bloco homogêneo encontra-se sob a ação de uma força de intensidade F = 4 N, constante e paralela ao plano. O bloco percorre a distância AB, que é igual a 1,6 m, ao longo do plano com velocidade constante.



Desenho ilustrativo - fora de escala

Desprezando-se o atrito, então a massa do bloco e o trabalho realizado pela força peso quando o bloco se desloca do ponto A para o ponto B são, respectivamente,

Dados: adote a aceleração da gravidade g = 10 m/s², $\text{sen}\,60° = \frac{\sqrt{3}}{2}$ e $\cos 60° = \frac{1}{2}$

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

16. (UFJF-PISM) A Usina de Jaguará está instalada na bacia hidrográfica do Rio Grande, entre os estados de São Paulo e Minas Gerais. A usina tem potência instalada de aproximadamente 424 MW (megawatts). Além disso, sua eficiência é da ordem de 90% da energia da queda d'água no início do processo, que se transforma em energia elétrica, sendo a altura da barragem igual a 40 m. Adote g = 10 m/s² e considere que 1 (um) litro de água corresponde a uma massa de 1 (um) quilograma.

Nessas condições, é CORRETO afirmar que a vazão de água do Rio Grande em litros por segundo deve ser da ordem de:

a) 954.000
b) 1.200.000
c) 1.526.000
d) 1.696.000
e) 1.850.000

17. (UECE) Considere um sistema massa mola cuja massa pode se deslocar horizontalmente sobre uma mesa também horizontal e com atrito. Assuma que a mola esteja inicialmente comprimida. No início da observação do sistema a massa está em repouso e passa a se deslocar sob a ação da mola. Imediatamente antes de se deslocar, a massa sofre ação da força de atrito estática até iniciar o movimento, depois passa a sofrer ação da força de atrito dinâmica até que a massa pare. Note que o sistema perde energia na forma de calor e que a força de atrito estática, na iminência do deslizamento, é maior que a dinâmica.

Assim, é correto afirmar que, em módulo, o trabalho realizado pela força de atrito estático é

a) zero.
b) maior que o realizado pela força de atrito dinâmica.
c) menor que o realizado pela força de atrito dinâmica.
d) igual ao realizado pela força de atrito dinâmica.

18. (IFCE) Um corpo de 3 kg de massa, inicialmente em repouso, é puxado sobre uma superfície horizontal, sem atrito, por uma força constante também horizontal de 4 N. O trabalho realizado após percorrer 5 m, em J, foi

a) 15
b) 12
c) 20
d) 9
e) 7

19. (UECE) Uma criança desce um tobogã por uma extensão de 3 m. Suponha que a força de atrito entre a criança e o tobogã seja 0,1 N e que o ângulo de inclinação da superfície seja 30º em relação à horizontal. O trabalho realizado pela força de atrito nessa descida é, em Joules,

a) 0,3
b) 3
c) 3 cos(30º)
d) 0,3 cos(30º)

20. (PUCRJ) Uma força constante F_0, fazendo um ângulo de 60º com a horizontal, é utilizada para arrastar horizontalmente um bloco por uma distância L_0 em uma superfície, realizando um trabalho W_0.

Se o ângulo for reduzido para 30º, o novo trabalho W realizado pela força F_0 será:

Dados:

sen30º = cos60º = 1/2

cos30º = sen60º = $\sqrt{3}$ / 2

a) $\sqrt{3}W_0$

b) $2W_0$

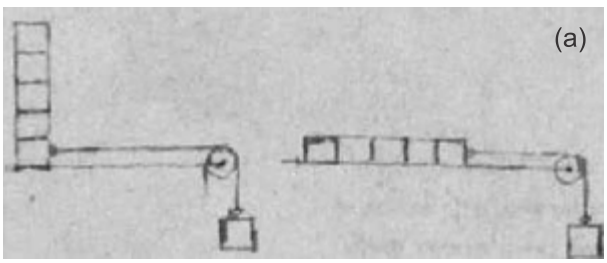
c) W_0

d) $W_0/2$

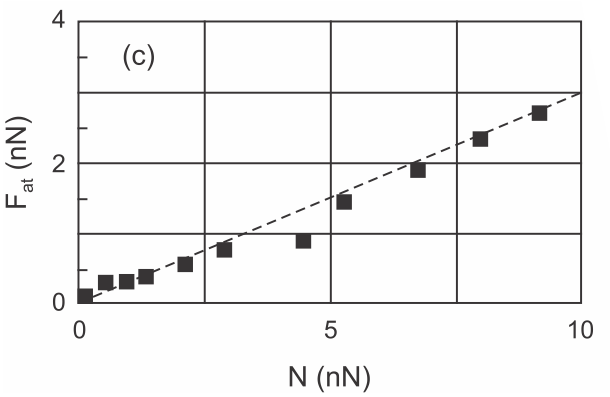
e) $W_0/\sqrt{3}$

EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

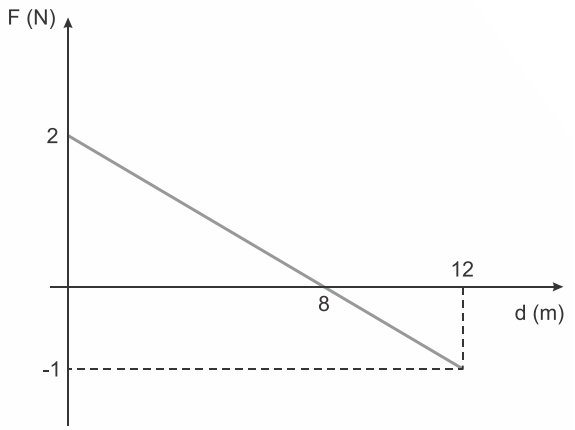
01. (UNICAMP) Importantes estudos sobre o atrito foram feitos por Leonardo da Vinci (1452-1519) e por Guillaume Amontons (1663-1705). A **figura (a)** é uma ilustração feita por Leonardo da Vinci do estudo sobre a influência da área de contato na força de atrito.



Em certos casos, a lei de Amontons da proporcionalidade entre a força de atrito cinético e a força normal continua válida nas escalas micrométrica e nanométrica. A **figura (c)** mostra um gráfico do módulo da força de atrito cinético, F_{at}, em função do módulo da força normal, N, entre duas monocamadas moleculares de certa substância, depositadas em substratos de vidro. Considerando N = 5,0 nN, qual será o módulo do trabalho da força de atrito se uma das monocamadas se deslocar de uma distância d = 2,0μm sobre a outra que se mantém fixa?



02. (UERJ) O gráfico a seguir indica a variação da força resultante F que atua em um objeto de massa m, em uma trajetória retilínea ao longo de um deslocamento de 12 m.



Calcule o trabalho, em joules, realizado por F nesse deslocamento.

03. (UNESP) A radiação solar incide sobre o painel coletor de um aquecedor solar de área igual a 2,0 m² na razão de 600 W/m², em média.

a) Considerando que em 5,0 minutos a quantidade da radiação incidente no painel transformada em calor é de $1,8 \times 10^5$ J, calcule o rendimento desse processo.

b) Considerando que o calor específico da água é igual a $4,0 \times 10^3$ J/(kg·ºC) e que 90% do calor transferido para a água são efetivamente utilizados no seu aquecimento, calcule qual deve ser a quantidade de calor transferido para 250 kg de água contida no reservatório do aquecedor para aquecê-la de 20 ºC até 38 ºC.

04. (UERJ) Em uma rodovia plana, um veículo apresenta velocidade de 20 m/s no instante em que a potência da força exercida pelo seu motor é igual a 132 kW.

Sabendo que o peso do veículo é igual a 2×10^4 N, determine a aceleração, em m/s², do veículo nesse instante.

Dado: aceleração da gravidade local: g = 10 m/s².

05. (FUVEST) A energia necessária para o funcionamento adequado do corpo humano é obtida a partir de reações químicas de oxidação de substâncias provenientes da alimentação, que produzem aproximadamente 5 kcal por litro de O_2 consumido. Durante uma corrida, um atleta consumiu 3 litros de O_2 por minuto.

Determine:

a) a potência P gerada pelo consumo de oxigênio durante a corrida;

b) a quantidade de energia E gerada pelo consumo de oxigênio durante 20 minutos da corrida;

c) o volume V de oxigênio consumido por minuto se o atleta estivesse em repouso, considerando que a sua taxa de metabolismo basal é 100 W.

Note e adote:

1 cal = 4 J.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. D	05. A	09. D	13. C	17. A
02. C	06. B	10. B	14. A	18. C
03. A	07. C	11. E	15. B	19. A
04. B	08. A	12. E	16. B	20. A

EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

01. $|W_{Fat}| = 3{,}0 \times 10^{-15}$ J

02. W = 6 J

03. a) $\eta = 50\%$
b) $Q_t = 2 \cdot 10^7$ J

04. a = 3,3 m/s²

05. a) P = 1 kW = 1.000 W
b) $E = 1{,}2 \times 10^6$ J
c) V = 0,3 L

ANOTAÇÕES