

Trabalho, Potência e Energia

(85)

Quando se fala em Energia é preciso que se diga^a que tipo de energia estamos nos referindo. No caso que estamos respondendo, falaremos em energia mecânica.

Q) O que é energia? R. É a capacidade de realizar Trabalho.

Q) Qual a condição indispensável para que se realize Trabalho? R. Que haja deslocamento.

Q) O que é Trabalho motor? R. É o que favorece o deslocamento: a força é aplicada no sentido do deslocamento. Ex. Um barco a motor se desloca em um certo sentido, o vento sopra na mesma direção e sentido. A força do vento impulsiona o barco para a frente.

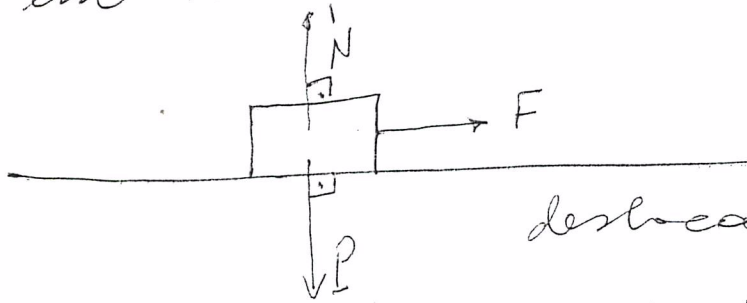
Q) O que é Trabalho resistente? R. É o que desfavorece o deslocamento: a força é aplicada em sentido contrário ao deslocamento. Podemos tomar como exemplo o barco que enfrenta um vento soprando no sentido oposto ao movimento.

Q) Que tipo de Trabalho realiza a força de atrito? R. Sempre resistente.

ao movimento.

① Que força realiza sempre trabalho nulo? (86)

R. É a força aplicada em um ângulo de 90° em relação ao deslocamento. ex



O corpo se desloca para a direita e somente F realiza trabalho. N e P não realizam porque não há deslocamento nem para cima nem para baixo.

② Existe trabalho da força peso? R. Sim, sempre que o corpo se desloca subindo ou descendo.

③ Pode o trabalho da força peso ser negativo? R. Sim, sempre que o corpo estiver sendo elevado ele está sujeito a um trabalho negativo da força peso.

④ Qual a condição para que haja trabalho negativo da força peso? R. Apenas que o corpo esteja subindo.

⑤ O que é um campo? R. É uma região do espaço em que é possível observar o aparecimento de forças em determinadas condições.

1) Quais os campos estudados na Física em nível de 2º grau? R. Campo gravitacional, campo elétrico, campo magnético e há quem considere o campo elástico (molas).

2) Como podemos perceber a existência de um campo gravitacional? R. Em qualquer região próxima à Terra, se soltarmos um certo corpo ele será atraído pela Terra, e esta força de atração é o peso.

3) Porque dizemos que o campo gravitacional é conservativo? R. Porque a energia mecânica se conserva em um dado deslocamento de um corpo.

4) Como podemos verificar que o campo gravitacional é conservativo? R. Se elevarmos um corpo a uma altura de 2m e soltarmos ele cai recebendo energia cinética de forma que toda a energia gasta para elevar o corpo é devolvida na descida.

5) Se um homem levantar um corpo de 5kg de massa, em uma região em que $g = 10 \text{ m/s}^2$, a uma altura de 2m; Qual o trabalho realizado pelo homem e qual o trabalho realizado pelo campo gravitacional? R. Pela fórmula $T_p = \pm m \cdot g \cdot h$, o trabalho pode ser calculado considerando (+) se o corpo desce e (-) se o corpo sobe.

Como o corpo vai se deslocar para cima temos o trabalho realizado pelo homem (+) e o trabalho realizado pelo campo gravitacional (-)

$$F = 50N$$

$$5kg$$

$$P = mg$$

$$P = 5 \cdot 10 = 50N$$

$$T_h = m \cdot g \cdot h$$

$$T_h = 5 \cdot 10 \cdot 2 = 100$$

$$T_g = -100J$$

- 16) Digamos que o corpo de 5kg tenha sido posto sobre uma mesa de 2m de altura onde foi a energia gasta pelo homem para elevar o corpo? R. Foi armazenada no campo gravitacional em forma de energia potencial gravitacional: $E_{pg} = m \cdot g \cdot h$ que será transformada em energia cinética quando for solto da mesa para cair.

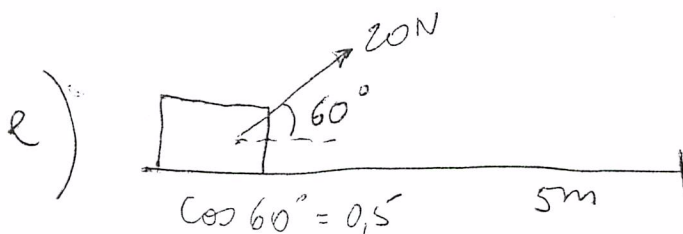
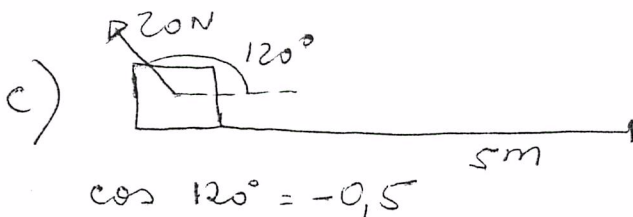
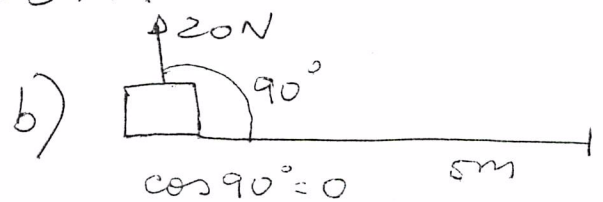
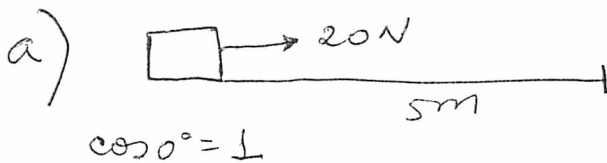
$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

- 17) Supondo que o corpo de 5kg seja um pacote de açúcar e nós devemos ser solto para cair sozinho, o que devemos fazer para que ele chegue ao solo sem se espatifar? R. O operador deve fazer uma força de 50N para cima logo, um trabalho negativo para anular o trabalho do campo gravitacional e "gastar" a energia potencial gravitacional que havia no corpo.

19) Porque a palavra "gastar" energia aparece (89) entre aspas? R. Porque a energia não é gasta, ela é transformada.

20) Vamos supor que o saco de açúcar de 5kg tenha sido deixado cair sobre uma mesa de vidro de uma altura de 2m, o que se espera que aconteça? R. A energia potencial $E_p = mgh \Rightarrow E_p = 5 \cdot 10 \cdot 2 = 100J$ foi transformada em 100J de energia cinética antes de tocar a mesa. Se o vidro não for muito resistente vai ser quebrado (deformação), se o saco não for muito resistente vai se rasgar (deformação), com certeza vai fazer um barulho (energia sonora) e as superfícies de contato sofrerão um leve aquecimento (energia térmica). Conclusão: a energia foi transformada.

20) Calcule o trabalho realizado pela força F de 20N ao puxar um corpo em uma distância $d = 5m$.



Respostas:

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

$\tau = 20,5 \cdot 1 = 100 \text{ J}$

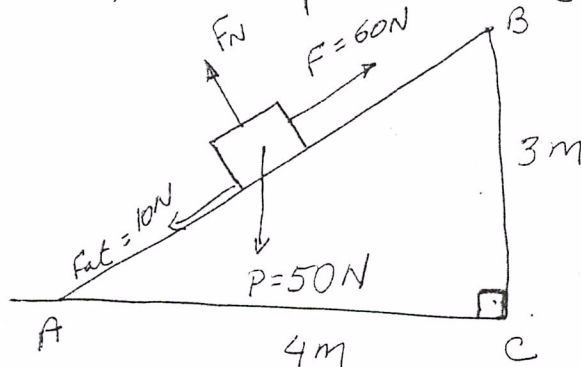
b) $\tau = 20,5 \cdot 0 = 0 \text{ J}$

c) $\tau = 20,5 \cdot (-0,5) = -50 \text{ J}$

d) $\tau = 20,5 \cdot (-1) = -100 \text{ J}$ 90

e) $\tau = 20,5 \cdot 0,5 = 50 \text{ J}$

1) Um corpo sobre um plano inclinado conf. esquema



a) calcule os trabalhos realizados pelas forças $\vec{P}$, $\vec{F}$, $\vec{F}_{at}$ e $\vec{F}_N$ no deslocamento de A até B e some os resultados.

b) calcule a intensidade da força resultante e em seguida calcule o trabalho da força resultante.

c) Compare os resultados obtidos.

Respostas:

a) Como o plano inclinado forme um triângulo retângulo AB é a hipotenusa

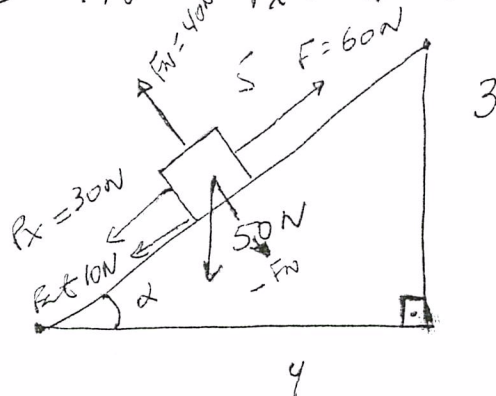
$(AB)^2 = 3^2 + 4^2 \quad (AB)^2 = 9 + 16 \quad (AB)^2 = 25$

A força peso foi decomposta em 2 outras forças. P_x e F_v $P_x = P \cos \alpha$ e

$$F_v = P \sin \alpha.$$

$$P_x = 50 \cdot 0,6 = 30 \text{ N}$$

$$F_v = 50 \cdot 0,8 = 40 \text{ N}$$



$$\sin \alpha = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5} = 0,8$$

Quando uma força é decomposta ela não pode mais ser considerada. Considera-se as forças que surgiram. No caso de força peso, surgiram $\vec{F}_v$ e $\vec{P}_x$ que serão usados para todos os fins.

$$\tau_F = 60 \cdot 5 = 300 \text{ J} \quad (F \text{ faz um ângulo de } 0^\circ \text{ com o deslocamento e } \cos 0^\circ = 1).$$

$$\tau_{P_x} = -30 \cdot 5 = -150 \text{ J} \quad (P_x \text{ faz ângulo de } 180^\circ \text{ com o deslocamento e } \cos 180^\circ = -1).$$

$$\tau_{F_{at}} = -10 \cdot 5 = -50 \text{ J}$$

$$\tau_{F_N} = 0 \quad (\text{sempre!...}, \text{ porque faz ângulo de } 90^\circ).$$

$$\tau_{AB} = 300 - 150 - 50 = 300 - 200 = 100 \text{ J}$$

b) A única força representante do peso é P_x porque F_v e $-F_v$ se "anulam".

$$F_R = 60 - 30 - 10 = 20 \text{ N}$$

$$\tau_{PR} = 20 \cdot 5 = 100 \text{ J}$$

c) As iguais.

(FM - TAUBATÉ - SP) Considere os pontos (92)

A, B e C, o

ponto A está

no espaço e

os pontos B e C no solo. Considere

também a massa do corpo $m = 10 \text{ kg}$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$

calcule:

a) τ_{AB}

b) τ_{BC}

c) τ_{AC}

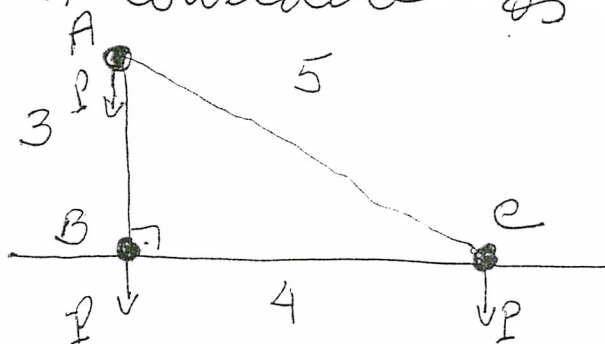
Respostas

a) Para descer de A até B o

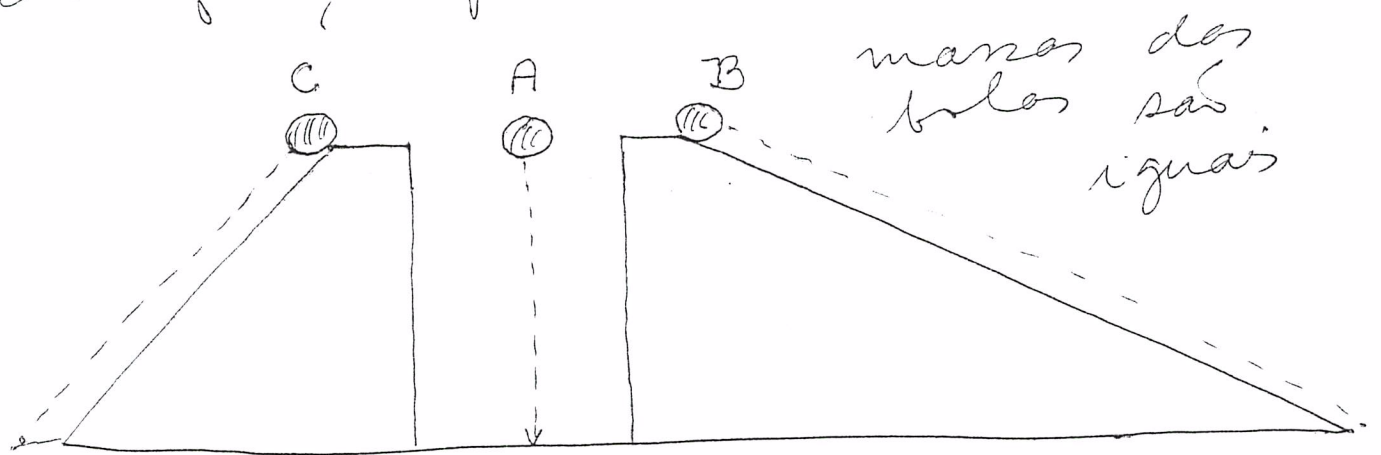
$$\tau = m \cdot g \cdot h \quad \tau = 10 \cdot 10 \cdot 3 \quad \tau = 300 \text{ J}$$

b) De B até C não sobe ou desce logo, $\tau_{BC} = 0$ (Porque é trabalho da força peso).

c) De A até C conta apenas a descida de 3m, logo o trabalho é o mesmo da letra a

$$\tau_{Ac} = 300 \text{ J.}$$


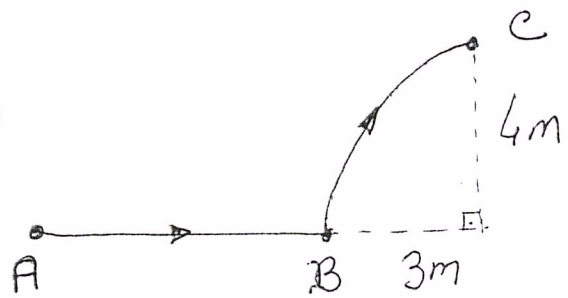
23) (UNIRIO - RJ). Considere o arranjo abaixo. Em que caso o trabalho da força peso é maior? as



resposta.

Em ambos os casos há um trabalho da força peso correspondente a uma mesma altura, logo, os trabalhos são iguais.

24) (FATEC - SP). Um corpo de massa $m = 100g$ é deslocado ao longo de uma trajetória ABC, como indicado. Calcule o trabalho da força peso:



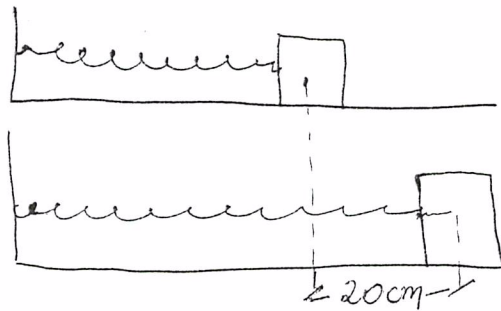
a) no trecho AB b) no trecho BC.

respostas

a) Os pontos A e B se encontram no solo, o corpo não sobe nem desce: $E_p = 0$

b) De B a C o corpo sobe 4m, logo
 $E_p = m \cdot g \cdot h$ $E_p = 0,1 \cdot 10 \cdot 4 \Rightarrow E_p = 0,4J$

25) Uma mola é puxada e estica 20cm, (94)
conforme o esquema;
a constante k da
mola é 50 N/m,
Calcule:



- a) O trabalho da força elástica enquanto a mola é puxada
b) O trabalho da força elástica enquanto a mola retorna.
- Respostas

a) Quando a mola está sendo puxada ela estica porque uma força externa está puxando, o trabalho é negativo: $\mathcal{E} = \pm \frac{kx^2}{2}$; $\mathcal{E} = \frac{-50 \cdot (0,2)^2}{2}$

$$\mathcal{E} = \frac{-50 \cdot 0,04}{2} = -15$$

b) Quando a mola está retornando, ela retorna por si só. O trabalho é feito pela mola, logo, positivo.

$$\mathcal{E} = \pm \frac{kx^2}{2} \quad \mathcal{E} = \frac{50 \cdot (0,2)^2}{2} = +15$$

26) Qual o significado da área da figura formada pelo gráfico

27. Trabalho

Considere o gráfico e calcule o Trabalho

nos intervalos

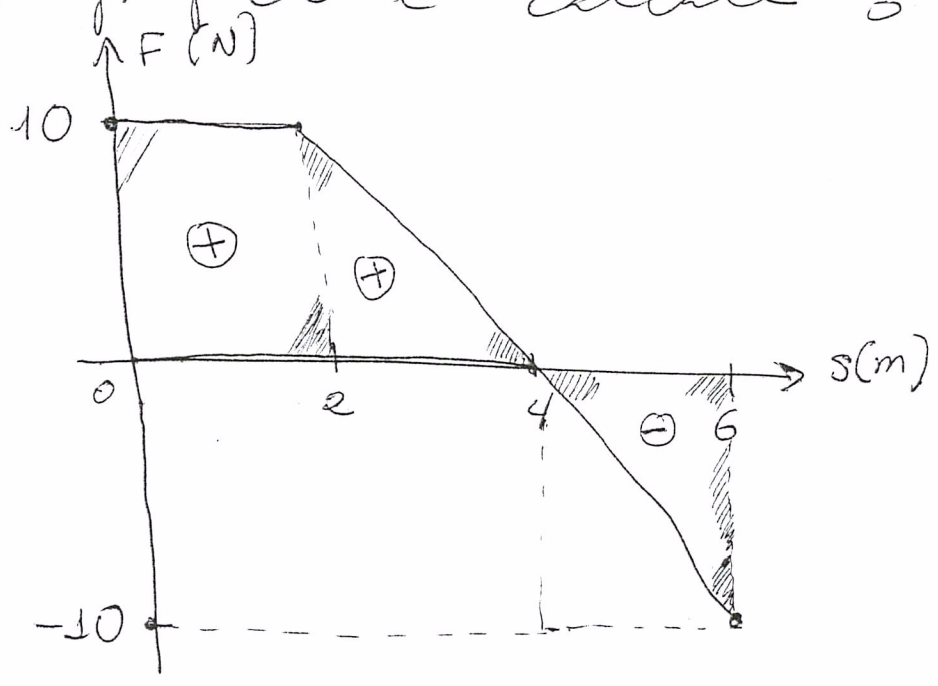
a) de 0 a 2 m

b) de 2 a 4 m

c) de 4 a 6 m

d) de 0 a 6 m

respostas



a) A área do retângulo $A = b \cdot h$ $E = 2 \cdot 10 = 20 \text{ J}$

b) A área do triângulo $A = \frac{b \cdot h}{2}$; $E = \frac{2 \cdot 10}{2} = 10 \text{ J}$

c) $E = -\frac{2 \cdot 10}{2} = -10 \text{ J}$

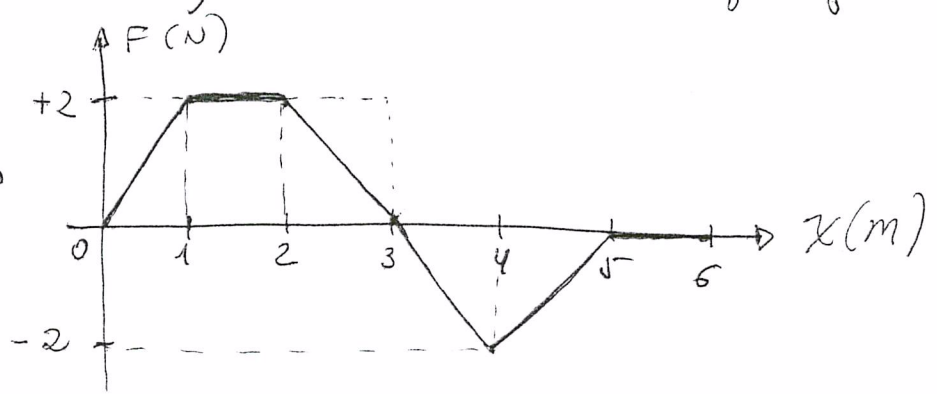
d) $E = 20 + 10 - 10 = 20 \text{ J}$

28) (UF - São Carlos - SP) considere o gráfico

de $F \times x$ resp

a massa do

corpo é



10 kg.

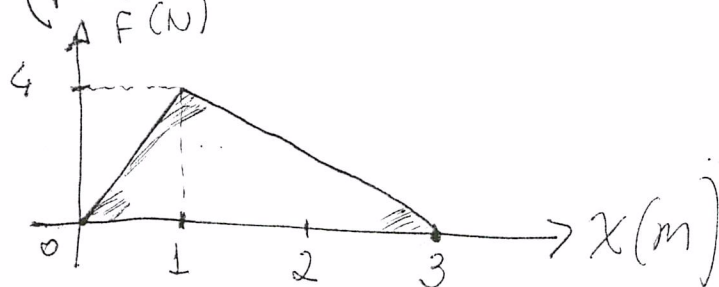
Calcule o trabalho realizado sobre o (96)
 corpo no percurso de 0 a 6 m. R. De
 zero a 3 m temo um trapézio $A = \frac{(B+b) \cdot h}{2}$
 $T = \frac{(3+1) \cdot 2}{2}$; $T = 4J$

De 3 a 5 m temo um triângulo $A = \frac{b \cdot h}{2}$
 $T = \frac{2 \cdot 2}{2} = -2J$

De 5 a 6 m a forma área.
 Trabalho total de 0 a 6 m

$$T = 4 - 2 + 0 = 2J$$

29) (FUVEST-SP) Considere o gráfico:



a massa do
 corpo é $m = 2kg$,

a) calcule a aceleração máxima do
 corpo

b) o trabalho total realizado de 0 a 3 m
 responda.

a) A força máxima é 4N e a
 massa é 2kg; $F = m \cdot a$ $4 = 2 \cdot a$; $a = 2m/s^2$

b) A figura é um triângulo $A = \frac{b \cdot h}{2}$
 $T = 3 \cdot 4$ $T = 12J$

30) O que é potência mecânica? R. 97
É a razão (divisão) entre o Trabalho
e o tempo em que ele é realizado.
$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

31) Em que condições podemos considerar a fórmula $P = F \cdot v$? R. O movimento é retilíneo e a força é constante e paralela ao deslocamento.

32) Qual o significado da área do gráfico $P \times t$? R. Trabalho.

33) Quais as unidades de potência? R.

o watt (SI) e o kWh (quilo watt hora)
 $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ W}$ além destas 2 há ainda
o cavalo-vapor $1 \text{ CV} = 735 \text{ W}$ e o horse-power
 $1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$.

34) Uma força de 10 N é aplicada em um corpo, deslocando-o 2 m em 5 s . Calcule

a) o trabalho realizado pela força

b) a potência média desta força.

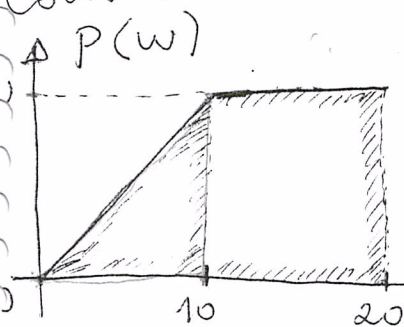
Respostas

a) $E = F \cdot d$ $E = 10 \cdot 2$ $E = 20 \text{ J}$

b) $P = \frac{E}{\Delta t}$ $P = \frac{20}{5} \Rightarrow P = 4 \text{ W}$

Um automóvel em movimento mantém uma velocidade constante de 20 m/s , apesar de atuar sobre ele uma força constante de 800 N que se opõe ao movimento. Qual a potência da força motora necessária para mantê-lo em movimento? R. $P = F \cdot v$ $P = 800 \cdot 20 = 16000 \text{ W}$

Considere o gráfico de $P \times t$ e calcule o trabalho realizado nos intervalos de tempo de:



Respostas

a) O trabalho é representado pela área do triângulo: $A = \frac{b \cdot h}{2}$ $\tau = \frac{10 \cdot 60}{2} = 300 \text{ J}$

b) O trabalho é representado pela área do retângulo: $A = b \cdot h$ $\tau = 10 \cdot 60 = 600 \text{ J}$

$$v = \frac{s}{t}$$

c) $\tau = 300 + 600 = 900 \text{ J}$

27) (FUVEST-SP) Um carro de massa 1200 kg , atinge a velocidade de 108 km/h em um percurso de 150 m . Calcule:

a) a aceleração do carro

b) a potência média desenvolvida.

Respostas.

99

$$a) V = 108 \frac{\text{Km}}{\text{h}} = \frac{108}{3,6} = \underline{30 \text{ m/s}}$$

aplicando-se a equação de Torricelli

$$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S \quad 30^2 = 0^2 + 2 \cdot a \cdot 150$$

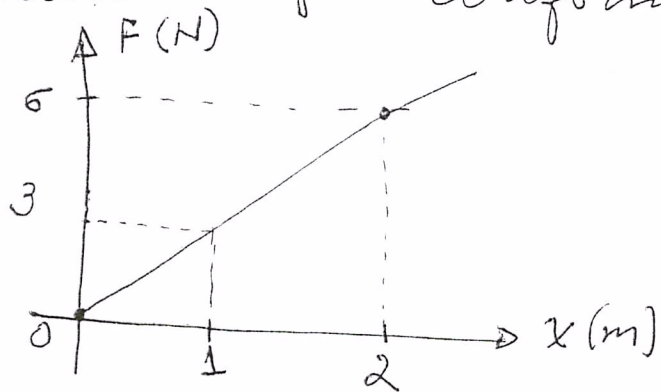
$$3600 = 300a \quad a = 3 \text{ m/s}^2$$

$$b) F_R = m \cdot a \quad F_R = 1200 \cdot 3 = 3600 \text{ N}$$

$$V_m = \frac{V_0 + V_F}{2} = \frac{0 + 30}{2} = 15 \text{ m/s}$$

$$P_m = F \cdot V_m = 3600 \cdot 15 = 54.000 \text{ W}$$

38) (UF-PB) Uma força variável atua sobre um corpo conforme o gráfico:



O corpo se desloca da posição $x = 0,5 \text{ m}$ à posição $x = 1,5 \text{ m}$ em 2

segundos. Calcule a potência média da força.

R. Precisamos conhecer a área da figura correspondente ao deslocamento.

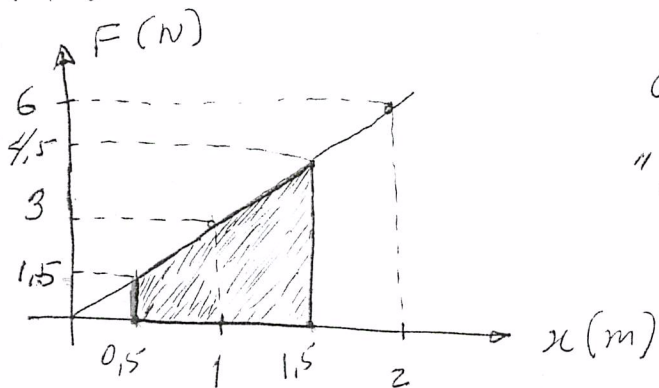
Para conhecer o valor de F quando $x = 0,5 \text{ m}$ e $1,5 \text{ m}$, precisamos conhecer a equação da reta do tipo $F(x) = ax + b$, como a reta passa pela origem $(0,0)$, $b = 0$

$$F(x) = ax \quad 3 = a \cdot 1 \rightarrow a = 3 \quad F = 21$$

Conhecida $F(x) = 3x$, achamos $f(0,5)$ e $f(1,5)$ (1)

$$F(0,5) = 3 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ N}$$

$$F(1,5) = 3 \cdot 1,5 = 4,5$$



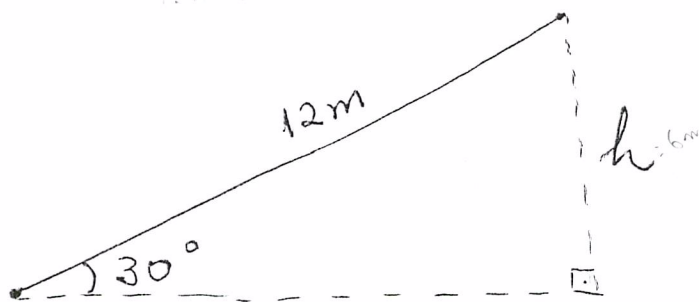
a figura é um trapézio "deitado".

$$A = \frac{(B+b) \cdot h}{2}$$

$$\bar{F} = \frac{(4,5 + 1,5) \cdot 1}{2} = \frac{6}{2} = 3.$$

$$P = \frac{\bar{F}}{\Delta t} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ W}$$

39) (FUVEST-SP) Uma esteira de uma rede rolante de 12 m de comprimento e inclina de 30° transporta 15 caixas de bebida de peso 200 N cada e 1 minuto. Qual a potência do motor da esteira?



$$\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$$

$$\sin 30^\circ = \frac{h}{12}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{h}{12}$$

$$2h = 12 \quad \boxed{h = 6 \text{ m}}$$

As caixas serão elevadas em 6 m.

O trabalho da força peso é $\bar{F} = P \cdot h$

$$\bar{F} = 15 \cdot 200 \cdot 6 = 18000 \text{ J}$$

$$P = \frac{\bar{F}}{\Delta t}$$

$$P = \frac{18000 \text{ J}}{60 \text{ s}} =$$

$$300 \text{ W}$$

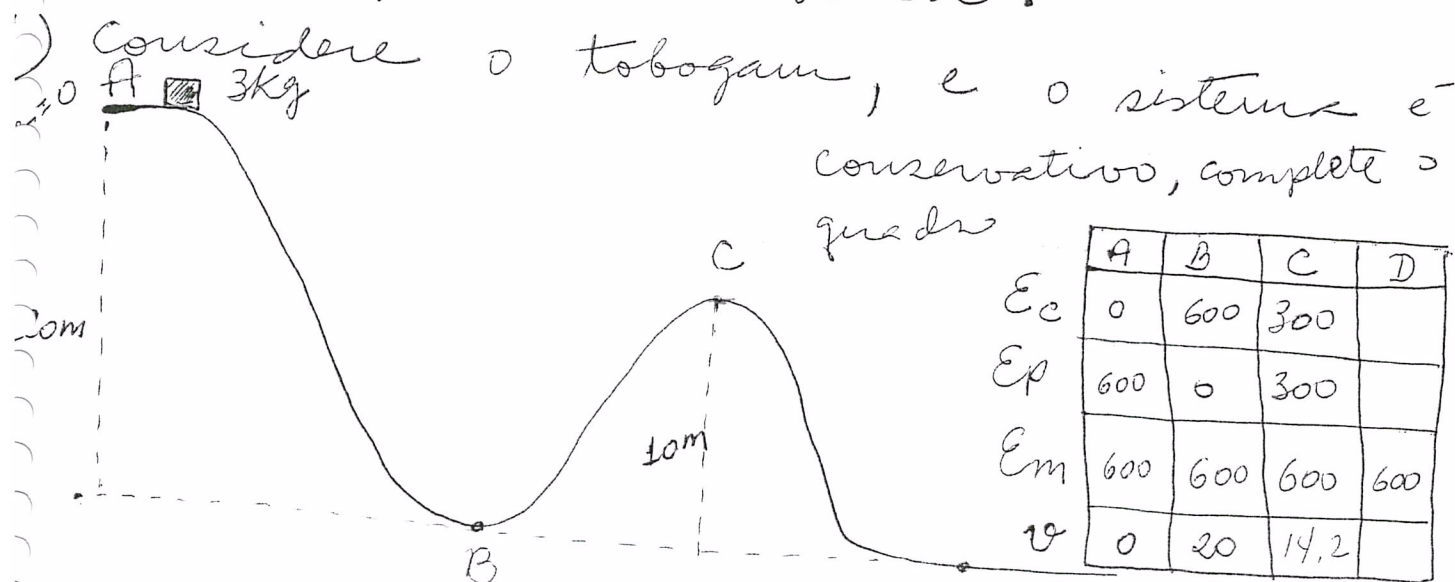
2) Quem mata no Trânsito; a energia potencial ou a energia cinética? R. A energia cinética. $E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$.

3) Como reconhecer e diferenciar entre energia cinética e energia potencial? R. A energia cinética está associada velocidade e a energia potencial está associada a altura $E_p = m \cdot g \cdot h$.

4) Se quantos e quais as formas a energia mecânica se encontra? R. 3. Energia cinética, energia potencial e energia elástica. $E_m = E_c + E_p + E_{el}$.

5) O que é um sistema conservativo? R. É o sistema em que a energia potencial (gravitacional ou elástica) se transforma integralmente em energia cinética, ou vice-versa.

6) Considere o tobogam, e o sistema é conservativo, completo o quadro



Importante

(102)

O quadro visa mostrar as energias e velocidades do corpo nos pontos A, B, C e D.

No ponto A, a energia cinética é nula porque $v=0$; a energia potencial é máxima porque a altura é máxima.

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad E_p = 3 \cdot 10 \cdot 20 \quad E_p = 600 \text{ J}$$

$$E_m = E_c + E_p \quad E_m = 0 + 600 = 600 \text{ J}$$

No ponto B, a altura é nula e por isso a energia potencial é nula.

Como o sistema é conservativo, a energia mecânica é constante = 600 J

$$E_m = E_c + E_p \quad 600 = E_c + 0 \quad E_c = 600 \text{ J}$$

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \quad 600 = \frac{3 \cdot v^2}{2} \quad 3v^2 = 1200 \quad v^2 = 400 \quad v = 20 \text{ m/s}$$

No ponto C a energia potencial é

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad E_p = 3 \cdot 10 \cdot 10 = 300 \text{ J}$$

$$E_m = 600 \text{ J} \quad 600 = E_c + 300 \quad E_c = 300 \text{ J}$$

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \quad 300 = \frac{3 \cdot v^2}{2} \quad 3v^2 = 600 \quad v^2 = 200 \quad v = \sqrt{200} \quad v = 14,2$$

Os pontos D e B têm a mesma energia e a mesma velocidade.

45) Uma pedra de massa $m = 2\text{kg}$ tem velocidade de 5m/s . Qual a sua energia cinética? R. $E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$ $E_c = \frac{2 \cdot 5^2}{2} = 25\text{J}$

46) O que diz o Teorema da Energia Cinética (TEC)? R. A variação da energia cinética de um corpo entre 2 pontos é numericamente igual ao trabalho realizado sobre ele.

47) Qual o trabalho realizado sobre um corpo que teve sua velocidade aumentada de 3m/s para 5m/s ? R. $\tau = \Delta E_c$

$$\tau = \frac{m \cdot v_f^2}{2} - \frac{m \cdot v_i^2}{2} \Rightarrow \tau = \frac{2 \cdot 5^2}{2} - \frac{2 \cdot 3^2}{2}$$

$$\tau = 25 - 9 = 16\text{J}$$

10) Um automóvel de massa 1200kg tem sua velocidade de 72km/h . Ao colidir com um poste ele realiza um trabalho: fica deformado e às vezes quebra o poste. Calcule este trabalho. R. $\tau = \frac{m \cdot v_f^2}{2} - \frac{m \cdot v_i^2}{2}$

a velocidade inicial é $\frac{72}{3,6} = 20\text{m/s}$ e a final é zero. $\tau = \frac{1200 \cdot 0^2}{2} - \frac{1200 \cdot 20^2}{2} = -600 \cdot 400 = -240.000\text{J}$

2) (Uni-Rio-RJ) Quando a velocidade de um automóvel duplica o que acontece com sua energia cinética? R. Este tipo de problema precisa ser bem treinado,

fazemos: E_c - energia cinética inicial

E'_c - energia cinética final

v - velocidade inicial

$v' =$ velocidade final: $v' = 2v$

m - mas muda nas duas situações

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

$$E'_c = \frac{m(2v)^2}{2}$$

$$\frac{E_c}{E'_c} = \frac{\cancel{m} \cdot \cancel{v}^2}{\cancel{m} \cdot 4v^2}$$

$$\frac{E_c}{E'_c} = \frac{1}{4}$$

$$E'_c = 4E_c$$

quadruplica

3) (AFA-RJ) Um corpo de massa $m = 2\text{kg}$ tem velocidade inicial de 2m/s e velocidade final de 3m/s . Calcule o trabalho realizado e a força resultante. R. $\bar{E} = \frac{m \cdot v_f^2}{2} - \frac{m \cdot v_i^2}{2}$

("deslocamento foi de 3m")

$$\bar{E} = \frac{2 \cdot 3^2}{2} - \frac{2 \cdot 2^2}{2} = 9 - 4 = 5\text{J}$$

$$\bar{E} = F \cdot d \quad 5 = F \cdot 3$$

$$F = \frac{5}{3} \approx 1,67\text{N}$$

4) (FATEC-SP) Um corpo de massa 4kg fica sujeito à ação de uma força de 8N , na mesma direção e sentido. Após 2s de movimento, calcule o seu deslocamento e sua energia cinética. R. $F_R = m \cdot a \quad 8 = 4 \cdot a \quad a = 2\text{m/s}^2$

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad S = 0 + 0 + \frac{2 \cdot 2^2}{2} \quad S = 4 \text{ m}$$

(105)

$$E = F \cdot d \quad E = 8 \cdot 4 = 32 \text{ J} \quad E = \Delta E_c = 32 \text{ J}$$

2) (FmU-SP) Um corpo de massa $m = 10 \text{ kg}$ está parado sobre um plano horizontal sem atrito. Sobre ele age uma força de 60 N paralela ao plano. Calcule a energia cinética do corpo após percorrer 300 m . R.

$$E = \Delta E_c \quad E = F \cdot d \quad E = 60 \cdot 300 = 18.000 \text{ J.}$$

3) (FUVEST-SP) Um bloco de gelo de massa $m = 30 \text{ kg}$ desliza sobre uma superfície horizontal com velocidade de 4 m/s .

a) Qual a energia cinética do bloco?

b) Qual a força necessária para detê-lo em $2,5 \text{ s}$?

Respostas

$$a) E_c = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad E_c = \frac{30 \cdot 4^2}{2} = \frac{30 \cdot 16}{2} = 240 \text{ J}$$

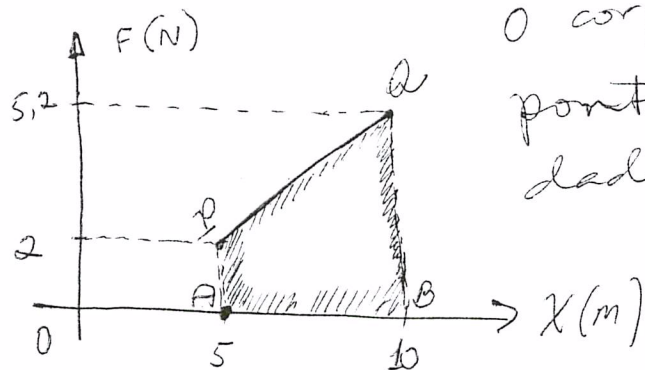
$$b) a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad a = \frac{0 - 4}{2,5} = \frac{-4}{2,5} = -1,6 \text{ m/s}^2$$

$$F_R = m \cdot a \quad F_R = 30 \cdot 1,6 = 48 \text{ N}$$

4) Um bloco de massa $m = 4 \text{ kg}$, inicialmente em repouso. A força que atua sobre o corpo e o deslocamento são representados no gráfico:

O corpo vai do ponto A ao ponto B. Calcule a velocidade do corpo no ponto B.

Em A o corpo estava em repouso.



R. O trabalho realizado pela força é representado pela área do trapézio "deitado". $A = \frac{(B+b) \cdot h}{2}$ $W = \frac{(5,2 + 2) \cdot 5}{2} = 18 \text{ J}$ (106)

O trabalho é igual à variação da energia cinética $E_c = 18 \text{ J}$ $18 = \frac{m \cdot v^2}{2}$ $18 = \frac{24 \cdot v^2}{2}$
 $2v^2 = 18$ $v^2 = 9$ $v = 3 \text{ m/s}$

5) Quanto varia a energia potencial gravitacional de uma pessoa de massa $m = 80 \text{ kg}$ ao subir uma altura de 30 m ? Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$. R. $E_p = m \cdot g \cdot h$ $E_p = 80 \cdot 10 \cdot 30 = 24000 \text{ J}$.

7) Uma mola cuja constante elástica $k = 400 \text{ N/m}$ é esticada em 2 cm . Qual a energia elástica acumulada na mola? R. $E_{el} = \frac{kx^2}{2} \Rightarrow E_{el} = \frac{400 \left(\frac{2}{100}\right)^2}{2}$
 $E_{el} = 2 \cdot \frac{4}{10.000} = \frac{8}{100} = 0,08 \text{ J}$

8) No rótulo de uma lata de leite está especificado que cada 100 g de leite contém 361 kcal de energia. Se toda a energia de uma lata de 400 g de leite fosse usada para levantar um objeto de 10 kg , a que altura ele seria erguido. Considere $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$. R. $\frac{100 \text{ g}}{400 \text{ g}} = \frac{361 \text{ kcal}}{x}$ $x = 1.440 \text{ kcal}$
 $\frac{1 \text{ cal}}{4.18 \text{ J}} = \frac{1}{4.18}$ $x = 6.035.920 \text{ J}$
 $E_p = m \cdot g \cdot h$ $6.035.920 = 10 \cdot 10 \cdot h$ $h = 60 \text{ km}$

107
2) (VUNESP-SP) Uma mola de constante elástica 10 N/m é esticada em 20 cm . Qual a energia potencial da mola? R. $E_{el} = \frac{K \cdot x^2}{2}$
 $E_{el} = \frac{10 \cdot 0,2^2}{2} = 5 \cdot 0,04 = 0,2 \text{ J}$

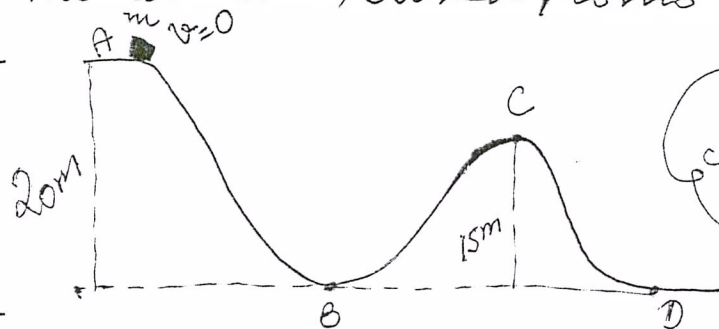
3) (PUC-SP) Um corpo é abandonado de um ponto a 100 m do solo, a que altura do solo o corpo tem a energia cinética igual à energia potencial? R. Em uma queda o corpo perde altura e energia potencial e ganha velocidade e energia cinética. No meio da altura a energia potencial se reduz à metade, a outra metade é energia cinética. Logo a 50 m de altura.

4) (FUVEST-SP) Um gato que suposto tocar o solo com uma velocidade de 8 m/s , de que altura pode ser deixado cair? R. No ponto mais alto o gato só deve ter energia potencial
 $E_p = E_c \quad \frac{m \cdot 8^2}{2} = m \cdot 10 \cdot h \quad 10h = 32 \quad h = 3,2 \text{ m}$

101) (UF-BR) Um objeto de $0,2 \text{ kg}$ cai livremente de uma janela a 18 m do solo. Calcule a energia cinética do corpo a 6 m do solo. Não há forças dissipativas e $g = 10 \text{ m/s}^2$.
R. A energia mecânica é constante e vale
 $E_p = m \cdot g \cdot h \quad E_p = 0,2 \cdot 10 \cdot 18 = 36 \text{ J}$. A 6 m do solo
a $E_p = 0,2 \cdot 10 \cdot 6 = 12 \text{ J} \quad E_m = E_p + E_c \quad E_m = 36 \text{ J}$
 $E_c = 24 \text{ J}$.

24) Em uma montanha russa, como mostra a figura

108



Sistema conservativo

considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e

calcule a velocidade do corpo nos pontos B, C e D.

R. $E_{mA} = E_{mB}$

$$\cancel{E_{kA}} + E_{pA} = \cancel{E_{kB}} + E_{pB} \quad h=0$$

$$m \cdot 10 \cdot 20 = \frac{m v_B^2}{2}$$

$$\frac{v_B^2}{2} = 200 \quad v_B^2 = 400$$

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

$E_{mA} = E_{mC}$

$$\cancel{E_{kA}} + E_{pA} = \cancel{E_{kC}} + E_{pC}$$

$$m \cdot 10 \cdot 20 = \frac{m v_C^2}{2} + m \cdot 10 \cdot 15$$

$$200 = \frac{v_C^2}{2} + 150$$

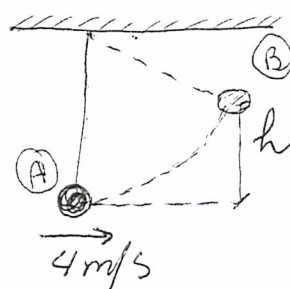
$$\frac{v_C^2}{2} = 50$$

$$v_C^2 = 100 \quad v_C = 10 \text{ m/s}$$

O ponto D tem a mesma condicoes de B $v_D = 20 \text{ m/s}$

25) (UNIRIO - RJ) Uma esfera de massa $0,1 \text{ kg}$ oscila conforme a figura

considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e calcule a altura máxima h . R. No



Sistema Conservativo

ponto de altura máxima a esfera está parada: $E_{mA} = E_{mB}$

$$\cancel{E_{kA}} + E_{pA} = \cancel{E_{kB}} + E_{pB} \quad h=0$$

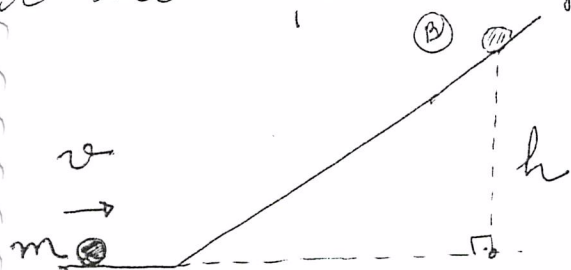
$$\frac{0,1 \cdot 4^2}{2} = 0,1 \cdot 10 \cdot h$$

$$10h = 8$$

$$h = \frac{8}{10}$$

$$h = 0,8 \text{ m} = 80 \text{ cm}$$

2) (PUC-RS) considere a figura e $g = 10$ (109)
a aceleração da gravidade.

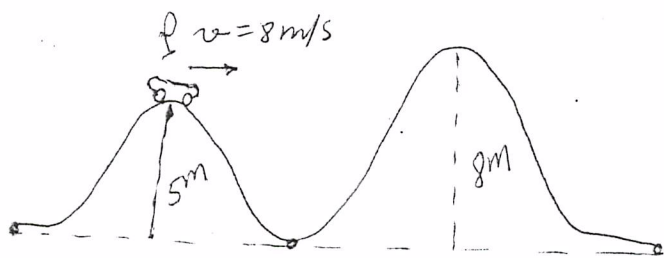


Calcule a altura h do ponto mais alto que a esfera atinge.

R. $E_{mA} = E_{mB}$
 $E_{cA} + E_{pA} = E_{cB} + E_{pB}$
 $\frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot g \cdot h$

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

65) (UNIRIO-RJ) Considere a figura e $g = 10 \text{ m/s}^2$



Calcule a velocidade do carro ao passar pelo ponto Q. R.

$E_{mP} = E_{mQ}$

$E_{cP} + E_{pP} = E_{cQ} + E_{pQ}$

$\frac{m \cdot 8^2}{2} + m \cdot 10 \cdot 5 = \frac{m \cdot v^2}{2} + m \cdot 10 \cdot 8$

$32 + 50 = \frac{v^2}{2} + 80$
 $82 = \frac{v^2}{2} + 80$
 $\frac{v^2}{2} = 2 \quad v^2 = 4 \quad v = 2 \text{ m/s}$

3) Um atleta salta de uma altura de 5m sobre uma rede elástica e é arremessado para cima até uma altura de 4m. Qual a energia dissipada. Considere a massa do homem 80 kg e $g = 10 \text{ m/s}^2$. R. A energia mecânica inicial é $E_p = 80 \cdot 10 \cdot 5 = 4000 \text{ J}$, a final é $E_p = 80 \cdot 10 \cdot 4$
 a energia dissipada é $4000 - 3200 = 800 \text{ J}$ / $= 3200 \text{ J}$

MOVIMENTO VERTICAL E LANÇAMENTOS

(110)

Como podem os movimentos verticais? R. Os corpos podem ser atirados para cima e para baixo; eles precisam ter uma velocidade inicial; eles podem ser deixados ^{caindo} a partir do repouso; podem ser atirados para baixo com velocidade inicial; podem ser deixados cair enquanto sobem com certa velocidade.

Como tratar as funções horárias? R. São todos do movimento variado em que a aceleração é a gravidade. $s = s_0 + v_0 t \pm \frac{g t^2}{2}$; $v = v_0 \pm g t$
 $v^2 = v_0^2 \pm 2g \cdot \Delta s$ (s normalmente é substituído por h).

Como decidir se g é negativo ou positivo? R. Depende da origem adotada. Se o corpo tem a trajetória orientada para cima, g é negativa; se orientada para baixo, g é positiva.

Que detalhes precisam ser considerados em lançamentos verticais a partir do solo? R. A velocidade inicial de subida tem o mesmo valor de final de chegada com sinais opostos; a velocidade no ponto mais alto é nula; no ponto mais alto o móvel inverte o sentido do movimento; tempo de subida é igual ao de descida.

5) Uma bola de chumbo é abandonada da altura de 20m. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e calcule o instante em que ela chega ao solo e a velocidade de chegada ao solo.

111

R. Considerando a origem no ponto de 20m

$$v_0 = 0 \quad h = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2} \quad st^2 = 20$$

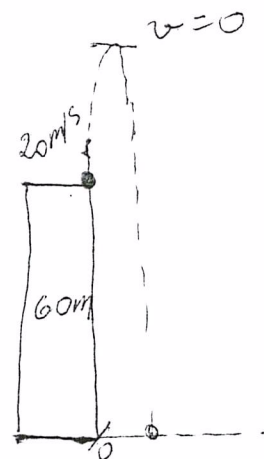
$$g > 0 \quad 20 = 0 + 0 + \frac{10t^2}{2} \quad t^2 = 4$$

$$t = 2 \text{ s}$$

$$v = v_0 + gt \quad v = 0 + 10t \quad v = 10t \quad v = 10 \cdot 2 = 20 \text{ m/s}$$

6) De um ponto situado 60 m acima do solo é lançado verticalmente para cima um corpo com velocidade inicial 20 m/s. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e determine:

- a duração da subida e a altura máxima em relação ao solo
- o tempo em que o corpo atinge o solo
- a velocidade da pedra ao atingir o solo.



Respostas.

a) a função horária dos espaços é: $h = h_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

a função horária da velocidade é: $h = 60 + 20t - 5t^2$

$$v = v_0 - gt \quad v = 20 - 10t$$

a duração da subida é dada por $0 = 20 - 10t$
 $10t = 20 \quad t = 2 \text{ s}$

a altura máxima é dada por

$$h = 60 + 20 \cdot 2 - 5 \cdot 2^2 \quad h = 60 + 40 - 20 = 80 \text{ m}$$

Quando a pedra atingir o solo $h=0$ (112)

$$0 = 60 + 20t - 5t^2 \quad (5) \quad 12 + 4t - t^2 = 0$$

$$-t^2 + 4t + 12 = 0 \quad a = -1, b = 4, c = 12$$

$$\Delta = b^2 - 4 \cdot a \cdot c \quad \Delta = 4^2 - 4 \cdot (-1) \cdot 12 \quad \Delta = 16 + 48 = 64$$

$$t = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2 \cdot a} \quad t = \frac{-4 \pm 8}{-2} = \frac{-4 - 8}{-2} = \frac{-12}{-2} = 6s$$

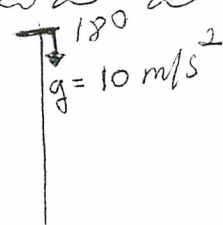
$$t = \frac{-4 + 8}{-2} = \frac{+4}{-2} = -2s \quad \text{mas existe tempo negativo}$$

) $v = 20 - 10t \quad v = 20 - 10 \cdot 6 \quad v = 20 - 60$
 $v = -40 \text{ m/s}$

7) (USF-SP) Uma pedra é atirada verticalmente para cima com velocidade inicial de 100 m/s , quanto tempo ela demora para atingir novamente o solo.

R. Uma das maneiras de resolver é fazendo: $h = h_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad h = 0 + 100t - 5t^2$
 $h = 100t - 5t^2 \quad h = 0 \quad 0 = 100t - 5t^2$
 $t(100 - 5t) = 0 \quad t = 0 \quad \text{ou} \quad 100 - 5t = 0 \quad (t = 20s)$

8) (UF-RN) Um corpo cai verticalmente a partir de 180 m de altura. A trajetória se orienta do solo para cima como positiva, considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e reserve a função horária do movimento.

R.  $h = 180 - 5t^2 \quad h = h_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$
 $h = 180 - 5t^2 \quad \checkmark$

3) (Mack-SP) Uma pedra é deixada cair de uma altura de 80 m. 2 segundos após outra pedra é atirada com certa velocidade. ambas chegam juntas ao solo. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e calcule a velocidade de lançamento da 2ª pedra.
R. O tempo gasto pela 1ª pedra é:

$$h = h_0 - v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad h = 80 - st^2$$

$$h=0 \quad 0 = 80 - st^2 \quad st^2 = 80 \quad t^2 = \frac{80}{5}$$

$$t^2 = 16 \quad t = 4 \text{ s}$$

A 2ª pedra gasta 2 s a menos,

logo: 2 s.

$$h = h_0 - v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$h = 80 - v_0 \cdot 2 - 5 \cdot 2^2$$

$$0 = 80 - 2v_0 - 20$$

$$0 = 60 - 2v_0 \quad 2v_0 = 60 \quad v_0 = 30 \text{ m/s}$$

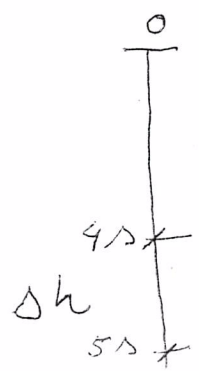
3) (U. Uberlândia-MG) Um corpo é abandonado em queda livre do topo de um edifício. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e calcule a distância percorrida durante o 5º segundo.

2. Vamos considerar a origem no topo do edifício e $g > 0$.

$$h = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2} \quad h = 5t^2$$

$$\Delta h = h(5) - h(4) \Rightarrow \Delta h = 5 \cdot 5^2 - 5 \cdot 4^2$$

$$\Delta h = 125 - 80 = 45 \text{ m}$$



11) (UNESP-SP) Uma pedra é lançada verticalmente para cima a partir do solo e atinge a altura de 20 m. considere $g = 10 \text{ m/s}^2$. calcule.

- a) a aceleração da pedra no ponto mais alto da trajetória
- b) a velocidade no ponto mais alto
- c) a velocidade inicial da pedra
- d) o tempo em que a pedra permanece em no ar.

Respostas.

a) É muito comum se pensar que a aceleração de um corpo que é atirado para o alto é positiva quando desce, é nula no ponto mais alto e é negativa quando sobe. Isso é bobagem, a aceleração é mesma em todos os pontos, quer suba, quer desça, quer esteja parada enquanto inverte o sentido do movimento. O sinal só depende do ponto da trajetória adotado como origem. neste caso $a = -10 \text{ m/s}^2$

f) a velocidade no ponto mais alto é sempre nula se o lançamento for vertical, se for oblíquo nunca é nula

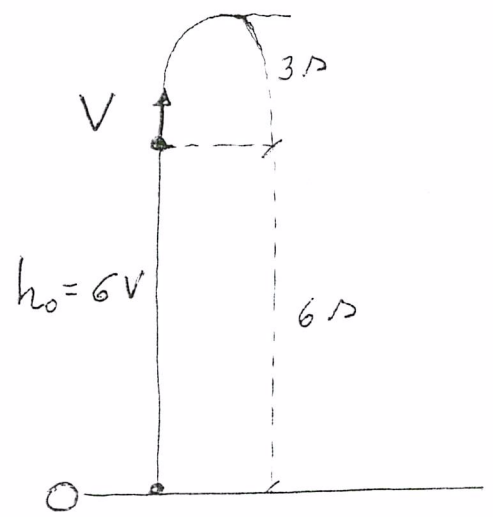
c) Para achar a velocidade inicial precisamos conhecer o tempo de subida ou podemos fazer por Torricelli: $V^2 = V_0^2 - 2g \cdot \Delta h$
 $0^2 = V_0^2 - 2 \cdot 10 \cdot 20$ $V_0^2 = 400$ $V_0 = 20 \text{ m/s}$.

d) $V = V_0 - gt$ $V = 20 - 10t$ $0 = 20 - 10t$
 $t = 2 \text{ s}$; o tempo de subida é 2 s e o tempo de descida é 2 s, logo, o tempo total é 4 s.

12) (AFA-SP) Um belão sobe verticalmente com velocidade constante. Seis segundos após a partida o piloto abandona uma pedra que atinge o solo 9 s após a saída do belão. Determine a altura em que a pedra foi abandonada.

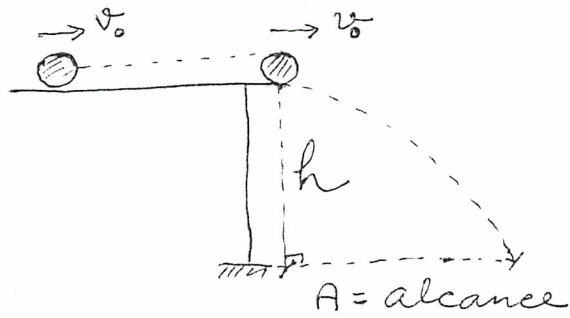
R. Este problema parece difícil:

$$\begin{aligned} h &= h_0 + V_0 t - g t^2 & h_0 &= V \cdot t \\ h &= 6V + 3V - 5 \cdot 3^2 & h_0 &= V \cdot 6 \\ 0 &= 9V - 45 & h_0 &= 6V \\ V &= 5 \text{ m/s} \\ h_0 &= 6 \cdot 5 = 30 \text{ m} \end{aligned}$$



Quais as principais características dos lançamentos horizontais? (116) (17)

R. São problemas bastante simples; Imagine uma criança de um ano que quer colocar sua bola sobre a mesa. Como ele não alcança a mesa, joga a bola que rola e cai pelo outro lado: veja o esquema.



A bola vai se afastar da mesa enquanto cai.

O alcance é um deslocamento em movimento uniforme, $A = v_0 \cdot t$, tempo de queda

A origem é considerada no ponto em que a bola abandona a mesa.

A altura é dada pela eq: $h = v_0^0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$

$h = \frac{gt^2}{2}$; a velocidade resultante é dada pela composição vetorial da velocidade inicial v_0 com a velocidade provocada pela aceleração da gravidade. v_y

$$V = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} \quad v_y = v_0 y + gt \quad (v_y = gt)$$

Um avião voa horizontalmente com velocidade de 100 m/s a uma altitude de 2000 m. Em um certo instante o piloto deixa cair um objeto pesado. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$. Calcule:

2) O instante em que o objeto atinge o solo (117)

3) O alcance; distância da vertical em que foi lançado o objeto atinge o solo.

4) A velocidade do objeto ao atingir o solo.

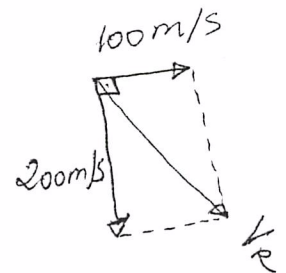
Respostas

1) $h = \frac{gt^2}{2}$ $2000 = \frac{10 \cdot t^2}{2}$ $5t^2 = 2000$ $t^2 = 400$ $t = 20s$

2) $v_0 = 100 \text{ m/s}$ $A = v_0 \cdot t$ $A = 100 \cdot 20 = 2000 \text{ m}$

3) $v_y = gt$ $v_y = 10 \cdot 20 = 200 \text{ m/s}$

4) $V = \sqrt{100^2 + 200^2} = 223,6 \text{ m/s}$ ✓



4) (UFLA-MG) De uma janela de um prédio a 20 m do chão, é arremessada uma pedra horizontalmente, de forma a tocar o chão a 5 m de base do prédio. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e calcule:

1) O tempo que a pedra demora para atingir o solo;

2) velocidade inicial da pedra

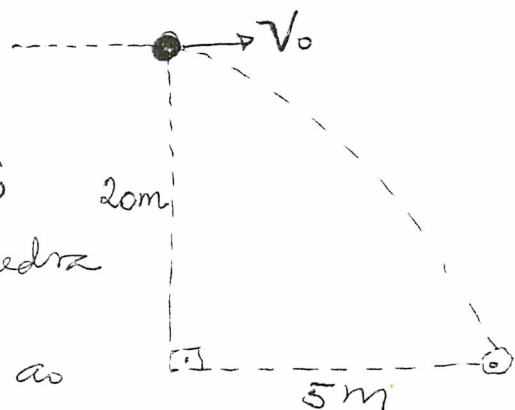
3) velocidade da pedra ao atingir o solo

4) a equação da trajetória $y = f(x)$.

Respostas

1) $h = \frac{gt^2}{2}$ $20 = \frac{5t^2}{2}$ $t^2 = 4$ $t = 2 \text{ s}$

2) $A = 5 \text{ m}$ $5 = v_0 \cdot t$ $5 = v_0 \cdot 2$ $v_0 = 2,5 \text{ m/s}$

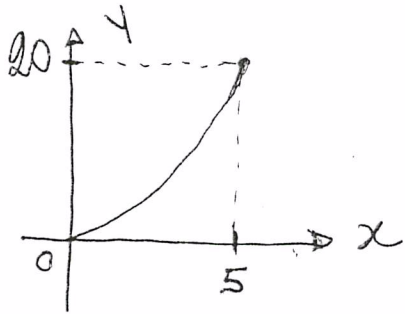


$$V_0 = 2,5 \text{ m/s} \quad V_y = gt \quad v_y = 10 \cdot 2 = 20 \text{ m/s}$$

(118)

$$V_R = \sqrt{(2,5)^2 + 20^2} = 20,1 \text{ m/s}$$

2) Vamos dar uma virada no gráfico a equação da parábola



$y = ax^2 + bx + c$; como o gráfico passa pela origem

e é simétrico $b=0$ e $c=0$ $y = ax^2$

$$y = 20 \quad x = 5 \quad 20 = a \cdot 5^2 \quad 25a = 20 \quad a = 0,8$$

$y = 0,8x^2$ ✓

10) O que é um lançamento oblíquo?

R. É aquele em que projétil é lançado segundo um ângulo de tiro; podendo ser feito a partir do solo ou de uma plataforma de lançamento.

11) O que fazer para "driflar" a complexidade do lançamento oblíquo? R. Conhecer algumas características:

- A distância AB é o alcance

- O alcance é feito em movimento uniforme

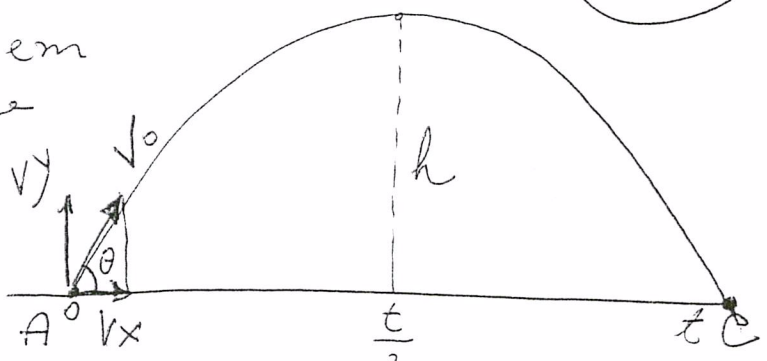
$$A = V_x \cdot t$$

- No ponto B $V_y = 0$

- No ponto B $V = V_x$

$$V_x = V_0 \cos \theta$$

$$V_y = V_0 \sin \theta$$



- O tempo de subida t é igual ao tempo de descida.
- O módulo da velocidade no ponto C é o mesmo de V_0 no ponto A.
- A aceleração da gravidade é sempre negativa.
- As funções horárias do movimento em y são:
$$V_y = V_{0y} - gt$$
$$h = h_0 + V_{0y} \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

altura da plataforma

$$V_y^2 = V_{0y}^2 - 2g \Delta h$$

Componentes lançamentos horizontais

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

18) O que fazer quando os dados parecerem insuficientes? R. Há duas fórmulas mágicas: Altura máxima

$$h = \frac{V_0^2 \cdot \text{sen}^2 \theta}{2g}$$

A alcance máximo

$$A = \frac{V_0^2 \cdot \text{sen} 2\theta}{g}$$

O alcance máximo ocorre com o ângulo de tiro $\theta = 45^\circ$; nestas condições

$$h = \frac{A_{\text{máx}}}{4}$$

19) (FURTEST-SP) Num dia ensolarado, o sol está no meio do céu, um jogador chuta uma bola e sua sombra é projetada no solo. Que tipo de movimento

1) Qual a sombra da bola? R. A sombra da bola é feita pelo movimento de afasta-
mento, sua trajetória é o alcance. sua velocidade é v_x . movimento retilíneo uniforme. (velocidade constante) (130)

2) (Fundação Carlos Chagas-SP) Um ponto material é lançado obliquamente com velocidade de 10 m/s , sob um ângulo de 60° . considere $g = 10 \text{ m/s}^2$; $\text{sen } 60^\circ = 0,86$ e calcule:

a) a velocidade no ponto mais alto da trajetória

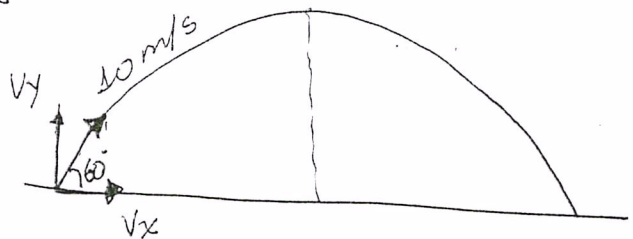
b) a altura máxima

c) o alcance

d) o tempo em que o projétil permanece no ar.

Respostas

a) a velocidade do ponto mais alto é v_x porque neste ponto $v_y = 0$



$$v_x = v_0 \cdot \cos \theta$$

$$v_x = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ m/s}$$

$$b) v_y = v_{0y} - gt \quad v_{0y} = v_0 \cdot \text{sen } 60 \quad v_{0y} = 10 \cdot 0,86$$

$$v_{0y} = 8,6 \text{ m/s} \quad v_y = 8,6 - 10 \cdot t \quad 0 = 8,6 - 10t$$

$$10t = 8,6 \quad t = 0,86 \text{ s}$$

$$h = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} \quad h = 8,6t - 5t^2$$

$$h_{\text{máx}} = 8,6 \cdot 0,86 - 5(0,86)^2 = 7,4 - 3,7 = 3,7 \text{ m}$$

$$c) A = v_x \cdot t \quad v_x = 5 \text{ m/s} \quad t = 2 \cdot 0,86 = 1,72 \text{ s} \quad A = 5 \cdot 1,72 = 8,6 \text{ m}$$

$$t = 2 \cdot 0,86 = 1,72 \text{ s}$$

1) (PUCC-SP) Um projétil é lançado numa direção que forme ângulo de 45° com a horizontal. No ponto mais alto da trajetória a velocidade é de 10 m/s . Calcule a velocidade de lançamento. R. Como foi dada a velocidade no ponto mais alto, neste ponto $V_y = 0$ e $\{V = V_x\}$ logo $10 = V_x$ $v_x = 10 \text{ m/s}$
 $v_x = V_0 \cos \theta$ $10 = V_0 \cdot \cos 45^\circ$ $V_0 \frac{\sqrt{2}}{2} = 10$
 $V_0 \sqrt{2} = 20$ $V_0 = \frac{20 \sqrt{2}}{\sqrt{2} \sqrt{2}} = \frac{20 \sqrt{2}}{2} = 10\sqrt{2}$

22) (UNICAMP-SP) Ao bater num tiro de meta um goleiro chuta a bola de modo a conseguir alcance máximo. O alcance é de 40 m . Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e responda.
a) Qual o ângulo satisfaz as condições desejadas?
b) Qual a velocidade de lançamento?

Respostas

a) $\theta = 45^\circ$

$2\theta = 90^\circ$

b) $A = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\theta}{g}$; $40 = \frac{V_0^2 \cdot \sin 90^\circ}{10}$

$\sin 90^\circ = 1$ $40 = \frac{V_0^2 \cdot 1}{10}$ $V_0^2 = 400$ $V = 20 \text{ m/s}$

3) (FESP-SP) Um rapaz de $1,5 \text{ m}$ de altura está parado em frente a um muro e a 10 m deste. A altura do muro é $6,5 \text{ m}$, ele lança uma pedra com um ângulo de 45° com a horizontal.

Com que velocidade mínima o rapaz deverá lançar a pedra para que este passe por cima do muro? (122)

R. Descontando-se a altura do rapaz, o muro fica com 5 m. Com o ângulo de 45° o alcance é máximo, $h_{\max} = \frac{A_{\max}}{4}$ $5 = \frac{A_{\max}}{4}$

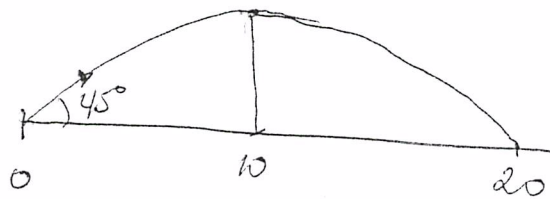
$A_{\max} = 20$ m. O muro está no meio do alcance.

$$A = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\theta}{g}$$

$$20 = \frac{V_0^2 \cdot 1}{10}$$

$$V_0^2 = 200 \quad V = \sqrt{200} \approx 14,2$$

$$v = 15 \text{ m/s}$$



24) (UEG-90) Um avião Mirage F-103 a uma altitude de 2 km sofre uma pane e parou o motor. Por isso ele começou a cair, considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e responda.

- Quanto ele levou para chegar ao solo?
- Se o avião se deslocava a 1260 km/h , a que distância ele caiu do local da pane?
- O avião é subsônico ou supersônico?

Respostas

$$h = \frac{gt^2}{2} \quad 2000 = \frac{10t^2}{2}$$

$$5t^2 = 2000 \quad t^2 = 400 \quad t = 20 \text{ s}$$

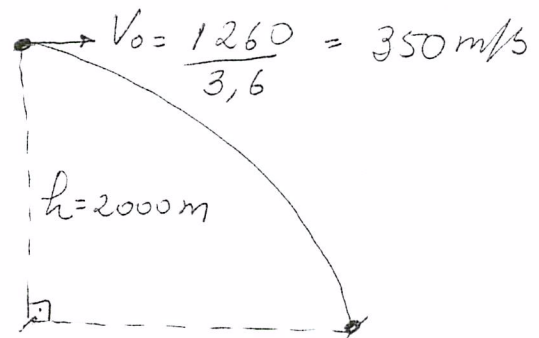
$$A = V_0 \cdot t \quad A = 350 \cdot 20 = 5000 \text{ m}$$

$$V_0 = \frac{1260}{3,6} = 350 \text{ m/s}$$

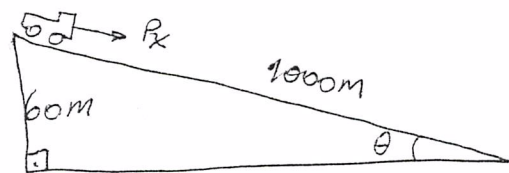
$$h = 2000 \text{ m}$$

a velocidade do som é $\approx$ alcance

340 m/s a do avião é $350 \text{ m/s} \Rightarrow$ supersônico



25) (UEG - GO) Um caminhão desce "na
banqueta" num trecho de 1000 m de uma
estrada conforme o esquema.



A velocidade inicial do
caminhão é de 72 km/h,
a massa do caminhão é 5 toneladas,
a energia cinética final é de 1960 kJ e
 $g = 10 \text{ m/s}^2$. Responda:

- Qual a aceleração do caminhão se não houver atrito?
- Qual a velocidade final do caminhão se não houver atrito?
- Qual a variação da energia potencial gravitacional do caminhão?
- Qual o percentual de dissipação de energia mecânica do caminhão?

Respostas

- A rampa é um plano inclinado. Para calcular o seno de θ fazemos $\text{sen } \theta = \frac{60}{1000}$
logo, $\text{sen } \theta = \frac{3}{50}$. A força que acelera o caminhão é P_x . $P_x = P \cdot \text{sen } \theta$ $P_x = 50.000 \cdot \frac{6}{1000} = 3000 \text{ N}$
 $F_R = m \cdot a$ $3000 = 5.000 \cdot a$ $a = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ m/s}^2$
- $\frac{72}{3,6} = 20 \text{ m/s}$, no ponto inicial e no ponto final do percurso será feito o cálculo de energia mecânica do caminhão.

$$E_{mi} = E_{mf} \quad h \rightarrow \infty$$

$$E_{ci} + E_{pi} = E_{cf} + E_{pf}$$

$$\frac{5000 \cdot 20^2}{2} + 5000 \cdot 10 \cdot 60 = \frac{5000 \cdot v^2}{2} \quad \frac{v^2}{2} = 200 + 600$$

$$\frac{v^2}{2} = 800 \quad v^2 = 1600 \quad v = 40 \text{ m/s} \quad v = 40 \cdot 3,6 = 144 \text{ km/h}$$

$$\Delta E_p = m \cdot g \cdot h \quad \Delta E_p = 5000 \cdot 10 \cdot 60 = 3.000 \text{ kJ}$$

2) A energia mecânica inicial era

$$E_m = E_c + E_p \quad E_m = \frac{5000 \cdot 20^2}{2} + 5000 \cdot 10 \cdot 60$$

$$E_m = 1.000.000 + 3.000.000 = 4.000.000 = 4000 \text{ kJ}$$

$$\text{dissipação: } \Delta E = 4000 - 1960 = 2040 \text{ kJ}$$

$$n = \frac{\%}{\%}$$

$$\frac{4000}{2040} = \frac{100}{n}$$

$$4000x = 204000 \quad x = \frac{204}{4} = 51\%$$

Se é um presente a pessoa mais importante da sua vida. Prove que você ama esta pessoa mais do que qualquer outra. Se a esta pessoa que ninguém mais pode dar. Se um futuro brilhante a si mesmo!... Comece agora.