AULA 8

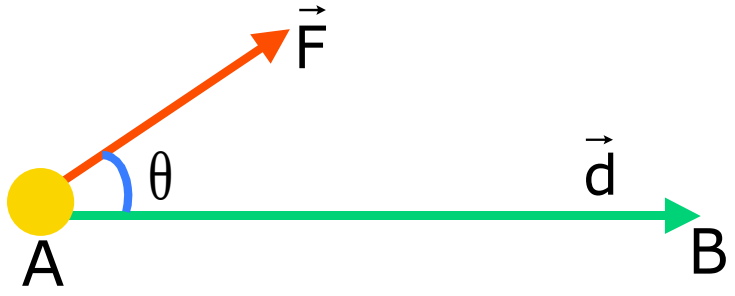
MECÂNICA

TRABALHO E POTÊNCIA

1- INTRODUÇÃO

Uma força realiza **trabalho** quando ela transfere energia de um corpo para outro e quando transforma uma modalidade de energia em outra.

2- TRABALHO DE UMA FORÇA CONSTANTE.



Um corpo ao ser puxado por uma força constante $\vec{F}$, sofre um deslocamento $\vec{d}$. O trabalho realizado por esta força pode ser calculado pela expressão matemática a seguir:

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

3- SINAL DO TRABALHO.

O **trabalho** pode ser **positivo ou motor**, quando o corpo está recebendo energia através da ação da força.

$$\tau > 0 \Rightarrow \cos\theta > 0 \Rightarrow 0 \leq \theta < 90$$

O **trabalho** pode ser **negativo ou resistente**, quando o corpo libera energia através da ação da força.

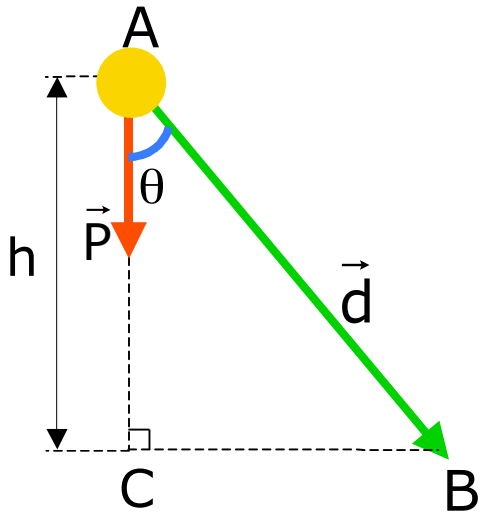
$$\tau < 0 \Rightarrow \cos\theta < 0 \Rightarrow 90 < \theta \leq 180$$

O **trabalho** também pode ser **nulo**, quando o corpo não recebe e nem libera energia através da ação da força.

$$\tau = 0 \Rightarrow \begin{cases} \cos\theta = 0 \Rightarrow \theta = 90 \\ \left|\vec{d}\right| = 0 \\ \left|\vec{F}\right| = 0 \end{cases}$$

4- TRABALHO DA FORÇA PESO.

A força peso nas proximidades da terra é uma força constante e por isso o seu trabalho pode ser calculado, como veremos a seguir:



$$\tau_p = \left|\vec{P}\right|.\left|\vec{d}\right|.\cos\theta$$

como, $\cos\theta = \dfrac{h}{d}$, temos que $d = \dfrac{h}{\cos\theta}$

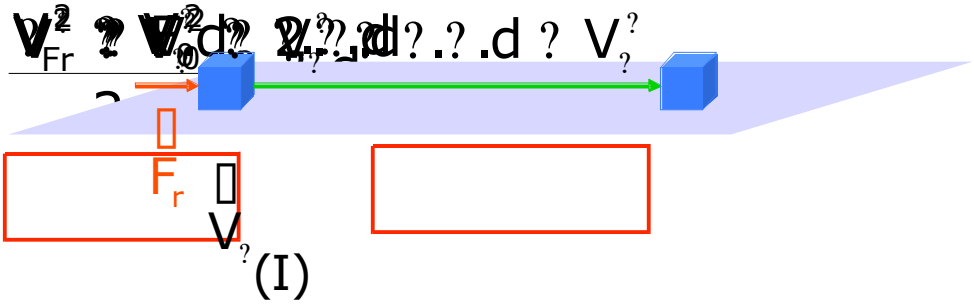
sendo $\left|\vec{P}\right| = m.\left|\vec{g}\right|$ e $d = \dfrac{h}{\cos\theta}$, na equação do trabalho, v

$$\tau_p = m\left|\vec{g}\right|\frac{h}{\cos\theta}\cos\theta \Rightarrow \boxed{\tau_p = m\left|\vec{g}\right|h}$$

<u>O trabalho da força peso é positivo na descida e negativo na subida.</u>

5- TEOREMA DA ENERGIA CINÉTICA.

O trabalho realizado pela resultante das forças que atuam em um corpo enquanto o mesmo sofre um deslocamento, é igual à variação da energia cinética sofrida pelo corpo. Veja a demonstração abaixo:



$$F_r = m.a \quad (I)$$

$$V^2 = V_0^2 + 2.a.d \quad (II)$$

$$\frac{V^2 - V_0^2}{2} = \frac{2.a.d}{2} \quad (III)$$

(III) em (IV) vem:

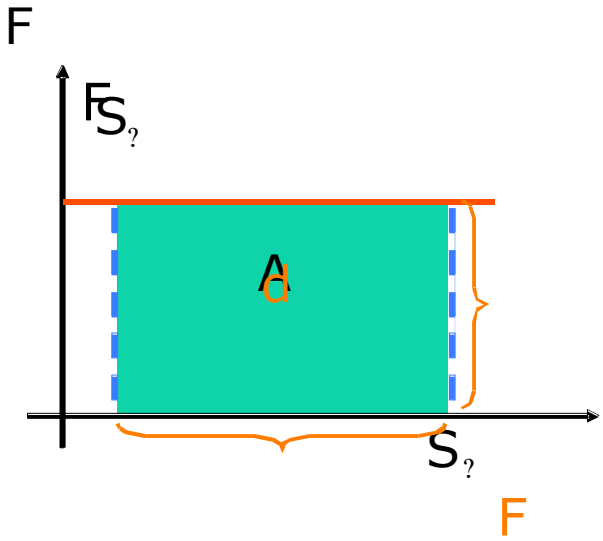
$$? \; ? \; m.? \; m.?.d \; ? \; ? \; ? \; ? \; ?$$

$$? \; ? \; ? \; E_c$$

(IV)

$$? \; ? \; ? \; \frac{mV^?}{?} \; ? \; \frac{mV_?^?}{?}$$

6- CÁLCULO DO TRABALHO PELO GRÁFICO (FxS).



$$S_d \; ? \; S_? \; ? \; S_?$$

7- POTÊNCIA.

A potência mede a rapidez com que uma força realiza trabalho. Podemos definir a potência para um intervalo de tempo e também para um instante único.

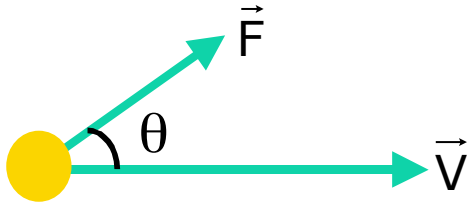
Potência média.

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

$$\tau = |\vec{F}||\vec{d}|\cos\theta \Rightarrow \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{|\vec{F}||\vec{d}|\cos\theta}{\Delta t}$$

$$P_{ot_m} = |\vec{F}||\vec{V}_m|\cos\theta$$

O ângulo θ é o ângulo formado entre o vetor $\vec{F}$ e o vetor $\vec{V}$ como na figura abaixo.



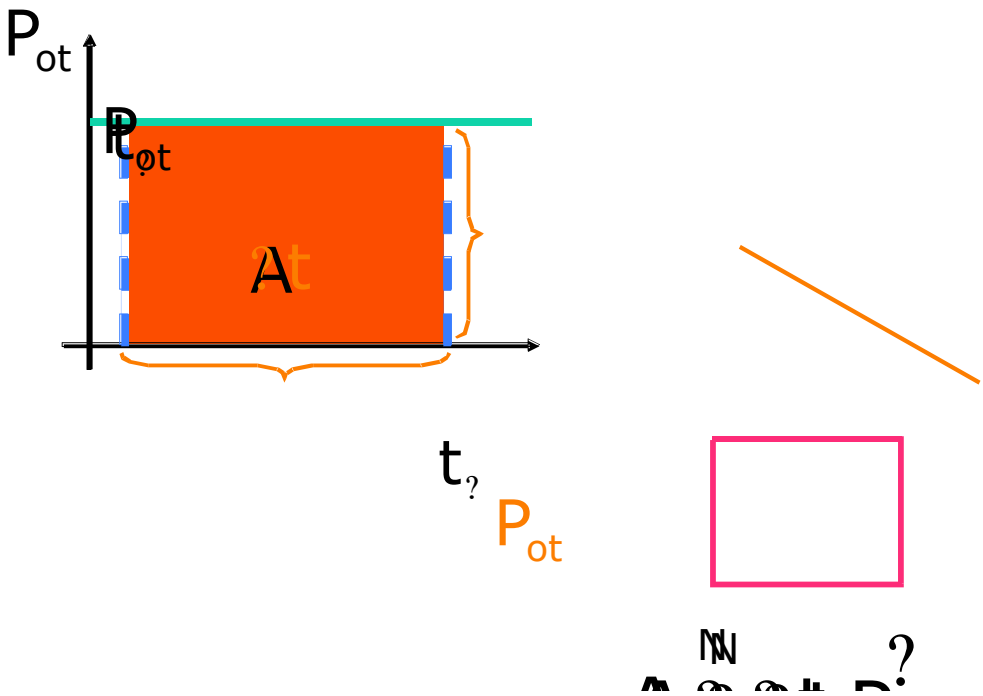
Potência instantânea.

$$P_{ot} = |\vec{F}||\vec{V}|\cos\theta$$

No cálculo da potência média usamos a velocidade escalar média e no da potência instantânea usamos a velocidade escalar instantânea.

8- CÁLCULO DO TRABALHO PELO GRÁFICO (P_{ot} x t).

Considerando uma situação em que a potência é constante, fica fácil entender como calcular o trabalho através do gráfico. Veja a demonstração abaixo:

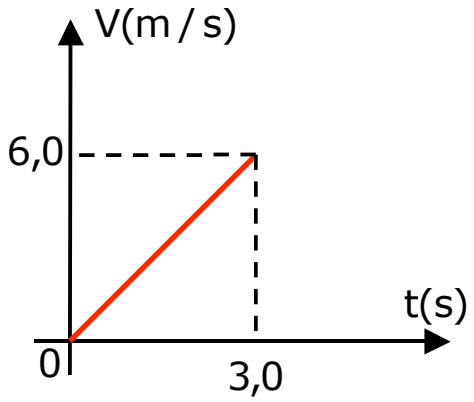


9. QUADRO DE UNIDADES NO S.I.

GRANDEZAS	UNIDADES
FORÇA (F)	N
DESLOCAMENTO (d)	m
TRABALHO (??	J
INTERVALO DE TEMPO (? t)	s
POTÊNCIA (P_{ot})	W

EXERCÍCIOS

1. (ESPM-SP-2000) – Sobre um corpo de massa 4,0kg, inicialmente em repouso sobre uma mesa horizontal, perfeitamente lisa, é aplicada uma força resultante constante e horizontal. A velocidade escalar do corpo vária de acordo com o gráfico abaixo.



O trabalho realizado pela força resultante, no intervalo de tempo representado, vale, em joules:
a) 72,0 b) 60,0 c) 48,0 d) 36,0 e) 18,0

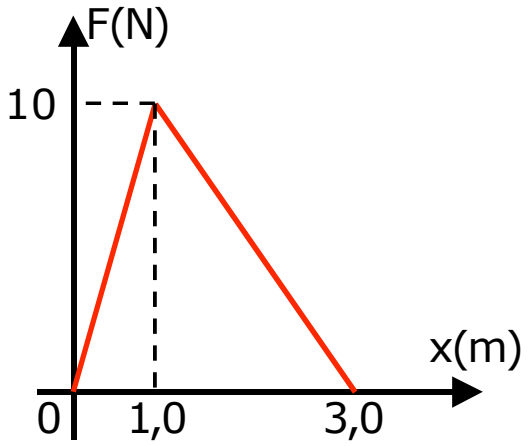
2. (UFLA-MG)– Um corpo de massa m=10kg cai, a partir do repouso, de uma altura H=100m acima do nível do solo.
O corpo atinge o solo com uma velocidade de módulo igual a $40m.s^{-1}$.
Considere a aceleração da gravidade constante e com módulo igual a $10m/s^2$.
O trabalho da força que o ar aplica no corpo, durante sua queda até o chão, vale, em kJ:
a) -0,50 b) -1,0 c) -2,0 d) -4,0 e) -8,0

3. (FUVEST) - Um objeto de 20kg desloca-se numa trajetória retilínea de acordo com a equação horária dos espaços:
$s = 10,0 + 3,0 + 1,0t^2$
onde s é medido em metros e t em segundos.
a) Qual a expressão da velocidade escalar do objeto no instante t?

b) Calcule o trabalho realizado pela força resultante que atua sobre o objeto durante o deslocamento de 20m.

4. (UCGO) – Uma força constante $\vec{F}$, horizontal, de intensidade 20N atua durante 8,0s sobre um corpo de massa 4,0kg que estava em repouso apoiado em uma superfície horizontal sem atrito.
Não se considera o efeito do ar.
O trabalho realizado por $\vec{F}$, neste intervalo de 8,0s, vale:
a) 0 b) 1,6kJ c) 3,2kJ d) 6,4kJ e) $3,2 \cdot 10^3$ kJ

5. (FEI) – Uma partícula de massa 2,0kg desloca-se ao longo de um eixo Ox, sob ação de uma força resultante $\vec{F}$ que tem a mesma orientação do eixo Ox e intensidade variando com a posição, conforme o gráfico a seguir.
Sabe-se que na posição $x_1 = 0$, a velocidade escalar da partícula é de $\sqrt{10}$ m/s:



Determine:
a) o trabalho realizado pela força $\vec{F}$ entre as posições $x_1 = 0$ e $x_2 = 3,0$m;
b) a velocidade escalar da partícula na posição $x_2 = 3,0$m.

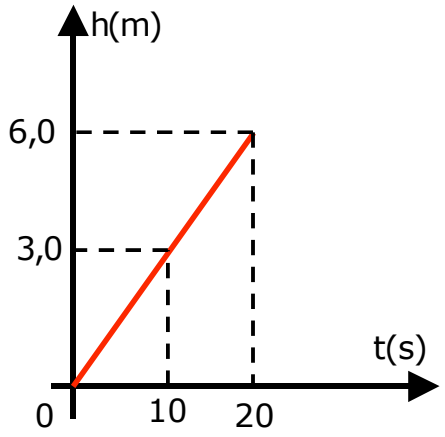
6. (ESPM-SP-2000) – Um fardo de massa 40kg é levantado a uma altura de 5.0m em 10s, sem acréscimo de energia cinética.

Considerando-se g = 10m/s^2, a potência média, em watts, requerida para a execução da tarefa citada, é:
a) 2,0 . 10^4 b) 5,0 . 10^3 c) 2,0 . 10^3 d) 5,0 . 10^2 e) 5,0 . 10^2

7 . (FUVEST) – De acordo com o Manual do Proprietário, um carro de massa 1,0t acelera de 0 a 108km/h em 10 segundos. Qual a potência média útil fornecida pelo motor para produzir essa aceleração?
Admita que o carro se desloca em um plano horizontal e despreze o efeito do ar.
a) 15kW b) 30kW c) 45kW d) 60kW e) 90kW

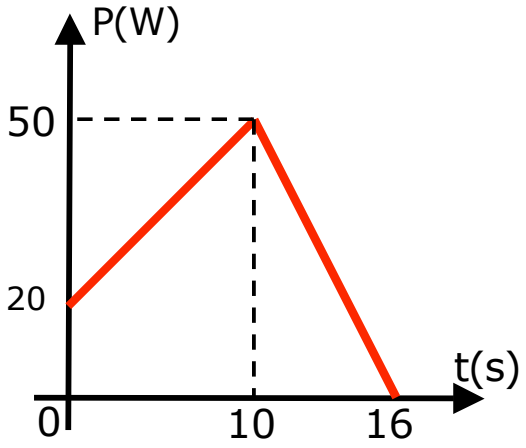
8. (PUCC-SP-2000) – Deseja-se projetar uma pequena usina hidrelétrica utilizando-se da água de um córrego cuja vazão é de 1,0m^3/s, em queda vertical de 8,0m. Adotando-se g = 10m/s^2 e $d_{água}$ = 1,0 . 10^{3}kg/m^3, a máxima potência estimada seria, em watts, de:
a) 8,0. 10^4 b) 1,6 . 10^4 c) 8,0 . 10^3 d) 1,6 . 10^3 e) 8,0 . 10^2

9. (FUVEST) – Uma empilhadeira elétrica transporta do chão até uma prateleira, a ma altura de 6.0m do chão, um pacote de 120kg. O gráfico ilustra a altura do pacote em função do tempo. A potência aplicada ao corpo pela empilhadeira é:
(É dado g = 10m/s^2 e despreza-se o efeito do ar)
a) 120W b) 360W c) 720W d) 1,20kW e) 2,40kW



10. (AFA) – A potência da força resultante $\vec{F}$ que age sobre um objeto de massa m=1,25kg varia com o tempo, conforme o gráfico a seguir. Sabendo-se que em t = 0 a velocidade escalar do objeto vale 10m/s, calcule:

a) o trabalho realizado pela força $\vec{F}$, no intervalo de 0 a 16s;
b) a velocidade escalar no instante t = 16s.



RESPOSTAS

1. ALTERNATIVA A
2. ALTERNATIVA C
3. a) V = 3,0 + 2,0.t **b) $\tau = 8.10^2$J**
4. ALTERNATIVA C
5. a) $\tau = 15$J **b) V = 5,0 m/s**
6. ALTERNATIVA E
7. ALTERNATIVA C
8. ALTERNATIVA A
9. ALTERNATIVA B
10. a) $\tau = 500$ J **b) V = 30 m/s**