



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Departamento de Estudos Básicos e Instrumentais

5 - Dinâmica

Física I

Prof. Roberto Claudino Ferreira

Índice

1. Conceitos Fundamentais;
2. Força;
3. Leis de Newton;
4. Força Normal e Força Peso;
5. Atrito;
6. Força Elástica;
7. Energia e Trabalho;
8. Leis da Conservação.

OBJETIVO GERAL

Alcançar um entendimento das leis de Newton e das leis da conservação assim como suas aplicações práticas, através de abordagens conceituais e demonstrações matemáticas.

DINÂMICA E FORÇA

- Dinâmica: Ciência que estuda o movimento de um corpo levando em consideração as causas e consequências desse movimento.
- Força: resultado da interação entre os corpos, causando movimento, equilíbrio e deformação. Sua unidade no SI é o Newton (N) e trata-se de uma grandeza vetorial \vec{F} .
- Força resultante: É a soma vetorial de duas ou mais forças que atuam num corpo.

LEIS DE NEWTON

- 1ª Lei de Newton: É o Princípio da Inércia;
- 2ª Lei de Newton: Princípio Fundamental da Dinâmica $\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$;
- 3ª Lei de Newton: Princípio da Ação e reação

1ª LEI DE NEWTON

PRINCÍPIO DA INÉRCIA

- Aristóteles afirmava que o estado natural dos objetos era o repouso;
- Galileu, defendeu que o corpo pode estar naturalmente em repouso $\vec{v} = 0 \leftrightarrow \vec{F}_R = 0$ ou em equilíbrio dinâmico (MU) $\vec{v} \neq 0 \leftrightarrow \vec{F}_R = 0$;
- Galileu descreveu sua hipótese em: “Diálogos sobre os *dois Principais Sistemas do Mundo*”, mas não provou.

1ª LEI DE NEWTON

PRINCÍPIO DA INÉRCIA

- Então Newton enunciou que: **Um corpo dotado de massa, tende a permanecer em repouso ou em MU, a menos que forças externas provoquem variação nesse movimento.**
- Exemplos.
- Massa é a medida numérica da inércia, no SI a unidade de medida é o kg.

2ª LEI DE NEWTON

PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA

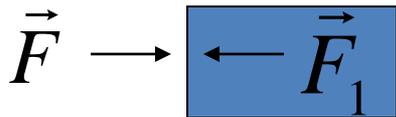
➤ Este princípio estabelece uma proporcionalidade entre causa (força) e efeito (aceleração).

$$\vec{F}_R = m\vec{a}$$

3ª LEI DE NEWTON

LEI DA AÇÃO E REAÇÃO

- Se um corpo A exerce uma força num corpo B, este reage em A com força oposta;
- Exemplos;
- As forças de ação e reação nunca se equilibram, pois estão sendo aplicadas em corpos diferentes;

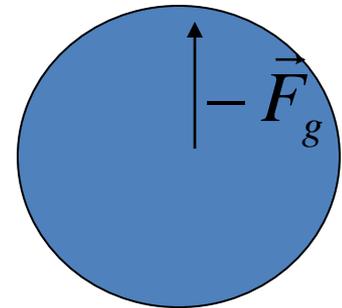
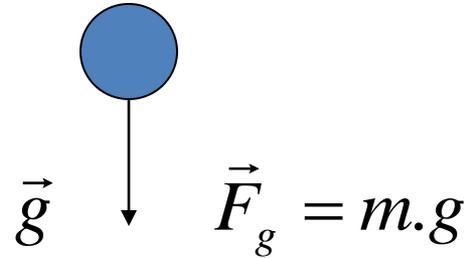


1º Problema:

Um disco no gelo está (a) sob a ação de uma força F_1 , no sentido positivo do eixo x , (b) sob a ação de duas forças opostas F_1 e F_2 ambas no eixo x , (c) sob a ação de uma força F_2 no sentido negativo do eixo x e de uma força F_3 que está inclinada abaixo do eixo x sob um ângulo $\theta = 30^\circ$ em relação a x . O movimento do disco é unidimensional, a massa do disco é $m = 0,2$ kg. As forças $F_1 = 4\text{N}$ e $F_2 = 2\text{N}$ e $F_3 = 1\text{N}$. Qual é a aceleração do disco em cada situação?

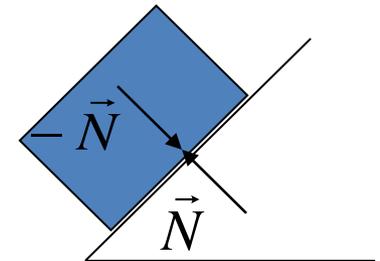
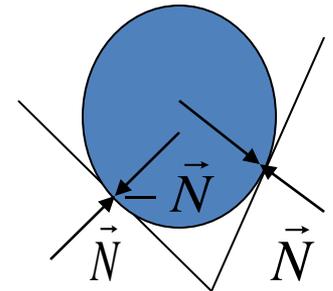
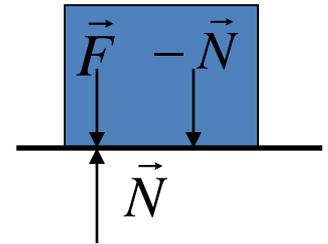
FORÇA GRAVITACIONAL

- Força de atração gravitacional que a Terra exerce sobre um corpo;
- É uma força de ação;
- Tem sentido e direção da aceleração da gravidade;
- Unidade de medida no SI é o Newton (N).



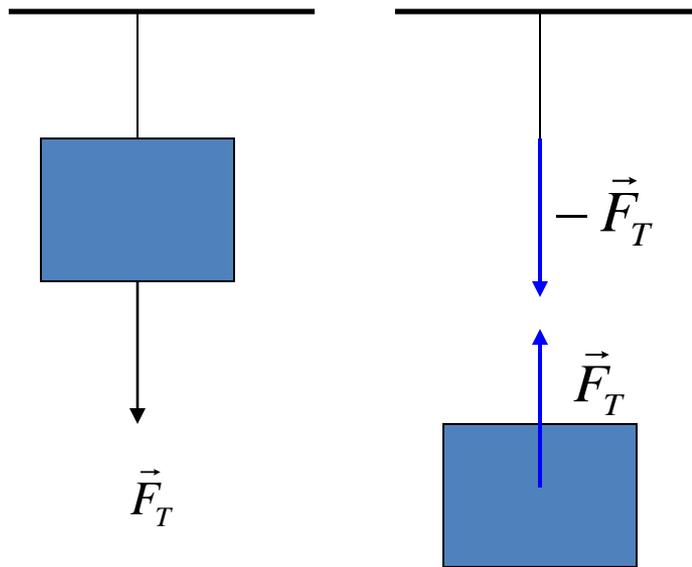
FORÇA NORMAL

- Força de reação à compressão de um corpo em uma superfície sólida, sua direção é perpendicular à linha que tangencia as superfícies no ponto de apoio, e seu sentido é contrário à compressão;
- $\vec{F}_N = \text{compressão} = \vec{F}_g = m \cdot \vec{g}$.
- Unidade no SI é o Newton (N).



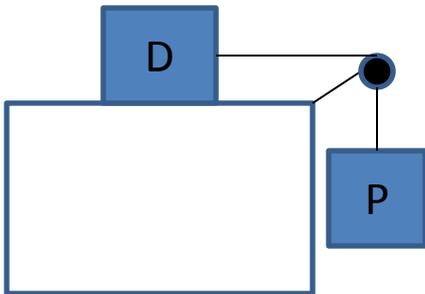
FORÇA de TRAÇÃO

- Ocorre quando um corpo aplica uma força num fio (inextensível e de massa desprezível).
- Unidade no SI é o Newton (N).



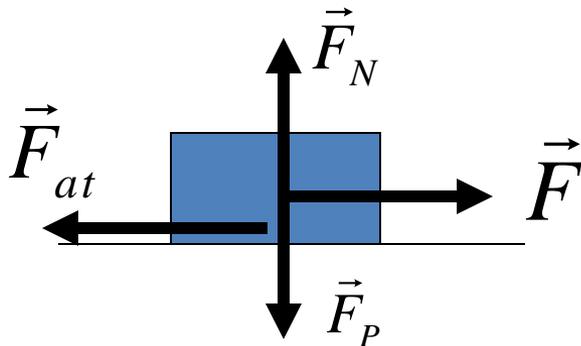
2º Problema:

Um bloco D deslizando como mostra a figura, de massa $M = 3,3\text{kg}$, está livre para se mover ao longo de uma superfície horizontal sem atrito e está ligado, por uma corda que passa por uma polia sem atrito, a um segundo bloco P (o bloco pendente), de massa $m = 2,1\text{ kg}$. As massas da corda e da polia podem ser desprezadas em comparação com as massas dos blocos. Enquanto o bloco pendente P desce, o bloco deslizando D acelera para a direita. Determine (a) a aceleração do bloco D, (b) a aceleração do bloco P e (c) a tensão na corda.



FORÇA de ATRITO

- Surge tangencialmente às superfícies, quando há escorregamento ou tendência de escorregamento entre superfícies sólidas que se comprimem;
- Depende da natureza das superfícies e do estado de polimento. μ é adimensional;



$$\vec{F}_{ate} = \vec{F}$$

$$\vec{F}_{ate} = \vec{F}_{at\max} = \vec{F}$$

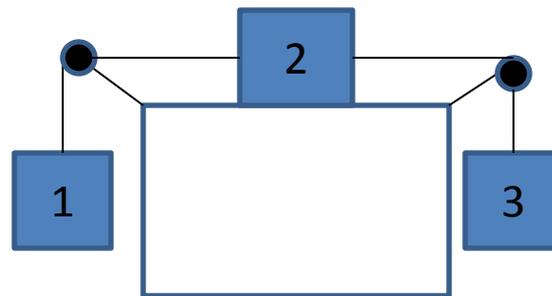
$$\vec{F}_{at\max} = \mu_e \cdot \vec{F}_N$$

$$\vec{F}_{atc} = \mu_c \cdot \vec{F}_N$$

$$\vec{F}_{atc} = \mu_c \cdot \vec{F}_N$$

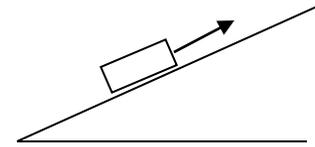
3º Problema:

Quando os três blocos da figura são liberados a partir do repouso, aceleram com um módulo de $0,5 \text{ m/s}^2$. O bloco 1, tem massa M , o bloco 2 tem massa $2M$, o bloco 3 tem massa $2M$. Qual é o coeficiente de atrito cinético entre o bloco 2 e a mesa?



4º Problema:

Na figura uma corda puxa para cima uma caixa de biscoitos ao longo de um plano inclinado sem atrito cujo ângulo é $\theta = 30^\circ$. A massa da caixa é $m = 2 \text{ kg}$, e o módulo da força exercida pela corda é $T = 65,0 \text{ N}$, despreze o atrito. Qual é a componente da aceleração da caixa ao longo do plano inclinado.



5º Problema:

Considere o problema anterior com atrito, sendo que o coeficiente de atrito cinético vale 0,3.

FORÇA de ARRASTO

➤ Quando um corpo se movimenta por um fluido ou vice-versa, promovendo uma velocidade relativa entre fluido e sólido, surge a **Força de Arrasto**, que é oposta ao movimento e paralela à direção do movimento relativo do fluido.

$$D = \frac{1}{2} C \rho A v^2$$

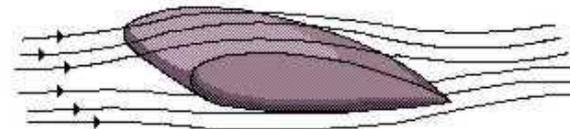
D = Força de Arrasto;

C = Coeficiente de Arrasto;

ρ = Densidade do ar;

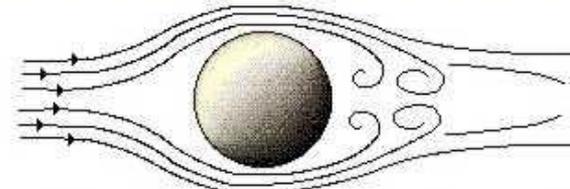
A = Área da Seção Reta Efetiva do Corpo;

v = Velocidade do corpo.



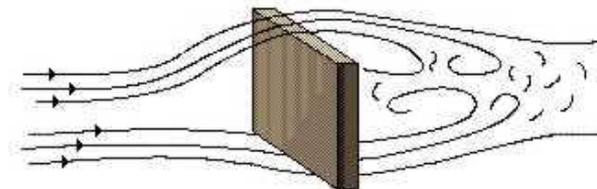
Forma de Asa

Arrasto mínimo
Não produz redemoinhos



Esfera

Arrasto médio
Poucos redemoinhos

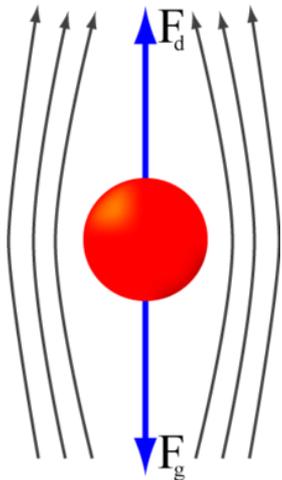


Plano

Grande arrasto
Muitos redemoinhos

VELOCIDADE TERMINAL

➤ Quando um corpo rombudo cai a partir do repouso, sofre a ação da força gravitacional apontando para baixo e da força de arrasto em oposição que aumenta proporcionalmente com a velocidade do corpo até se equilibrar com a força gravitacional. A partir deste instante a velocidade do corpo para de aumentar alcançando a **Velocidade Terminal**.



$$F_R = ma$$

$$D - F_g = ma$$

$$\frac{1}{2} C \rho A v_t^2 - F_g = 0$$

$$v_t = \sqrt{\frac{2F_g}{C\rho A}}$$

6º Problema:

Uma gota de chuva de raio = 1,5 mm cai de uma nuvem que está a uma altura de 1200 m acima do solo. O coeficiente de arrasto C da gota é 0,6. Suponha que a gota permanece esférica durante toda a queda. A massa específica da água é 1000 Kg/m^3 e a massa específica do ar é $1,2 \text{ kg/m}^3$. Determine:

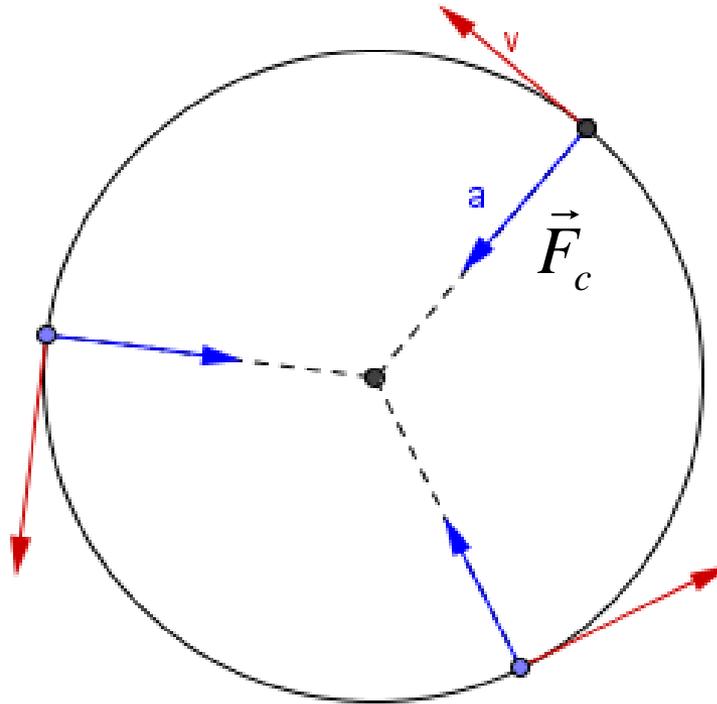
- (a) a velocidade terminal da gota.
- (b) a velocidade final da gota imediatamente antes do impacto com o chão se não existisse a força de arrasto.

FORÇA CENTRÍPETA

Acelera um corpo modificando direção da velocidade do corpo sem mudar a velocidade escalar. Esta força é devida à aceleração centrípeta e tem direção radial.

$$F_c = ma_c$$

$$F_c = m \frac{v^2}{R}$$



7º Problema:

Igor é um cosmonauta a bordo da Estação Espacial Internacional, em órbita circular em torno da Terra a uma altitude $h = 520 \text{ Km}$ e com uma velocidade escalar constante de $7,6 \text{ Km/s}$. A massa de Igor é 79 kg . (a) Qual é a aceleração de Igor? (b) Que força a Terra exerce sobre Igor?

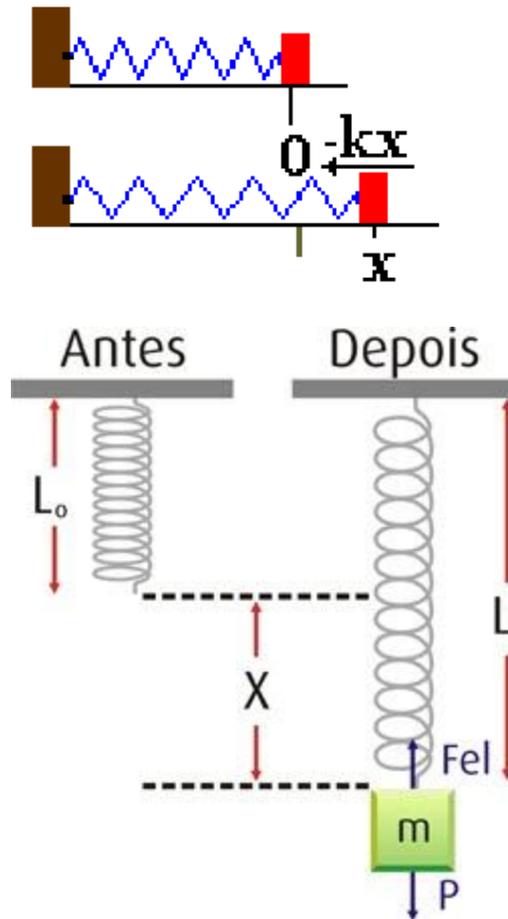
FORÇA ELÁSTICA

➤ Força proveniente de molas ou elásticos e trata-se de uma força restauradora;

➤ Intensidade é dada pela lei de Hooke: $F_S = -kx$

K = Constante elástica e

X = Variação do deslocamento da mola.



8º Problema:

Um bloco de 50 g é pendurado na ponta de uma mola de 50 cm que está em repouso e presa na vertical em um experimento do laboratório de Física. Após liberar o bloco, observou-se que a mola esticou até 55 cm. (a) Qual a constante da mola? (b) se o bloco tem massa 300g, qual seria a variação do comprimento da mola? (c) Se ao mudar novamente o bloco o comprimento da mola passasse a ser de 70 cm, qual seria a massa do bloco?

ENERGIA

- O que é energia?
- Unidade de medida no SI é o Joule, (J).

- **Energia Potencial:**

- Pode ser gravitacional ou elástica.

$$U(y) = mgy$$

$$U(x) = \frac{1}{2} kx^2$$

- **Energia Cinética:**

$$K = \frac{1}{2} mv^2$$

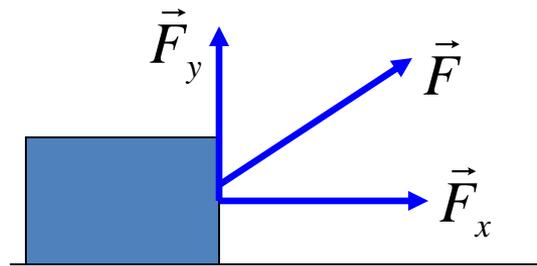
- **Energia Mecânica:**

$$\Delta E_{Mec} = \Delta K + \Delta U = 0$$

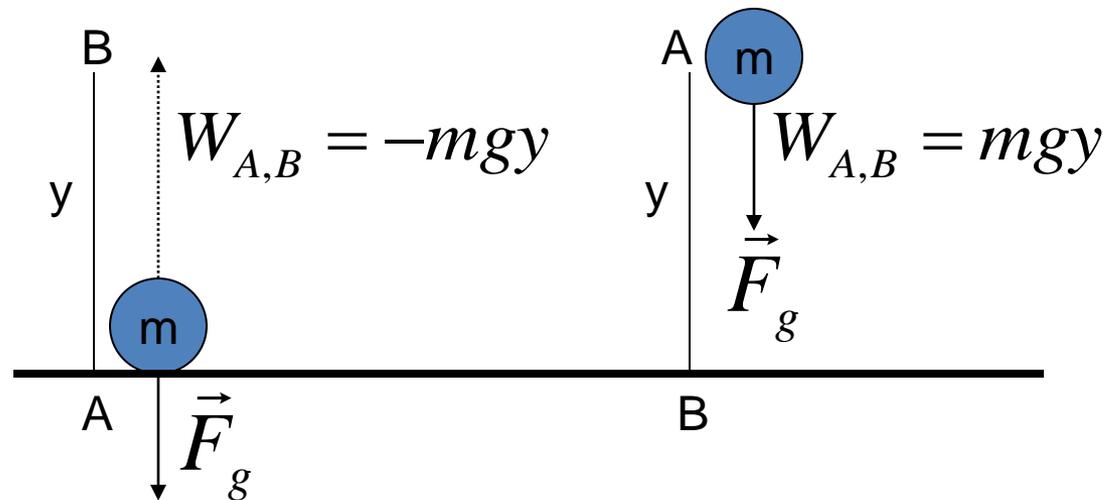
$$K_2 + U_2 = K_1 + U_1$$

TRABALHO DE UMA FORÇA CONSTANTE

Está relacionado a uma força e um deslocamento.



$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha$$

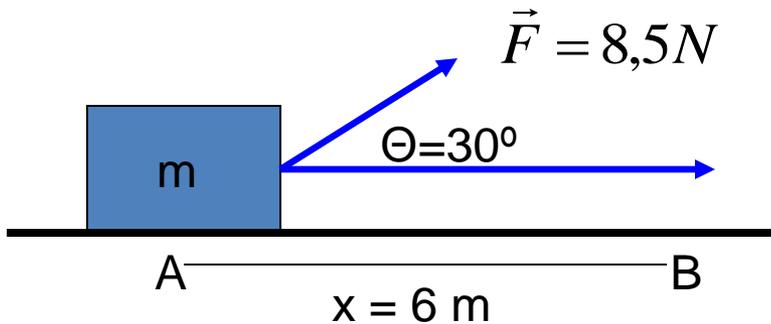


Trabalho
resistivo

Trabalho
motor

9º Problema:

Sabendo que o bloco da figura se desloca apenas de A para B. Calcule o trabalho realizado pela força F , no eixo x e no eixo y .



TRABALHO DE UMA FORÇA VARIADA

- É dado pela integral:

$$W = \int_{xi}^{xf} F(x)dx$$

- No caso de uma partícula que se move de uma posição inicial (r_i) de coordenadas (x_i, y_i, z_i) até uma posição final (r_f) é dado por:

$$W = \int_{xi}^{xf} F_x dx + \int_{yi}^{yf} F_y dy + \int_{zi}^{zf} F_z dz$$

10º Problema:

A força $\vec{F} = (3x^2N)\hat{i} + (4N)\hat{j}$, com x em metros, age sobre uma partícula, mudando apenas a energia cinética da partícula. Qual é o trabalho realizado sobre a partícula quando ela se desloca das coordenadas $(2m, 3m)$ para $(3m, 0m)$? A velocidade da partícula aumenta, diminui ou permanece a mesma?

TEOREMA DA ENERGIA CINÉTICA

O trabalho realizado pela força resultante que atua nesse corpo é igual a variação da energia cinética.

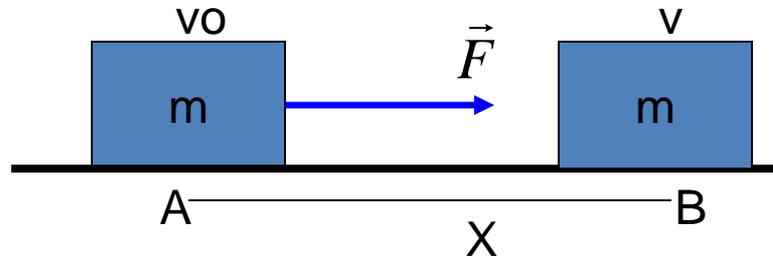
$$dW = F(x) \cdot dx = ma(x)dx$$

$$a = \frac{dv}{dt}, \quad v = \frac{dx}{dt},$$

$$\int_0^W dW = \int_{v_i}^{v_f} m \frac{dv}{dt} dx$$

$$W = m \int_{v_i}^{v_f} v dv$$

$$W = m \left[\frac{v^2}{2} \right]_{v_i}^{v_f}$$



$$W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$W = K_f - K_i$$

$$W = \Delta K$$

POTÊNCIA

Trata-se da taxa de variação com o tempo do trabalho realizado por uma força.

Potência média.

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

Potência Instantânea:

Potência de uma partícula em linha reta com uma força que faz um ângulo ϕ com o deslocamento.

$$P = \frac{dW}{dt}$$

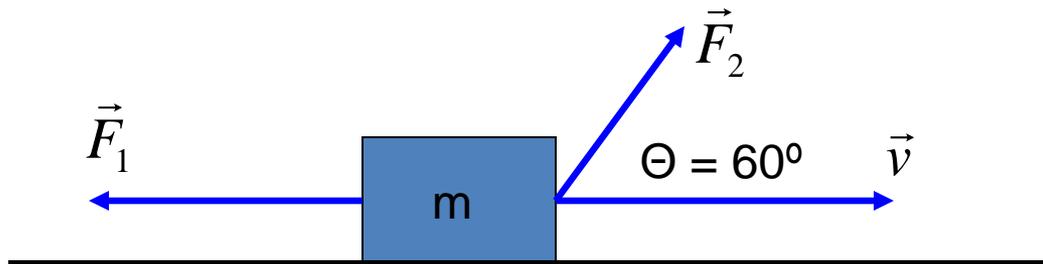
$$P = \frac{F(x)dx}{dt}$$

Para os casos em que $\phi = 0$ $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$

$$P = F \cos \phi \frac{dx}{dt}$$

11º Problema:

A figura mostra as forças constantes \vec{F}_1 e \vec{F}_2 que agem sobre uma caixa enquanto ela desliza para a direita sobre um piso sem atrito. A força \vec{F}_1 é horizontal, de módulo 2,0 N; a força \vec{F}_2 está inclinada para cima de um ângulo de 60° em relação ao piso e tem um módulo de 4,0 N. A velocidade escalar v da caixa em um certo instante é 3,0 m/s. Quais são as potências desenvolvidas pelas duas forças que agem sobre a caixa nesse instante? A potência total está variando nesse instante?



LEIS DA CONSERVAÇÃO

- No século XVIII, a comunidade científica europeia se mobiliza para o melhor uso da ciência nos meios de produção.



Carnot



Hemholtz

Eles elaboraram um dos mais importantes princípios da Física:

A conservação da Energia.

CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA

$K_2 + U_2 = K_1 + U_1$ Conservação da Energia Mecânica

$$K_2 - K_1 = U_1 - U_2$$

$$\Delta K = -\Delta U$$

$$\Delta K = W$$

$\Delta U = -W$ Variação da Energia Potencial

A partir da variação da Energia Potencial podemos encontrar a Força.

$$\Delta U = -W$$

$$\Delta U(x) = -F(x)\Delta x$$

$$F(x) = -\frac{dU(x)}{dx}$$

12º Problema:

Um caminhão perdeu os freios quando estava descendo uma ladeira a 130 Km/h e o motorista dirigiu o veículo para uma rampa de emergência sem atrito com inclinação de 15° . A massa do caminhão é 12000 Kg. (a) Qual é o menor comprimento L que a rampa deve ter para que o caminhão pare (momentaneamente) antes de chegar ao final? (suponha que o caminhão pode ser tratado como uma partícula e justifique essa suposição.) O comprimento mínimo L aumenta, diminui ou permanece o mesmo (b) se a massa do caminhão for menor e (c) se a velocidade for menor?