MECÂNICA
2025

FÍSICA

ANTONIO MARCOS

DINÂMICA

Força é o agente físico que produz efeito dinâmico

Força resultante : É a soma vetorial de todas as forças atuantes sobre um corpo.

LEIS DE NEWTON

1ª LEI – INÉRCIA

Se um corpo está em repouso ou em movimento retilíneo uniforme a força resultante sobre ele é nula, ou seja, sua condição é de equilíbrio, em virtude da inércia.

F_R=0 → **EQUILÍBRIO**

REPOUSO (V=0) → **EQUILÍBRIO ESTÁTICO**

M.R.U. (V→ CONSTANTE) → **EQUILÍBRIO DINÂMICO**

IMPORTANTE : Inércia consiste na tendência natural que os corpos possuem em manter a mesma velocidade.


ADAC
GLOBAL NCAP
LATIN NCAP

2ª LEI – PRINCÍPIO FUNDAMENTAL

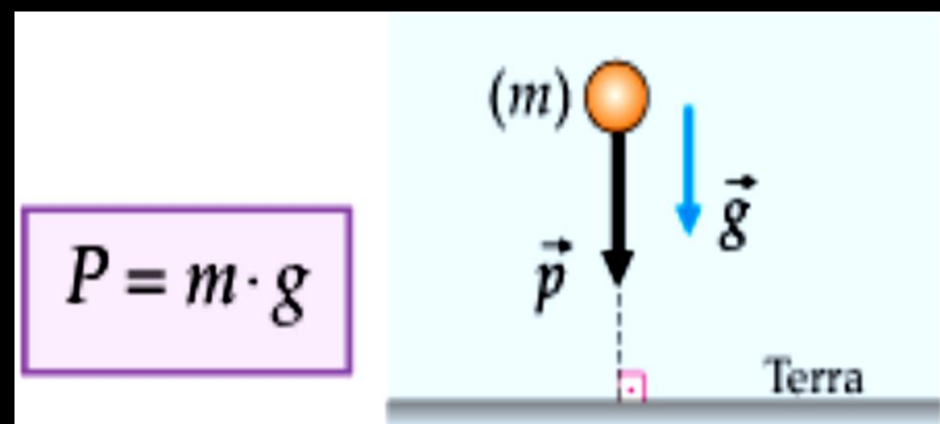
- ***A resultante das forças que agem num corpo é igual ao produto de sua massa pela aceleração adquirida.***

$$\vec{F_R} = \mathbf{m}.\vec{a}$$

- **Força Peso**

$$\vec{F_R} = \mathbf{m}.\vec{a}$$

$$\vec{P} = \mathbf{m}.\vec{g}$$



Adotando-se g=10m/s²

Sugestão de exercício

(CFT-MG)

Disponível em: <http://tirinhasdefisica.blogspot.com.br>. Acesso em: 1º out. 2012.

Ao analisar a situação representada na tirinha acima, quando o motorista freia subitamente, o passageiro

a) mantém-se em repouso e o para-brisa colide contra ele.

b) tende a continuar em movimento e colide contra o para-brisa.

c) é empurrado para frente pela inércia e colide contra o para-brisa.

d) permanece junto ao banco do veículo, por inércia, e o para-brisa colide contra ele.

Sugestão de exercício

(UFF) O peso de um corpo correspondente à força de um Newton, tem a mesma ordem de grandeza de:

a) Um litro de leite.

b) Uma criança recém nascida.

c) Um homem adulto.

d) Uma moeda de um real.

Uma pequena xícara cheia de café.

Adote: $g=10m/s^2$

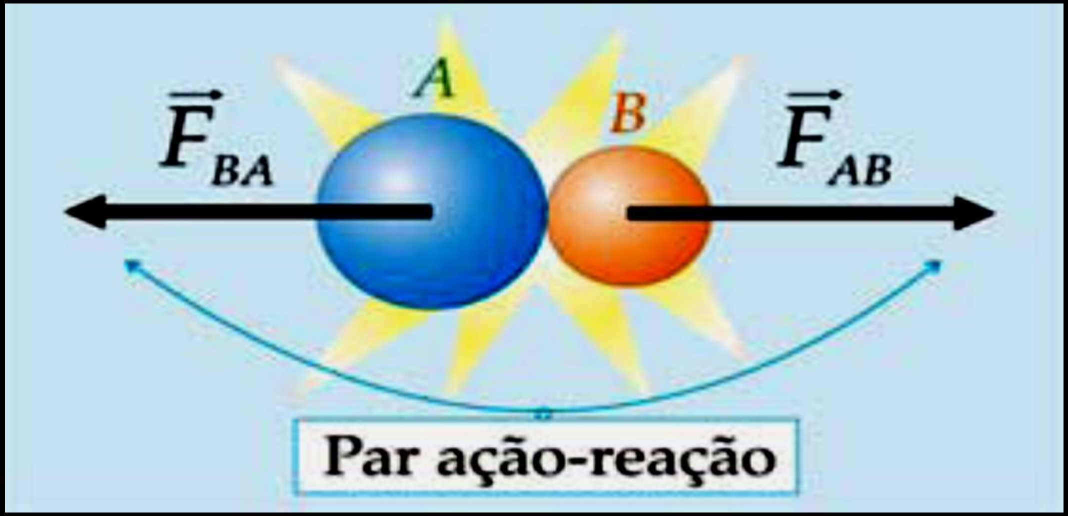
$$\boxed{P = m.g}$$

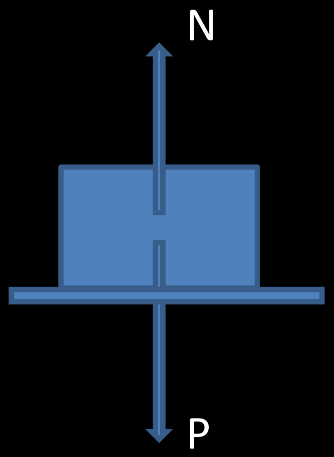
$$\boxed{1 = m.10}$$

$$\boxed{m = \frac{1}{10}\text{kg}} \rightarrow \boxed{m = 0,1\text{kg}} \rightarrow \boxed{m = 100\text{g}}$$

3ª lei – Ação e reação

Se um corpo A aplicar uma força sobre um corpo B, na mesma medida, o corpo B reage sobre A com força de mesma intensidade, mesma direção e sentido contrário.





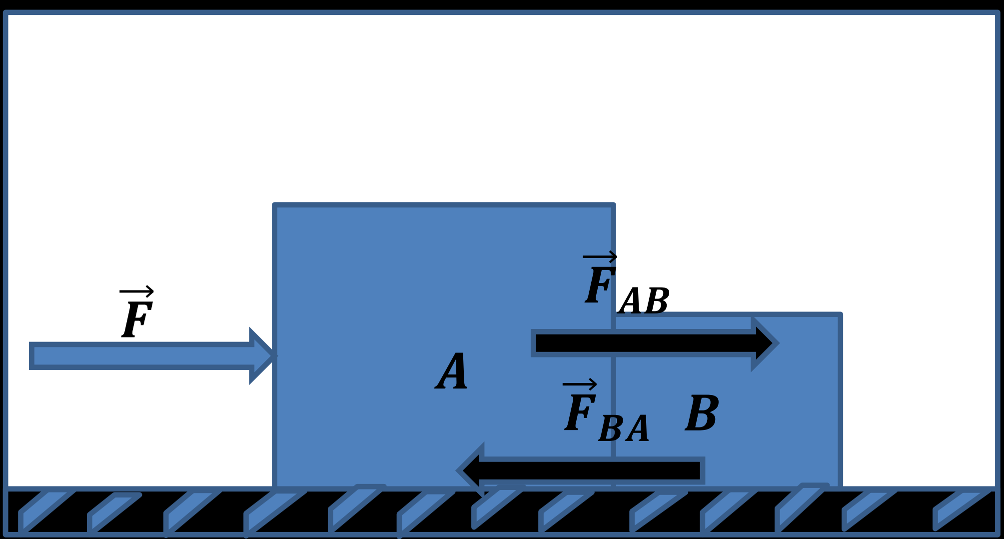
IMPORTANTE: O PAR AÇÃO-REAÇÃO É VALIDO ENTRE OS CORPOS ENVOLVIDOS E NÃO ENTRE AS FORÇAS, POIS AS MESMAS SÃO APENAS ELEMENTOS COMPONENTES DO SISTEMA.

APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON

Dois corpos A e B de massas respectivamente iguais a 2kg e 3kg, estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa. A força horizontal F = 10N constante é aplicada no bloco A. Determine:

a) a aceleração adquirida pelo conjunto;

b) a intensidade da força que A aplica em B.



$$\begin{cases} \vec{F} - \cancel{\vec{F}_{BA}} = m_A.a \\ \cancel{\vec{F}_{AB}} = m_B.a \end{cases}$$

$$\vec{F} = (m_A + m_B).a$$

$$10 = (2+3).a$$

$$10 = (5).a$$

$$\boxed{a = 2m/s^2}$$

$$\vec{F}_{AB} = m_B.a$$

$$\vec{F}_{AB} = 3.2$$

$$\boxed{\vec{F}_{AB} = 6N}$$

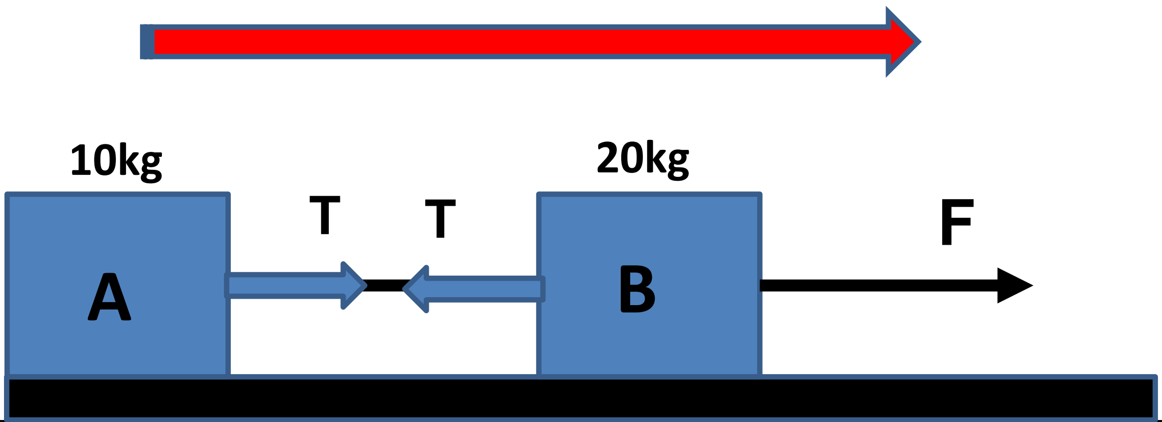
$$\vec{F}R_A = m_A.a \Rightarrow \vec{F} - \vec{F}_{BA} = m_A.a$$

$$\vec{F}R_B = m_B.a \Rightarrow \vec{F}_{AB} = m_B.a$$

APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON

Dois blocos, *A* e *B* estão unidos por um fio. Sendo o módulo da força de tração no fio igual a 200N, calcule a intensidade da força F. (É nulo o atrito entre os blocos e o plano horizontal.)

a) 800N
600N
c) 400N
d) 300N
e) 200N



$$\begin{cases} F - \cancel{T} = m_B . a \\ \cancel{T} = m_A . a \end{cases}$$

$$T = m_A . a$$

$$200 = 10 . a$$

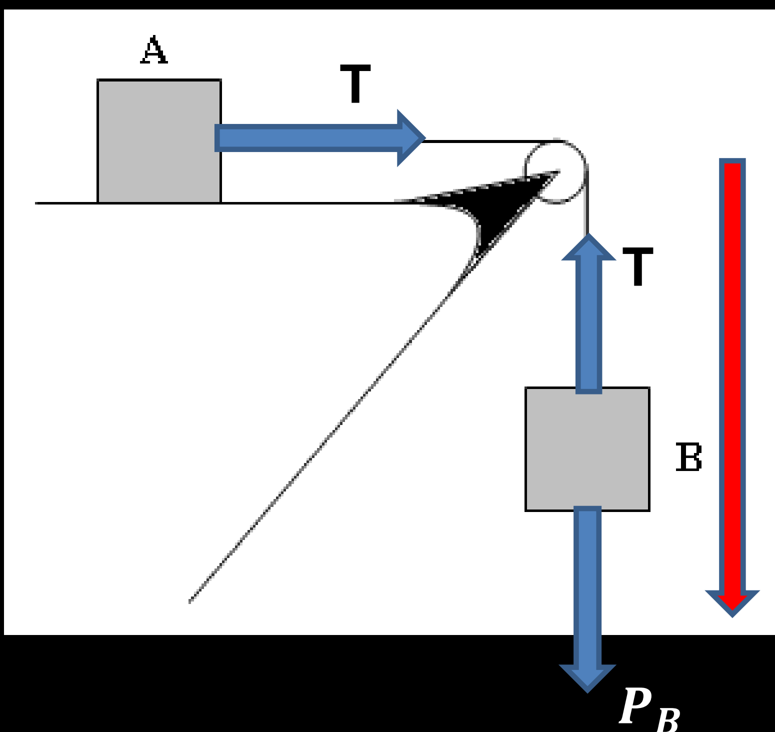
$$a = 20 m/s^2$$

$$F = (m_B + m_A) . a$$

$$F = (20+10) . 20 \longrightarrow \boxed{F = 600N}$$

APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON

No esquema abaixo as massas dos corpos *A* e *B* são, respectivamente, 3,0kg e 7,0kg. Desprezando os atritos, considerando a polia e o fio ideais, e adotando g = 10m/s^2, determine a aceleração do sistema e a tração no fio.



$$P_B - \cancel{T} = m_B.a$$

$$\cancel{T} = m_A.a$$

$$P_B = (m_B + m_A).a$$

$$70 = (7+3).a$$

$$70 = (10).a$$

$$\boxed{a = 7m/s^2}$$

$$T = m_A.a$$

$$T = 3.7$$

$$\boxed{T = 21N}$$

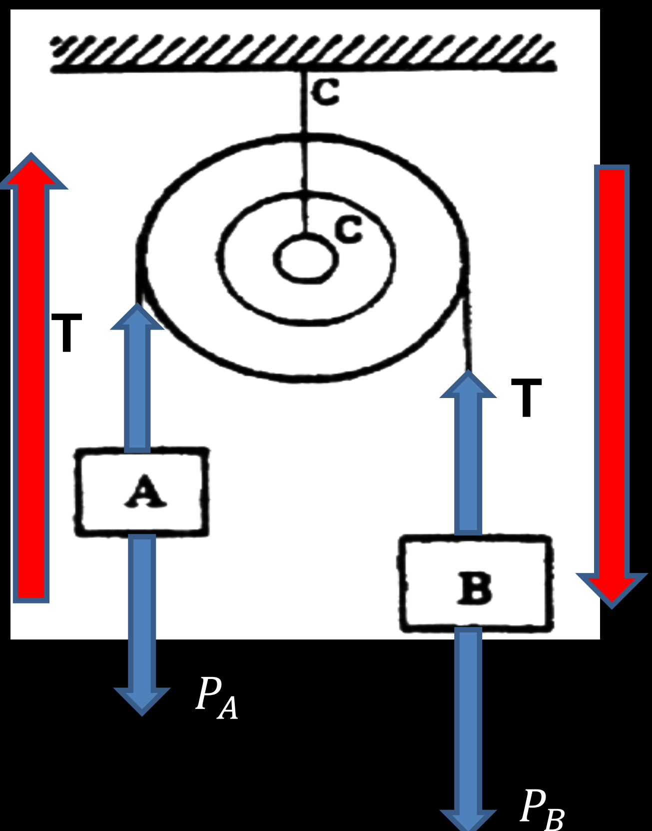
$$\boxed{P_B = m_B.g = 7.10 = 70N.}$$

APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON

Dois corpos *A* e *B*, de massa 2,0kg e 3,0kg, respectivamente, estão ligados por um fio inextensível e sem peso, que passa por uma polia sem atrito e leve, como mostra a figura.

Adote $g = 10 m/s^2$.

Determine a aceleração do sistema e a tração no fio que une os corpos A e B, em Newtons.



$$\boxed{P_A = m_A . g = 2.10 = 20N}$$

$$\boxed{P_B = m_B . g = 3.10 = 30N}$$

$$\begin{cases} P_B - \cancel{T} = m_B . a \\ \cancel{T} - P_A = m_A . a \end{cases}$$

$$P_B - P_A = (m_B + m_A) . a$$

$$30 - 20 = (3 + 2) . a$$

$$10 = (5) . a$$

$$\boxed{a = 2 m/s^2}$$

$$T - P_A = m_A . a$$

$$T - 20 = 2.2$$

$$T = 4 + 20$$

$$\boxed{T = 24N}$$

APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON

Para o sistema esquematizado abaixo, determine a aceleração dos corpos e as trações nos fios. Considere os fios e as polias ideais e despreze os atritos.

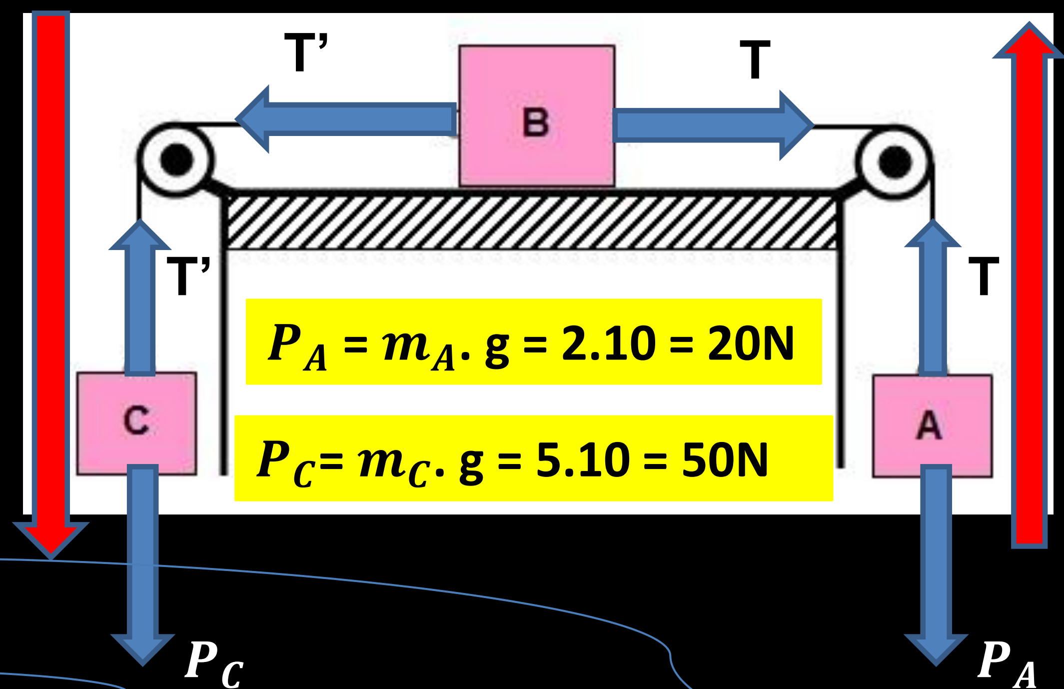
Dados:

$m_A = 2kg$

$m_B = 3kg$

$m_C = 5kg$

$g = 10m/s^2$



$$\begin{cases} P_C - \cancel{T'} = m_C . a \\ \cancel{T'} - \cancel{T} = m_B . a \\ \cancel{T} - P_A = m_A . a \end{cases}$$

$P_C - P_A = (m_C + m_B + m_A) . a$

$50 - 20 = (5 + 3 + 2) . a$

$30 = (10) . a$

$\boxed{a = 3m/s^2}$

$T - P_A = m_A . a$

$T - 20 = 2 . 3$

$T - 20 = 6$

$\boxed{T = 26N}$

$T' - T = m_B . a$

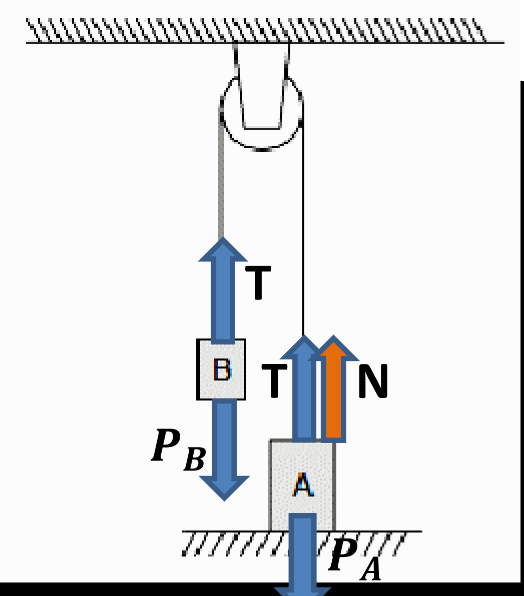
$T' - 26 = 3 . 3$

$T' - 26 = 9$

$\boxed{T' = 35N}$

APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON

Os corpos A e B, de massas $m_A = 3,0kg$ e $m_B = 2,0$ kg, são presos às extremidades de um fio de massa desprezível que passa por um roldana ideal fixa. Adota-se para a aceleração local da gravidade o valor 10 m/s^2. O corpo A está apoiado no solo, como mostra a figura.



$P_A = m_A . g = 3.10 = 30N$

$P_B = m_B . g = 2.10 = 20N$

$T = P_B$

$\boxed{T = 20N}$

$P_A = N + T$

$30 = N + 20$

$\boxed{N = 10N}$

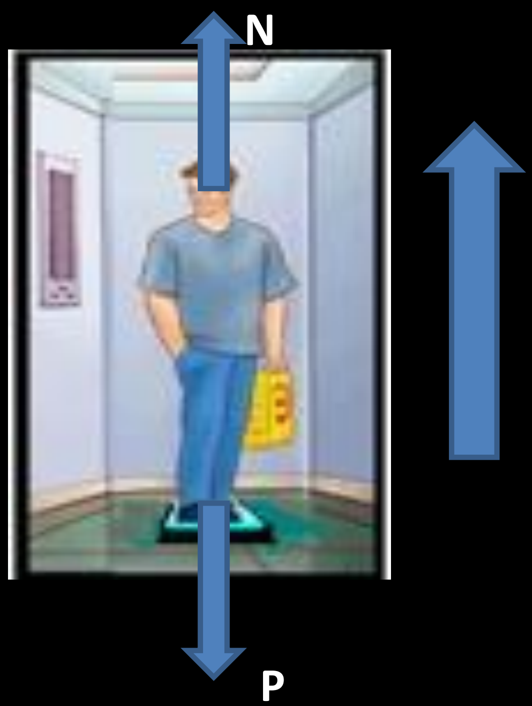
A força de tração no fio e a reação normal valem, respectivamente:

a) 5N e 10N
b) 20N e 10N
c) 15N e 30N
d) 10N e 30N
e) 20N e 50N

Aplicações da Terceira lei de Newton

PROBLEMAS COM ELEVADORES – "PESO APARENTE"

1º CASO: ELEVADOR SUBINDO



$N - P = m_H \, . \, a$

2º CASO: ELEVADOR DESCENDO

$P - N = m_H \, . \, a$

3º CASO: ELEVADOR EM REPOUSO OU MRU

$N = P$

Aplicações da Terceira lei de Newton

PROBLEMAS COM ELEVADORES – “PESO APARENTE”

ANALISANDO O 3º CASO - MRU

Exemplo: Um elevador sobe com velocidade constante com uma pessoa no seu interior que possui massa m e peso P. Determine, em Newtons, a reação Normal da superfície do assoalho sobre o corpo da pessoa.

$$N - P = m_{PESSOA} . \text{ a}$$

$$N - P = m_{PESSOA} . \cancelto{0}{\text{a}}$$

$$N - P = 0$$

$$\boxed{N = P}$$

LISTA DE FORÇA - QUESTÃO 19

Um elevador começa a subir, a partir do andar térreo, com aceleração de $5m/s^2$. O peso aparente de um homem de 60kg no interior do elevador, supondo $g = 10m/s^2$, é igual a:

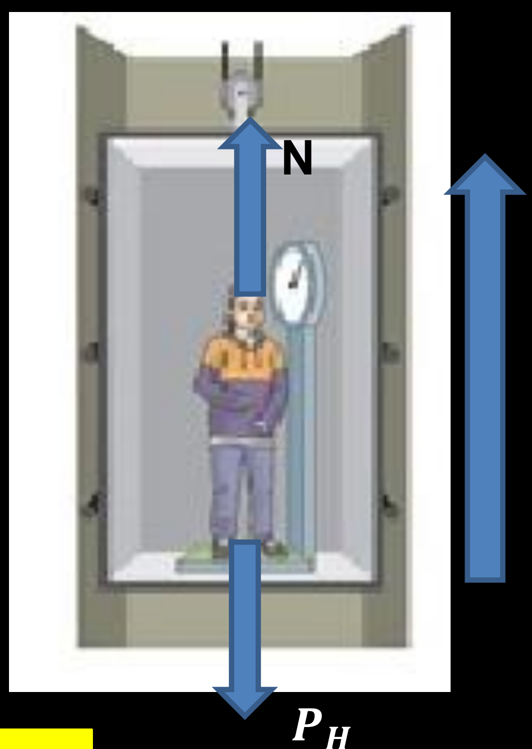
a) 60N.

b) 200N.

c) 300N.

d) 600N.

e) 900N.



$$N - P_H = m_H . a$$

$$N - 600 = 60.5$$

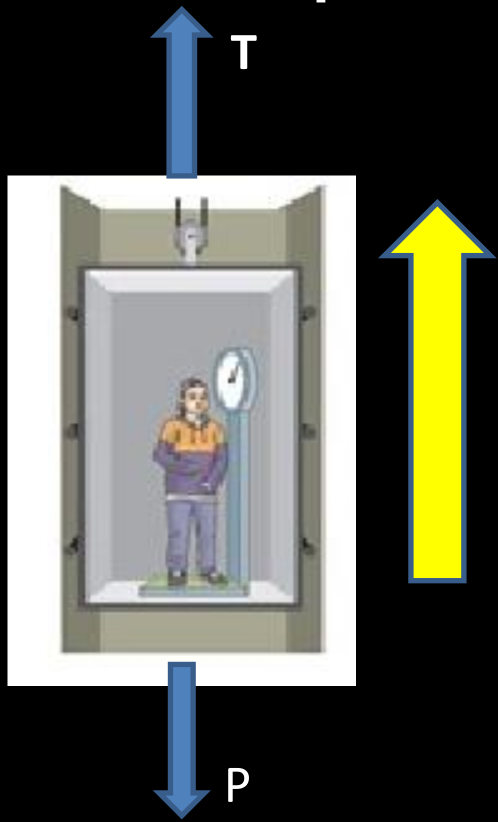
$$N - 600 = 300$$

N= 900N

$P_H = m_H . g$ =60.10=600N

Fique atento!!!

Um elevador de massa 200kg é sustentado por um cabo ideal que pode suportar com segurança uma tração máxima de 3.600N. Supondo a aceleração da gravidade igual a $10m/s^2$, determinar a aceleração máxima com que o elevador pode subir.



$$T - P_E = m_E . \text{a}$$

$$3600 - m_E . g = m_E . \text{a}$$

$$3600 - 200.10 = 200. \text{a}$$

$$3600 - 2000 = 200. \text{a}$$

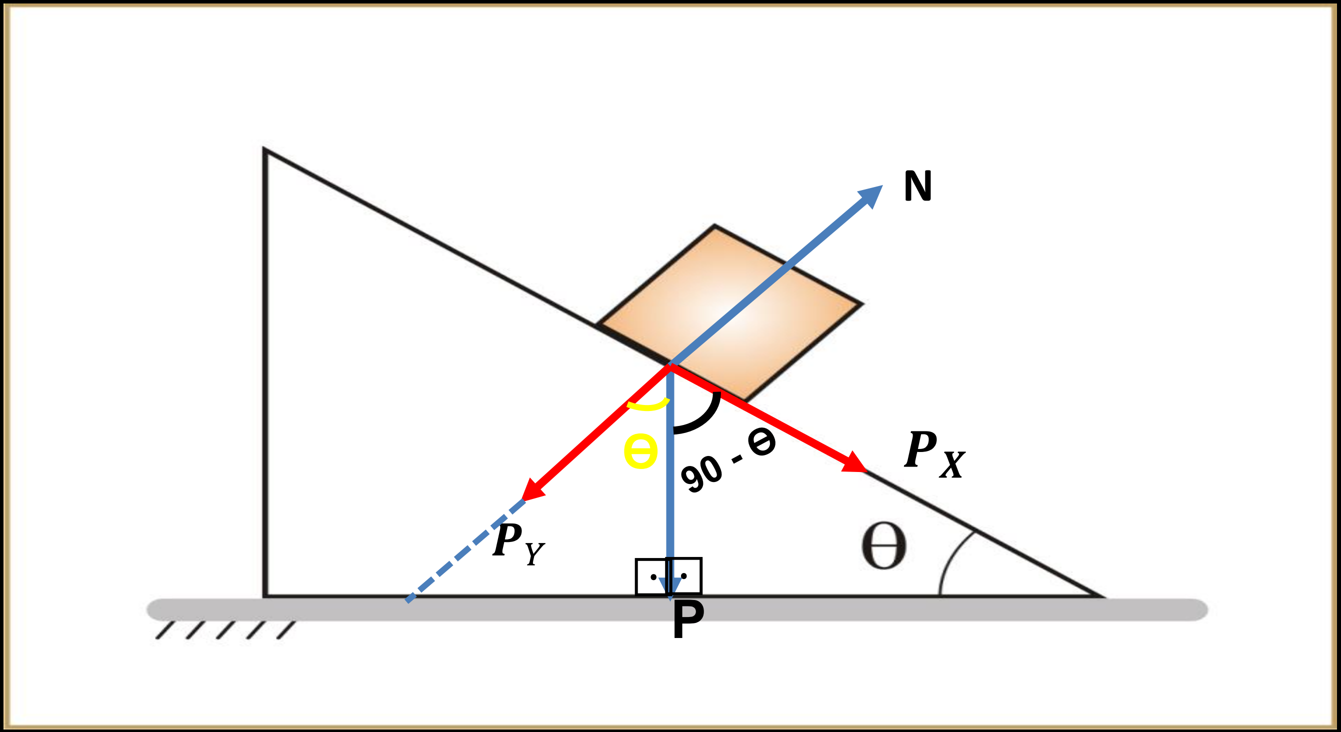
$$1600 = 200. \text{a}$$

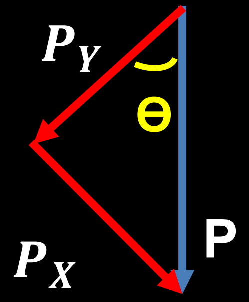
$$16 = 2. \text{a}$$

$$\boxed{a = 8m/s^2}$$

APLICAÇÕES DA 3ª LEI

PLANO INCLINADO (Sem atritos)





$$Sen\theta = \frac{Cateto\ oposto}{hipotenusa}$$

$$Cos\theta = \frac{Cateto\ adjacente}{hipotenusa}$$

$$Sen\theta = \frac{P_X}{P}$$

$$Cos\theta = \frac{P_Y}{P}$$

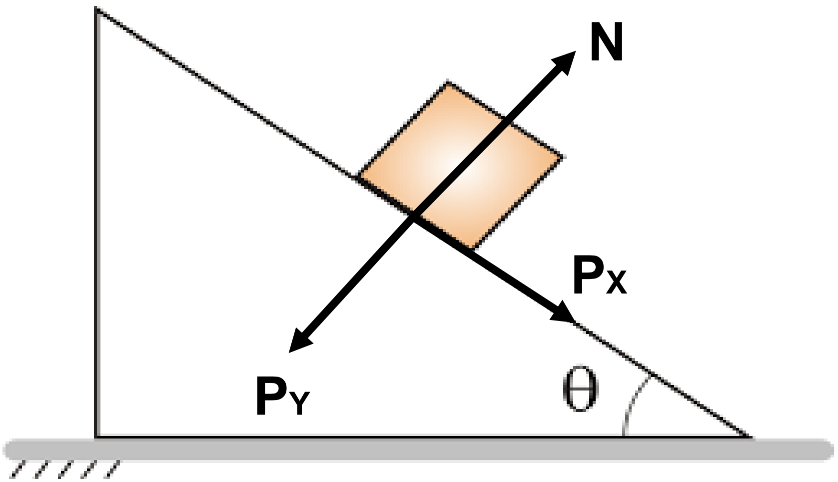
P_X = P.SENϴ

P_Y = P.Cosϴ

APLICAÇÕES DA 3ª LEI

PLANO INCLINADO sem atritos

$N = P_Y$



$F_R = P_X$

$$m.a = P.\,\mathrm{Sen}\theta$$

$$\cancel{m}.a = \cancel{m}.\,g.\,\mathrm{Sen}\theta$$

$$a = g.\,\mathrm{Sen}\theta$$

LISTA DE FORÇA

13. Um bloco de peso P desliza ao longo de um plano inclinado com atrito desprezível, conforme a figura. (Dado g = 10m/s, senΘ = 0,6, cosΘ = 0,8).
A aceleração do bloco em m/s^2 vale:

a) 2
b) 4
6
d) 8
e) 10

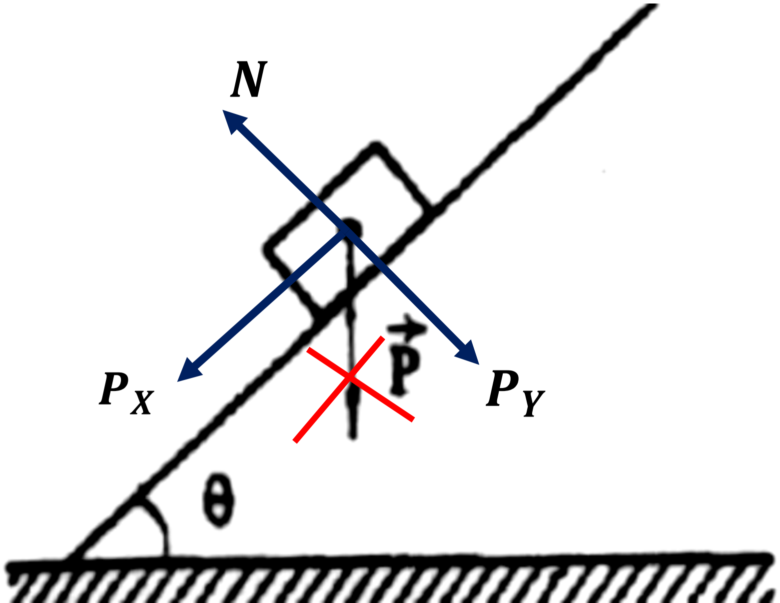
$$N = P_Y$$

$$F_R = P_X$$

$$a = g.\,\mathrm{Sen}\theta$$

$$a = 10.\,0{,}6$$

$$a = 6m/s^2$$



LISTA DE FORÇA

17. Um corpo *A*, de 8kg de massa, preso à extremidade de um cabo de massa desprezível, está apoiado sobre um plano inclinado de 30° com a horizontal e sem atrito, conforme a figura a baixo. O corpo *B* de 2Kg de massa está preso a outra extremidade do cabo que passa pela roldana fixa sem atrito. O sistema é abandonado do repouso. Com relação ao corpo *A*, pode-se afirmar que:

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

a) desce o plano com aceleração de $10 m/s^2$.
b) sobe o plano com aceleração de $10 m/s^2$.
desce com aceleração de $2{,}0 m/s^2$.
d) sobe com aceleração de $2{,}0 m/s^2$.
e) desce com aceleração de $1{,}0 m/s^2$.

$P_{X_A} = P_A . \text{Sen } \theta$

$P_{X_A} = m_A . g . \text{Sen} 30°$

$P_{X_A} = 8.10.\frac{1}{2}$

$P_{X_A} = 40 N$

$P_B = m_B . g$

$P_B = 2.10$

$P_B = 20\ N$

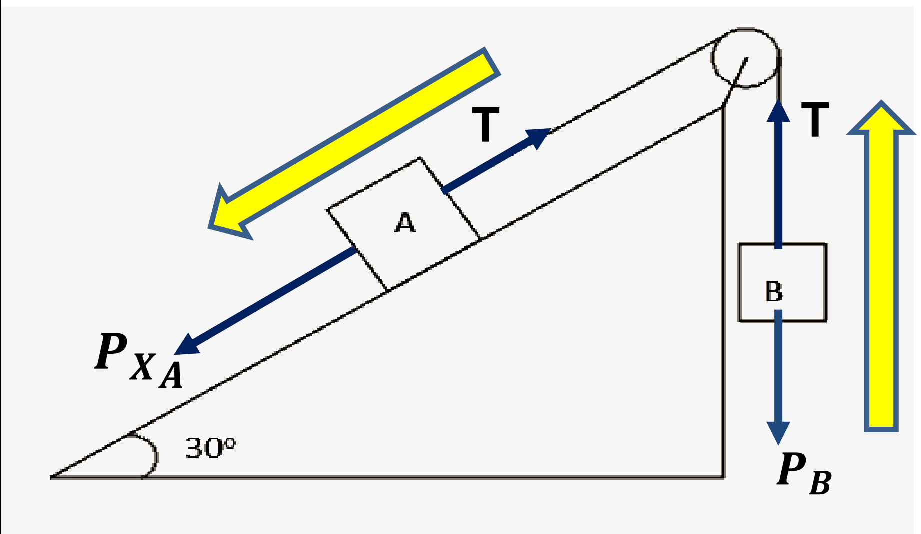
$$\begin{cases} P_{X_A} - \cancel{T} = m_A . a \\ \cancel{T} - P_B = m_B . a \end{cases}$$

$$P_{X_A} - P_B = (m_A + m_B) . a$$

$$40 - 20 = (8+2) . a$$

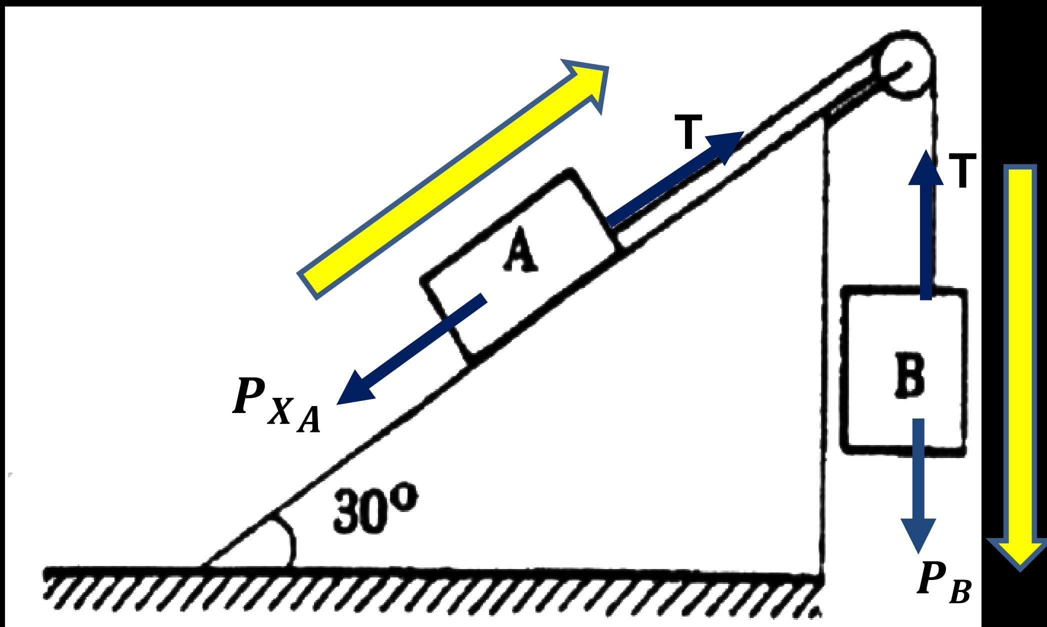
$$20 = (10) . a$$

$$a = 2 m/s^2$$



UNEB

As massas dos corpos *A* e *B* são, respectivamente, iguais a 2 kg. Sendo g = 10m/s² e sen 30° = 0,5; não existe atrito, e o fio e a polia são ideais.



$$\begin{cases} P_B - \cancel{T} = m_B.a \\ \cancel{T} - Px_A = m_A.a \end{cases}$$

$$P_B - P_{X_A} = (m_B + m_A).a$$

$$20 - 10 = (2+2).a$$

$$10 = (4).a$$

$$\boxed{a = 2{,}5 m/s^2}$$

De acordo com o exposto, calcule a aceleração do sistema e a tração no fio.

$$T - Px_A = m_A.a$$

$$T - 10 = 2.2{,}5$$

$$T - 10 = 5$$

$$\boxed{T = 15N}$$

$P_{X_A} = P_A.\text{Sen}\ \theta$

$P_{X_A} = m_A.g.\text{Sen}30°$

$P_{X_A} = 2.10.\frac{1}{2} \rightarrow P_{X_A} = 10N$

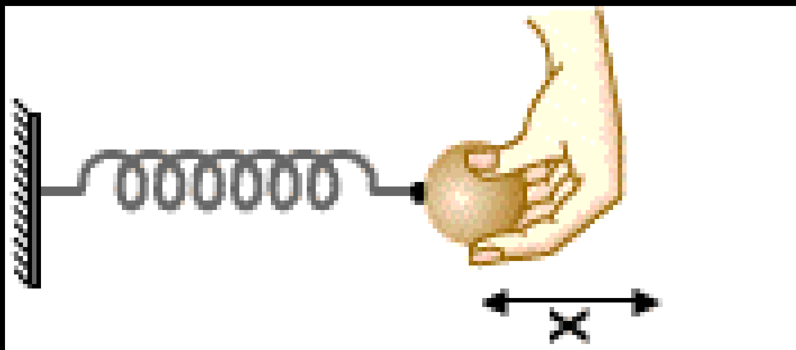
$P_B = m_B.g$

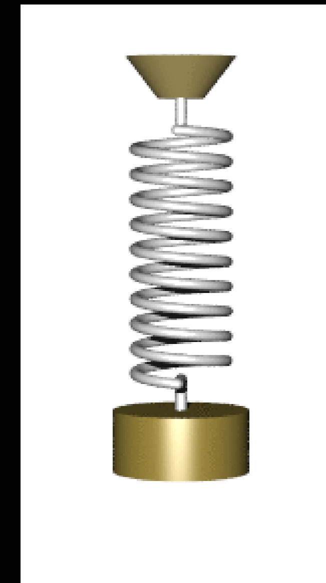
$P_B = 2.10$

$P_B = 20\ N$

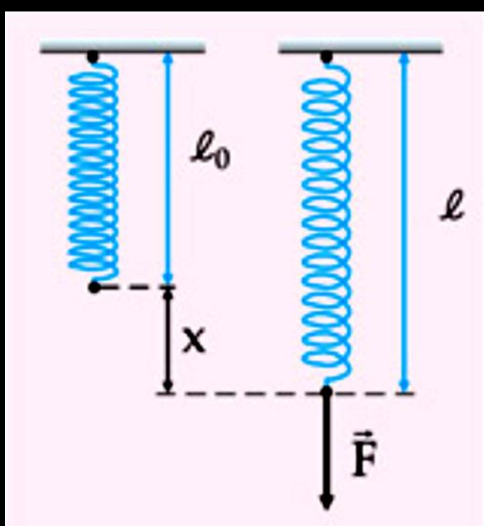
DEFORMAÇÕES ELÁSTICAS (X)

Lei de Hooke





Lei de Hooke: A força elástica é diretamente proporcional à deformação elástica de um sistema.

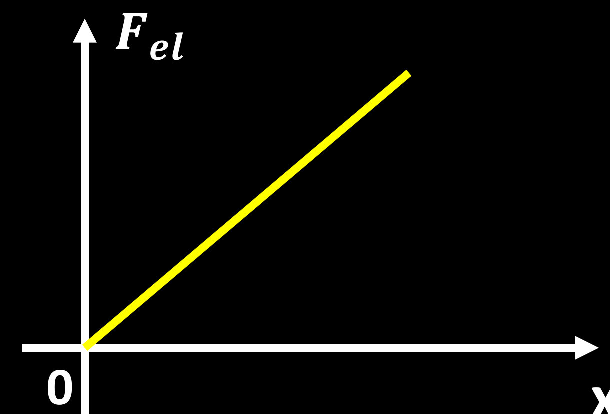


$x = |\ell - \ell_0|$

$$F_{el} \; \alpha \; x$$

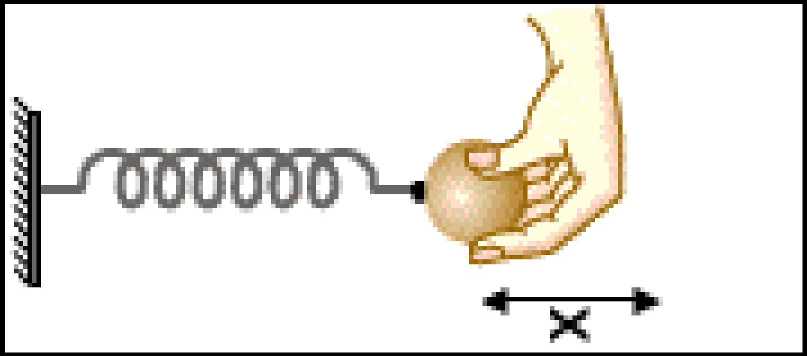
$$\underset{\text{N}}{F_{el}} = \underset{\text{N/m}}{\overset{\text{constante}}{k}} . \underset{\text{m}}{x}$$

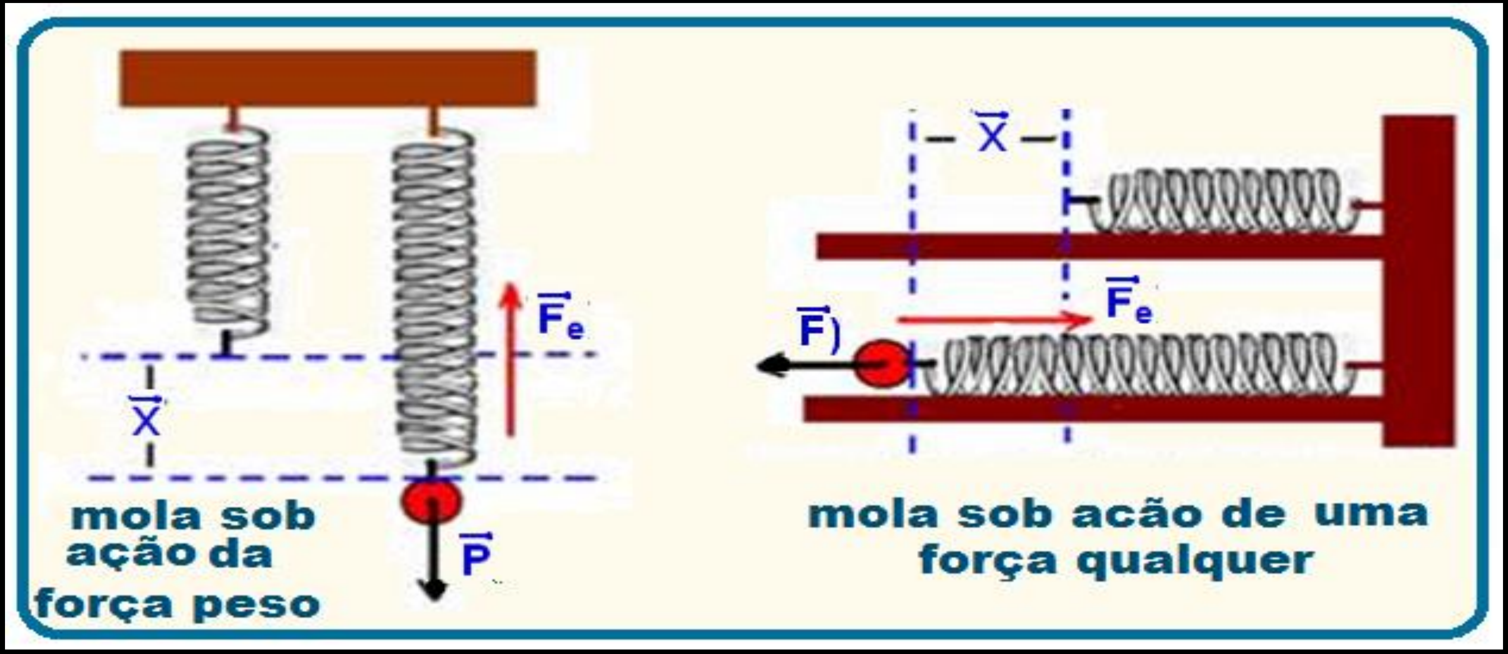
Análise gráfica



K → Determina o nível de consistência da mola ou corpo deformado.

Análise da deformação elástica

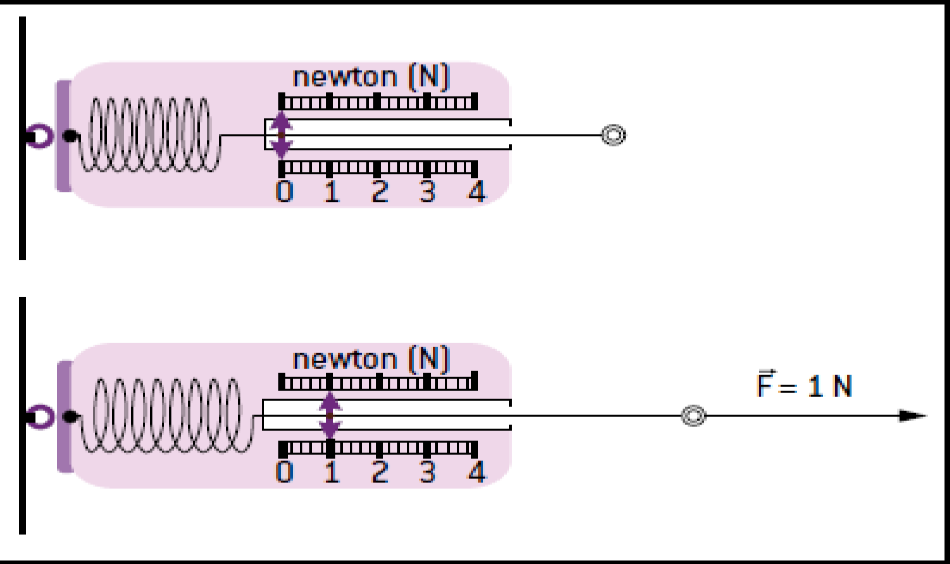


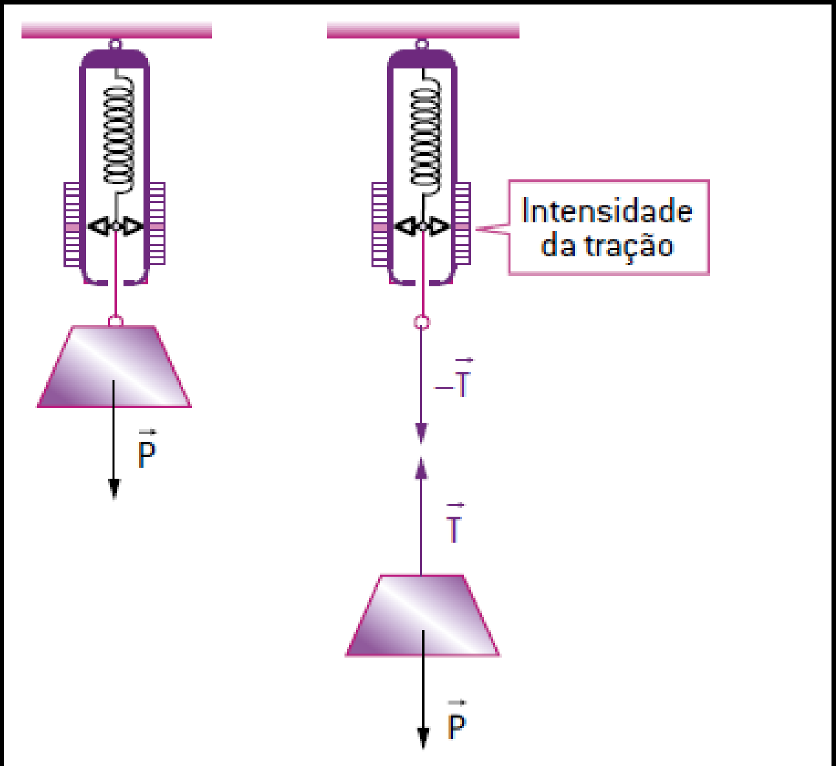


A força elástica é sempre contrária à força externa, tanto na distensão da mola quanto na compressão. Portanto, Fel = - F.

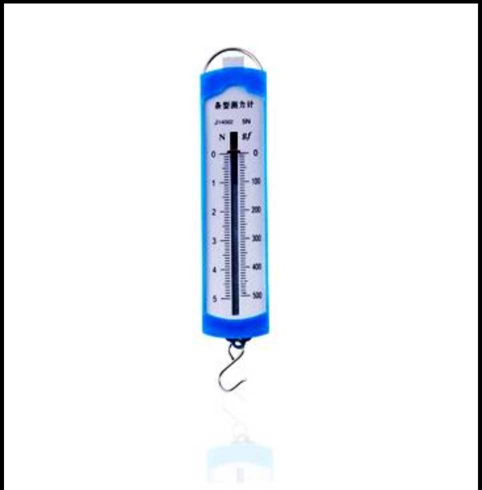
Dinamômetros

São aparelhos constituídos de uma mola e servem para medir a força em um local ou um sistema específico.

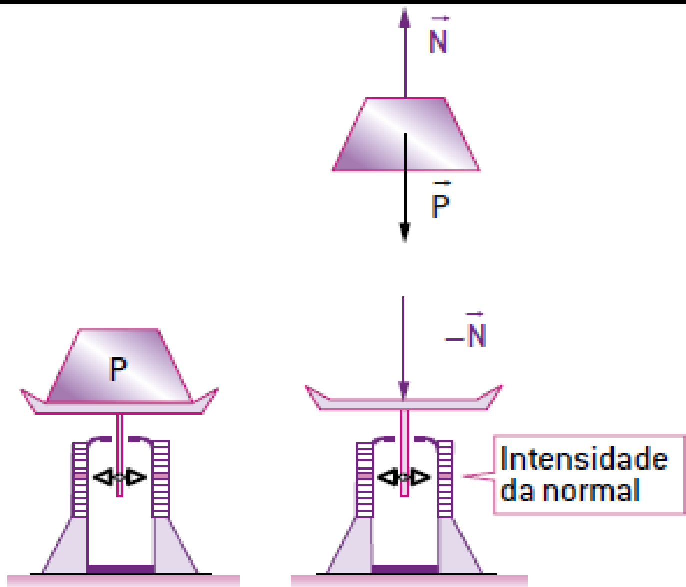




Dinamômetro de tração



Dinamômetros

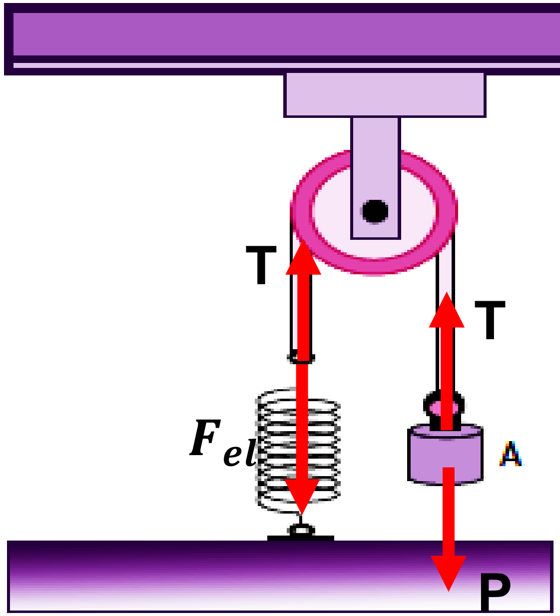


Dinamômetro de compressão

Dinamômetro de compressão usado em tratamentos de fisioterapia, para medir a quantidade de força do indivíduo.

EXERCÍCIO UNICID - SP

O bloco A, de massa 1,5 kg, preso a uma corda inextensível e de massa desprezível, é abandonado do repouso no momento em que a mola, de constante elástica k = 200 N/m e de massa desprezível, encontra-se não deformada. Despreze as resistências na polia e considere o sistema conservativo, a corda inicialmente esticada, mas não tensionada e g = 10 m/s².



O bloco A, após abandonado e por causa da deformação da mola, desce até atingir o ponto mais baixo de sua trajetória, sofrendo, nesse percurso, um deslocamento, em cm, igual a

a) 7,5
b) 10
c) 20
d) 25
e) 30

$$T = P$$

$$T = F_{el}$$

$$F_{el} = \mathrm{P}$$

$$k.x = \mathrm{m.g}$$

$$200.x = 1,5.10$$

$$200.x = 15$$

$$x = \frac{\cancel{15}}{\cancel{200}}$$

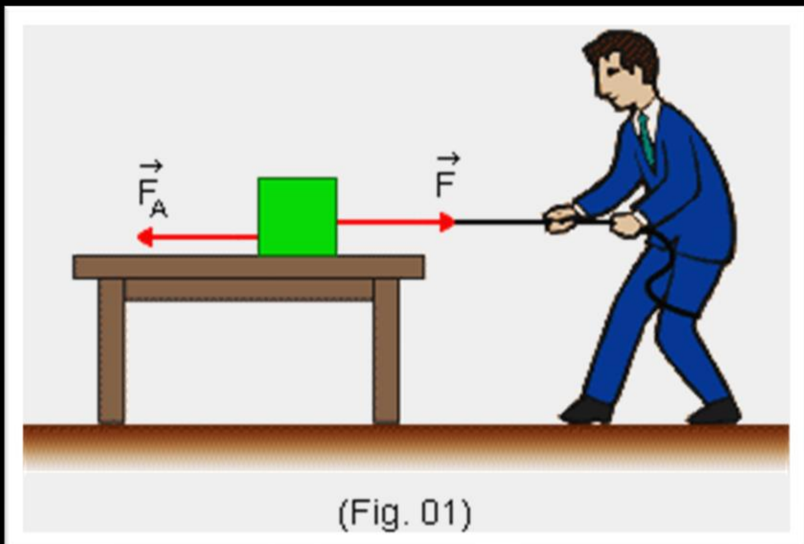
$$x = \frac{3}{40}$$

$$x = 0,075\mathrm{m}$$

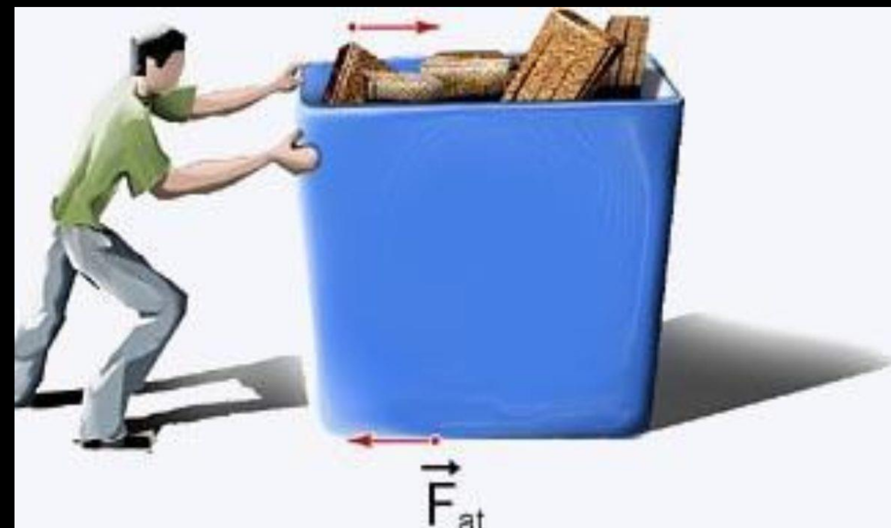
$$x = 7,5cm$$

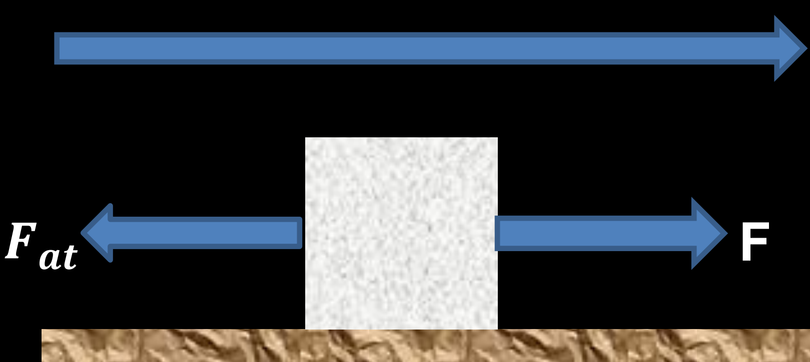
FORÇA DE ATRITO (Fat)

É toda força que se opõe ao deslizamento de um corpo ou à sua tendência de deslizar(iminência).



(Fig. 01)





$$F - F_{at} = \mathrm{m.a}$$

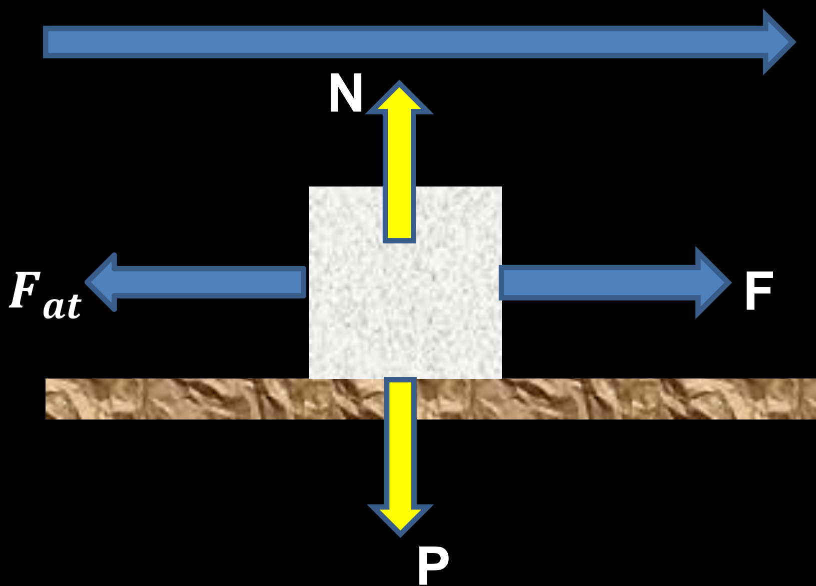
$$F_{at} = \mu . N$$

N N

Sem unidade (adimensional)

$\mu \rightarrow$ É *o coeficiente de atrito.*

Análise da força de atrito (Fat)



$$F - F_{at} = \mathbf{m.a}$$

Particularidades:

$$F = F_{at}$$ → Equilíbrio

- REPOUSO
- M.R.U
- IMINÊNCIA

$$F = F_{at}$$

$$m.a = \mu.N$$

$$m.a = \mu.P$$

$$\cancel{m}.a = \mu.\cancel{m}.g$$

$$|a| = \mu.g$$

LEIS DO ATRITO

FORÇA DE ATRITO (Fat)

ESTÁTICO

$$Fat_E = \mu_E . N$$

Impede o deslizamento

DINÂMICO

$$Fat_D = \mu_D . N$$

Permite o deslizamento

LEIS DO ATRITO

FORÇA DE ATRITO (Fat)

ESTÁTICO

$$Fat_E = \mu_E . N$$

Impede o deslizamento

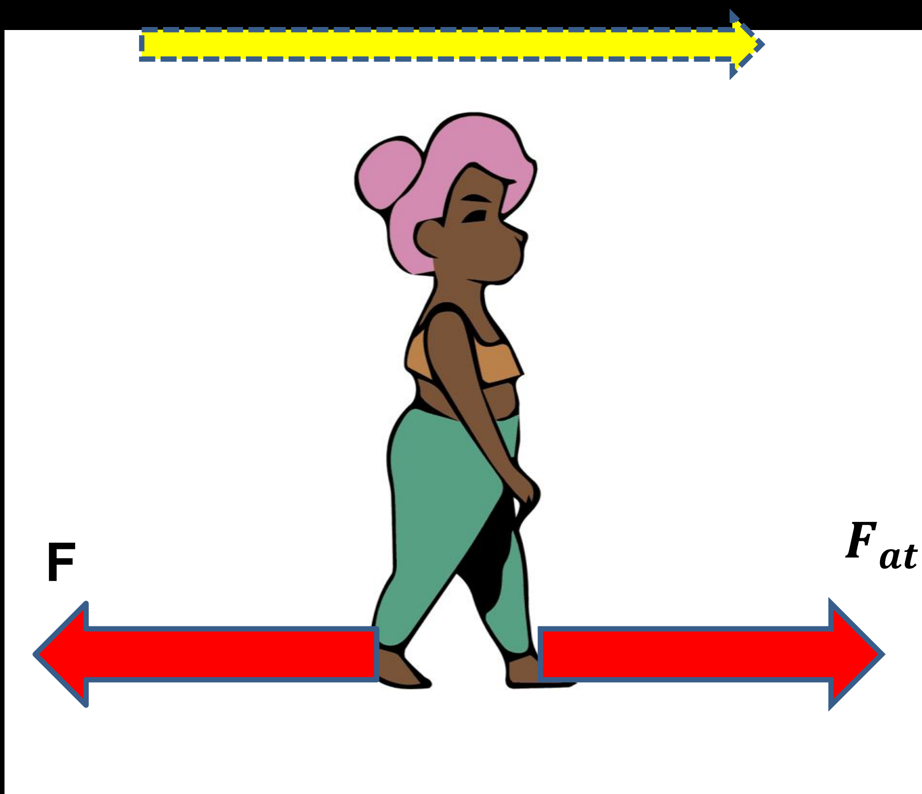
DINÂMICO

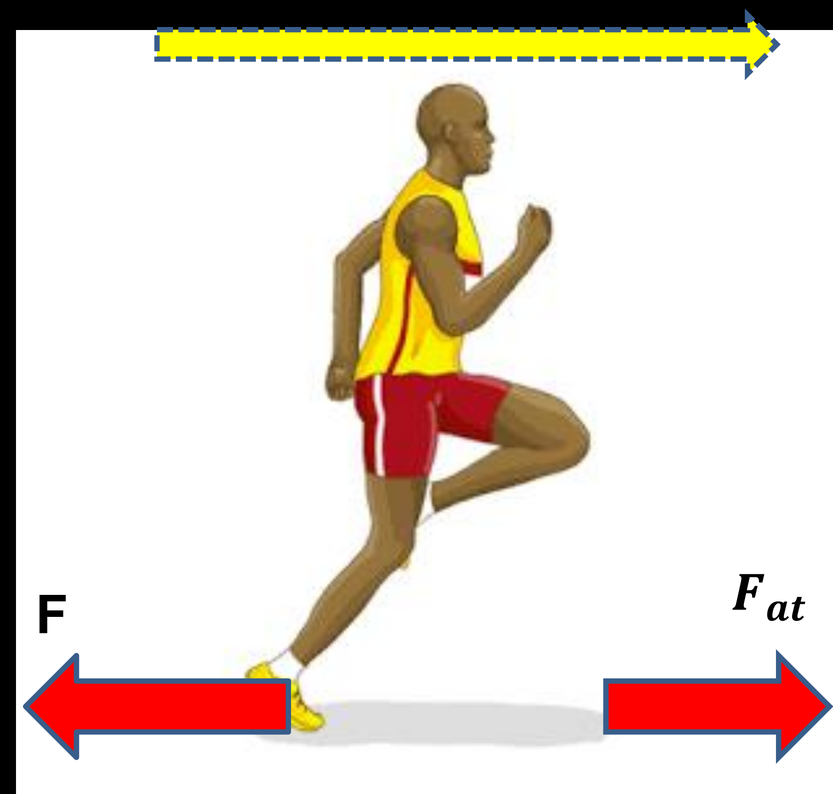
$$Fat_D = \mu_D . N$$

Permite o deslizamento

$$\mu_E > \mu_D$$

Fique atento!!!





A caminhada de uma pessoa tem Fat no mesmo sentido do movimento, pois Fat é contrário ao movimento das pernas da pessoa, que por sua vez, impulsionam o corpo para trás, para que a pessoa se mova para frente.

A caminhada de uma pessoa constitui um atrito ESTÁTICO, pois não ocorre deslizamento dos pés com a superfície de contato durante o movimento da pessoa.

Exercício de sala

Um automóvel desloca-se em uma estrada plana com velocidade de 72Km/h, quando são acionados os freios. Sendo o coeficiente de atrito entre os pneumáticos do automóvel e a estrada igual a 0,25, determine, em metros, o espaço percorrido pelo automóvel, desde a aplicação dos freios até parar. Considere *g* = 10*m*/*s*².

IMPORTANTE:

$$V_0 = \frac{72km}{h} = 20m/s$$

V = 0

$\mu = 0,25$

g = 10m/s²

$\Delta s = ?$

Como se trata de um caso de iminência:

$$F = F_{at}$$

$$|a| = \mu . g$$

$$|a| = 0,25.10$$

$$|a| = 2,5$$

$$a = -2,5m/s^2$$

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

$$0^2 = 20^2 + 2.(-2,5).\Delta s$$

$$0 = 400 - 5.\Delta s$$

$$5.\Delta s = 400$$

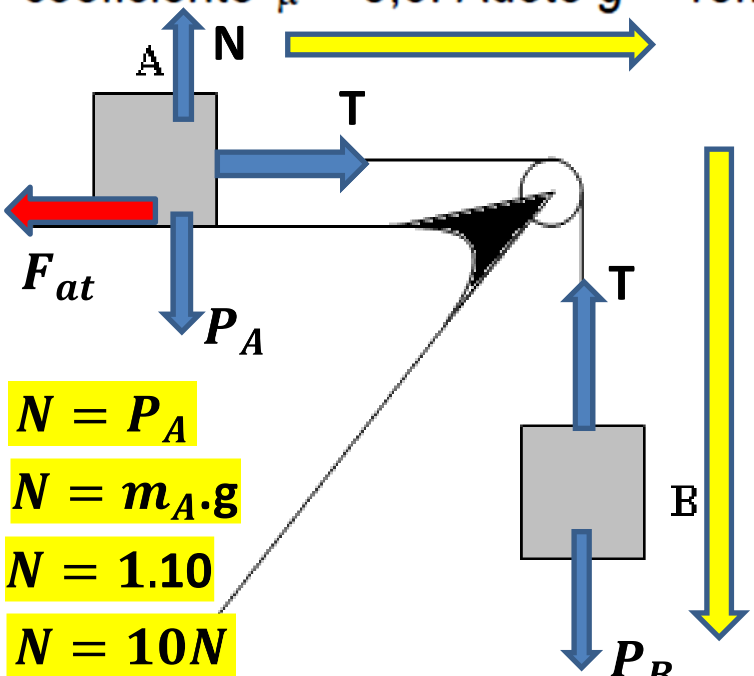
$$\Delta s = \frac{400}{5}$$

$$\Delta s = 80m$$

LISTA DE FORÇA

Questões 24 e 25

Dois corpos *A* e *B* de massa m_A = 1kg e m_B =2kg estão ligados por uma corda de peso desprezível que passa sem atrito pela polia *C*. Entre *A* e o apoio existe atrito de coeficiente μ = 0,5. Adote g = 10m/s².



$N = P_A$

$N = m_A.g$

$N = 1.10$

$N = 10N$

Informações para as duas questões que se seguem:

24. A aceleração dos corpos vale:

5m/s².
b) 6m/s².
c) 7m/s².
d) 8m/s².
e) 9m/s².

25. A tração no fio vale:

a) 5N.
b) 6N.
c) 8N.
10N.
e) 15N.

$$\begin{cases} P_B - \cancel{T} = m_B.a \\ \cancel{T} - F_{at} = m_a.a \end{cases}$$

$$P_B - F_{at} = (m_B + m_a).a$$

$$20 - 5 = (2+1).a$$

$$15 = (3).a$$

$$a = \frac{15}{3}$$

$$a = 5m/s^2$$

$P_B = m_B.g$ = 2.10 = 20N.

$F_{at} = \mu$.N

$F_{at} = 0,5.10$

$F_{at} = 5N$

$$T - F_{at} = m_a.a$$

$$T - 5 = 1.5$$

$$T = 5 + 5$$

$$T = 10N$$

QUESTÃO 30 BLOCO I

Um bloco de massa *m* = 400g é pressionado horizontalmente contra uma parede vertical. Sendo μ = 0,4 o coeficiente de atrito entre o bloco e a parede, a força *F* mínima que mantém o bloco em repouso, em *N*, vale: (g = 10m/s²)

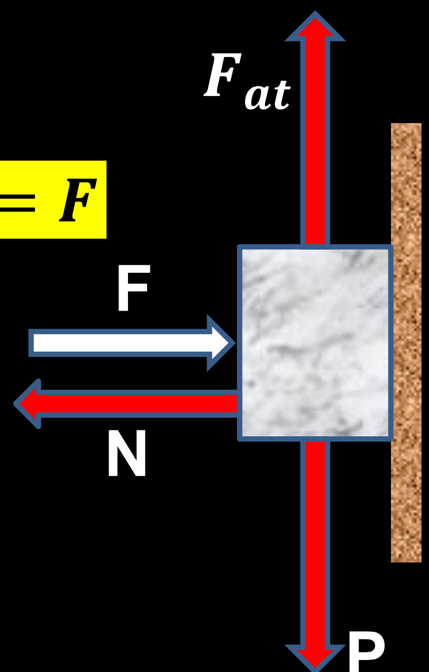
a) 1,6.

b)4,0.

)10,0.

d)100,0.

e)160,0.



$N = F$

$F_{at} = P$

$\mu . N = m . g$

$\mu . F = m . g$

$\cancel{0,4} . F = \cancel{0,4} . 10$

$F = 10N$

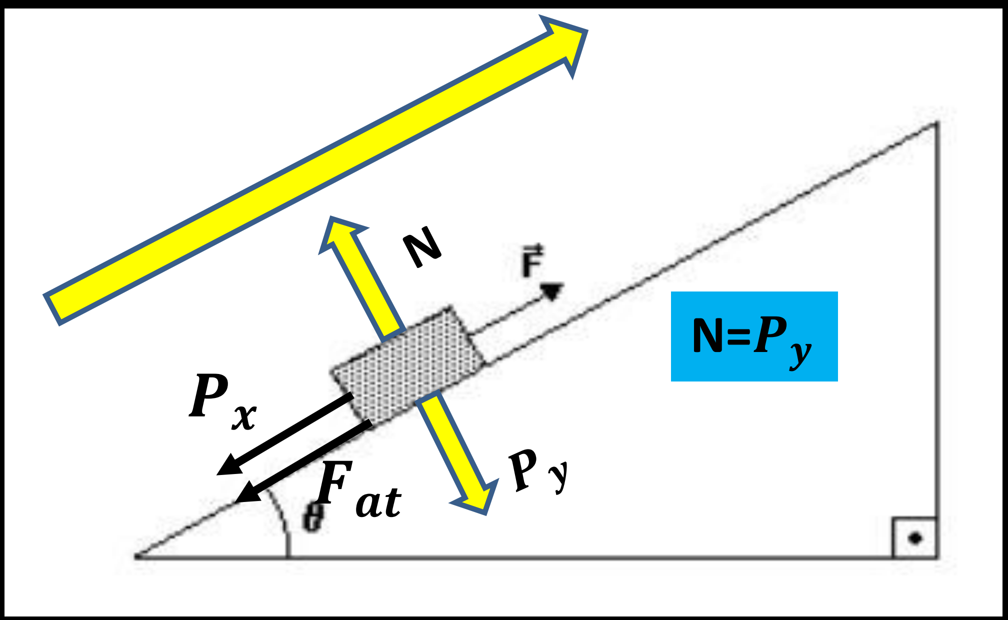
m = 400g = 0,4kg

QUESTÃO 10 BLOCO II

Um bloco de massa m = 10kg sobe um plano inclinado com velocidade constante, sob ação de uma força F constante e paralela ao plano inclinado, conforme figura. O coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco e o plano inclinado é μ = 0,2.

São dados senΘ = 0,6; cosΘ = 0,8 e g = 10m/s^2.

A intensidade da força F será



Velocidade Constante = MRU

Equilíbrio dinâmico:

$$F = P_x + F_{at}$$

$$F = P.sen\theta + \mu.N$$

$$F = P.sen\theta + \mu.P_y$$

$$F = P.sen\theta + \mu.P.Cos\theta$$

$$F = m.g.sen\theta + \mu.m.g.Cos\theta$$

$$F = 10.10.0,6 + 0,2.10.10.0,8$$

$$F = 60 + 16$$

$$F = 76N$$

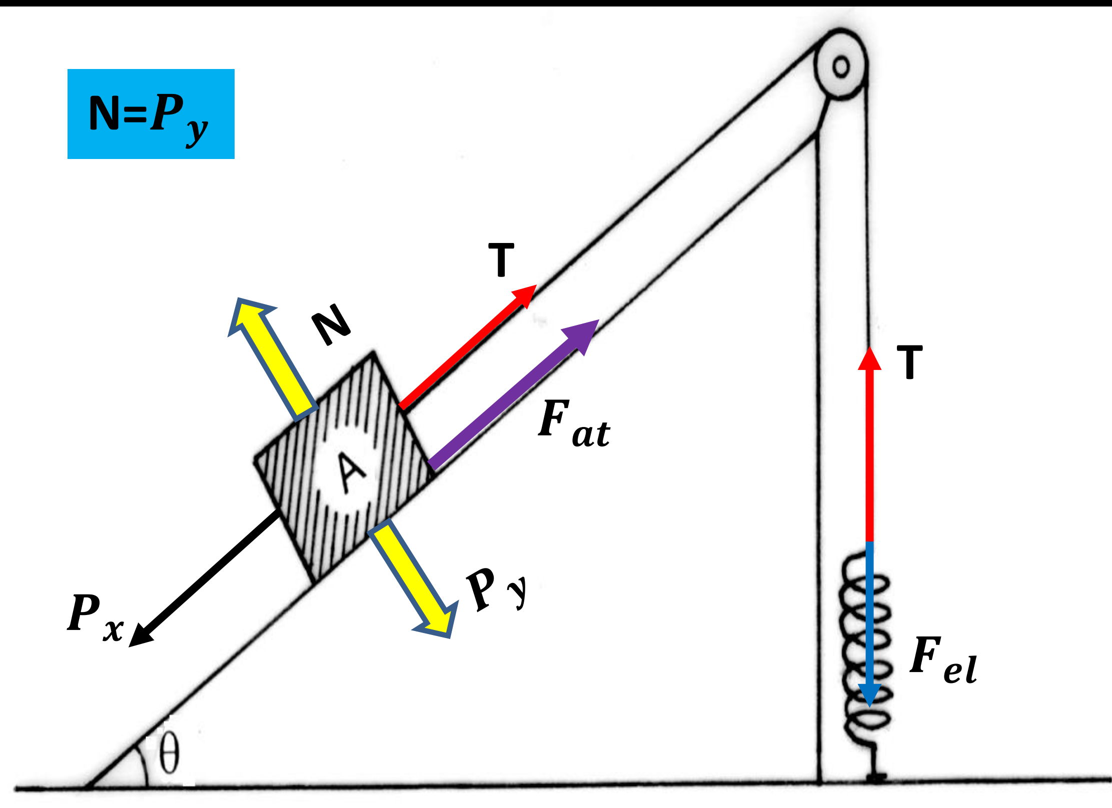
OUTRA FORMA:

$$F - (P_x + F_{at}) = m.\cancel{a}$$

$$F - P_x - F_{at} = 0$$

$$F = P_x + F_{at}$$

A figura apresenta um bloco A, de peso igual a 10N, sobre um plano de inclinação θ em relação à superfície horizontal. A mola ideal se encontra deformada de 20cm e é ligada ao bloco A através do fio ideal que passa pela roldana sem atrito. Sendo 0,2 o coeficiente de atrito estático entre o bloco A e o plano, sen θ = 0,60, cos θ = 0,80, desprezando-se a resistência do ar e considerando-se que o bloco A está na iminência da descida, determine a constante elástica da mola, em N/m.



$$T = F_{el}$$

$$P_x = T + F_{at}$$

$$P.sen\theta = F_{el} + \mu.N$$

$$P.sen\theta = k.x + \mu.P_y$$

$$P.sen\theta = k.x + \mu.P.cos\theta$$

$$10.0,6 = k.0,2 + 0,2.10.0,8$$

$$6 = k.0,2 + 1,6$$

$$0,2K = 6 - 1,6$$

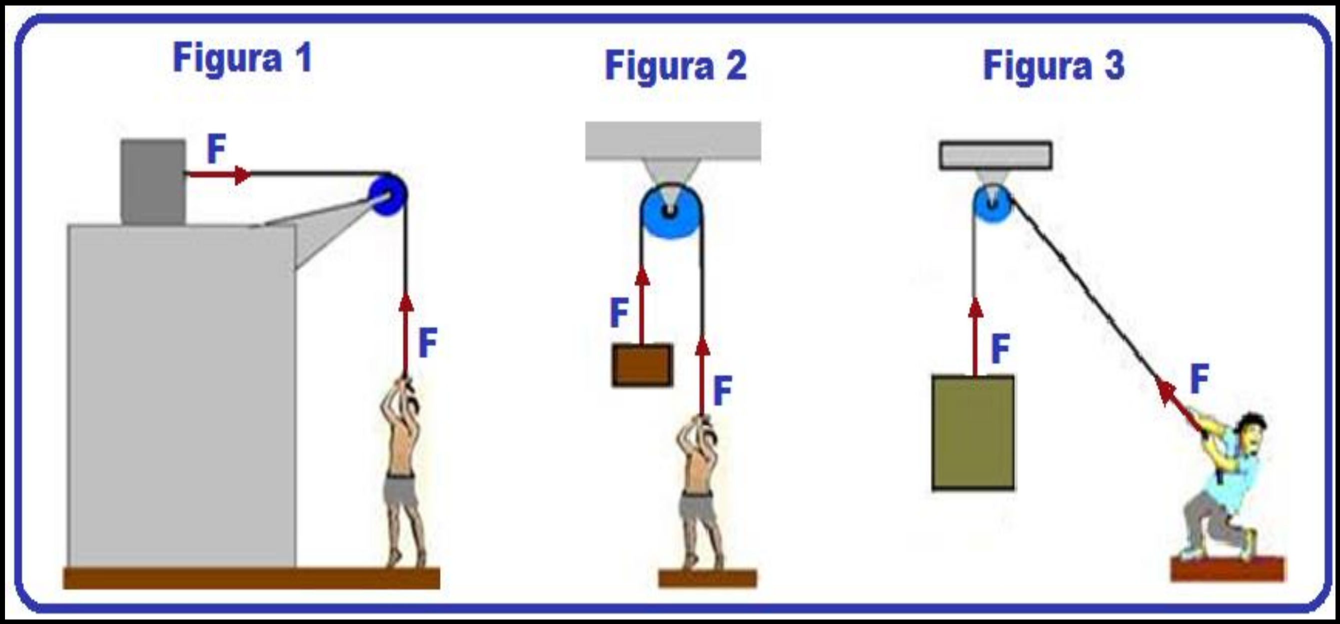
$$K = \frac{4,4}{0,2}$$

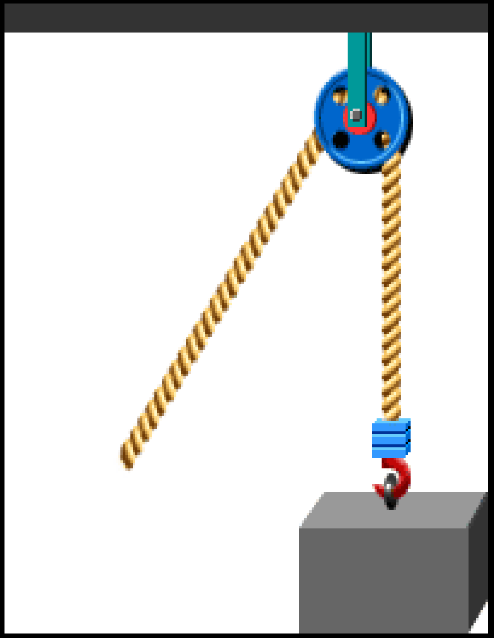
$$K = 22N/m$$

POLIAS FIXAS E MÓVEIS

MECÂNICA
FÍSICA

ANÁLISE DA POLIA FIXA



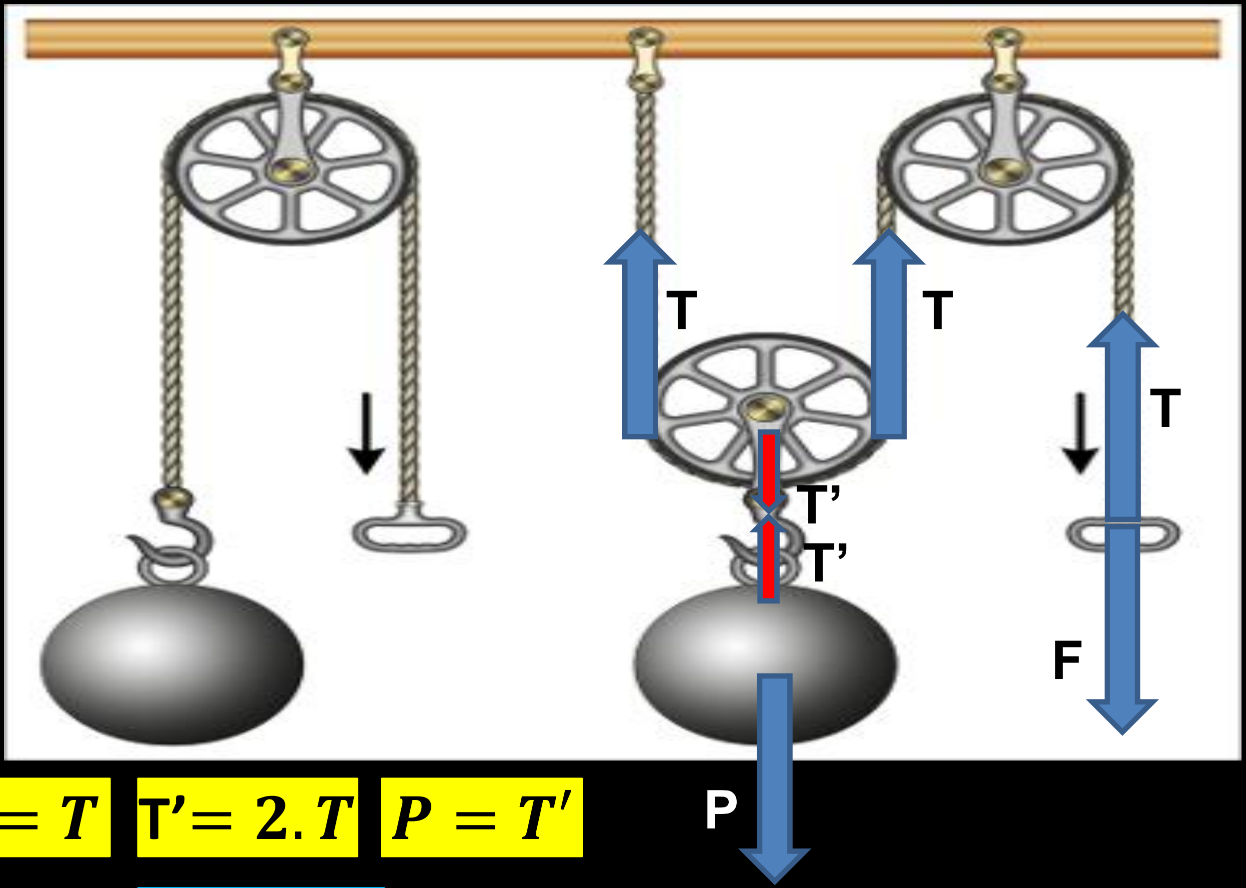


F = Força Potente
P = Força resistente

$$F = P$$

Finalidade: Manter o equilíbrio do sistema de maneira que a força seja sempre constante.

ANÁLISE DA POLIA MÓVEL



$F = T$ $T' = 2.T$ $P = T'$

$P = 2.T$

$P = 2.F$

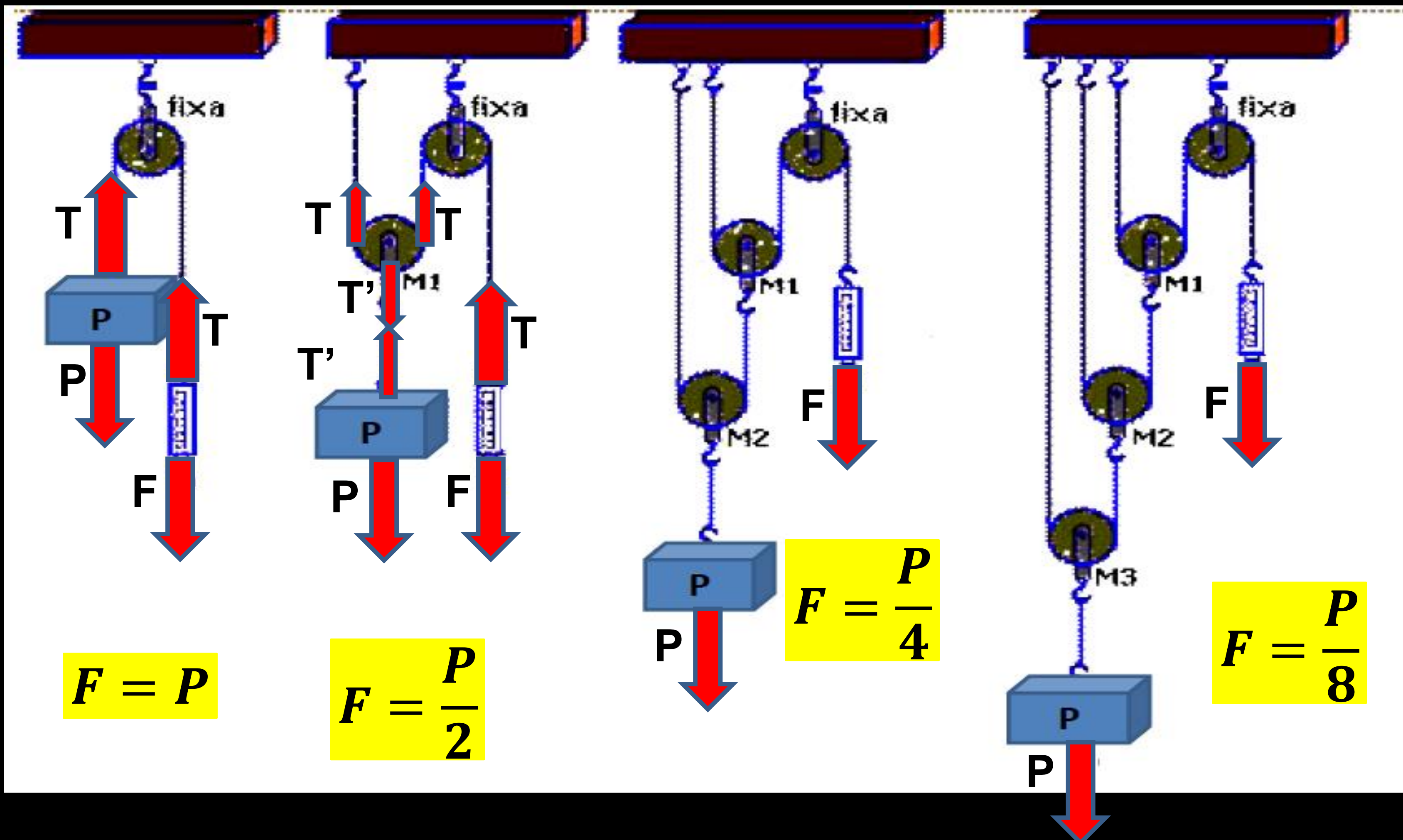
$F = \frac{P}{2}$

$F_{Potente} = \frac{F_{Resistente}}{2}$

Isso ocorre para uma polia móvel.

F = Força Potente
P = Força resistente

ANÁLISE DA POLIA MÓVEL



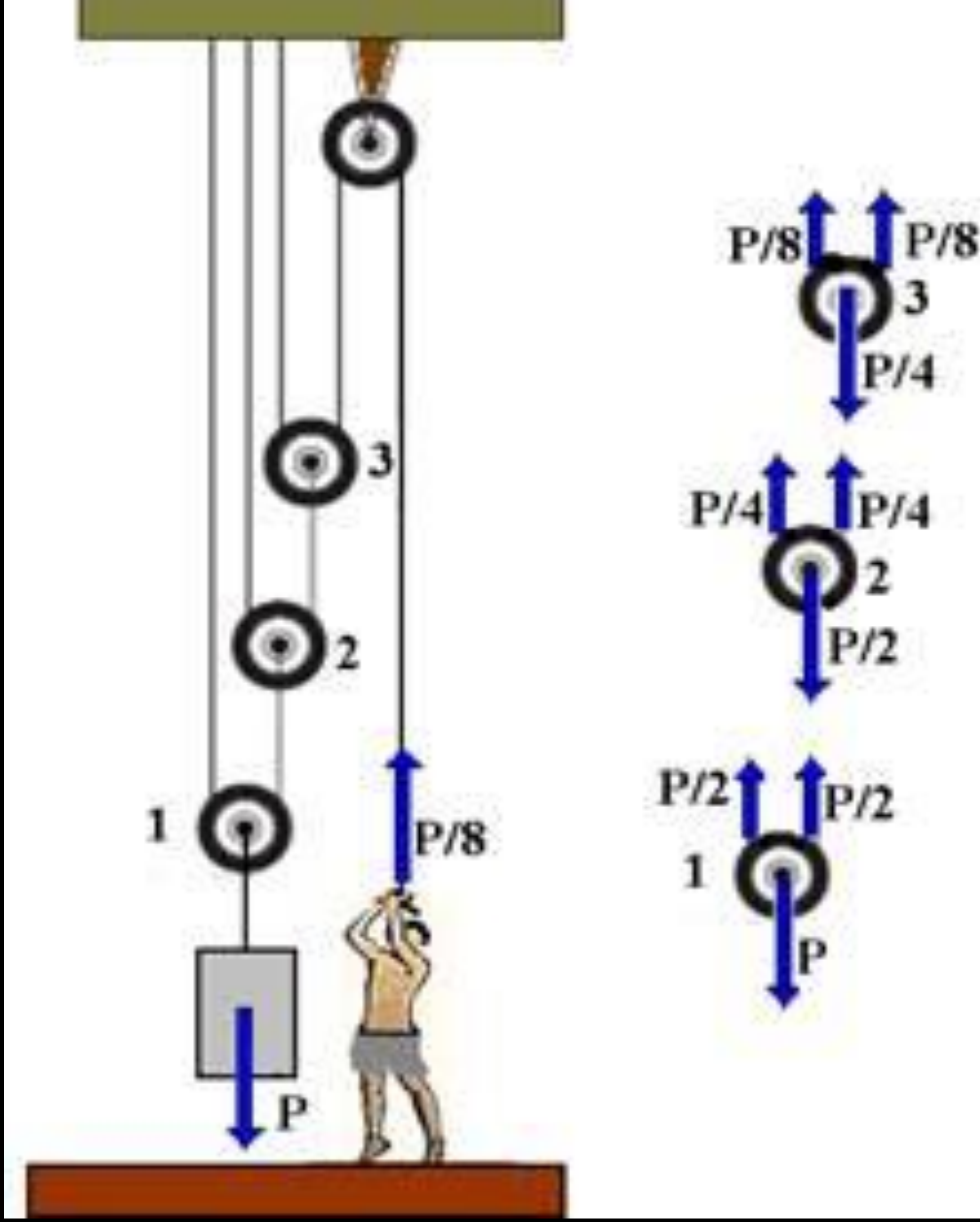
<u>Finalidade</u>: Manter o equilíbrio do sistema de maneira que a força potente aplicada seja reduzida proporcionalmente.

Para n polias móveis:

$$F_{Potente} = \frac{F_{Resistente}}{2^n}$$

RESUMIDAMENTE:

$$F_{Potente} = \frac{F_{Resistente}}{2^n}$$

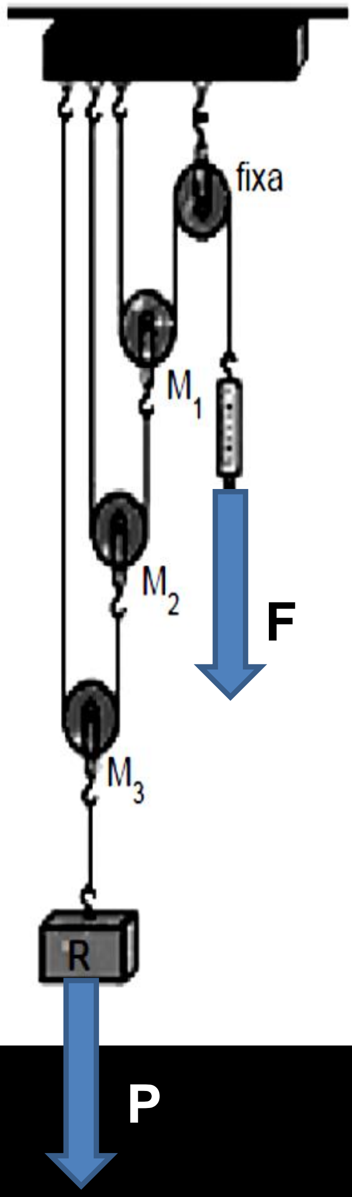


n é o número de polias móveis

BAHIANA 2015.1

Na construção de grandes obras da arquitetura da Antiguidade, como o pórtico megalítico, o arco romano, o arco gótico, dentre outros, maravilhosos resultados estéticos de equilibradas composições de forças físicas foram obtidos, utilizando máquinas simples da mecânica: plano inclinado, alavanca e polia.

Considerando a figura, que representa um esquema de associação de polias, com três polias móveis e uma fixa, determine o módulo da força que um operador deve exercer na extremidade do dinamômetro para manter o bloco, de massa igual a 80,0kg, em equilíbrio, sendo o módulo da aceleração da gravidade local igual a $10 m/s^2$.



$$F_{Potente} = \frac{F_{Resistente}}{2^n}$$

$$F_{Potente} = \frac{P}{2^3}$$

$$F_{Potente} = \frac{m.g}{8}$$

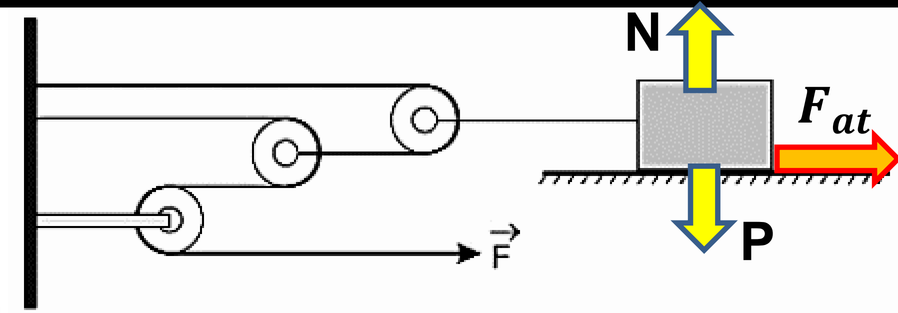
$$F_{Potente} = \frac{80.10}{8}$$

$$F_{Potente} = \frac{800}{8}$$

$$F_{Potente} = 100N$$

ENEM 2016

Uma invenção que significou um grande avanço tecnológico na Antiguidade, a polia composta ou a associação de polias, é atribuída a Arquimedes (287 a.C. a 212 a.C.). O aparato consiste em associar uma série de polias móveis a uma polia fixa. A figura exemplifica um arranjo possível para esse aparato. É relatado que Arquimedes teria demonstrado para o rei Hierão um outro arranjo desse aparato, movendo sozinho, sobre a areia da praia, um navio repleto de passageiros e cargas, algo que seria impossível sem a participação de muitos homens. Suponha que a massa do navio era de 3000 kg, que o coeficiente de atrito estático entre o navio e a areia era de 0,8 e que Arquimedes tenha puxado o navio com uma força F, paralela à direção do movimento e de módulo igual a 400 N. Considere os fios e as polias ideais, a aceleração da gravidade igual a 10 m/s² e que a superfície da praia é perfeitamente horizontal.



O número mínimo de polias móveis usadas, nessa situação, por Arquimedes foi:

A) 3.
B) 6.
C) 7.
D) 8.
E) 10.

$$F_{at} = \mu . N$$
$$F_{at} = \mu . P$$
$$F_{at} = \mu . m . g$$
$$F_{at} = 0,8 . 3000 . 10$$
$$F_{at} = 24000N$$

$$F_{Potente} = \frac{F_{Resistente}}{2^n}$$

$$F = \frac{F_{at}}{2^n} \Rightarrow F > \frac{F_{at}}{2^n}$$

$$2^n . F > F_{at}$$

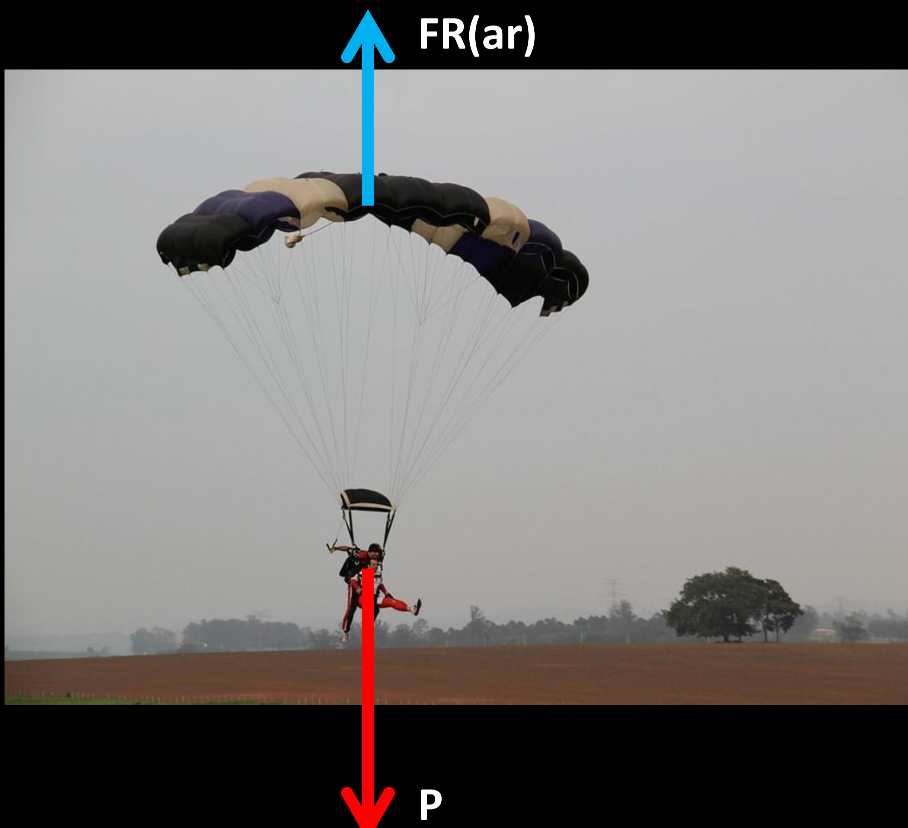
$$2^n . 400 > 24000$$

$$2^n > \frac{2400\cancel{0}}{40\cancel{0}} \Rightarrow 2^n > 60 \qquad n = 6$$

RESISTÊNCIA DE FLUIDOS

Os líquidos e os gases opõem forças contra os corpos em movimento em seu interior.

Analogamente ao atrito em sólidos, a ***força de resistência do ar*** tem intensidade proporcional ao quadrado da velocidade do corpo.



$$Fr_{ar} \, \alpha \, V^2$$

$$Fr_{ar} = k.V^2$$

N

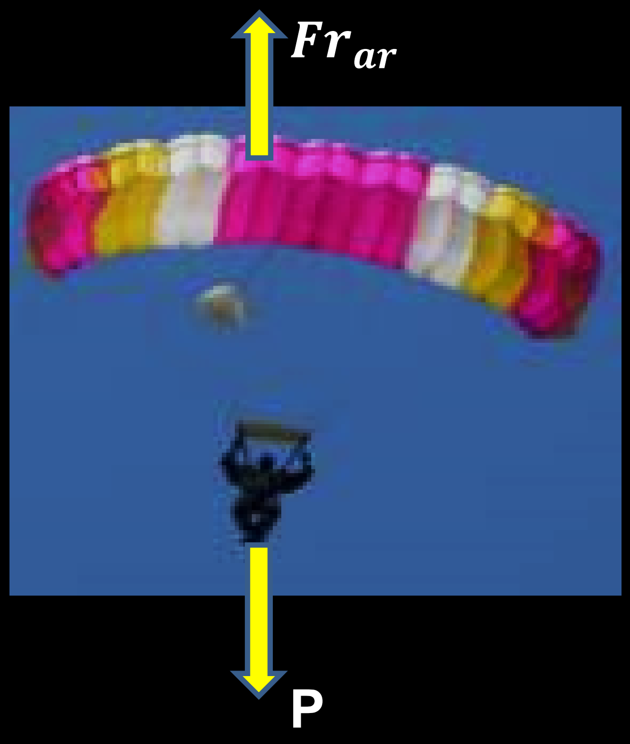
N.S²/m²

m/s

K – É uma constante de proporcionalidade que depende do tamanho de do formato do corpo(em função de sua ÁREA).

Exercícios de resistência do ar

1. Um paraquedista desce com velocidade constante de 4m/s. Sendo a massa do conjunto de 80kg, e a aceleração da gravidade de 10m/s², podemos afirmar que a força de resistência do ar corresponde, no sistema internacional de unidades, a:



$$Fr_{ar} = P$$

$$Fr_{ar} = m.g$$

$$Fr_{ar} = 80.10$$

$$Fr_{ar} = 800N$$

Exercícios de resistência do ar

2. Um macaco, de massa m = 1,0 kg, desprende-se do galho de uma árvore, à beira de um penhasco, e cai verticalmente.

Sua velocidade aumenta, em módulo, até o valor v = 30 m/s, quando se torna constante, devido à resistência do ar. Por sorte, o macaco cai sobre uma vegetação, que amortece a queda, parando-o completamente. (g = 10m/s²).

$$Fr_{ar} = P$$

$$k.V^2 = m.g$$

$$k.30^2 = 1.10$$

$$k.90\cancel{0} = 1\cancel{0}$$

$$k = \frac{1}{90} \mathrm{N.s^2/m^2}$$

Determine, a constante de resistência do ar, em N.s²/m².

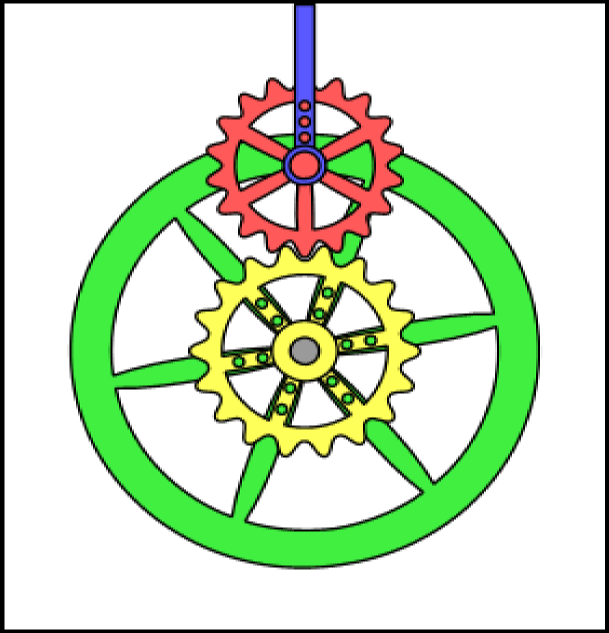
MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

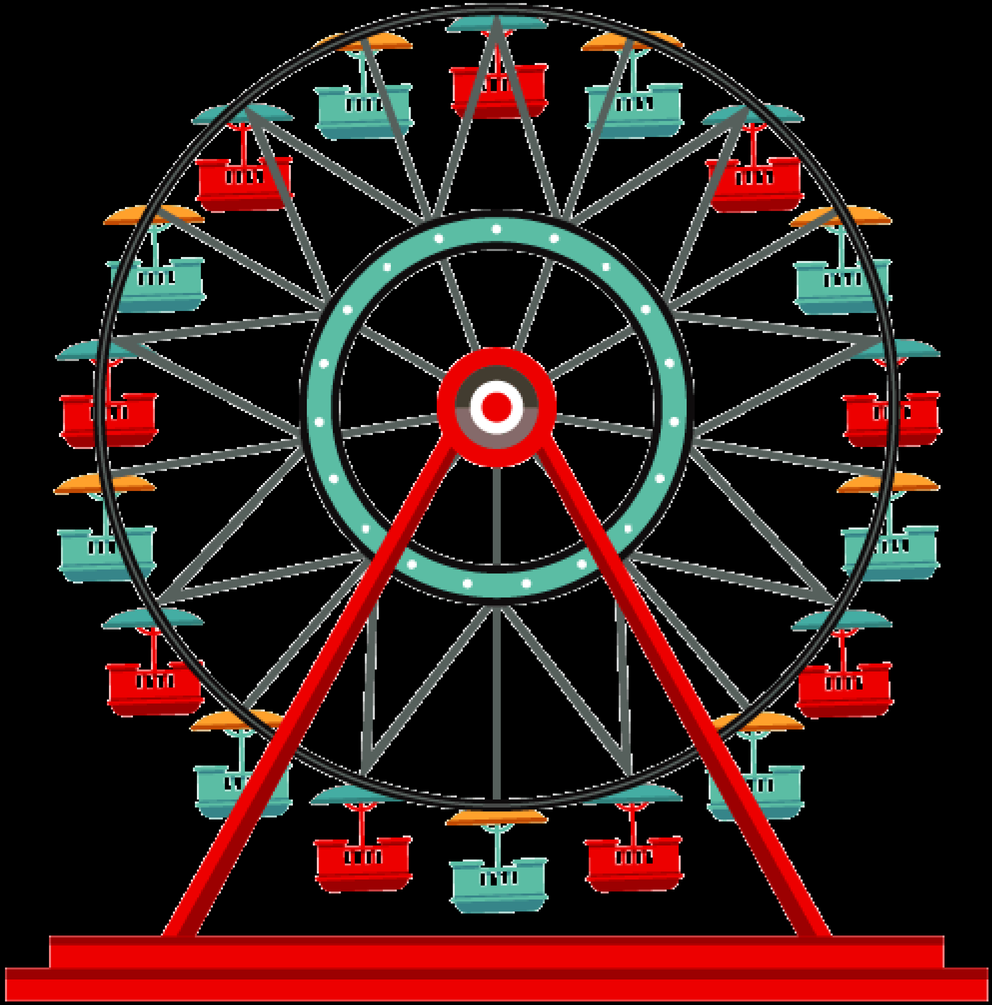
MECÂNICA

FÍSICA

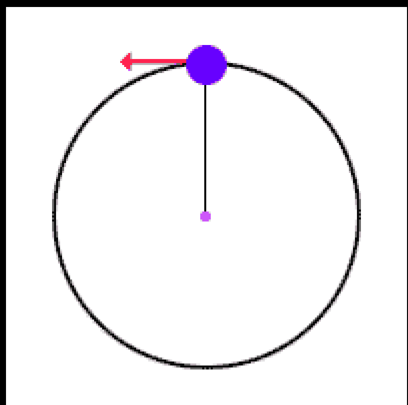
2020

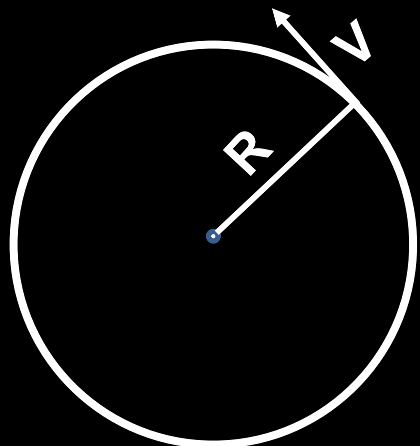
M.C.U.





Análise do Movimento circular Uniforme (M.C.U.)





2. Deslocamento angular ($\Delta\varphi$)

$$\Delta\varphi = 2.\pi$$

rad

1 volta $\Rightarrow 360° \Rightarrow 2\pi\, rad$

FIQUE ATENTO!

Fundamentos:

$$\Delta S = 2.\pi.R$$

1. Deslocamento escalar (ΔS)

$$\Delta S = \Delta\varphi.R$$

$$\Delta S = C \odot = 2.\pi.R$$

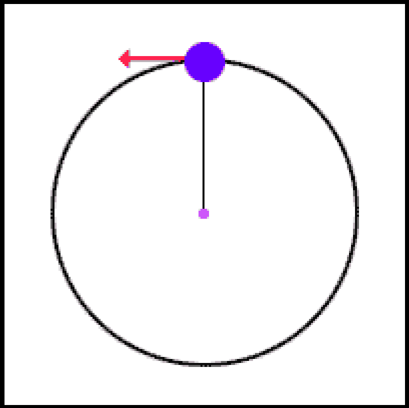
$$\Delta S = 2.\pi.R$$

m

$$Grandeza_{Escalar} = Grandeza_{Angular}.R$$

Análise do Movimento circular Uniforme (M.C.U.)

Fundamentos:



3. Período (T): É o tempo gasto para completar uma volta no movimento circular.

4. Frequência (f): Corresponde ao número de voltas executadas durante o movimento circular em função do tempo.

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

Hertz (Hz)

Em uma volta →

$$f = \frac{1}{T} \quad \Longleftrightarrow \quad T = \frac{1}{f}$$

Hertz (Hz) Segundos(s)

n $\Rightarrow$ *É o número de voltas ou rotações no MCU.*

Importante!
Frequência

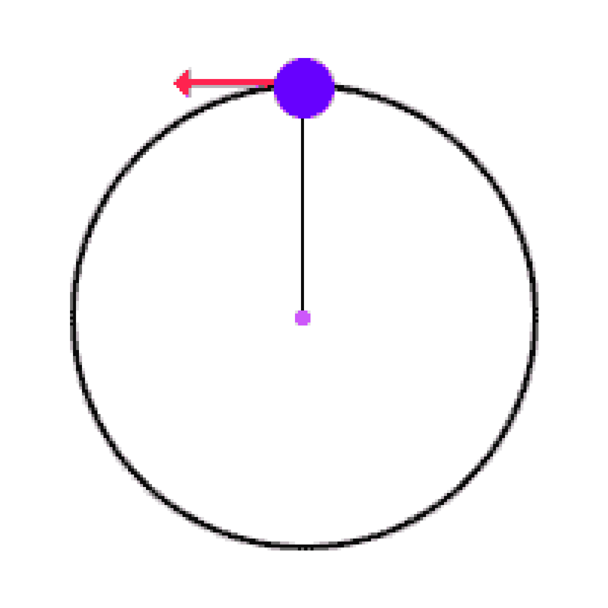
Hz = Rotações por segundo (r.p.s.)

r.p.m = Rotações por minuto

r.p.m $\xrightarrow{\div 60}$ Hz

Hz $\xrightarrow{\times 60}$ r.p.m

Análise do Movimento circular Uniforme (M.C.U.)



Fundamentos:

4. Velocidade escalar ou Tangencial

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow V = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow V = 2\pi R.\mathrm{f}$$

5. Velocidade angular (ω)

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = 2\pi.\mathrm{f}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

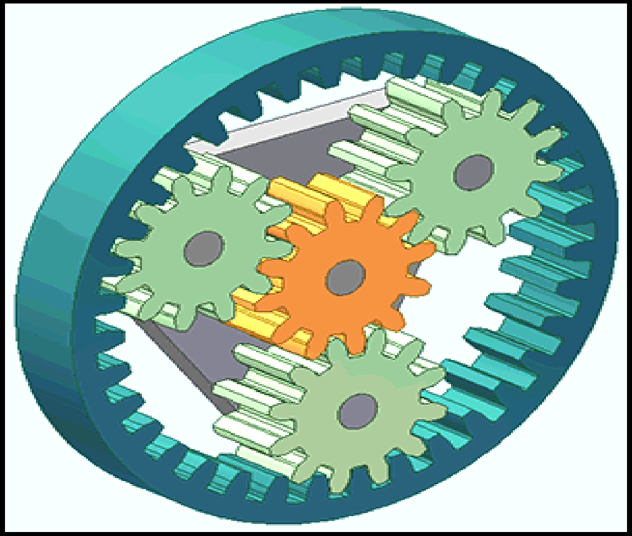
RELAÇÃO:

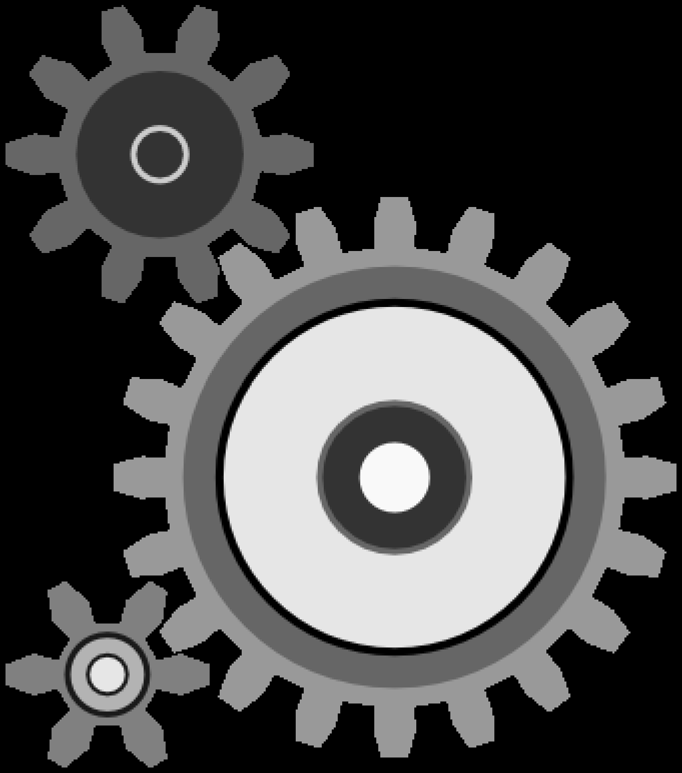
$$V = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow V = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow V = \omega.\mathrm{R}$$

m/s Rad/s m

Aplicações do MCU

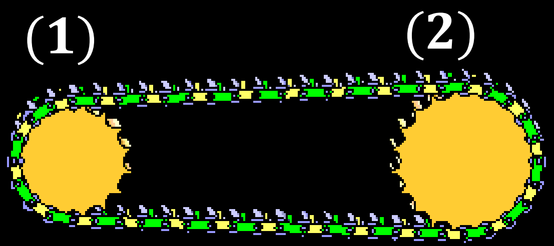
Acoplamento de polias

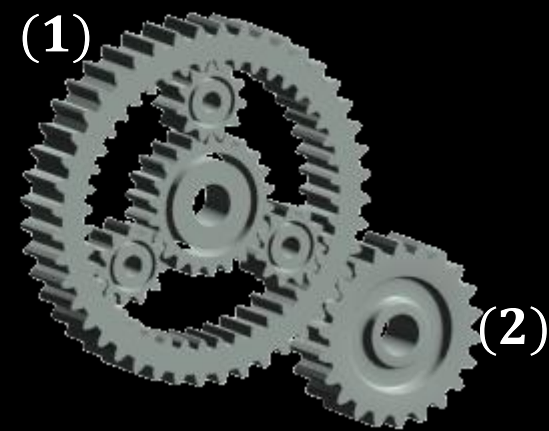




Aplicações do MCU

Acoplamento de polias





$$V = \omega.\mathrm{R}$$

Por correia (Contato indireto)

$$V_1 = V_2$$

$$\omega_1.R_1 = \omega_2.R_2$$

$$\frac{\cancel{2\pi}}{T_1}.R_1 = \frac{\cancel{2\pi}}{T_2}.R_2$$

$$\frac{R_1}{T_1} = \frac{R_2}{T_2} \Leftrightarrow R_1.f_1 = R_2.f_2$$

O contato direto se diferencia por giros em sentidos opostos, enquanto o contato indireto gira em um mesmo sentido.

Por Contato direto

$$V_1 = V_2$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{R_1}{T_1} = \frac{R_2}{T_2}$$

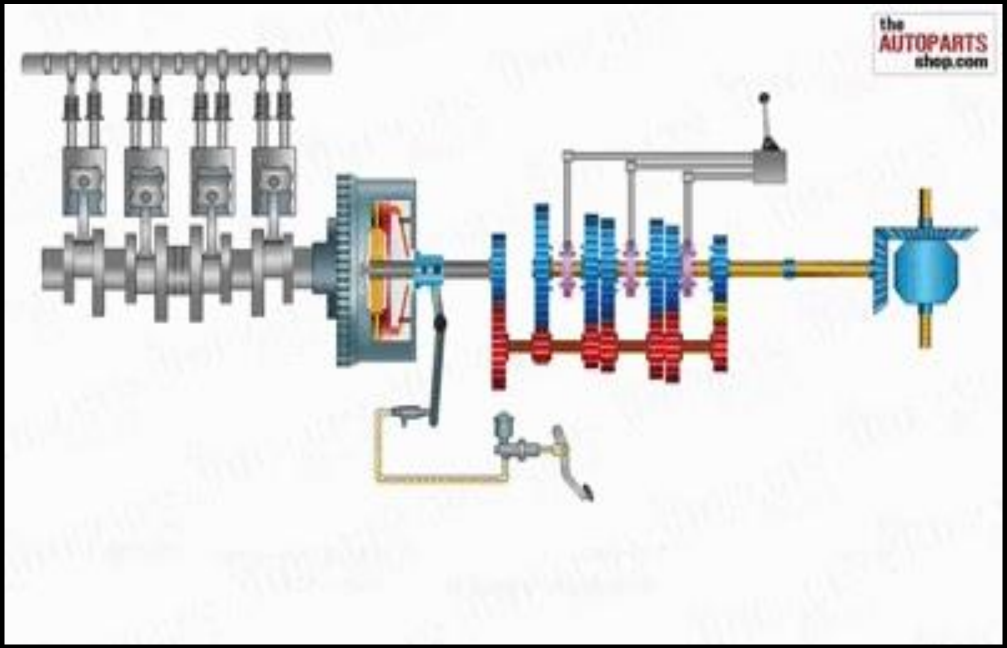
$$\Updownarrow$$

$$R_1.f_1 = R_2.f_2$$

Aplicações do MCU

Acoplamento de polias II.

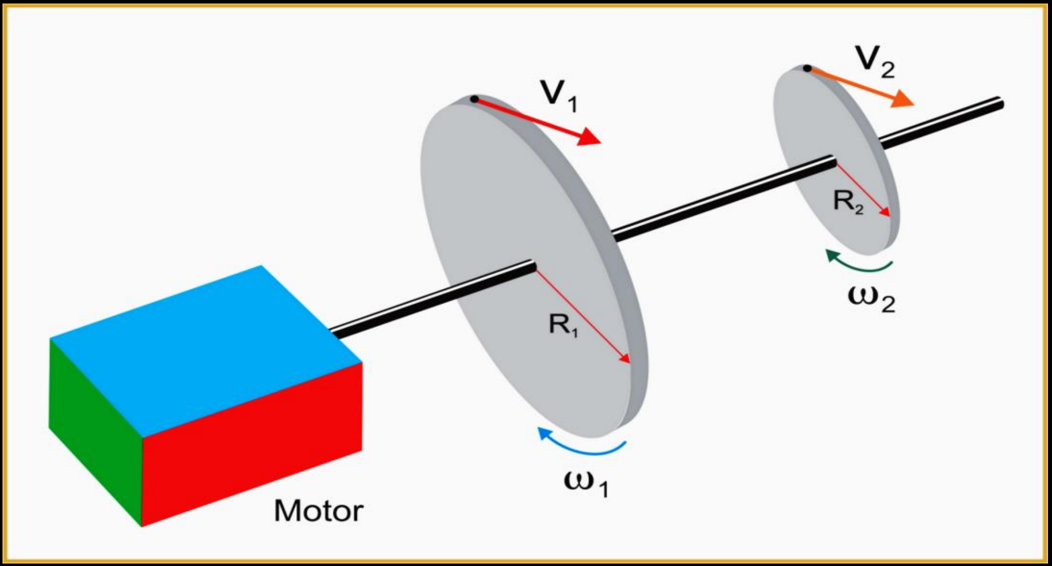
Por eixo de rotação



Aplicações do MCU

Acoplamento de polias II.

Por eixo de rotação



$$\omega_1 = \omega_2$$

$$\frac{2\pi}{T_1} = \frac{2\pi}{T_2}$$

$$\frac{\cancel{2\pi}}{T_1} = \frac{\cancel{2\pi}}{T_2}$$

$$\frac{1}{T_1} = \frac{1}{T_2}$$

$$T_1 = T_2$$

$$f_1 = f_2$$

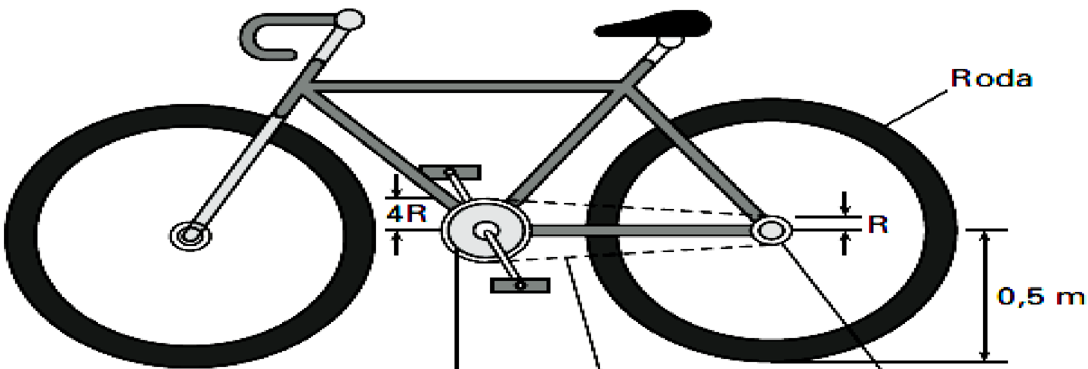
Importante!

$V = \omega.\text{R}$ $\Leftrightarrow$ $\omega = \dfrac{V}{R}$

$\omega_1 = \omega_2$ $\Leftrightarrow$ $\dfrac{V_1}{R_1} = \dfrac{V_2}{R_2}$

EXERCÍCIO

8 (UFPB) Em uma bicicleta, a transmissão do movimento das pedaladas se faz por meio de uma corrente, acoplando um disco dentado dianteiro (coroa) a um disco dentado traseiro (catraca), sem que haja deslizamento entre a corrente e os discos. A catraca, por sua vez, é acoplada à roda traseira de modo que as velocidades angulares da catraca e da roda sejam as mesmas (ver a seguir figura representativa de uma bicicleta).



Em uma corrida de bicicleta, o ciclista desloca-se com velocidade escalar constante, mantendo um ritmo estável de pedaladas, capaz de imprimir no disco dianteiro uma velocidade angular de 4 rad/s, para uma configuração em que o raio da coroa é 4R, o raio da catraca é R e o raio da roda é 0,5 m. Com base no exposto, conclui-se que a velocidade escalar do ciclista é:

a) 2 m/s
b) 4 m/s
c) 8 m/s
d) 12 m/s
e) 16 m/s

$$\omega_{Ciclista} = \omega_{coroa}$$

$$4 = \frac{V_{coroa}}{R_{coroa}} \Leftrightarrow 4 = \frac{V_{coroa}}{4R}$$

$$V_{coroa} = 16R$$

$$V_{coroa} = V_{catraca}$$

$$16R = \omega_{catraca} . R_{catraca}$$

$$16\cancel{R} = \omega_{catraca} . \cancel{R}$$

$$\omega_{catraca} = 16 rad/s$$

$$\omega_{catraca} = \omega_{roda}$$

$$16 = \frac{V_{roda}}{R_{roda}}$$

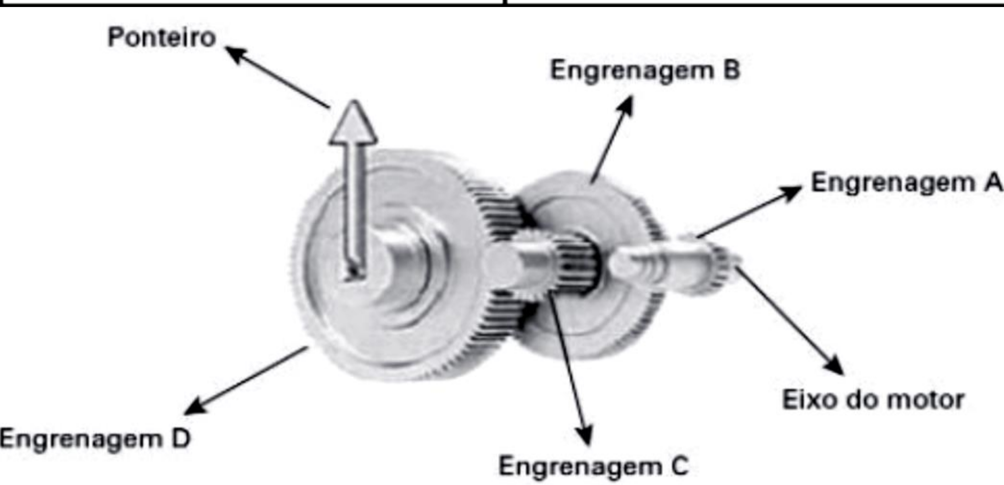
$$16 = \frac{V_{roda}}{0,5}$$

$$V_{roda} = 16 . 0,5 = 8 m/s$$

EXERCÍCIO - ENEM

(ENEM) A invenção e o acoplamento entre engrenagens revolucionaram a ciência na época e propiciaram a invenção de várias tecnologias, como os relógios. Ao construir um pequeno cronômetro, um relojoeiro usa o sistema de engrenagens mostrado. De acordo com a figura, um motor é ligado ao eixo e movimenta as engrenagens fazendo o ponteiro girar. A frequência do motor é de 18 RPM, e o número de dentes das engrenagens está apresentado no quadro.

Engrenagem	Dentes
A	24
B	72
C	36
D	108



A frequência de giro do ponteiro, em RPM, é

a) 1
b) 2
c) 4
d) 81
e) 162

$\omega_{Ponteiro} = \omega_D \Leftrightarrow f_{Ponteiro} = f_D$

$V_D = V_C \Leftrightarrow R_D . f_D = R_C . f_C$

$R_D = 3 . R_C$

$3 . \cancel{R_C} . f_D = \cancel{R_C} . f_C \Leftrightarrow 3 . f_D = f_C$

$f_C = f_B$

$V_B = V_A \Leftrightarrow R_B . f_B = R_A . f_A$

$R_B = 3 . R_A$

$3 . \cancel{R_A} . f_B = \cancel{R_A} . f_A \Leftrightarrow 3 . f_B = f_A$

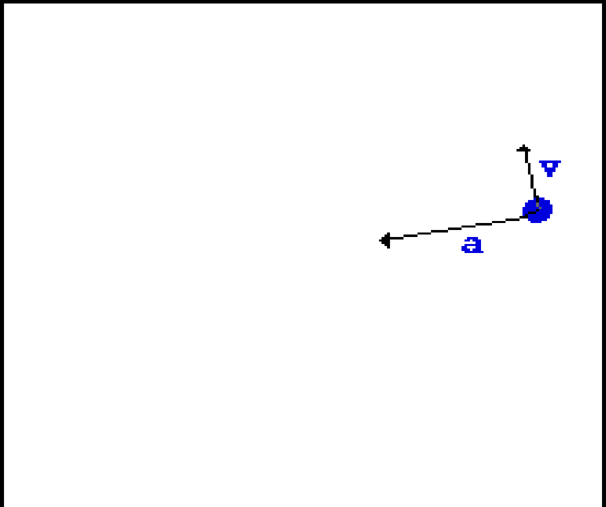
$3 . f_C = f_A \Leftrightarrow 3 . 3 . f_D = f_{Motor}$

$9 . f_D = 18 \Leftrightarrow f_D = \frac{18}{9}$

$f_{Ponteiro} = 2\text{rpm}$

Aceleração centrípeta

É a aceleração responsável pela manutenção do movimento circular, em função do raio da trajetória e da velocidade tangencial.



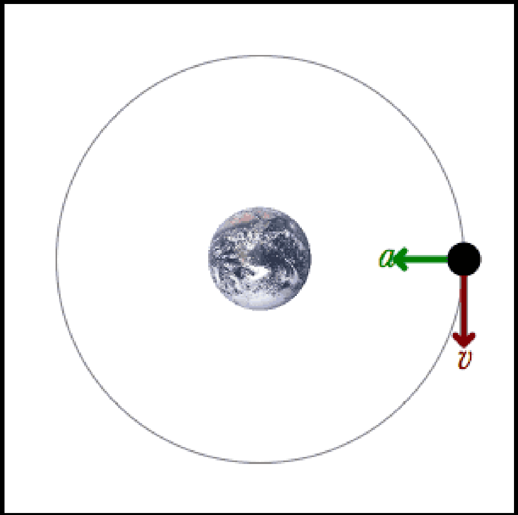
$$a_C = \frac{V^2}{R}$$

$$V = \omega.R$$

$$a_C = \frac{(\omega.R)^2}{R}$$

$$a_C = \frac{V^2}{R}$$

Satélites em órbita circular



$$a_C = \frac{\omega^2.R^{\cancel{2}}}{\cancel{R}}$$

$$a_C = \omega^2.R$$

$$a_C = \omega^2.R$$

QUESTÃO ENEM

(Enem) O Brasil pode se transformar no primeiro país das Américas a entrar no seleto grupo das nações que dispõem de trens-bala. O Ministério dos Transportes prevê o lançamento do edital de licitação internacional para a construção da ferrovia de alta velocidade Rio-São Paulo. A viagem ligará os 403 quilômetros entre a Central do Brasil, no Rio, e a Estação da Luz, no centro da capital paulista, em uma hora e 25 minutos.

Disponível em: http://oglobo.globo.com. Acesso em: 14 jul. 2009.

Δs= 403km=403000m

Δt= 1h e 25 min=3600s+1500s = 5100s

Devido à alta velocidade, um dos problemas a ser enfrentado na escolha do trajeto que será percorrido pelo trem é o dimensionamento das curvas. Considerando-se que uma aceleração lateral confortável para os passageiros e segura para o trem seja de 0,1 g, em que g é a aceleração da gravidade (considerada igual a 10 m/s²), e que a velocidade do trem se mantenha constante em todo o percurso, seria correto prever que as curvas existentes no trajeto deveriam ter raio de curvatura mínimo de, aproximadamente,

A) 80 m.
B) 430 m.
C) 800 m.
D) 1.600 m.
E) 6.400 m.

$$a_C = 0,1.g$$

$$a_C = 0,1.10$$

$$a_C = 1m/s^2$$

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$V = \frac{403000}{5100}$$

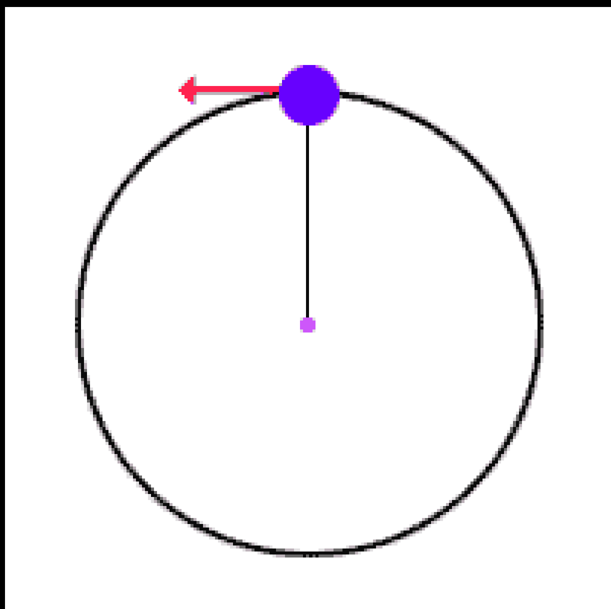
$$V \cong 80m/s$$

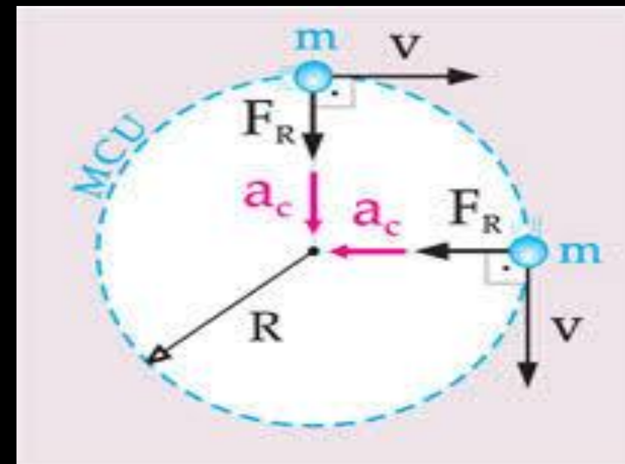
$$a_C = \frac{V^2}{R} \Leftrightarrow 1 = \frac{80^2}{R}$$

$$R = 6400m$$

FORÇA CENTRÍPETA

É a força resultante do movimento circular.





$$\overrightarrow{F_R} = m.\vec{a}$$

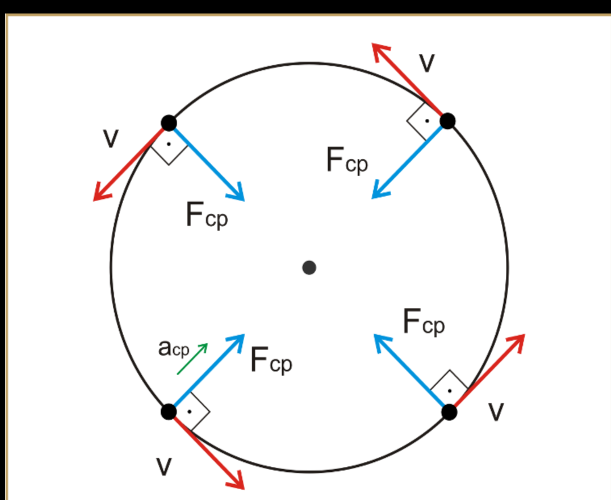
$$F_C = m.a_C$$

$$F_C = m.\frac{V^2}{R}$$

$$F_C = m.\omega^2.R$$

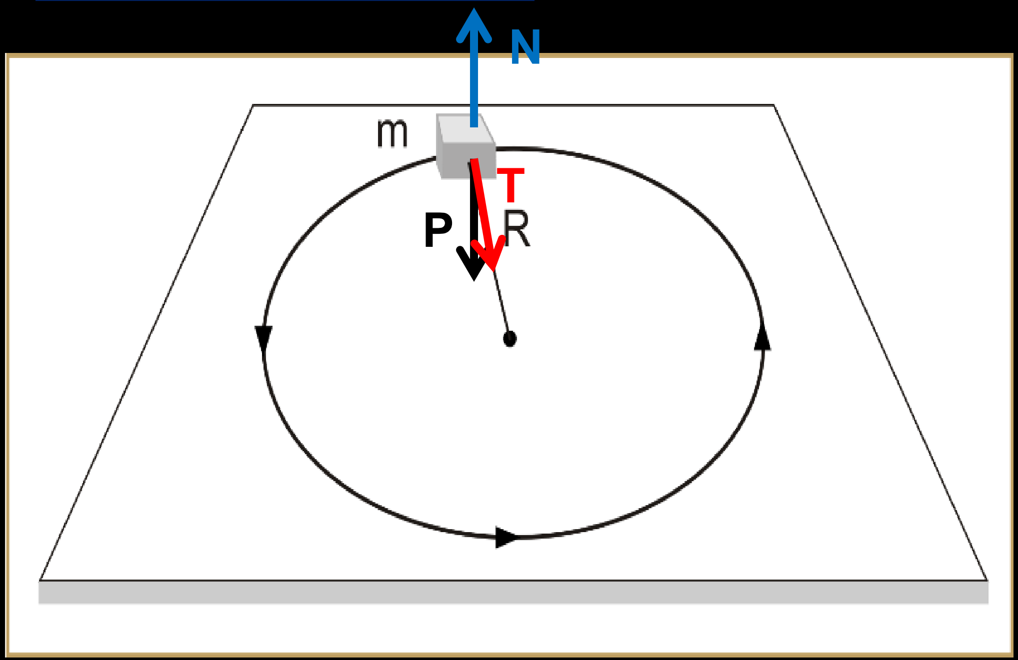
$$a_C = \frac{V^2}{R}$$

$$a_C = \omega^2.R$$



APLICAÇÕES: TRAÇÃO I

GIRO HORIZONTAL

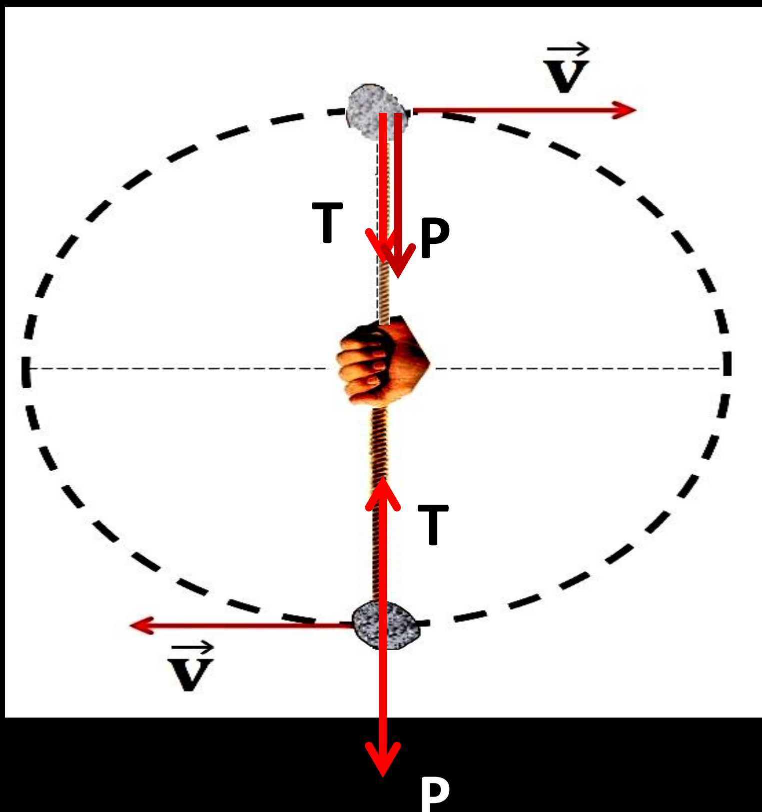


$$T = F_C$$

A tração no fio mantém a trajetória circular do corpo. Nesse caso, a tração é a força resultante, portanto a própria força centrípeta.

APLICAÇÕES: TRAÇÃO II

GIRO VERTICAL



Na parte inferior:

$$T - P = F_C$$

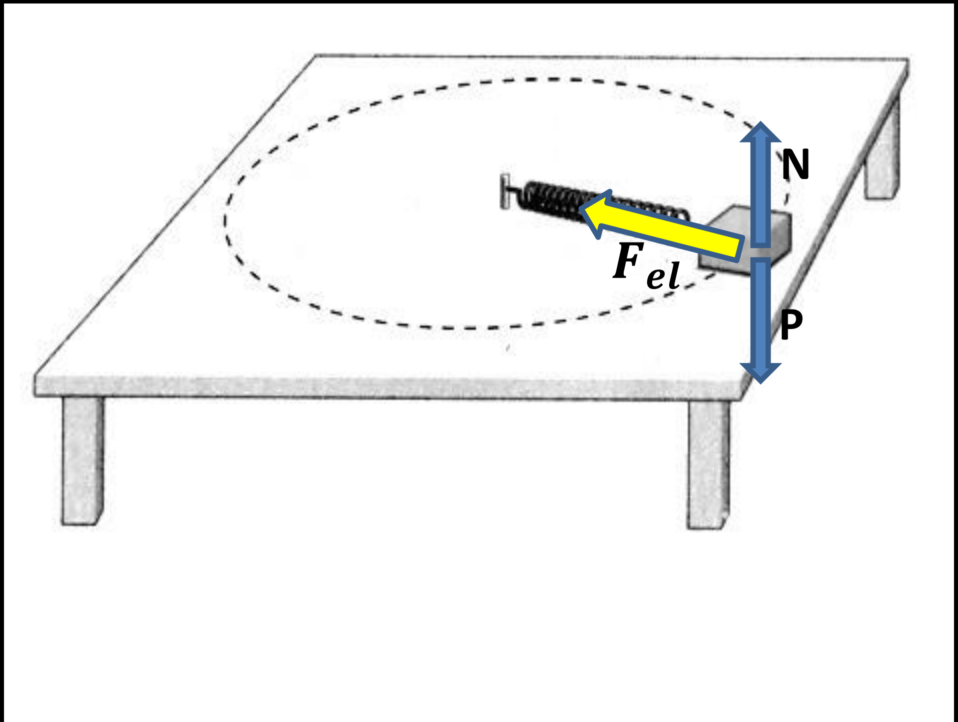
$$T - P = m.a_C$$

Na parte superior:

$$T + P = F_C$$

$$T + P = m.a_C$$

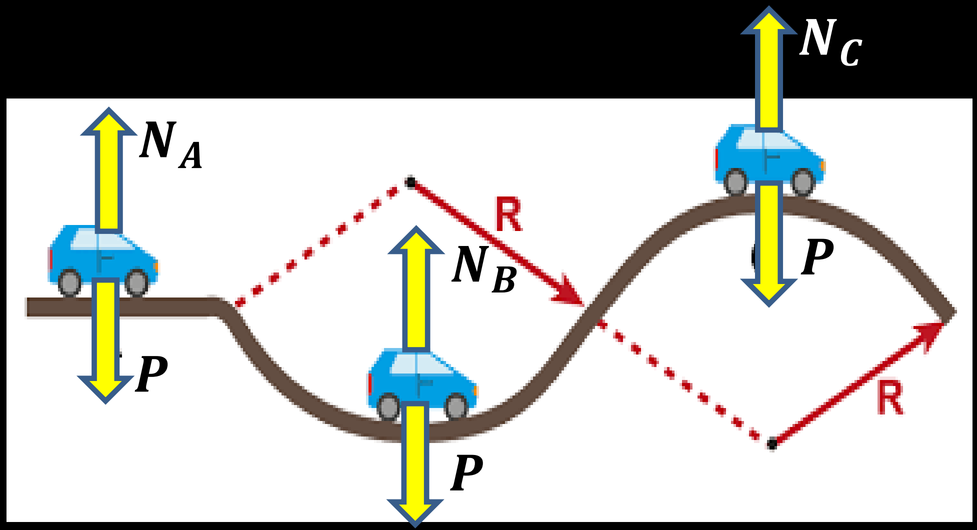
Analogia com a força elástica



$$\boxed{F_{el} = F_C}$$

APLICAÇÕES IMPORTANTES

1. Leitura da força NORMAL (N)



$$N_A = P$$

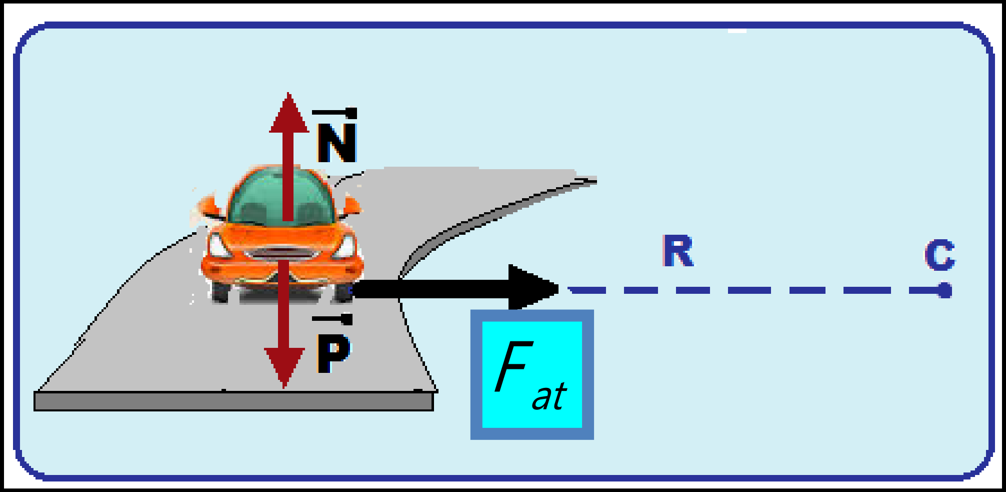
$$N_B > P$$

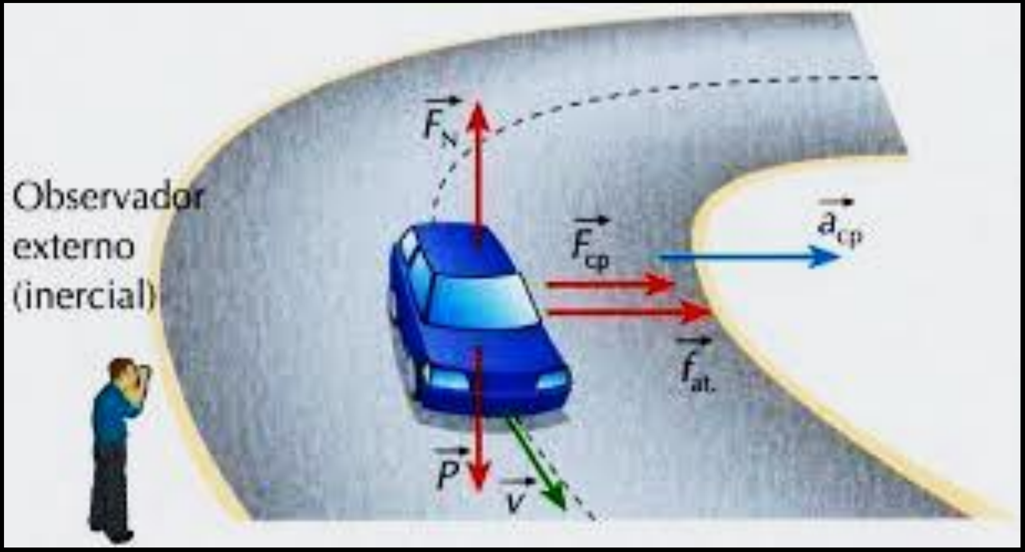
$$N_C < P$$

$$N_B > N_A > N_C$$

APLICAÇÕES IMPORTANTES

2. Atritos nas curvas





$$\boxed{F_{at} = F_C}$$

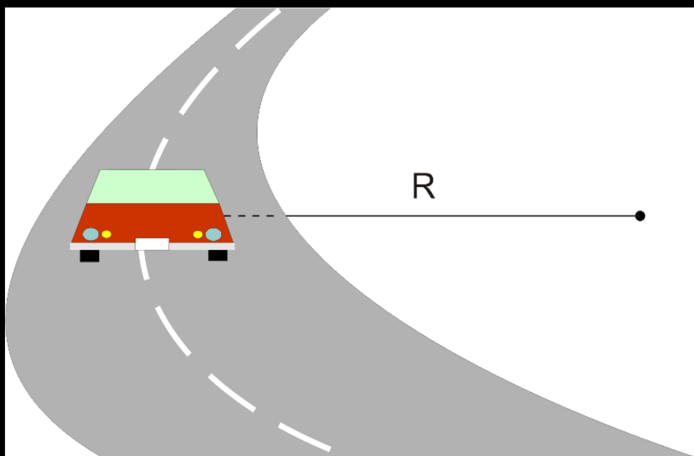
$$\boxed{\mu . N = m . \frac{V^2}{R}}$$

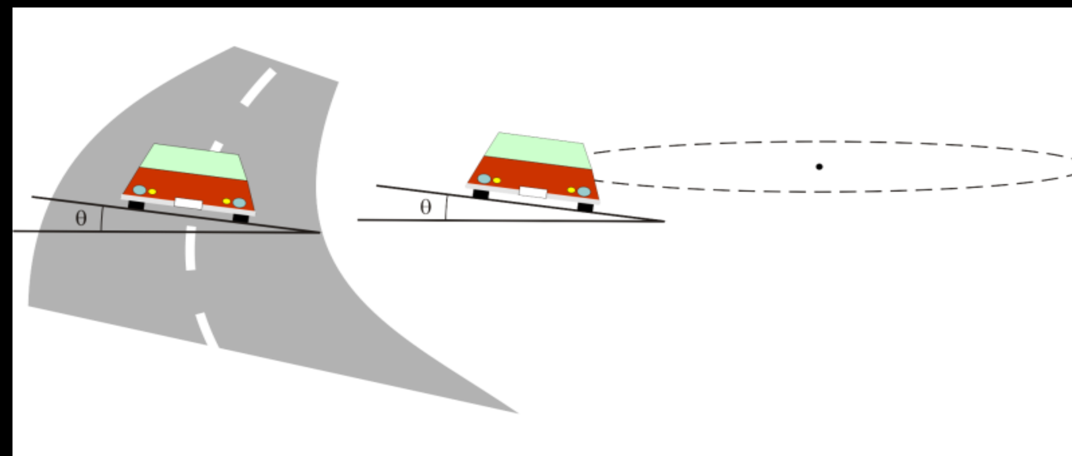
$$\boxed{\mu . \cancel{m} . g = \cancel{m} . \frac{V^2}{R}}$$

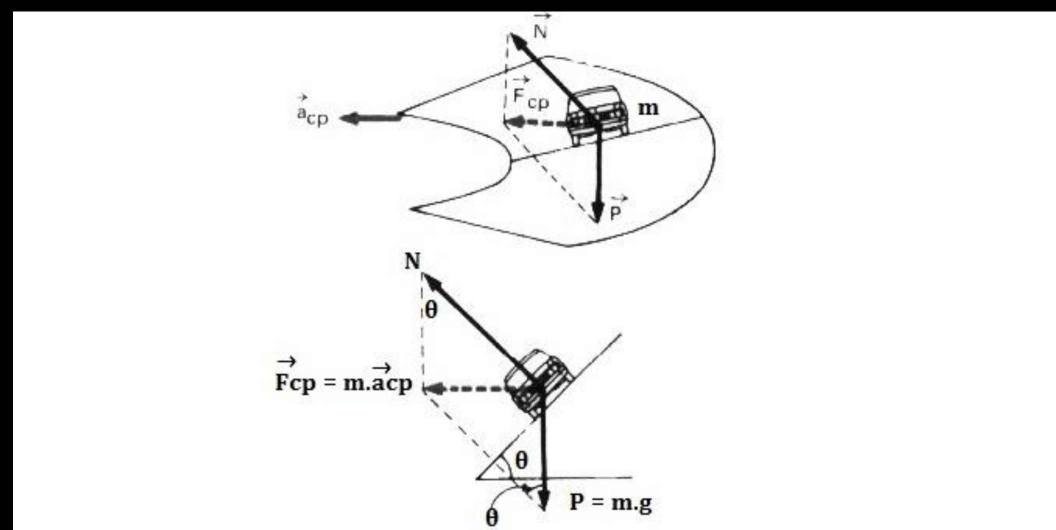
$$\boxed{\mu = \frac{V^2}{R . g}}$$

APLICAÇÕES IMPORTANTES

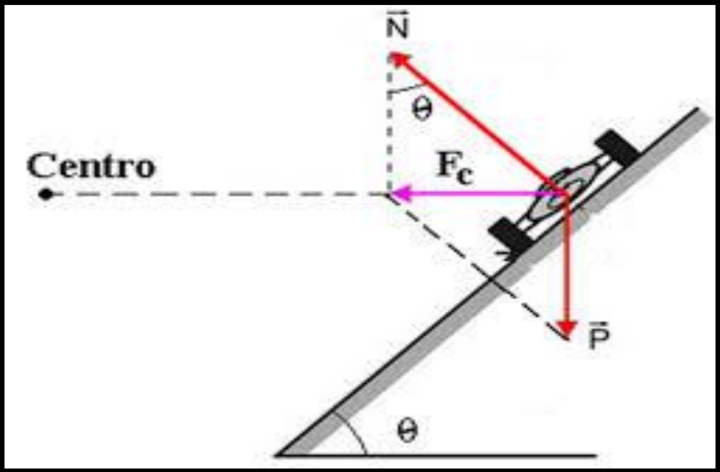
2.1 Atrito nas curvas – Sobrelevação nas pistas.



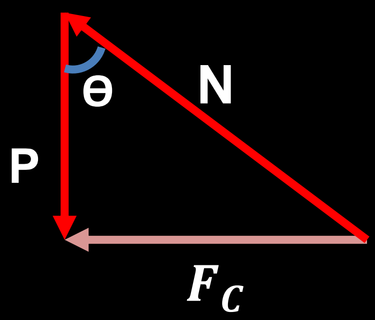




Ângulo de sobrelevação



A sobrelevação da pista compensa o atrito com o solo, mantendo a condição de atrito ESTÁTICO, pois impede o deslizamento dos veículos.

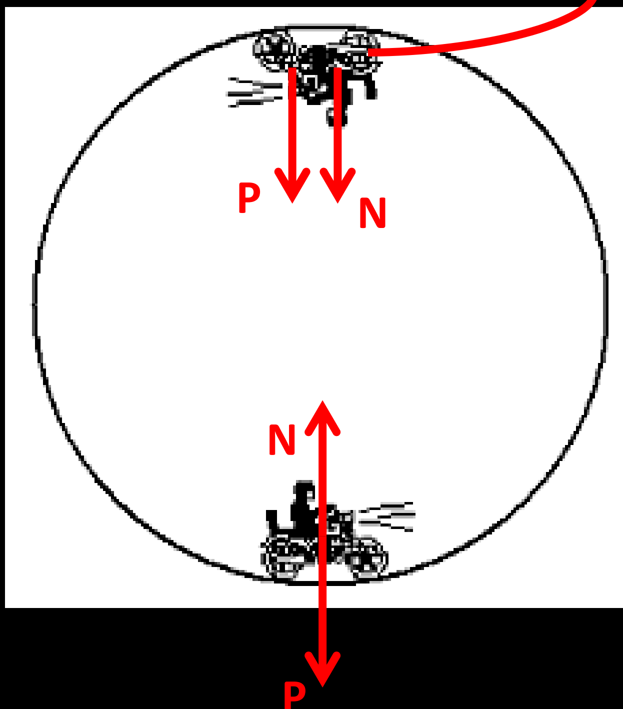


$$tg\theta = \frac{F_C}{P} \Rightarrow tg\theta = \frac{\cancel{m}.\frac{V^2}{R}}{\cancel{m}.g} \Rightarrow tg\theta = \frac{V^2}{R.g}$$

$$\mu = \frac{V^2}{R.g} \Leftrightarrow \mu = tg\theta$$

APLICAÇÕES IMPORTANTES

3. Globo da morte



No ponto mais alto, a velocidade é mínima e a força NORMAL N≅0, pois o móvel está na "iminência de cair".

$$\boldsymbol{P + \cancel{N} = F_C}$$

$$\boldsymbol{P = F_C}$$

$$\boldsymbol{\cancel{m}.\,g = \cancel{m}.\,\frac{V^2}{R}}$$

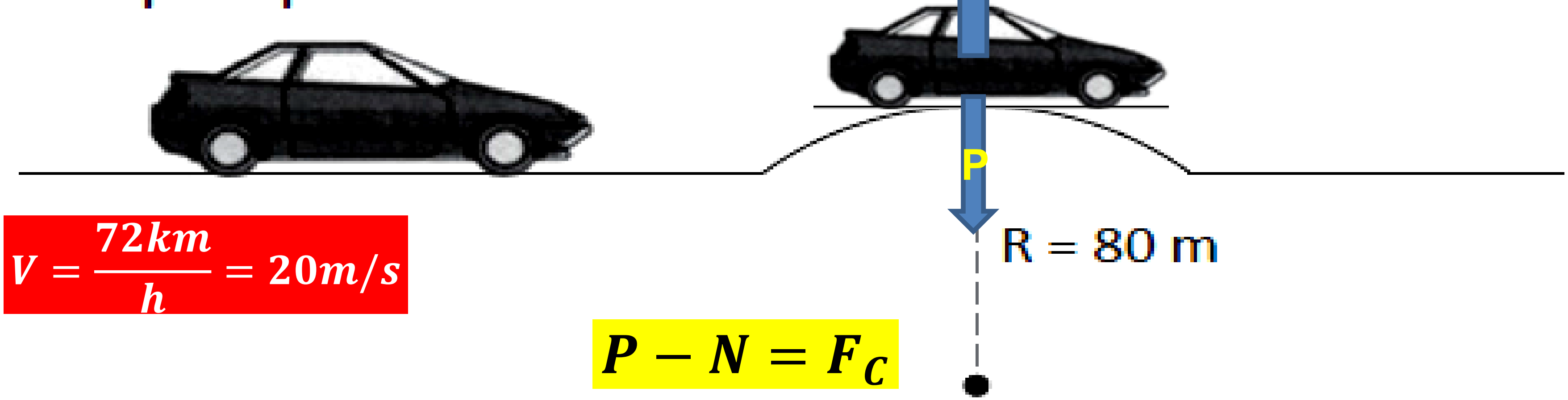
$$\boldsymbol{V^2 = R.\,g}$$

$$\boldsymbol{V_{mínima} = \sqrt{R.\,g}}$$

No ponto mais baixo, a velocidade é máxima.

$$\boldsymbol{N - P = F_C} \Rightarrow \boldsymbol{N - P = m.\,\frac{V^2}{R}}$$

(FEI-SP) Um veículo de massa 1.600 kg percorre um trecho de estrada (desenhada em corte na figura e contida num plano vertical) em lombada, com velocidade de 72 km/h. Adote g = 10 m/s². Determine a intensidade da força que o leito da estrada exerce no veículo quando ele passa pelo ponto mais alto da lombada.



$$V = \frac{72km}{h} = 20m/s$$

$$P - N = F_C$$

$$m.g - N = m.\frac{V^2}{R}$$

$$1600.10 - N = \cancel{1600}.\frac{20^2}{\cancel{80}}$$

$$16000 - N = 20.400$$

$$16000 - N = 8000$$

$$N = 8000N$$

A) 1.000 N

B) 2.000 N

C) 4.000 N

D) 8.000 N

E) 16.000 N

(UnB - DF – modificado) Um caminhão, levando um baú solto na carroceria, faz uma curva horizontal, de raio 125 m. Admita o coeficiente de atrito estático entre o baú e a carroceria igual a 0,5 e considere g = 10 m/s². A velocidade máxima que o caminhão pode desenvolver na curva, sem que o baú deslize, é:

A) 36 km/h

B) 54 km/h

C) 72 km/h

D) 80 km/h

E) 90 km/h

$$F_{at} = F_C$$

$$\mu = \frac{V^2}{R.g}$$

$$0,5 = \frac{V^2}{125.10}$$

$$V^2 = 625$$

$$V = \sqrt{625}$$

$$V = 25m/s \Rightarrow V = 25.3,6 = 90km/h$$

(USC-SP) Um dos aparelhos mais apreciados em parques de diversão é o rotor. Com o rotor em repouso, algumas pessoas entram nele e se colocam de costas para a parede lateral, apoiadas no piso. Através de um motor, o sistema entra em acelerada rotação. A partir de certa velocidade, o piso é abaixado e as pessoas dentro do rotor perdem o apoio dos pés, mas não caem, porque estão fortemente comprimidas contra a parede lateral e o atrito é suficiente para impedir o deslizamento. Considerando que o coeficiente de atrito estático é igual a 0,25 e que a menor velocidade angular que o rotor deve ter é de 5,00 rad/s para que possa abaixar o piso, qual é a medida do raio do rotor? Adote $g = 10\ m/s^2$.

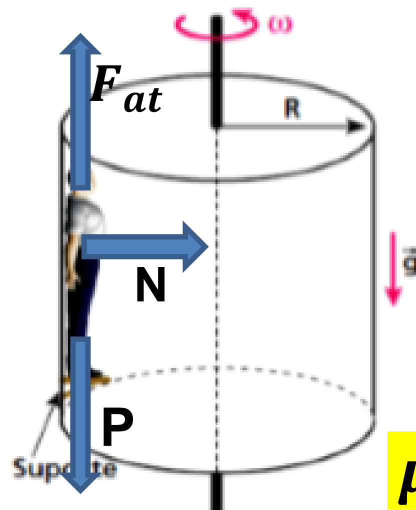
A) 1,6 m

B) 1,0 m

C) 1,2 m

D) 1,8 m

E) 2,0 m



$$N = F_C$$

$$F_{at} = P$$

$$\mu . N = m . g$$

$$\mu . F_C = m . g$$

$$\mu . \cancel{m} . \omega^2 . R = \cancel{m} . g$$

$$\mu . \omega^2 . R = g$$

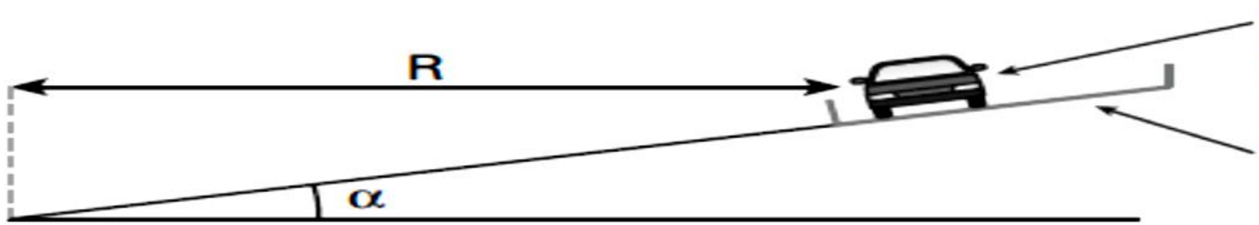
$$\frac{1}{4} . 5^2 . R = 10$$

$$25R = 40$$

$$R = \frac{40}{25}$$

$$R = 1,6m$$

19 (FGV-SP) Em um dia muito chuvoso, um automóvel, de massa m, trafega por um trecho horizontal e circular de raio R. Prevendo situações como essa, em que o atrito dos pneus com a pista praticamente desaparece, a pista é construída com uma sobre-elevação externa de um ângulo α, como mostra a figura. A aceleração da gravidade no local é g.



A máxima velocidade que o automóvel, tido como ponto material, poderá desenvolver nesse trecho, considerando ausência total de atrito, sem derrapar, é dada por

a) $\sqrt{m \cdot g \cdot R \cdot tg\,\alpha}$

b) $\sqrt{m \cdot g \cdot R \cdot \cos\alpha}$

c) $\sqrt{g \cdot R \cdot tg\,\alpha}$

d) $\sqrt{g \cdot R \cdot \cos\alpha}$

e) $\sqrt{g \cdot R \cdot sen\,\alpha}$

$$tg\alpha = \frac{V^2}{R.g}$$

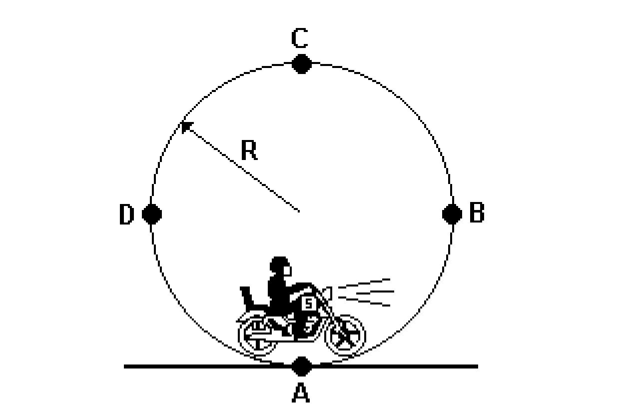
$$V^2 = R.g.tg\alpha$$

$$V = \sqrt{R.g.tg\alpha} \Leftrightarrow V = \sqrt{g.R.tg\alpha}$$

Exercício

Uma atração muito popular nos circos é o "Globo da Morte", que consiste numa gaiola de forma esférica no interior da qual se movimenta uma pessoa pilotando uma motocicleta. Considere um globo de raio R = 3,6m.

Qual a velocidade mínima que a motocicleta deve ter no ponto C para não perder o contato com o interior do globo?



$$V_{mínima} = \sqrt{R.g}$$

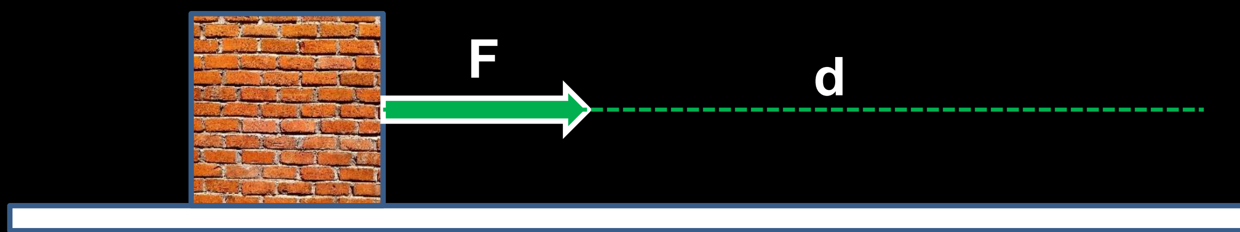
$$V_{mínima} = \sqrt{3,6.10}$$

$$V_{mínima} = \sqrt{36}$$

$$V_{mínima} = 6m/s$$

Trabalho mecânico (τ)

É a energia necessária e suficiente para que uma força produza deslocamento.



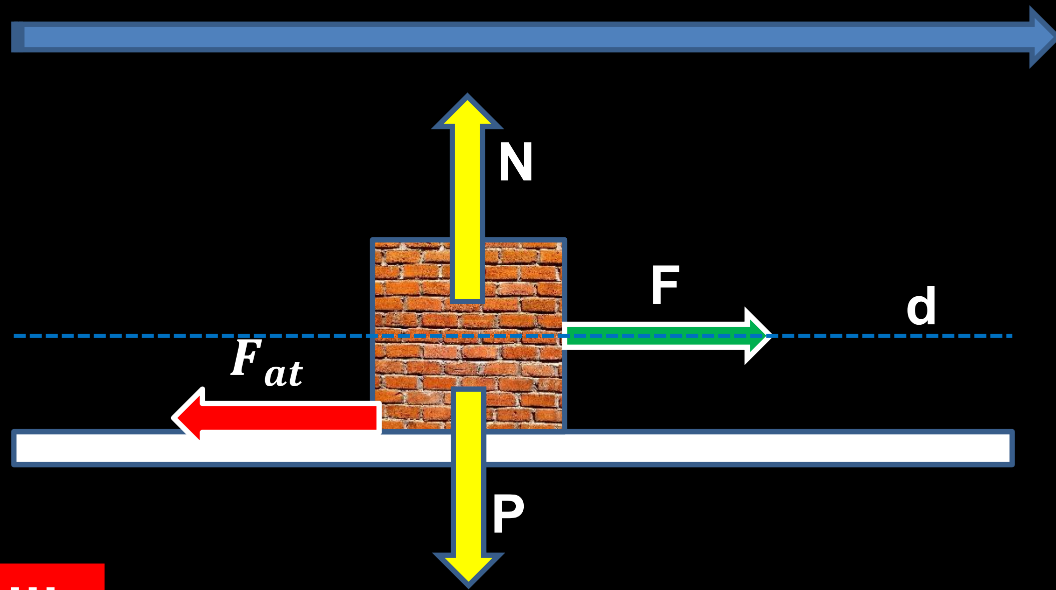
$$\tau = F.d$$

J N m

$$F \rightarrow Constante$$

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

Trabalho mecânico (τ)



Importantes!!!

I. O trabalho mecânico realizado por F é Motor (τ>0)

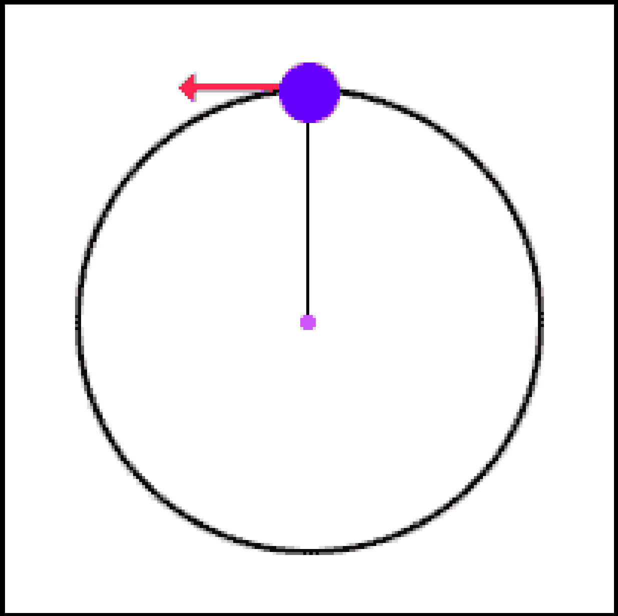
II. O trabalho mecânico realizado por F_{at} é Resistente (τ<0). O τ F_{at} é sempre resistente.

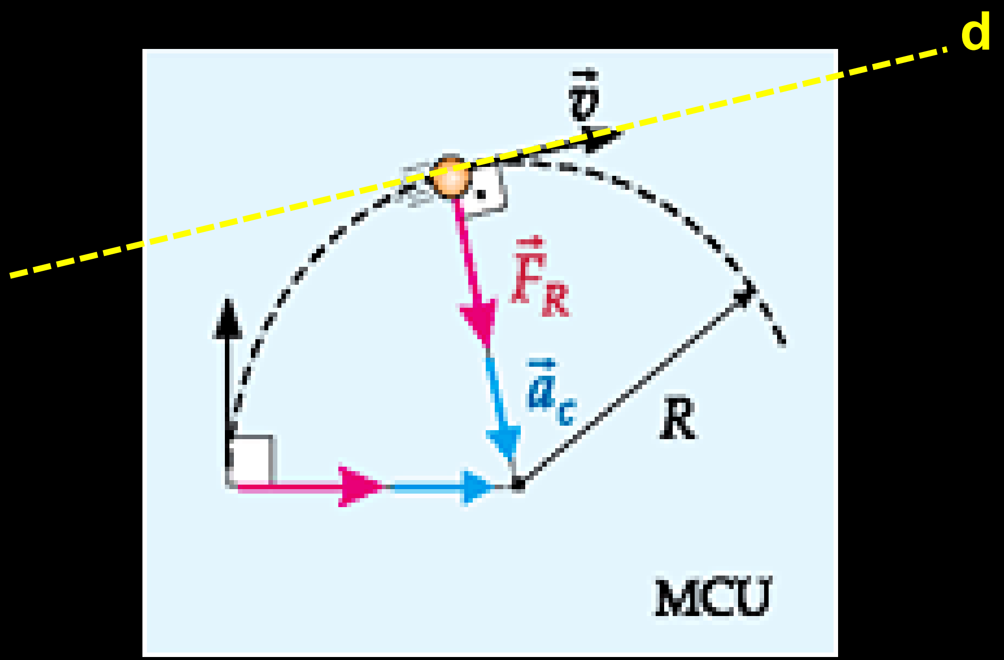
III. A Normal (N) e o Peso (P) não realizam trabalho porque são perpendiculares ao deslocamento (d).

Quando uma força F é perpendicular ao deslocamento, o trabalho é sempre nulo, pois $\tau = F.d.cos90° \rightarrow \tau = F.d.0 \rightarrow \tau = 0$

Aplicação: Resultante Centrípeta

Nos movimentos curvilíneos/circulares, a força resultante centrípeta é perpendicular à velocidade e ao deslocamento, portanto a força centrípeta NÃO realiza trabalho.



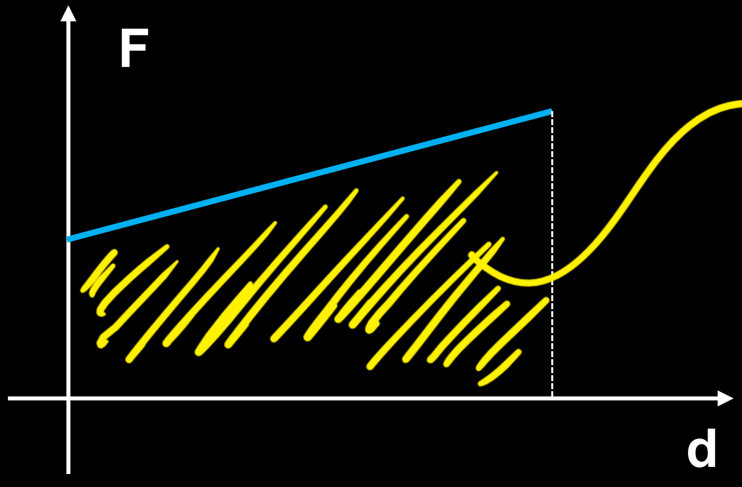


Aplicações do Trabalho mecânico (τ) para forças variáveis

$$\left.\begin{aligned} &\tau = F.d \\ &\tau = F.d.cos\theta \end{aligned}\right\} \quad F \rightarrow Constante$$

Quando a força F é variável:

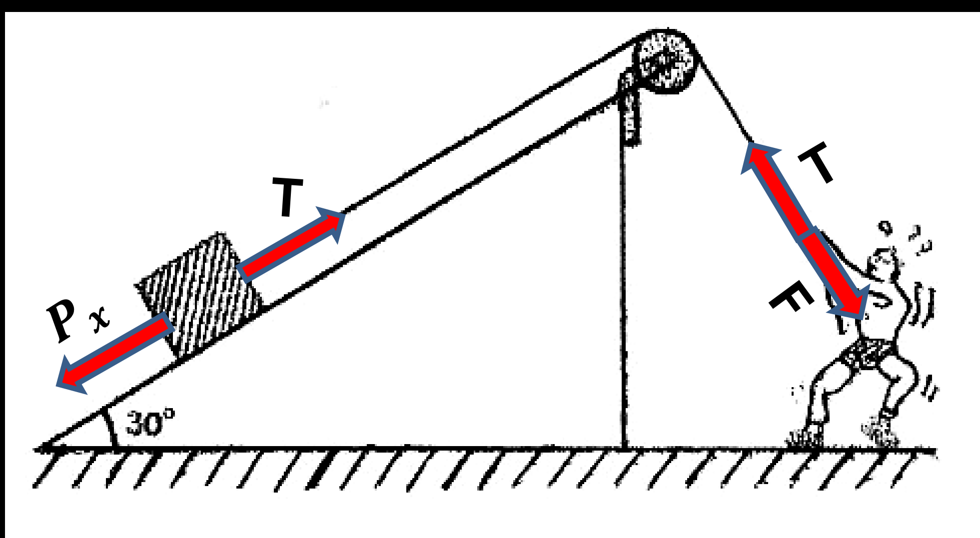
Gráfico F x d



$\tau \overset{N}{=} $ **Área**

Sugestão de exercício

A figura representa um homem que puxa uma corda através de uma roldana, com força constante, arrastando, com deslocamento de 6,0m e velocidade constante, uma caixa de 6,0 x 10^2 N de peso ao longo do plano inclinado que forma 30º com a horizontal. Considera-se que as forças de atrito e a resistência do ar são desprezíveis, que a corda e a roldana são ideais e que $Sen30° = \frac{1}{2}$ e $Cos30° = \frac{\sqrt{3}}{2}$. Determine, em 10^2J, o trabalho da força exercida pelo homem.



$F = T$ $T = P_x$

$F = P_x$

$\tau = F.d$

$\tau = P_x.d$

$\tau = P.sen\theta.d$

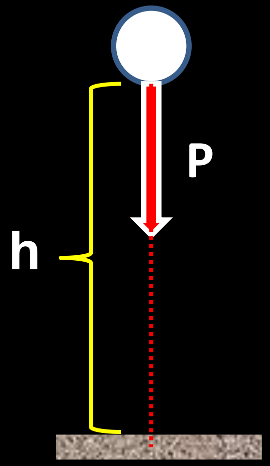
$\tau = 6.10^2.\frac{1}{\cancel{2}}.\cancel{6}^{\,3}$

$\tau = 18.10^2.J$

Trabalhos de caráter específico

Trabalho da força – peso (τ_P):

O peso é uma força de natureza constante.



$$\tau = F.d$$

$$\tau_P = P.h$$

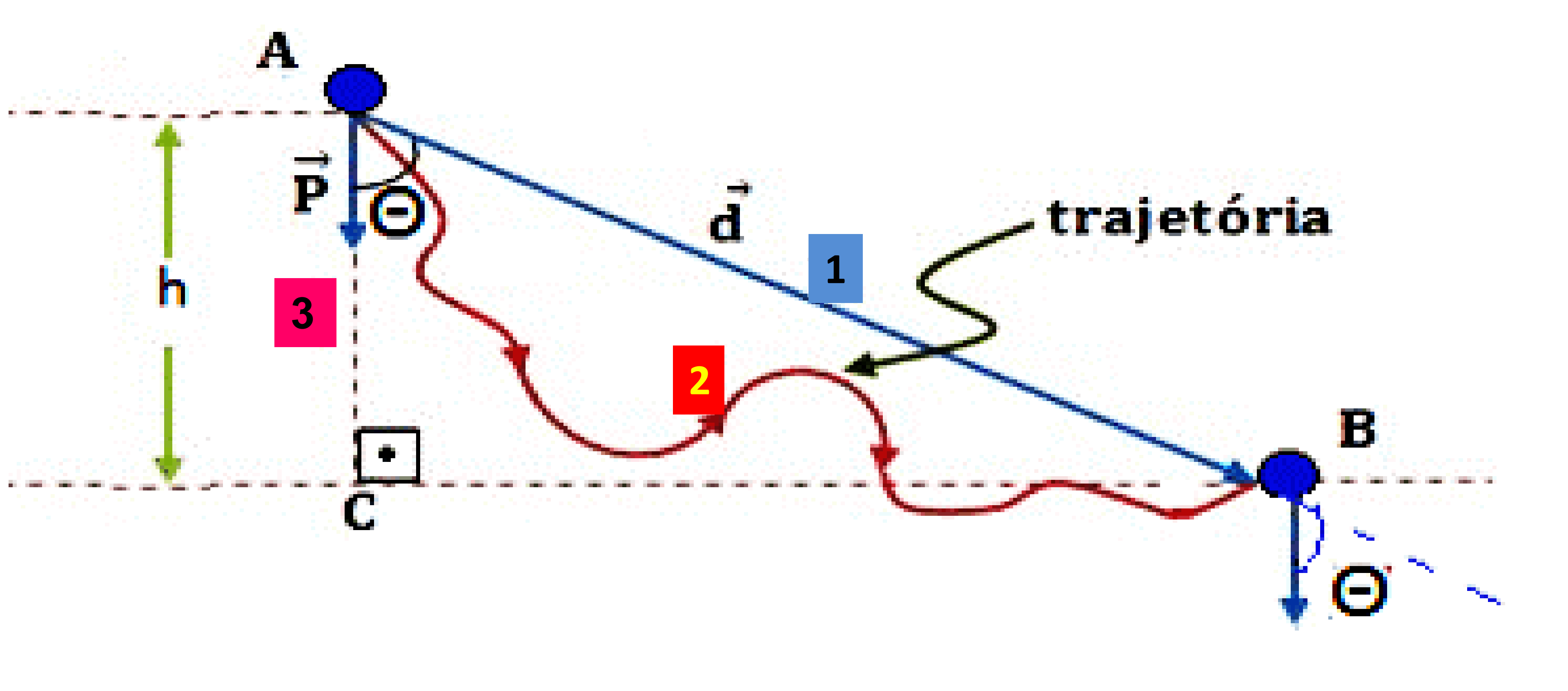
$$\tau_P = m.g.h$$

$$\tau_P > 0 \rightarrow Descida\ (+g) \rightarrow Motor$$

$$\tau_P < 0 \rightarrow Subida\ (-g) \rightarrow Resistente$$

O trabalho da força peso depende exclusivamente da altura.

Importante!



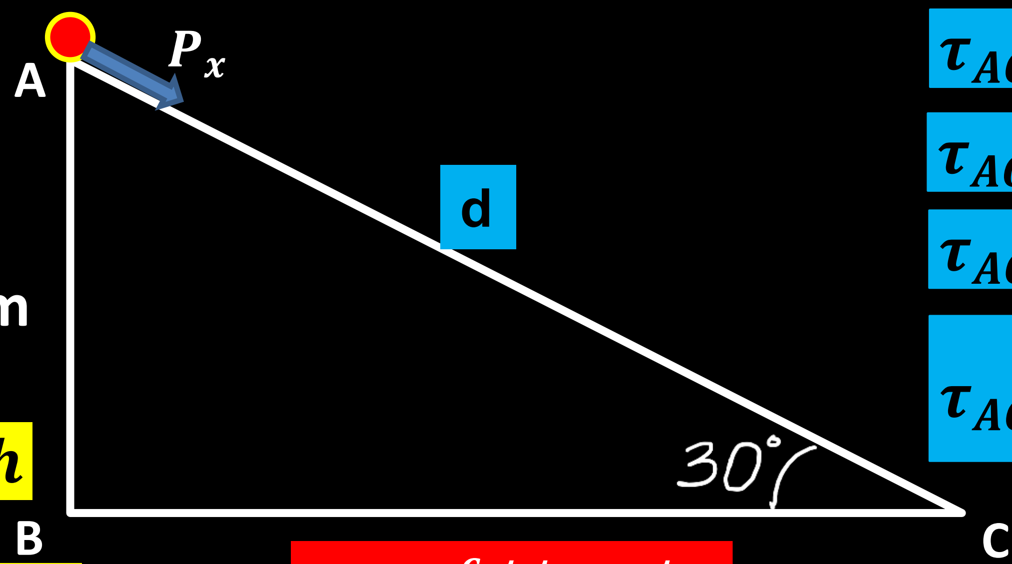
$$\tau_{P(1)} = \tau_{P(2)} = \tau_{P(3)}$$

O trabalho da força peso *independe* da trajetória, mas apenas da altura relativa à base do referencial

Aplicação efetiva da propriedade

m=2kg

h=80m



$$\tau_{PAB} = m.g.h$$

$$\tau_{PAB} = 2.10.80$$

$$\tau_{PAB} = 1600J$$

Como poderia ser feito:

$$\tau_{PAC} = m.g.h$$

$$\tau_{PAC} = 2.10.80$$

$$\tau_{PAC} = 1600J$$

Senθ = $\dfrac{\textit{Cateto oposto}}{\textit{hipotenusa}}$

Sen30° = $\dfrac{80}{d}$

$$\frac{1}{2} = \frac{80}{d}$$

$$d = 160m$$

$$\tau_{AC} = F.d$$

$$\tau_{AC} = P_x.d$$

$$\tau_{AC} = P.sen\theta.d$$

$$\tau_{AC} = m.g.sen\theta.d$$

$$\tau_{AC} = \cancel{2}.10.\frac{1}{\cancel{2}}.160$$

$$\tau_{AC} = 1600J$$

Aplicando a propriedade:

$$\tau_{P(AB)} = \tau_{P(AC)}$$

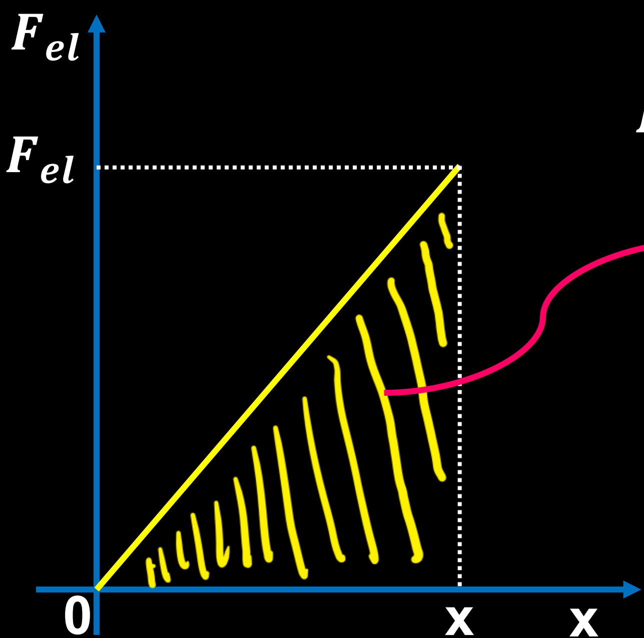
$$\tau_{P(AB)} = 1600J$$

$$\tau_{P(AC)} = 1600J$$

Trabalhos de caráter específico

Trabalho da força elástica (τ_{Fel}):

A força elástica é uma força de natureza Variável.



$$F_{el}\ \alpha\ x$$

$$F_{el} = k.x$$

$$\tau \overset{N}{=} \text{Área}$$

$$\boxed{\tau_{Fel} = \frac{B.h}{2}}$$

$$\boxed{\tau_{Fel} = \frac{x.F_{el}}{2}}$$

$$\boxed{\tau_{Fel} = \frac{x.Kx}{2}}$$

$$\boxed{\tau_{Fel} = \frac{Kx^2}{2}}$$

O trabalho da força elástica depende exclusivamente da DEFORMAÇÃO (x).

Potência mecânica

É a grandeza física que determina a capacidade de realizar trabalho em dado intervalo de tempo.

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

J

s

Watt(w)

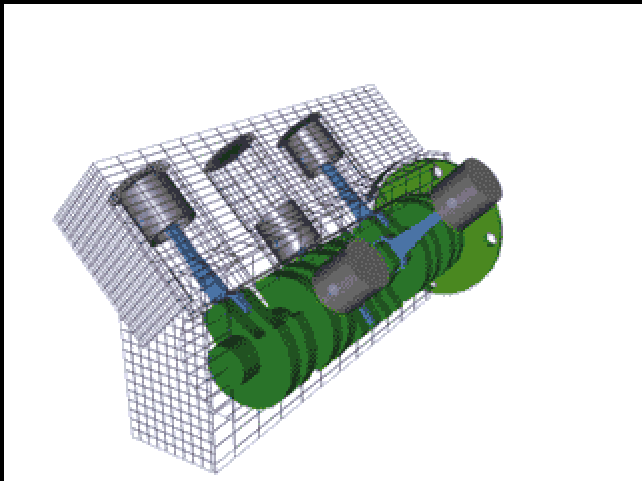
$$P_{ot} = \frac{F.d}{\Delta t}$$

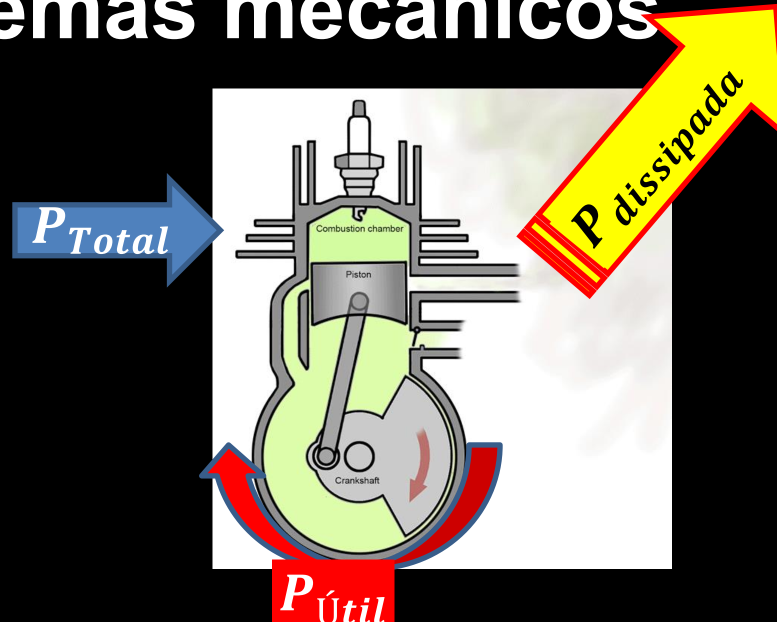
1Kw = 1000w

$$P_{ot} = F.V_m$$

w N m/s

Sistemas mecânicos





$$P_{Total} = P_{Útil} + P_{dissipada}$$

$$P_T = P_U + P_d$$

RENDIMENTO (η)

$$\eta = \frac{P_U}{P_T}$$

P_U → W

P_T → W

η → Adimensional (sem unidade)

$\eta \rightarrow \%$

P_{Total} = Potência recebida ou consumida

$P_{Útil}$= Potência desenvolvida ou utilizada

$P_{dissipada}$= Potência desperdiçada ou não utilizada

Caderno de exercícios P.120 Cap.27

1 (PUC-RJ) Um elevador de 500kg deve subir uma carga de 2,5 toneladas a uma altura de 20 metros, em um tempo inferior a 25 segundos. Qual deve ser a potência média mínima do motor do elevador, em kW? (Dados: g = 10m/s²)

a) 20
b) 16
c) 24
d) 38
e) 15

$m_{Elevador} = 500\text{kg}$

$m_{Carga} = 2500\text{kg}$

$m_{Total} = 3000\text{kg}$

$\Delta t = 25s$

$h = 20\text{m}$

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

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

$$P_{ot} = \frac{\tau_P}{\Delta t}$$

$$P_{ot} = \frac{m.g.h}{\Delta t}$$

$$P_{ot} = \frac{\cancel{3000}.10.20}{\cancel{25}}$$

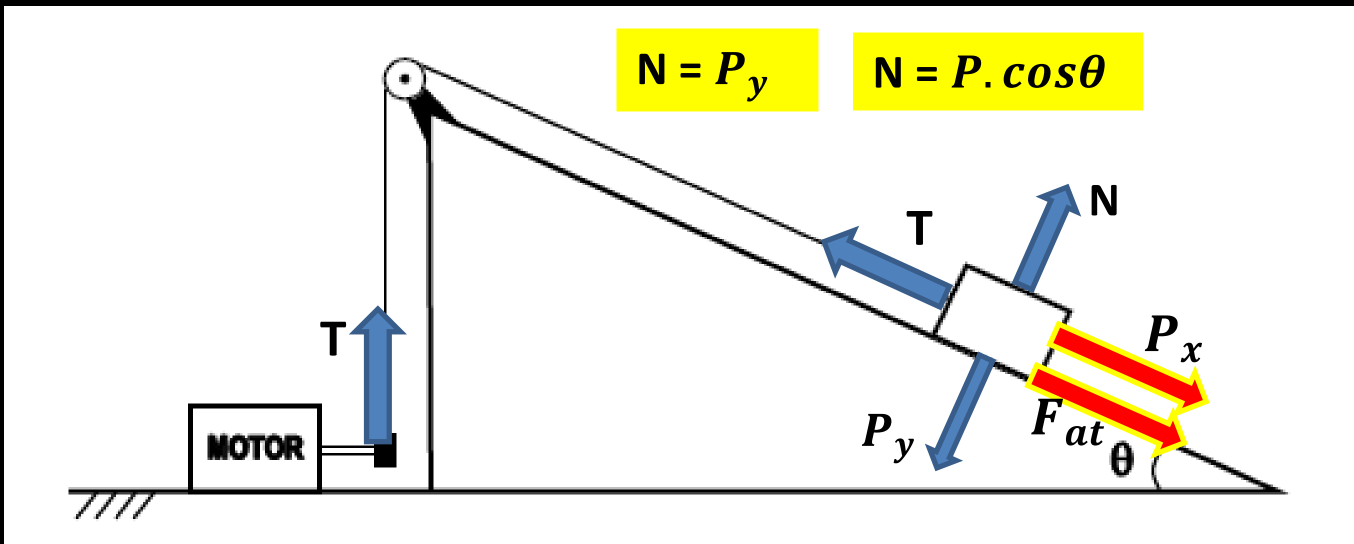
120

$$P_{ot} = 120.10.20$$

$$P_{ot} = 24000w$$

$$P_{ot} = 24Kw$$

Sugestão de exercício



$$P_{ot} = F.V_m$$

$$P_U = T.V_m$$

$$P_U = 420.5$$

$$P_U = 2100w$$

$$P_U = 2,1Kw$$

Um motor com rendimento de 70% puxa um bloco de 50,0kg, que desliza com velocidade constante de 5,0m/s sobre o plano inclinado representado na figura. Desprezando-se a resistência do ar, admitindo-se as polias e o fio como sendo ideais, o modulo da aceleração da gravidade, $g = 10{,}0 m/s^2$, o coeficiente de atrito dinâmico, $\mu_d = 0{,}3$, e sabendo-se que cosθ = 0,8 e senθ = 0,6, a potência total do motor, em kW, e igual a

a) 2,1
3,0
c) 4,5
d) 5,1
e) 6,0

T = $P_x + F_{at}$

T = $P.sen\theta + \mu.N$

T = $P.sen\theta + \mu.P.\cos\theta$

T = $m.g.sen\theta + \mu.m.g.\cos\theta$

T = $50.10.0,6 + 0,3.50.10.0,8$

T = $300 + 120$

T = $420N$

$$\eta = \frac{P_U}{P_T}$$

$$0,7 = \frac{2,1}{P_T}$$

$$P_T = \frac{2,1}{0,7}$$

$$P_T = 3Kw$$

Energia mecânica e sua conservação

1. **Energia cinética (E_C)** → É a energia desenvolvida em função da velocidade.

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

J

Kg

m/s

Assim como a velocidade, a energia cinética depende de um referencial.

Energia mecânica e sua conservação

2. **Energia potencial (E_P)** → É a energia armazenada em um sistema físico, de qualquer natureza, para a realização de trabalho.

Energia potencial (E_P)

GRAVITACIONAL (E_{Pg})

Depende da altura (H)

$$E_{Pg} = \tau_P$$

$$E_{Pg} = m.g.h$$

ELÁSTICA (E_{Pel})

Depende da deformação (x)

$$E_{Pel} = \tau_{Fel}$$

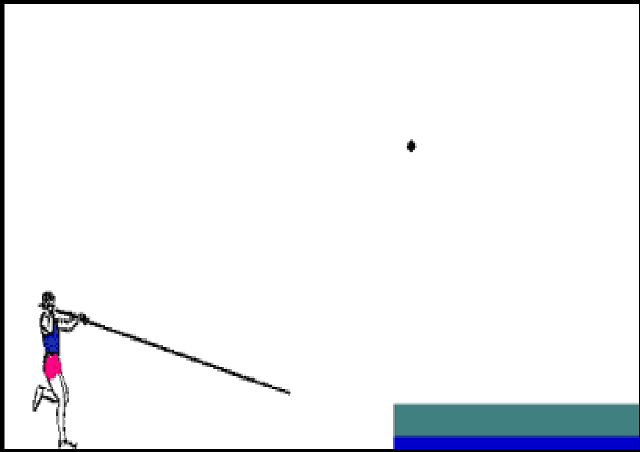
$$E_{Pel} = \frac{Kx^2}{2}$$

Energia mecânica e sua conservação

3. **Energia mecânica (E_M)** → É a soma de todas as energias que existem em um sistema físico ou composição mecânica.

$$\boxed{E_M = E_C + E_P}$$

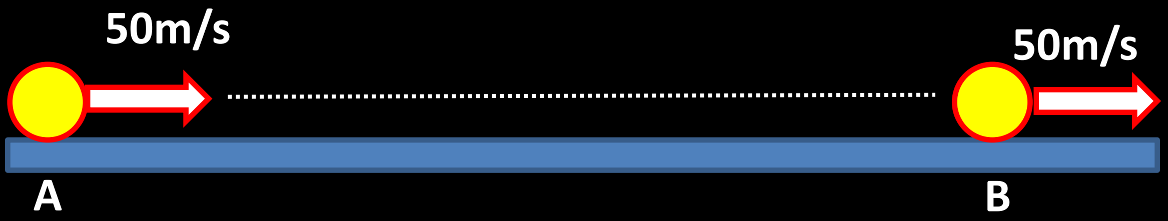
J J J



Energia mecânica e sua conservação

Sistemas conservativos → São aqueles em que a <u>*energia mecânica se mantem constante*</u> no sistema físico.

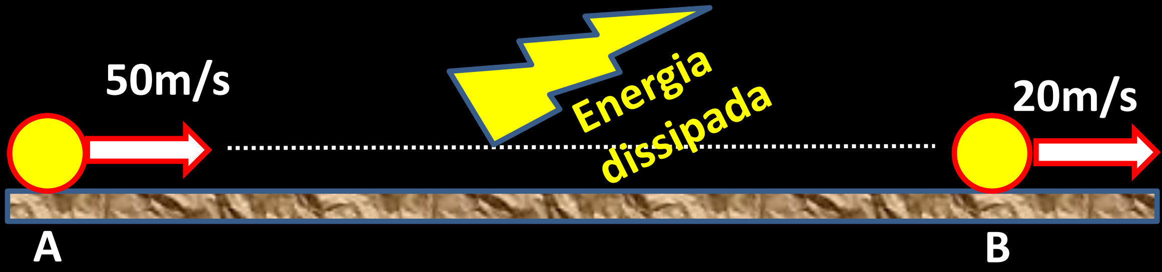
A característica fundamental desse sistema se deve a <u>ausência de atritos</u> e, consequentemente, a <u>ausência de som e calor.</u>



$$\boxed{EM_{antes} = EM_{depois}}$$

Energia mecânica e sua conservação

Sistemas dissipativos → São aqueles em que há perdas de energia em função da existência de atritos superficiais ou no meio. Geralmente, a energia é dissipada sob a forma de som e/ou calor.



$$EM_{antes} \neq EM_{depois}$$

$$EM_{Dissipada} = EM_{antes} - EM_{depois}$$

$$\tau_{Fat}$$

Teorema da energia cinética

Relação entre Trabalho (τ) e velocidade (V):

$$\tau = F.d$$

$$\tau = m.a.d$$

$$\tau = m.\frac{\Delta V}{\cancel{\Delta t}}.V_m.\cancel{\Delta t}$$

$$\tau = m.\Delta V.V_m.$$

$$\tau = m.(V - V_0).(\frac{V + V_0}{2})$$

$$\tau = m.\frac{(V^2 - V_0^2)}{2}$$

$$\tau = \frac{m.V^2}{2} - \frac{m.V_0^2}{2}$$

$$\tau = E_c - E_{c0}$$

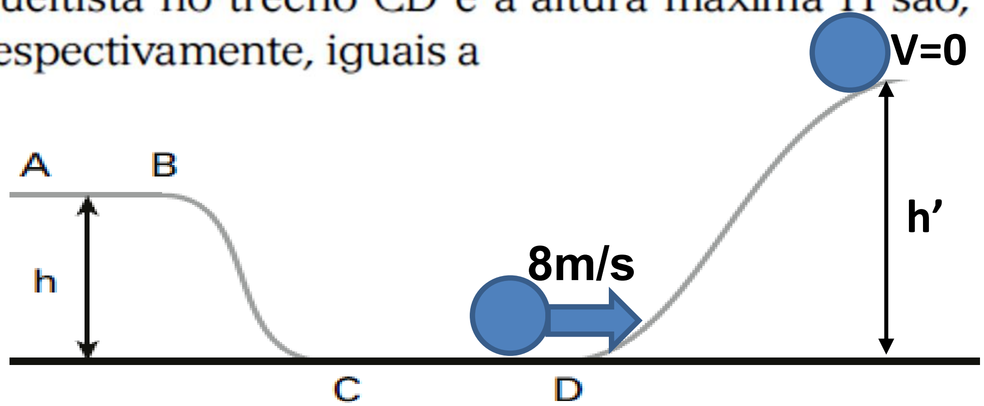
$$\tau = \Delta E_c$$

O trabalho realizado por um corpo em um sistema físico corresponde à variação de sua energia cinética.

$$\tau = \frac{m.V^2}{2} - \frac{m.V_0^2}{2}$$

Exercício

2 (FUVEST) Um esqueitista treina em uma pista cujo perfil está representado na figura abaixo. O trecho horizontal AB está a uma altura h = 2,4 m em relação ao trecho, também horizontal, CD. O esqueitista percorre a pista no sentido de A para D. No trecho AB, ele está com velocidade constante, de módulo v = 4 m/s; em seguida, desce a rampa BC, percorre o trecho CD, o mais baixo da pista, e sobe a outra rampa até atingir uma altura máxima H, em relação a CD. A velocidade do esqueitista no trecho CD e a altura máxima H são, respectivamente, iguais a



Note e adote

g = 10 m/s²

Desconsiderar:

– Efeitos dissipativos.

– Movimentos do esqueitista em relação ao esqueite.

a) 5 m/s e 2,4 m.
b) 7 m/s e 2,4 m.
c) 7 m/s e 3,2 m.
d) 8 m/s e 2,4 m.
e) 8 m/s e 3,2 m.

De AB para CD:

$$EM_{antes} = EM_{depois}$$

$$E_C + E_P = E'_C + \cancel{E'_P}$$

$$E_C + E_P = E'_C$$

$$\frac{\cancel{m}.v^2}{2} + \cancel{m}.g.h = \frac{\cancel{m}.v'^2}{2}$$

$$\frac{4^2}{2} + 10.2,4 = \frac{v'^2}{2}$$

$$8 + 24 = \frac{v'^2}{2}$$

$$v'^2 = 64$$

$$v' = \sqrt{64}$$

$$v' = 8m/s$$

De D a Hmáx:

$$EM_{antes} = EM_{depois}$$

$$E_C + \cancel{E_P} = \cancel{E'_C} + E'_P$$

$$\frac{\cancel{m}.v^2}{2} = \cancel{m}.g.h$$

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

$$\frac{8^2}{2} = 10.h$$

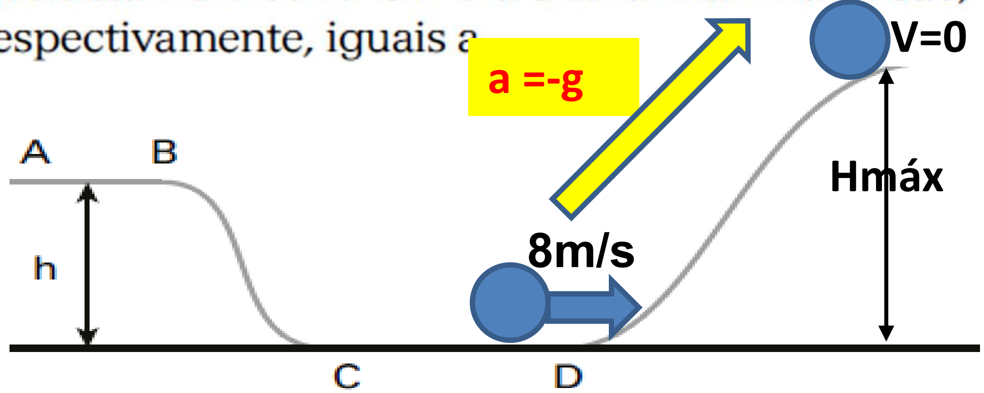
$$10.h = 32$$

$$h = \frac{32}{10}$$

$$h = 3,2m$$

Exercício

2 (FUVEST) Um esqueitista treina em uma pista cujo perfil está representado na figura abaixo. O trecho horizontal AB está a uma altura h = 2,4 m em relação ao trecho, também horizontal, CD. O esqueitista percorre a pista no sentido de A para D. No trecho AB, ele está com velocidade constante, de módulo v = 4 m/s; em seguida, desce a rampa BC, percorre o trecho CD, o mais baixo da pista, e sobe a outra rampa até atingir uma altura máxima H, em relação a CD. A velocidade do esqueitista no trecho CD e a altura máxima H são, respectivamente, iguais a



Note e adote

g = 10 m/s²

Desconsiderar:

– Efeitos dissipativos.

– Movimentos do esqueitista em relação ao esqueite.

a) 5 m/s e 2,4 m.
b) 7 m/s e 2,4 m.
c) 7 m/s e 3,2 m.
d) 8 m/s e 2,4 m.
e) 8 m/s e 3,2 m.

Quando o sistema for conservativo:

$$\Delta s = h \ e \ a = g$$

De AB para CD:

$$V^2 = V_0^2 + 2.a.\Delta S$$
$$V^2 = V_0^2 + 2.g.h$$
$$V^2 = 4^2 + 2.10.2,4$$
$$V^2 = 16 + 48$$
$$V^2 = 64$$
$$V = \sqrt{64}$$
$$V = 8m/s$$

De D a Hmáx:

$$V^2 = V_0^2 + 2.a.\Delta S$$
$$V^2 = V_0^2 - 2.g.h$$
$$0^2 = 8^2 - 2.10.h$$
$$20h = 64$$
$$h = \frac{64}{20}$$
$$h = 3,2m$$

Exercício

10 (UFPB) Em uma partida de Curling, uma jogadora arremessa uma pedra circular de 18 kg (ver figura abaixo), que desliza sobre o gelo e para a 30 m da arremessadora. Sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre a pedra e o gelo é de 0,015, é correto afirmar que a pedra foi lançada com velocidade de:

a) 2 m/s
3 m/s
c) 4 m/s
d) 5 m/s
e) 6 m/s

$$EM_{Dissipada} = EM_{antes} - EM_{depois}$$

$$\tau_{Fat} = (E_C + \cancel{E_P}) - (\cancel{E_C} + \cancel{E_P})$$

$$\tau_{Fat} = E_C$$

$$Fat.d = E_C$$

$$\mu.N.d = E_C$$

$$\mu.P.d = E_C$$

$$\mu.\cancel{m}.g.d = \frac{\cancel{m}.v^2}{2}$$

$$\mu.g.d = \frac{v^2}{2}$$

$$0,015.10.30 = \frac{v^2}{2}$$

$$4,5 = \frac{v^2}{2}$$

$$v^2 = 9$$

$$v = \sqrt{9} \Rightarrow v = 3m/s$$

Exercício

10 (UFPB) Em uma partida de Curling, uma jogadora arremessa uma pedra circular de 18 kg (ver figura abaixo), que desliza sobre o gelo e para a 30 m da arremessadora. Sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre a pedra e o gelo é de 0,015, é correto afirmar que a pedra foi lançada com velocidade de:

a) 2 m/s
b) 3 m/s
c) 4 m/s
d) 5 m/s
e) 6 m/s

$$\tau = \cancel{\frac{m.V^2}{2}} - \frac{m.V_0^2}{2}$$

$$-\tau_{Fat} = -\frac{m.V_0^2}{2}$$

$$Fat.d = \frac{m.V_0^2}{2}$$

$$\mu.N.d = \frac{m.V_0^2}{2}$$

$$\mu.\cancel{m}.g.d = \frac{\cancel{m}.V_0^2}{2}$$

$$\mu.g.d = \frac{v_0{}^2}{2}$$

$$0,015.10.30 = \frac{v_0{}^2}{2}$$

$$4,5 = \frac{v_0{}^2}{2}$$

$$v_0{}^2 = 9$$

$$v_0 = \sqrt{9}$$

$$v_0 = 3m/s$$