Gabarito das aulas 1 a 21

Aula 2 - A culpa é da barreira!

1. São grandezas físicas: ***calor, energia, trabalho, temperatura, força e aceleração***. Não são grandezas físicas: ***cansaço, rapidez, curiosidade, honestidade, pontualidade e coragem***.
   Observação: As palavras ***calor, energia, trabalho e força*** denominam grandezas físicas, mas são utilizadas também no cotidiano com diferentes significados. Portanto, podem ser ou não grandezas físicas, dependendo do sentido que cada um dá ao termo.
2. I- **a)** 0,03m; **b)** 0,0025 m; **c)** 800 m; **d)** 0,36576 m; **e)** 0,1143 m; **f)** 18,288 m; **g)** 804.500 m.
   II- **a)** 5.000 mm; **b)** 400 mm; **c)** 300 cm; **d)** 120 cm; **e)** 0,150 km; **f)** 180 km.
   III- **a)** 0,012 kg; **b)** 20.000 kg; **c)** 22,7 kg.
   IV- **a)** 700 g; **b)** 8.200 g; **c)** 0,300 t; **d)** 630 t.
   V- **a)** 90 s; **b)** 8.100 s; **c)** 19.333 s.
   VI- **a)** 0,5m^3; **b)** 69.000 cm^3.
3. **a)** 76,2 mm; **b)** 172,72 mm; **c)** 6,35 mm; 7,9375 mm.
4. Não, porque a unidade de velocidade é km/h e não km. Na placa deveria estar escrito: "velocidade máxima 80 km/h".
5. 38,43 mm.
6. 3,78432 X 1018m ou 3.784.320.000.000.000.000 m.

Aula 3 - Bola pra frente!

1. O deslocamento do carro foi de 160 km e o tempo gasto para isso foi 2 h.

$$v_{média} = \frac{Dx}{Dt} = \frac{160\ km}{2\ h} = 80\ km/h$$

O deslocamento pode ser escrito: então, $\Delta x = v_{média}\ \ \Delta t$, então, em 4 horas o deslocamento será:

$\Delta x = 80 \cdot 4 = 320$ Km

Por outro lado, $Dt = \dfrac{Dx}{v_{média}}$. então, para um deslocamento de 400 km, o tempo gasto será:

$$Dt = \frac{400\ km}{80\ km/h} = 5\ h$$

2. O gráfico mostra que a posição no instante zero vale 60 m. Por outro lado, no instante t = 6 s, vale 120 m. Então, a velocidade média vai ser:

- $v_{média} = \frac{Dx}{Dt} = \frac{120\ m - 60\ m}{6\ s - 0\ s} = \frac{60\ m}{6\ s} = 10\ m / s$

  então a função horária da posição será: $x = 60 + 10 \cdot t$
- Fazendo-se t = 10 s, teremos, na função horária:
  $x = 60 + 10 \cdot 10 = 160$ m
- Fazendo–se x = 180 m, teremos, na função horária:
  $180 = 60 + 10 \cdot t$
  $180 - 60 = 10 \cdot t$
  $120 = 10 \cdot t$
  $t = 12$ s

3. A velocidade é dada diretamente no gráfico 10 cm/s. A área do retângulo nos fornece o deslocamento.
Área = (base) · (altura) = (20 s – 4 s) · 10 cm/s = 16 s · 10 cm/s = 160 cm

4. Para determinarmos a função horária, precisamos, inicialmente, calcular a velocidade média. Escolhendo-se os instantes t = 2 s, e t = 4 s, teremos:

$$v = v_{média} = \frac{25\ m - 15\ m}{4\ s - 2\ s} = \frac{10\ m}{2\ s} = 5\ m / s$$

Nesse caso, a Tabela 7 não nos fornece, diretamente, o valor da posição no instante t = 0, ou seja x_0. Porém, podemos usar, mais uma vez, a definição de velocidade média e fazer:

$$v_{média} = \frac{20 - x_0}{3 - 0} = 5$$

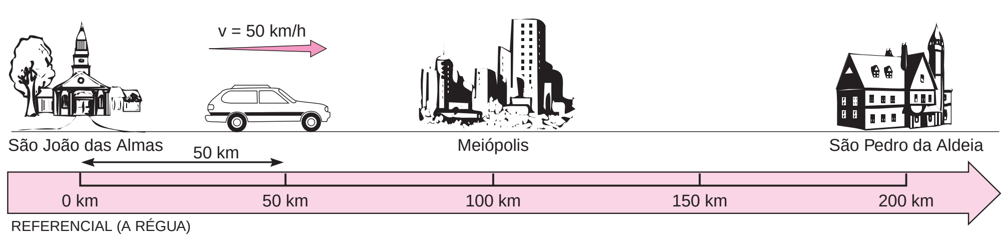
$20 - x_0 = 15$

$-x_0 = 15 - 20$

$x_0 = 5$

Então a função horária vai ficar: $x = 5 + 10 \cdot t$
No instante t = 12 s, teremos: $x = 5 + 10 \cdot 2 = 125$ m
Para a posição x = 80 m, teremos:
$80 = 5 + 10 \cdot t$
$80 - 5 = 10 \cdot t$
$75 = 10 \cdot t$
$t = 7{,}5$ s

5.



Usando o referencial que apresentado na Figura 19, podemos ver que:
$x_0 = 50$ km e v = 50 km/h
Então, a função horária vai ser: $x = 50 + 50\ t$
Como Meiópolis está na posição x = 100 km, teremos: $100 = 50 + 50 \cdot t$
$100 - 50 = 50 \cdot t$
$50 = 50 \cdot t$
$t = 1$ h

Por outro lado, São Pedro está na posição x = 200 km, então,
$200 = 50 + 50 \cdot t$
$200 - 50 = 50 \cdot t$
$150 = 50 \cdot t$
$t = 3$ h
Vai chegar depois de 3 horas.

Aula 4 - Acelera Brasil!

1. Para os dois veículos, o gráfico a X t é uma reta, paralela ao eixo do tempo, para o Duna ela corta o eixo da aceleração no valor $a = 2\ m/s^2$ e para o Copa no valor $a = 3\ m/s^2$

2. a) A posição inicial pode ser obtida substituindo-se o tempo (t), por zero na função horária da posição. Ou basta lembrar que o termo que independe de t, nessa função, é o valor inicial da posição, e vale portanto 100 m.
$x = 100 + 2 \cdot (0) + 2 \cdot 0^2 \rightarrow x = 100$ m

b) A velocidade inicial do trem é 20 m/s. Basta lembrar que v_0 é o número que multiplica o t.

c) A aceleração também pode ser obtida diretamente da equação: ela é duas vezes o valor que multiplica o t^2. Assim $a = 4\ m/s^2$.

d) Para saber a posição do trem num instante qualquer, basta substituir o valor de t na equação, portanto para $t = 45 \rightarrow x = 212$ m.

3. A função horária da posição é em geral escrita como: $v = v_0 + at$. Nesse problema, o valor de $v_0 = 20$ m/s e $a = 4\ m/s^2$. Portanto a função será: $v = 20 + 4t$ no instante $t = 5$ s e a velocidade será $v = 40$ m/s.

4. a) É fácil verificar que a velocidade varia, pois em $t = 0s \rightarrow v = 1$ m/s e em $t=10s \rightarrow v = 21$ m/s.
Deve-se também observar que o gráfico v X t é uma *reta*, o que indica que a velocidade varia sempre da mesma forma, tratando-se pois de um movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV).

b) $v_0 = 1$ m/s

c) basta calcular $\frac{Dv}{Dt}$, obtendo o valor a = 2 m/s2

d) $v = 1 + 2t$.

5. a) $x = x_0 + v_0 + \frac{1}{2}at^2$ isto é, $x = 100 + 1t + 1t^2$

b) Basta substituir na equação horária das posições o t por 5, obtendo assim x = 130 m.

Aula 5 - Tudo que sobe, desce

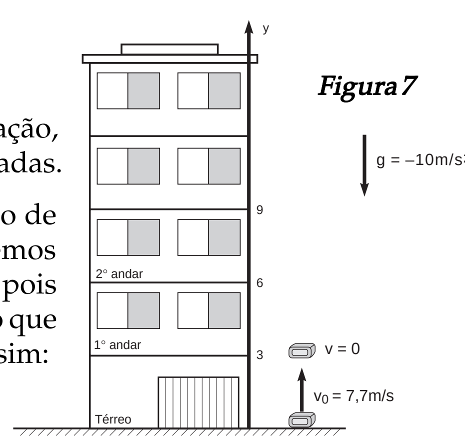


Figura 7

1. Inicialmente fazemos um esboço da situação, definindo referencial e sistema de coordenadas.

A pergunta do problema é "Qual é o tempo de subida do tijolo?". Com o esboço, podemos construir a equação horária do movimento, pois sabemos a posição inicial do tijolo e o tempo que ele leva para chegar ao primeiro andar. Assim:

$$y = y_0 + v_0 + \frac{1}{2}gt^2$$

substituindo essas informações na equação de posição:

$3 = 0 + 7{,}7\ t - 5t^2$

o tempo de subida será:

$t \cong 0{,}77$ s

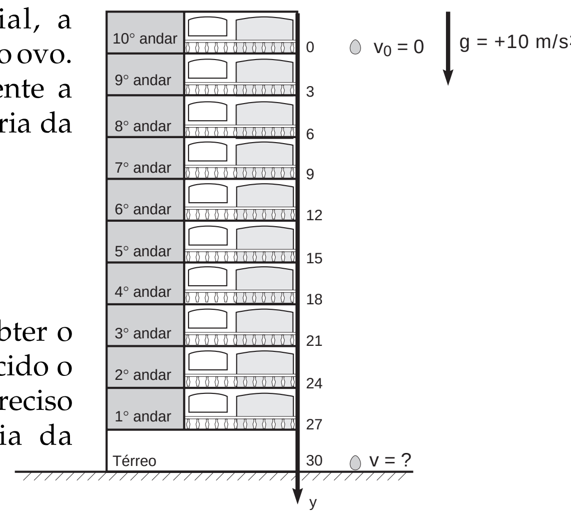
É possível resolver o mesmo problema, usando a função horária da velocidade:

$v = v_0 + at$

$0 = 7{,}75 - 10t$

$t \cong 0{,}77$ s

2. Inicialmente, fazemos um esboço da situação, definindo referencial e sistema de coordenadas (ver figura).



São conhecidas a velocidade inicial, a aceleraçao (g), a posição inicial e final do ovo. A primeira função que usa diretamente a velocidade no MRUV é a função horária da velocidade.

$v = v_0 + at$

usando nossa informação

e o referencial defindo no esboço

$v = 0 + 10t$

Com essa expressão, não é possível obter o valor da velocidade, pois não é conhecido o tempo de queda do ovo. Então é preciso calculá-lo, usando a função horária da posição:

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} gt^2$$

usando nossa informação: $30 = 0 + 0 + 5t^2$

Assim podemos calcular o tempo de queda: t @ 2,5 s

Com esse valor voltamos à função horária da velocidade e calculamos a velocidade final do ovo:

$v = 10 \cdot 2{,}5 = 25$ m/s

Que seria uma velocidade bastante alta, podendo causar um sério acidente.

3. Inicialmente, faremos um esboço da situação, definindo referencial e sistema de coordenadas (ver figura).

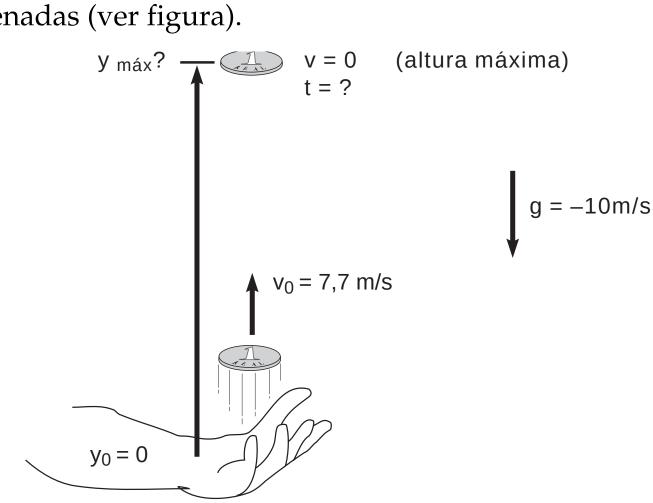


Figura 9

Neste problema, pede-se a altura máxima da moeda e o tempo de subida e descida. Sabemos o valor da velocidade inicial (v_0) e da aceleração (g).

Para obter a altura máxima, usamos a função horária da posição:

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} gt^2$$

que se transforma em

$$y = 0 + 10t - 5t^2$$

Mais uma vez, para descobrirmos a altura máxima, precisamos do tempo que a moeda demorou para chegar lá. Para isso, usamos uma informação que não foi dita no problema, mas que é fundamental ter na memória: **a velocidade no ponto mais alto é zero**. Com esta informação podemos usar a função horária da velocidade:

$$v = v_0 + at$$

ou seja, $0 = 10 - 10t$

que nos dá o tempo de subida da moeda

$$t = 1 \text{ s}$$

Com essa informação, podemos voltar à equação horária da posição e calcular a altura máxima:

$$y_{max} = 10(1) - 5(1)^2 = 5 \text{ m}$$

Para descobrirmos o tempo total de subida e descida, lembramos que tudo o que sobe desce e no mesmo tempo. Tentão temos mais uma informação que sempre precisamos lembrar: que o tempo de subida é igual ao tempo de descida, ou seja, o tempo total de subida e descida será $t \cong 2$ s

Podemos mostrar isso usando a própria equação horária da posição:

$$0 = 0 + 10t - 5t^2$$

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

4. Quem cairá primeiro: o ovo ou a galinha? Aqui é necessário saber se a resistência do ar é desprezível ou não; se não for desprezível, obviamente a galinha baterá suas asas, o que amortecerá sua queda, enquanto que o ovo cairá quase em queda livre. Mas, se a resistência do ar for desprezível, ou seja, se Ernesto estiver na Lua, onde não há atmosfera, certamente o ovo e a galinha teriam caído juntos. Essa é uma típica experiência muito rara de ser observada.

Aula 6 - Empurra e puxa

1. Quando penduramos dois ovos na mola, estamos exercendo, aproximadamente, uma força de 1 newton na mesma. Nessa situação, a deformação vale 2 cm.

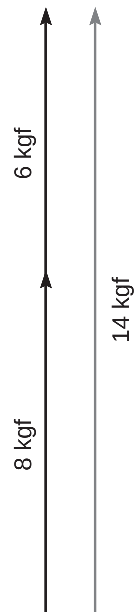
a) Temos: $k = \frac{F}{Dx} \Rightarrow k = \frac{1 \text{ newton}}{2 \text{ cm}} = 0{,}5 \text{ N / cm}$

b) $Dx = \frac{F}{k} = \frac{12 \text{ newtons}}{0{,}5 \text{ N / cm}} = 24\text{cm}$

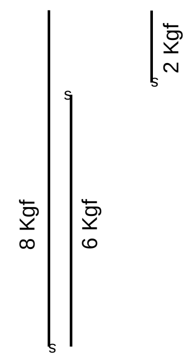
c) $F = k \cdot \Delta x = 0{,}5 \cdot 24 = 12 \text{ N}$

2.

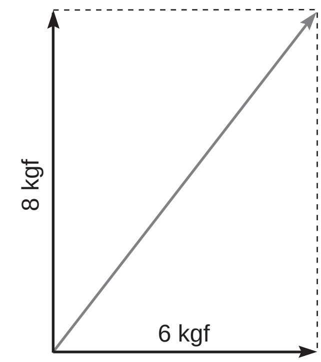
a)



b)

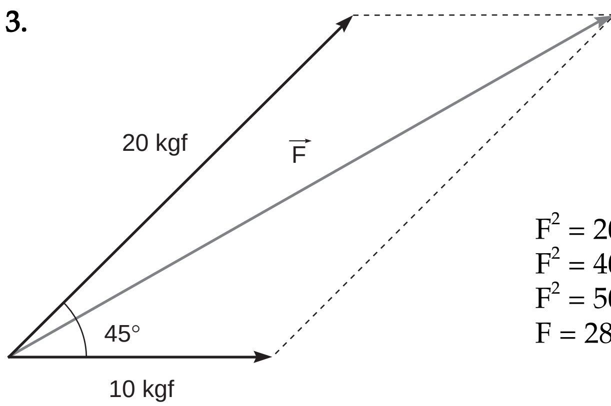


c)



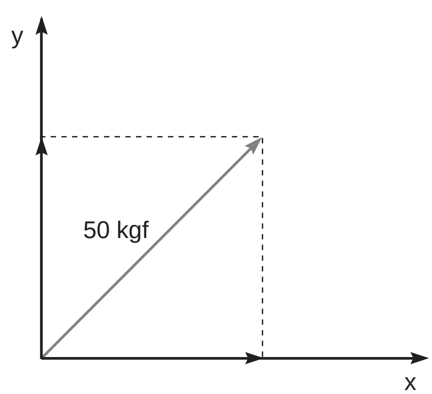
$F^2 = 8^2 + 6^2$
$F^2 = 64 + 36 = 100$
$F = 10$ Kgf

3.



$F^2 = 20^2 + 10^2 + 2 \cdot 20 \cdot 10 \cdot \cos 45^o$
$F^2 = 400 + 100 + 400 \cdot 0{,}71$
$F^2 = 500 + 284$
$F = 28$ kgf

4.

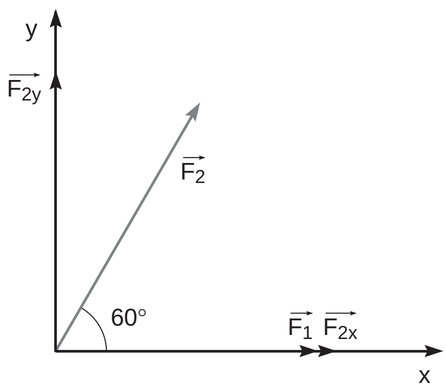


$F_x = F \cdot \cos 45^o = 50 \cdot 0{,}71 = 35{,}5$ Kgf
$F_y = F \cdot \text{sen } 45^o = 50 \cdot 0{,}71 = 35{,}5$ Kgf

5.

a) $F^2 = 30^2 + 50^2 + 2 \cdot 30 \cdot 50 \cdot (0{,}5)$
$F^2 = 900 + 2.500 + 1.500 = 4.900$
$F = 70$ kgf

b) Vamos colocar a força $\vec{F}_1$ no eixo dos X.



$F_{1X} = F_1 \qquad F_{1Y} = 0$
$F_{2X} = F_2 \cdot \cos 60^o = 50 \cdot 0,5 = 25$ kgf
$F_{2Y} = F_2 \cdot \text{sen } 60^o = 50 \cdot 0,87 = 43,3$ kgf

$F_X = F_{1X} + F_{2X} = 30 + 25 = 55$ kgf

$F_Y = F_{1Y} + F_{2Y} = 0 + 43,3 = 43,3$ kgf

$F_2 = F^2{}_X + F^2{}_Y = (55)^2 + (43,3)^2 \approx 4.900$

$F = 70$ kgf

Aula 7 - Um momento, por favor

1. Chamando-se de M_1 o momento da força quando ela é aplicada no ponto situado a 15 cm do centro da porca e de M_2 o momento quando a distância é 45 cm, teremos:
$M_1 = 100\text{ N} \cdot 0,15\text{ m} = 15\text{ N} \cdot \text{m}$
$M_2 = 100\text{ N} \cdot 0,45\text{ m} = 45\text{ N} \cdot \text{m}$

2. $M_F = F \cdot d \cdot \text{sen } 30^o$
$M_F = 60\text{ N} \cdot 0,5\text{ m} \cdot 0,5$
$M_F = 15\text{ N} \cdot \text{m}$

3. Como a caixa tem uma massa de 8 kg, seu peso é 8 kgf. Uma vez que o peso da barra é desprezível, as duas únicas forças que irão agir serão o peso da caixa e a força $\vec{F}$. Para haver equilíbrio, a soma dos momentos dessas forças com relação à um ponto (por exemplo o ponto onde a barra se apoia no suporte), deve ser nula. Então, chamando-se de M_C o momento do peso da caixa, e de M_F o momento da força $\vec{F}$, e admitindo que o sentido horário é o positivo, ficaremos com:

$$M_C - M_F = 0$$

ou então,

$$M_C = M_F$$

$$8\text{ kgf} \cdot 0,2\text{ m} = F \cdot 1\text{ m}$$

$$F = \frac{8\text{ kgf} \times 0,2\text{ m}}{1\text{ m}} = 1,6\text{ kgf}$$

Dessa maneira, vê-se que precisamos apenas de uma força de 1,6 kgf, do outro lado da barra. Isso corresponderia a colocar, naquela extremidade, um bloco de massa igual a 1,6 kg.

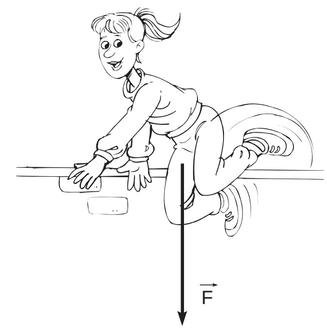
Aula 8 - Eu tenho a força! Será?

1. Temos a impressão de que somos jogados para frente porque, quando o ônibus freia, se não estivermos nos segurando em alguma parte, não teremos "motivo" para parar, ou seja, continuaremos nosso movimento anterior, devido à propriedade de inércia. É fundamental que estejamos nos segurando em alguma parte do ônibus para que sejamos desacelerados junto com ele.

2. Para calcular a força-peso, ou seja, a força de atração que a Terra faz sobre a menina, usamos a Segunda Lei deNewton:

$F_{atração} = ma = 45 \times 10 = 450$ N

que corresponde valor da força Peso.



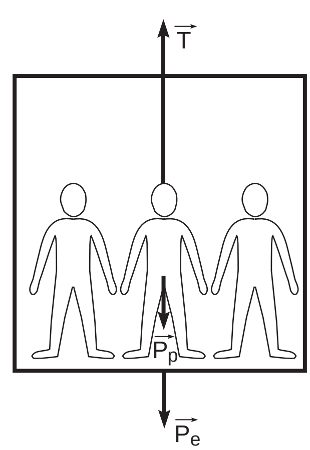
3. Quando empurramos um carro, sabemos que ele também exerce em nós, uma força igual, mas de sentido contrário. O carro anda para frente porque nós estamos fazendo uma força no solo e esse faz uma força de mesma intensidade e sentido contrário em nós. Essa força que o solo exerce em nós é maior que a força que o solo faz no carro, fazendo com que ele se movimente no sentido em que estamos empurrando.

4. Nesse caso, usaremos novamente a Segunda Lei de Newton para calcular a força resultante do caminhão:

$$F_{resultante} = ma = 5.000 \times 5 = 25.000 \text{ N}$$

Aula 9: Como erguer um piano sem fazer força

1.
1º passo - Isolamento.



2º passo - Equações dinâmicas

$$R_{elevador} = T - (P_{elevador} - P_{passageiros}) = (m_{elevador} + m_{passageiros}) \times a$$

$$R_{elevador} = 9.900 - 9.000 = 900 \times a$$

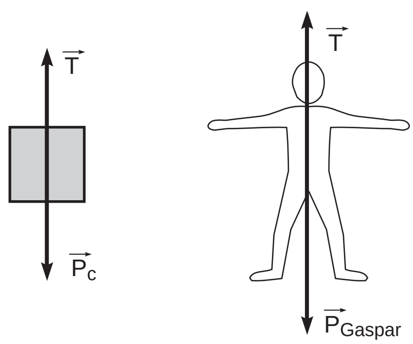
3º passo - solução

$$a = \frac{900}{900} = 1\ m/s^2$$

2. O custo se reflete no tamanho da corda, pois à medida que vamos colocando roldanas no sistema, existe a necessidade de que o comprimento da corda vá aumentando, e talvez o tempo necessário para levantar o objeto comece a aumentar muito também, pois a corda terá um comprimento muito grande quando colocarmos várias roldanas! É preciso balancear o uso da força que será usada na tarefa com o tempo que se quer gastar com tal tarefa.

3.

1º passo - Isolamento.



2º passo - Equações dinâmicas

$$R_{caixa} = m_{caixa} \cdot a = P_{caixa} - T$$
$$R_{Gaspar} = m_{Gaspar} \cdot a = T - P_{Gaspar}$$

Com isso, teremos que

3º passo - Solução

$$120 \cdot a = 1.200 - T$$
$$80 \cdot a = T - 800$$

Aqui temos duas equações e duas incógnitas.

Solução do sistema dinâmico

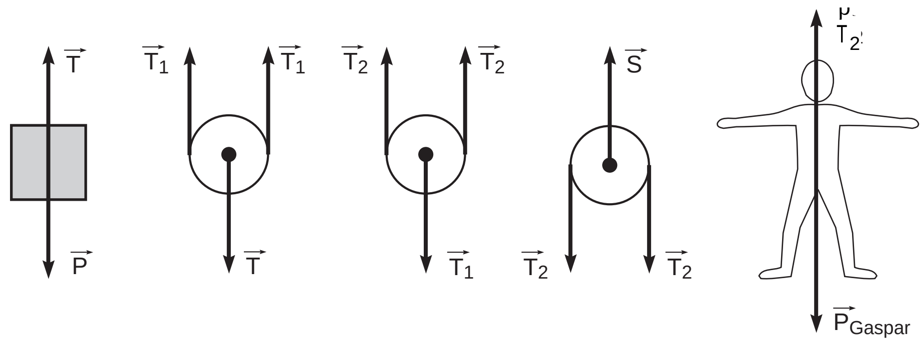
Podemos resolver esse sistema somando cada lado da igualdade.

$$120 \cdot a + 80 \cdot a = 1.200 - T + T - 800$$

$$200 \cdot a = 400$$

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

Gabarito do exercício proposto durante a aula:
Isolamento.



Equações dinâmicas

$R_{pacote} = m_{pacote} \times a = 0 = T - P_{pacote}$

$R_{roldana\ 1} = m_{roldana\ 1} \times a = 0 = T_1 + T_1 - T$

$R_{roldana\ 2} = m_{roldana\ 2} \times a = 0 = T_2 + T_2 - T_1$

$R_{roldana\ 3} = m_{roldana\ 3} \times a = 0 = S - T_2 - T_2$

$R_{Gaspar} = m_{Gaspar} \times a = 0 = P_{Gaspar} - T_2$

Solução do sistema dinâmico

$T = P_{pacote} = m_{pacote} \times g = 1000$ N

$2\ T_1 = T$ Þ $T_1 = \frac{T}{2} = 500$ N

$2\ T_2 = T_1$ Þ $T_2 = \frac{T_1}{2} = 250$ N

Ou seja, a força que Gaspar faria (T_2) é um quarto do peso do feno.

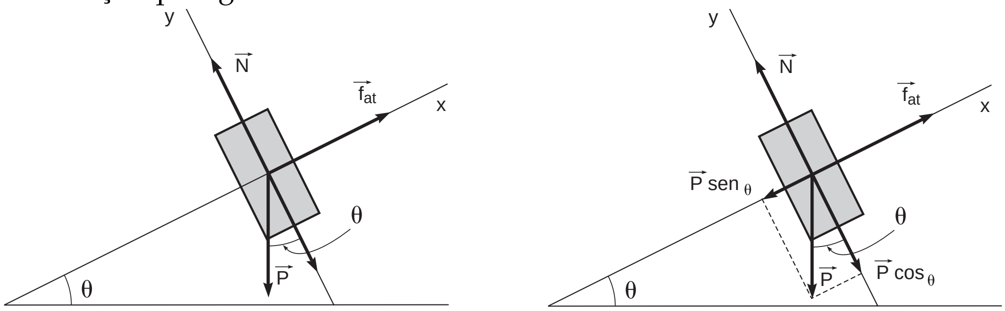
Aula 10 - Ou vai ou racha!

1. Se a lataria dos automóveis fosse muito lisa, ou seja, não tivesse alguma rugosidade, a tinta dificilmente se prenderia na lataria, escorreria e não se fixaria. Por isso, é preciso que a lataria dos automóveis não seja absolutamente lisa, para que a tinta possa se fixar. Mas ela não pode ser muito rugosa, pois nesse caso, muita tinta ficaria presa na lataria e haveria um desperdício muito grande de tinta. É necessário que a rugosidade da lataria do automóvel seja exata para que a tinta absorvida esteja na quantidade adequada.

2. Para resolver problemas com Leis de Newton, usamos os três passos recomendados:

a) *Isolamento*

As forças que agem sobre a caixa são:



- O peso (P), que está sempre apontando para o solo.
- A força normal, que ***sempre está perpendicular*** à superfície sobre a qual a caixa está em contato.
- E a força de atrito ***que sempre aponta para o sentido contrário à tendência do movimento***, ou seja, se a caixa tende a deslizar para baixo, a força de atrito aponta para cima, no sentido de impedir o movimento.

Vamos então para o segundo passo:

b) *Equações dinâmicas*

Sabemos que a caixa não vai se mover no sentido do eixo y, o que nos leva à seguinte equação:

$$N - P \cos q = 0$$

e, no eixo x, supondo que o objeto está prestes a se mover, ou seja, que a força de atrito nesse momento é máxima, teremos:

$$P \text{ sen } q - F_{at} = 0$$

Ou seja, podemos saber quanto vale tanto a força normal, quanto a força de atrito.

c) *Solução das equações dinâmicas*

Podemos escrever então:

$$N = P \cos q \quad \text{e} \quad F_{at} = P \text{ sen } q$$

Calculamos o ângulo máximo de inclinação, usando a equação que relaciona a força de atrito e a força normal.

$$F_{at} = \mu \cdot N \text{, temos } \mu = \frac{F_{at}}{N} = \frac{P \text{ sen } q}{P \cos q} = \text{tg } q$$

$$\mu = \text{tg } q$$

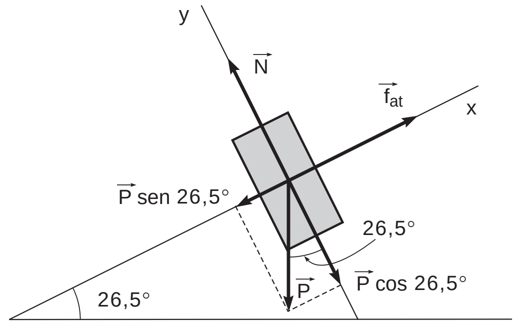
Portanto, o valor do coeficiente de atrito estático é igual à tangente do ângulo de inclinação do plasso. Sabemos que $\mu = 0{,}5$ e, consultando uma tabela,vemos que o ângulo cuja tangente é 0,5 é de 26,5º. Essa operação é feita com o auxílio de uma máquina de calcular, usando a função inversa da tangente, que é o arco tangente (arctan (0,5) = 26,5º).

Com isso, conseguimos saber o valor de todas as forças envolvidas no problema e determinar o ângulo para o qual a caixa começa a deslizar sobre a rampa.

3. Vamos realizar os três passos para resolver problemas de Dinâmica:

a) *Isolamento*

Como podemos ver na Figura, temos as seguintes forças:



- O Peso (P), que está sempre apontando para o solo.
- A Força normal, que ***sempre está perpendicular*** à superfície sobre a qual a caixa está em contato.
- E a força de atrito ***que sempre aponta para o sentido contrário à tendência do movimento***, ou seja, se a caixa tende a deslizar para baixo, a força de atrito aponta para cima, no sentido de impedir o movimento.

Vamos ao segundo passo:

b) *Equações dinâmicas*

Como no exercício anterior, sabemos que a caixa não vai se mover no sentido do eixo y, temos então:

$$N - P \cos \theta = 0$$

e, no eixo x, o operário obteve o ângulo para o qual a caixa está prestes a se mover, ou seja, ***força de atrito nesse momento é máxima***.

$$P \operatorname{sen} \theta - F_{at} = 0$$

Com as equações, vamos ao terceiro passo:

c) *Solução das equações dinâmicas*

$$N = P \cos \theta = mg \cos \theta = 100 \cdot 10 \cdot \cos (26{,}5^o)$$
$$N = 8.949 \text{ N}$$

e

$$F_{at} = P \operatorname{sen} \theta = mg \operatorname{sen} \theta = 100 \cdot 10 \cdot \operatorname{sen} (26{,}5^o)$$
$$F_{at} = 4.462 \text{ N}$$

como

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

$$\mu \cdot N = 4.462 \Rightarrow \mu = \frac{4.462}{8.949} \Rightarrow \mu = 0{,}5$$

Como podemos ver, esse exercício é quase o mesmo que o anterior, mas, nesse caso, em vez de fornecermos o coeficiente de atrito estático para obtermos o ângulo, fornecemos o ângulo para obter o coeficiente de atrito estático.

Aula 11 - Vamos dar uma voltinha?

1. a) $f = 1.200 \# 60 = 20\ \text{Hz}$

b) $\omega = 2\pi f = 2\ \pi \cdot 20 = 40\ \pi\ \text{rad/s}\ @\ 126\ \text{rad/s}$

c) $v = \omega r = 40\ \pi \cdot 0{,}15\ @\ 18{,}8\ \text{m/s}$

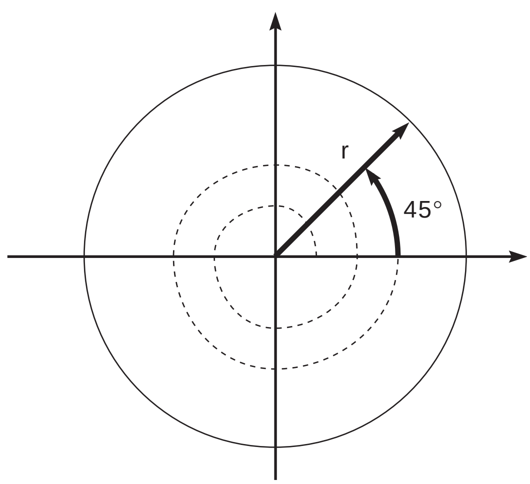
d) $a = \omega^2 r = (40\ \pi)^2 \cdot 0{,}15 = 1.600 \cdot \pi^2 \cdot 0{,}15 = 240\ \pi^2\ \ @\ 2.368{,}7\ \text{m/s}^2$

e) $r_1 f_1 = r_2 f_2 \Rightarrow 15 \cdot 1.200 = r_2 \cdot 400 \Rightarrow r_2 = 45\ \text{cm}$

2.

$$v = \frac{2pr}{T} = \frac{2\ p \cdot\ 10^6}{2\ \cdot\ 3.600} = \frac{14\ p \cdot\ 10^6}{7.200} = 1.944\ \pi\ \text{m/s}\ @\ 6.100\ \text{m/s}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(6.100)^2}{7\ \cdot\ 10^6}\ @ 5{,}3\ \text{m/s}^2$$



3. a) $f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{4}\ \text{Hz} = 0{,}25\ \text{Hz}$

b) $\omega = 2\ \pi f = 2\ \pi \cdot 0{,}25 = 0{,}5\ \pi\ \text{rad/s}$

c) $\varphi = \varphi_0 + \omega t \Rightarrow \varphi = 0 + 0{,}5\ \pi t \Rightarrow \varphi = 0{,}5\ \pi t$

d) $\varphi = 0{,}5\ \pi \cdot 8{,}5 = 4{,}25\ \pi\ \text{rad} = 4{,}25 \cdot 180^\circ = 765^\circ =$

$2 \cdot 360^\circ + 45^\circ = 2$ voltas $+ 45^\circ$ (ver Figura 16)

4. $F = ma \Rightarrow F = 70 \cdot 5{,}3 = 371\ \text{N}$

5. $F_{atrito} = F_{centrípeta} = \dfrac{m\ v^2}{r} = \dfrac{(800\ \cdot\ 202)}{100} = 3.200\ \text{N}$

6. $\text{tg}\ 45^\circ = \dfrac{P}{F_C} = \dfrac{mg}{\dfrac{m\ v^2}{r}} = \dfrac{r\ g}{v^2} \Rightarrow \text{tg}\ 45^\circ = \dfrac{r\ g}{v^2} \Rightarrow v^2 = \dfrac{r\ g}{\text{tg}\ 45^\circ} = \dfrac{2{,}5 \cdot\ 10}{1} = 25$

$\Rightarrow v = 5\ \text{m/s}$

7. $\text{tg}\ \alpha = \dfrac{F_C}{P} = \dfrac{\dfrac{mv^2}{r}}{mg} = \dfrac{v^2}{rg} = \dfrac{20^2}{100\ \cdot\ 10} = 0{,}4 \Rightarrow \text{tg}\ \alpha = 0{,}4 \Rightarrow \alpha = \text{arc tg}\ (0{,}4)\ @ 24^\circ$

Aula 12 - Por que não flutuamos?

1. Aceleração da gravidade na Terra aproximadamente 9,8 m/s^2 ; aceleração da gravidade na Lua aproximadamente 1,6 m/s^2.
2. Peso do Gaspar na Terra, aproximadamente 784 N (newtons); peso do Gaspar na Lua, aproximadamente 128 N.
3. A força ficaria 4 vezes menor.
4. A força de atração entre os sacos de açúcar é de, aproximadamente, $6{,}7 \times 10^{-11}$ N. O peso de cada saco é 10 N; portanto, para saber a relação entre eles, basta dividir uma força pela outra: 10 N # $6{,}7 \times 10^{-11}$, que é, aproximadamente, $1{,}5 \times 10^{11}$ N, isto é, a força com que a Terra atrai o saco é 150.000.000.000 de vezes maior do que a força com que um saco atrai o outro.

Aula 13 - Chocolate, energia que alimenta

1. A energia cinética do atleta, durante a corrida, transforma-se em energia potencial elástica da vara, quando se verga. A energia potencial elástica da vara se transforma em energia potencial gravitacional ao elevar o atleta e fazer com que ele ultrapasse o sarrafo.
2. A energia solar transforma a água em vapor. O vapor sobe, ganhando energia potencial gravitacional; quando se resfria, transforma-se em água e gelo e cai novamente, e a energia potencial se transforma em energia cinética das gotas de chuva.
3. A energia potencial gravitacional da água se transforma em energia cinética, ao descer pela tubulação. Essa energia cinética é transferida às turbinas do gerador, que a transforma em energia elétrica.
4. A energia química da pilha se transforma em energia elétrica, que, no carrinho, transforma-se em energia cinética, luminosa e sonora.
5. A energia cinética dos ventos é transferida para as pás do moinho. Por intermédio do moinho, ela se transforma em energia potencial da água, à medida que sobe do fundo do poço.

Aula 14 - O trabalho cansa?

1. $\tau_1 = F_1 \cdot d \cdot \cos a_1 \Rightarrow \tau_1 = 100 \cdot 5 \cdot \cos 0^\circ = \mathbf{500\ J}$

$\tau_2 = F_2 \cdot d \cdot \cos a_2 \Rightarrow \tau_2 = 100 \cdot 5 \cdot \cos 60^\circ = \mathbf{250\ J}$

$\tau_3 = F_3 \cdot d \cdot \cos a_3 \Rightarrow \tau_3 = 100 \cdot 5 \cdot \cos 120^\circ = \mathbf{-250\ J}$

$\tau_4 = F_4 \cdot d \cdot \cos a_4 \Rightarrow \tau_4 = 100 \cdot 5 \cdot \cos 180^\circ = \mathbf{-500\ J}$

$\tau_5 = F_5 \cdot d \cdot \cos a_5 \Rightarrow \tau_5 = 100 \cdot 5 \cdot \cos 90^\circ = \mathbf{0}$

2. a) $E_{C\ inicial} = \frac{1}{2} m v_o^2 \Rightarrow E_{C\ inicial} = \frac{1}{2} \cdot 1.200 \cdot 40^2 = 960.000\ J$

b) $E_{C\ f} = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow E_{C\ f} = \frac{1}{2} \cdot 1.200 \cdot 10^2 = 60.000\ J$

c) $\tau_F = E_{C\ final} - E_{C\ inicial} = 60.000 - 960.000 = -900.000\ J$

d) $\tau_F = F \cdot d \cdot \cos \alpha \Rightarrow -900.000\ J \Rightarrow F \cdot 100 \cdot \cos 180^\circ = -900.000$

$F \cdot 100 \cdot (-1) = -900.000 \Rightarrow F = 9.000\ N$

3. $W_{(parede)} = \Delta E_{C\,(bala)} \Rightarrow \qquad F_R \cdot 0{,}10 \cdot \cos 180^\circ = 0 - \frac{1}{2} \cdot 0{,}05 \cdot 400^2$

$F_R \cdot 0{,}10 \cdot (-1{,}0) = -\,(4.000) \Rightarrow \mathbf{F_R = 40.000\ N}$

4. $P = Fv \Rightarrow 60 \cdot 735{,}5 = 1.471 \cdot v \Rightarrow \mathbf{v = 30\ m/s}$

5. $P_{útil} = \frac{W_{util}}{Dt} \Rightarrow W_{útil} = E_{C\,final} - e_{C\,inicial} = \frac{1}{2} \cdot 1.000 \cdot 30^2 - 0 = 450.000\ J$

$P_{útil} = 450.000 \# 10 = 45.000\ W = 45.000 \# 735{,}5 = 61$ cv (aproximadamente)

$r = \frac{P_U}{P_T} ´\ 100\%\ Þ\ \ 25\% = \frac{61}{P_T}\ ´\ 100\%\ Þ\ \ P_T = 244$ cv

Aula 15 - Quanto mais alto o coqueiro, maior é o tombo

1. $EP_{(cozinha)} = mgh_{cozinha} = 5 \times 10 \times 1{,}8 = 90\ J$
   $EP_{(térreo)} = mgh_{(cozinha\,+\,térreo)} = 5 \times 10 \times 31{,}8 = 1.590\ J$

2. $P = W/\Delta t \Rightarrow$ Para $\Delta t = 1{,}0\ s \Rightarrow W = E_P = mgh = 60 \times 10 \times 12 = 7.200\ J$
   $P = W \# \Delta t \Rightarrow P = 7.200 \# 1{,}0 \Rightarrow P = 7.200\ W$

3. $E_{fornecida\ pelos\ alimentos} = 100\ g \cdot 400\ \frac{cal}{g} = 100\ g \cdot 400 \cdot \frac{4{,}2\ J}{g}$

   $E_{fornecida\ pelos\ alimentos} = 168.000\ J$

Aula 16 - Conservação, o xis da questão!

1. O Barco Viking, quando está no ponto mais alto de sua trajetória, tem uma altura de 20 metros e está com velocidade zero. Nós queremos saber qual é a velocidade do barco no ponto mais baixo da trajetória. Como o sistema é conservativo, pois estamos desprezando a força de atrito, a energia mecânica se conserva, ou seja, podemos escrever:

$\Delta E_m = 0$

$E_{m\,final} - E_{m\,inicial} = 0$

$(E_{C\,final} + E_{p\,final}) - (E_{C\,inicial} + E_{p\,inicial}) = 0$

$$\left(\frac{1}{2} mv_{final}^2 + mgh_{final}\right) - \left(\frac{1}{2} mv_{inicial}^2 + mgh_{inicial}\right) = 0$$

Nesse caso, chamaremos de *situação inicial* o momento em que o barco está no ponto mais alto da trajetória, e de *situação final*, o momento em que o barco está no ponto mais baixo da trajetória. Substituindo os valores dados e considerando que, no início, a velocidade era zero e a altura 20 m e no final a altura será zero e a velocidade é o que queremos descobrir:

$$\left(\frac{1}{2} mv_{final}^2 + m \times 10 \times 0\right) - \left(\frac{1}{2} m \times 0^2 + m \times 10 \times 20\right) = 0$$

O fato de não conhecermos a massa do barco não é problema, pois, como todos os termos da equação estão multiplicados pelo valor da massa e a equação é igual a zero, podemos dividir os dois membros da equação pelo valor da massa, fazendo com que ela desapareça da equação, ou seja, não é necessário conhecer a massa do barco.

$$\frac{1}{2} mv_{final}^{2} - m \times 10 \times 20 = 0$$

$$\frac{1}{2} v_{final}^{2} - 200 = 0 \Rightarrow v_{final}^{2} = 400$$

$$v_{final} = 20 \text{ m/s}$$

Essa é a velocidade que o barco terá no ponto mais baixo de sua trajetória.

2. Como o atrito do ar é desprezível, a energia mecânica se conserva, ou seja:

$$\Delta E_M = 0$$

$$E_{m\,f} - E_{m\,i} = 0$$

$$(E_{C\,final} + E_{P\,final}) - (E_{C\,inicial} + E_{P\,inicial}) = 0$$

$$\left(\frac{1}{2} mv_{final}^{2} + mgh_{final}\right) - \left(\frac{1}{2} mv_{inicial}^{2} + mgh_{inicial}\right) = 0$$

Agora, substituindo os valores que já conhecemos na equação:

$$\frac{1}{2} m \times 0 + m \times 10 \times 3 - \frac{1}{2} mv_{inicial}^{2} - m \times 10 \times 0 = 0$$

$$v^{2}_{\ inicial} = 30 \cdot 2 = 60$$

chegamos ao resultado:

$$v_{\ inicial} \cong 7{,}75 \text{ m/s}$$

que é a velocidade mínima necessária para que o tijolo chegue até às mãos do pedreiro que está no segundo andar.

3. Como não há atrito, usamos a expressão da conservação da energia mecânica de sistemas conservativos, ou seja

$$\Delta E_M = 0$$

$$E_{m\,final} - E_{m\,inicial} = 0$$

$$(E_{c\,final} + E_{p\,final}) - (E_{c\,inicial} + E_{p\,inicial}) = 0$$

Só que, nesse caso, a energia potencial não é do tipo gravitacional e sim do tipo elástica.

Sabemos que toda energia cinética se transforma em energia potencial elástica, pois o lutador veio correndo e se atirou contra as cordas, esticando-as até atingirem sua máxima distensão. Nesse momento, a energia cinética é nula. Vamos tomar, como momento inicial, o instante em que o lutador está com velocidade de 5 m/s e, como final, o instante em que as cordas estão esticadas e o lutador com velocidade zero; como não há atrito, a energia mecânica se conserva, isto é,

$$\Delta E_M = 0$$

$$(0 + E_{P\ elástica}) - \left(\frac{1}{2} m v_{inicial}^2 + 0\right) = 0$$

Assim a energia potencial elástica armazenada na corda será:

$$E_{P\ elástica} = \frac{1}{2} m v_{inicial}^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 5^2$$

$$E_{P\ elástica} = 1.125 \text{ Joules}$$

4. Neste exercício, sabemos que existe atrito entre a criança e o escorregador. Também nos é dado o valor do trabalho realizado pelo atrito. Sabemos que a energia mecânica não se conserva nesse caso e que sua variação é igual ao trabalho realizado pela força de atrito. Assim, podemos usar:

$$\Delta E_M = -600$$

$$E_{m\ final} - E_{m\ inicial} = -600$$

$$(E_{C\ final} + E_{P\ final}) - (E_{C\ inicial} + E_{P\ inicial}) = 600$$

$$\frac{1}{2} m v_{final}^2 + 0 - (0 + m \cdot g \cdot h_{\ inicial}) = -600$$

$$\frac{1}{2} 50 \times v_{final}^2 - 50 \cdot 10 \cdot 2 = -600$$

$$v_{final}^2 = \frac{2}{50}(1.000 - 600)$$

$$v_{final}^2 = 16$$

$$v_{final} = 4 \text{ m/s}$$

5. Se não houvesse atrito, a conservação da energia mecânica seria:

$$\Delta E_M = 0$$

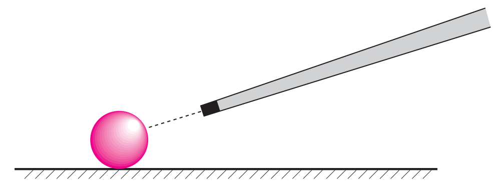
$$E_{m\ final} - E_{m\ inicial} = 0$$

$$(E_{C\ final} + E_{P\ final}) - (E_{C\ inicial} + E_{P\ inicial}) = 0$$

O que nos dá um valor para velocidade de 20 m/s, que é uma velocidade muito superior ao caso em que houve atrito.

Aula 17 - O momento do gol

1. Pela Figura, vê-se que a bola estava parada e adquiriu uma velocidade de 4 m/s. Como conhecemos o valor da massa dessa bola e quando sua velocidade variou, podemos aplicar a definição de impulso. E, como a bola vai na mesma direção da tacada, podemos calcular diretamente o módulo do impulso:



$I = \Delta q = m_{bola} \cdot v_{final} - m_{bola} \cdot v_{inicial} = 0{,}15 \cdot 4 - 0{,}15 \cdot 0 = 0{,}6\ Ns$
$I = 0{,}6\ Ns$

Conhecendo a duração do impacto, podemos calcular o valor da força exercida pelo taco na bola.

$I = F \cdot \Delta t = 0{,}6\ Ns$

Como o intervalo de tempo foi de 0,02 s temos então que

$$F = \frac{0{,}6}{Dt}\ N = \frac{0{,}6}{0{,}02} = 30\ N$$

$F = 30\ N$

2. Para saber a velocidade do Fusca, basta igualar as duas quantidades de movimento:

$q_{fusca} = q_{caminhão}$

$m_{fusca} \cdot v_{fusca} = m_{caminhão} \cdot v_{caminhão}$

$1.500 \cdot v_{fusca} = 7.500 \cdot 20$

$$v_{fusca} = \frac{150.000}{1.500}$$

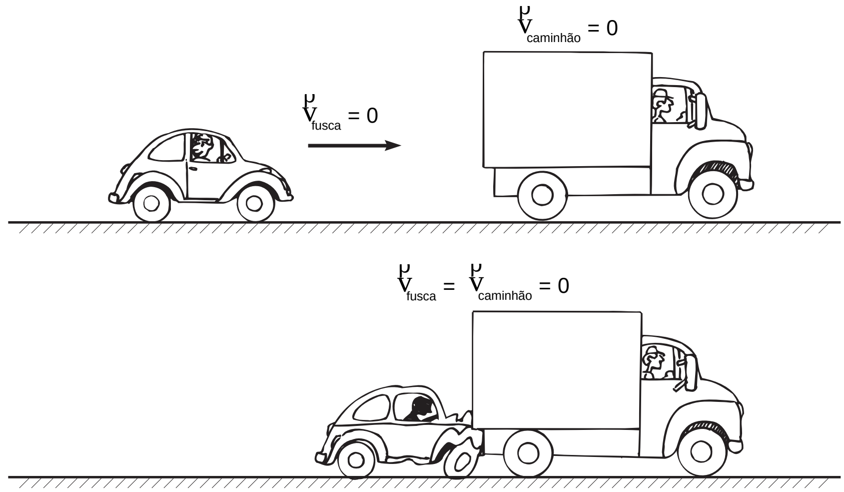
$v_{fusca} = 100\ m/s$

Ou seja, a velocidade do Fusca terá que ser muito alta, da ordem de:

$$v_{fusca} = 100\ \frac{m}{s} = 100 \times \frac{10^{-3}\ km}{\left(\frac{1}{3.600}\right) h} = 100 \times 3.600 \times 10^{-3} = 360\ \frac{km}{h}$$

3. Para calcular o impulso recebido pelo caminhão, usamos a variação da quantidade de movimento (ver figura), já que conhecemos a massa do Fusca e a variação da sua velocidade.

$I = \Delta q = m_{fusca} \cdot v_{final} - m_{fusca} \cdot v_{inicial} = 1.500 \cdot 0 - 1.500 \cdot 10 = 15.000\ Ns$



A velocidade final do fusca, após o acidente, é zero e, antes do acidente, era 36 km/h, ou seja, 10 m/s.
Para calcular a força do impacto, usamos a definição de impulso:

$$I = F \cdot \Delta t$$

$$F = \frac{I}{\Delta t} = \frac{150.000\ Ns}{0,1\ s} = 1.500.000\ N = 15 \times 10^5\ N$$

que é uma força muito grande, equivalente a um peso de 150.000 kg, ou seja, 150 toneladas!

Aula 18 - Bola sete na caçapa do fundo

1. Podemos aplicar a conservação da quantidade de movimento a essa situação, pois estamos querendo saber qual é a velocidade da espingarda logo após o disparo. Então:

$$m_B \cdot v_{B\ depois} + m_E\,(-v_{E\ depois}) = m_B \cdot v_{B\ antes} + m_E \cdot v_{E\ antes}$$

$$0,01 \cdot 200 + 2\,(-v_{E\ depois}) = 0,01 \cdot 0 + 2 \cdot 0$$

$$v_{E\ depois} = -\frac{2}{2}$$

$$v_{E\ depois} = -1\frac{m}{s}$$

A velocidade da espingarda, depois do tiro, é de 1 m/s. Não esquecer que, como estamos tratando com vetores, o sentido do movimento é fundamental; então, como a bala e a espingarda tomam sentidos opostos, suas velocidades deverão ter sinais opostos.

2. Quando o pescador começa a andar para a esquerda, a canoa começa a se mover para a direita. Podemos então considerar que, inicialmente, a velocidade, tanto da canoa como do pescador, era zero. Como a canoa deslizou suavemente sobre a superfície lisa do lago, podemos considerar o atrito desprezível; ou seja, na ausência de forças externas que interfiram no movimento da canoa e do pescador, podemos usar a conservação da quantidade de movimento:

$$m_C \cdot v_{C\ depois} + m_P \cdot v_{P\ depois} = m_C \cdot v_{C\ antes} + m_P \cdot v_{P\ antes}$$

Essa será, então, a velocidade da canoa depois que pescador começou a andar. Não esquecer que, como estamos tratando com vetores, o sentido do movimento é fundamental; então, como o pescador e a canoa tomam sentidos opostos, suas velocidades deverão ter sinais opostos.

$$90 \cdot v_{C\ depois} + 60 \cdot (-0{,}5) = 90 \cdot 0 + 60 \cdot 0$$

$$90 \cdot v_{C\ depois} = 30 \text{ Þ } v_{C\ depois} = \frac{30}{90} \cong 0{,}3 \text{ m/s}$$

3. Podemos usar a conservação da quantidade de movimento, pois não há ação de nenhuma força externa ao sistema (foguete + combustível). Assim, temos que:

$$m_F \cdot v_{F\ depois} + m_C \cdot v_{C\ depois} = m_F \cdot v_{F\ antes} + m_C \cdot v_{C\ antes}$$

$$5.000\ v_{F\ depois} + 500(-100) = 5.000 \times 0 + 500 \times 0$$

$$5.000\ v_{F\ depois} - 5.000 = 0$$

$$v_{F\ depois} = \frac{5.000}{5.000}$$

$$v_{F\ depois} = 1 \text{ m/s}$$

que é a velocidade do foguete, após a queima do combustível. Não esquecer que, como estamos tratando com vetores, o sentido do movimento é fundamental; então como o foguete e a chama tomam sentidos opostos, suas velocidades deverão ter sinais opostos.

Aula 19 - O ar está pesado

1. A altura da coluna seria 10 vezes menor.

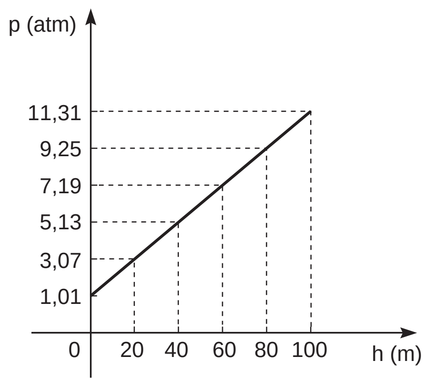
2. **a)** 53 cmHg;
b) aproximadamente 0,7 atm;
c) $0{,}7 \times 10^5$ N/m^2 ou $7{,}0 \times 10^4$ N/m^2.

3. **a)** Volume 1.000 cm^3, peso 15 N, densidade 1,5 g/cm^3 ou $1{,}5 \cdot 10^3$ kg/m^3;
b) basta dividir o peso pela área de cada face: A_A = 50 cm^2 ou $5 \cdot 10^{-3}$ m^2 e p_A = 3.000 N/m^2,
A_B= 100 cm^2 ou $1 \cdot 10^{-2}$ m^2 e p_B = 1.500 N/m^2
A_C = 200 cm^2 ou $2 \cdot 10^{-2}$ m^2
p_C = 750 N/m^2.

4. a)

h (m)	p (N/m²)	p (atm)
0	$1,01 \times 10^5$	1,01
20	$3,07 \times 10^5$	3,07
40	$5,13 \times 10^5$	5,13
60	$7,19 \times 10^5$	7,19
80	$9,25 \times 10^5$	9,25
100	$11,31 \times 10^5$	11,31

b)



c) O resultado é uma reta, pois a pressão varia linearmente com a profundidade do líquido.

Aula 20 - No posto de gasolina

1. A altura da coluna h = 30 cm, portanto, a pressão será:

$$p = p_{atm} + p_{coluna} = 76 \text{ cmHg} + 30 \text{ cmHg} = 106 \text{ cmHg}.$$

Fazendo uma regra de três simples, obtém-se facilmente p = 19,8 lb/pol² que é, aproximadamente, 1,40 kgf/cm².

2. Basta medir o desnível entre as duas caixas, que é 29 metros. Portanto a pressão com que a água chega à caixa do edifício será igual à pressão da coluna de água mais a pressão atmosférica que está acima dela.

$$P = P_{atm} + dgh = 1,01 \cdot 10^5 + 1.000 \cdot 10 \cdot 29 = 3,9 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ ou } 3,9 \text{ atm}$$

3. a) Pelo Princípio de Pascal, a variação de pressão é igual nos dois pistões. Assim, o peso da galinha ($P_{galinha}$) vai provocar uma variação de pressão no líquido, variação essa que dá origem a uma força capaz de segurar o elefante e, portanto, igual a seu peso($P_{elefante}$). Dessa forma, podemos escrever:

$\Delta\, p_{elefante} = \Delta\, p_{galinha}$

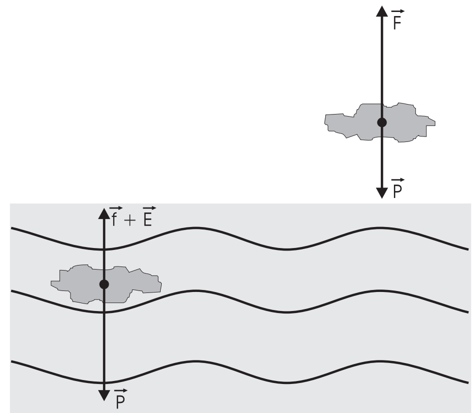
$P_{elefante}/A_1 = P_{galinha}/A_2$

então: $\dfrac{A_1}{A_2} = \dfrac{16.000}{20} = 800$

b) Se $A_2 = 10 \text{ cm}^2$, então $A_1 = 800 \cdot 10 = 8.000 \text{ cm}^2$, ou $0,8 \text{ m}^2$.

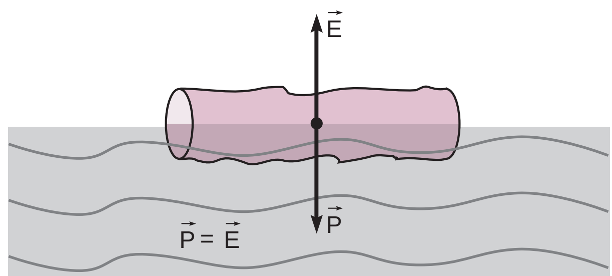
Aula 21 - Eureka!

1. a)



b) Ela parecerá mais leve devido ao empuxo: fora da água existem só o peso da pedra e a força do braço, mas, dentro da água, existe o empuxo que ajuda a empurrar a pedra para cima.

2.
a)



b) O empuxo pode ser calculado pela expressão: $E = d_L \cdot V_d \cdot g$, então,
$E = 1.000 \times 0{,}5 \times 10$
$E = 5.000$ N

c) Como o tronco está equilibrado, o peso é igual ao empuxo, portanto:
$P = E = 5.000$ N
Mas $P = m \cdot g$, assim a massa do tronco será $m = 5.000/10 = 500$ kg.

d) Finalmente, a densidade é a massa dividida pelo seu volume:

$$d = \frac{m}{v} = 500 \text{ kg / m}^3$$

3. a) $d = \dfrac{m}{v} = \dfrac{80 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3} = 0{,}8 \text{ g / cm}^3$

b) Quando o objeto for mergulhado na gasolina, ele afundará, pois sua densidade é maior do que a da gasolina, ao passo que, se ele for mergulhado na água, vai boiar, pois sua densidade é menor do que a da água.

4. Um navio pode boiar graças ao ***empuxo,*** que é uma força vertical, dirigida para cima, que aparece quando o navio está na água e que é capaz de sustentar o peso do navio. Para poder boiar no mar, a densidade média do navio deve ser menor do que a densidade da água do mar.