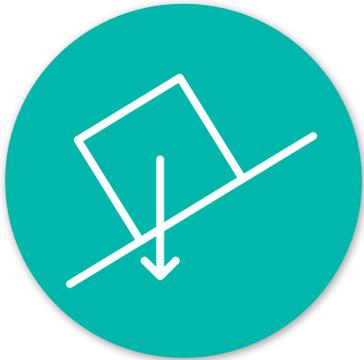




# DINÂMICA





# DINÂMICA

Descubra o que são forças, conheça os seus diversos tipos e veja como trabalhar com elas de acordo com as Leis de Newton. Confira também suas aplicações em planos inclinados, polias, elevadores e muito mais!

**Esta subárea é composta pelos módulos:**

1. Exercícios Aprofundados: Leis de Newton
2. Exercícios Aprofundados: Força de Atrito
3. Exercícios Aprofundados: Polias
4. Exercícios Aprofundados: Força Elástica



# LEIS DE NEWTON

**1.** (UNIFESP 2007) Na divulgação de um novo modelo, uma fábrica de automóveis destaca duas inovações em relação à prevenção de acidentes decorrentes de colisões traseiras: protetores móveis de cabeça e luzes intermitentes de freio. Em caso de colisão traseira, “os protetores de cabeça, controlados por sensores, são movidos para a frente para proporcionar proteção para a cabeça do motorista e do passageiro dianteiro dentro de milissegundos. Os protetores [...] previnem que a coluna vertebral se dobre, em caso de acidente, reduzindo o risco de ferimentos devido ao efeito chicote [a cabeça é forçada para trás e, em seguida, volta rápido para a frente]”. As “luzes intermitentes de freio [...] alertam os motoristas que estão atrás com maior eficiência em relação às luzes de freio convencionais quando existe o risco de acidente. Testes [...] mostram que o tempo de reação de frenagem dos motoristas pode ser encurtado em média de até 0,20 segundo se uma luz de aviso piscante for utilizada durante uma frenagem de emergência. Como resultado, a distância de frenagem pode ser reduzida em 5,5 metros [aproximadamente, quando o carro estiver] a uma velocidade de 100 km/h”.

([www.daimlerchrysler.com.br/noticias/Agosto/Nova\\_ClasseE\\_2006/popexpand.htm](http://www.daimlerchrysler.com.br/noticias/Agosto/Nova_ClasseE_2006/popexpand.htm))

- a. Qual lei da física explica a razão de a cabeça do motorista ser forçada para trás quando o seu carro sofre uma colisão traseira, dando origem ao “efeito chicote”? Justifique.
- B. Mostre como foi calculada a redução na distância de frenagem.

---

---

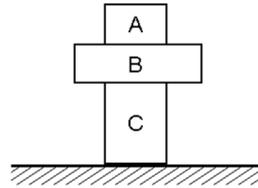
---

---

---

---

**2.** (UFPE 2006) Um bloco A homogêneo, de massa igual a 3,0 kg, é colocado sobre um bloco B, também homogêneo, de massa igual a 6,0 kg, que por sua vez é colocado sobre o bloco C, o qual apoia-se sobre uma superfície horizontal, como mostrado na figura a seguir. Sabendo-se que o sistema permanece em repouso, calcule o módulo da força que o bloco C exerce sobre o bloco B, em newtons.



---

---

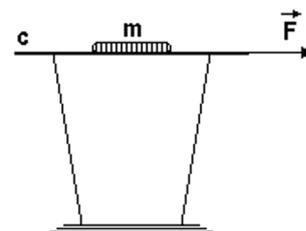
---

---

---

---

**3.** (UNIFESP 2002) A figura representa uma demonstração simples que costuma ser usada para ilustrar a primeira lei de Newton.





O copo, sobre uma mesa, está com a boca tampada pelo cartão  $c$  e, sobre este, está a moeda  $m$ . A massa da moeda é  $0,010\text{kg}$  e o coeficiente de atrito estático entre a moeda e o cartão é  $0,15$ . O experimentador puxa o cartão com a força  $\vec{F}$ , horizontal, e a moeda escorrega do cartão e cai dentro do copo.

a. Represente todas as forças que atuam sobre a moeda quando ela está escorregando sobre o cartão puxado pela força  $\vec{F}$ . Nomeie cada uma das forças representadas.

b. Costuma-se explicar o que ocorre com a afirmação de que, devido à sua inércia, a moeda escorrega e cai dentro do copo. Isso é sempre verdade ou é necessário que o módulo de  $\vec{F}$  tenha uma intensidade mínima para que a moeda escorregue sobre o cartão? Se for necessária essa força mínima, qual é, nesse caso, o seu valor? (Despreze a massa do cartão, o atrito entre o cartão e o copo e admita  $g=10\text{m/s}^2$ .)

---

---

---

---

---

---

4. Em 13 de janeiro de 1920 o jornal New York Times publicou um editorial atacando o cientista Robert Goddard por propor que foguetes poderiam ser usados em viagens espaciais. O editorial dizia:

“É de se estranhar que o prof. Goddard, apesar de sua reputação científica internacional, não conheça a relação entre as forças de ação e reação e a necessidade de ter alguma coisa melhor que o vácuo contra a qual o foguete possa reagir. É claro que falta a ele o conhecimento dado diariamente no colégio.”

Comente o editorial anterior, indicando quem tem razão e por que, baseando sua resposta em algum princípio físico fundamental.

---

---

---

---

---

---

5. Quando um ônibus inicialmente parado arranca, um passageiro que estava de pé sem segurar nos estribos perde o equilíbrio e cai. Como se explica o tombo de acordo com a ideia de inércia?

---

---

---

---

---

---

6. Imagine uma pedra sendo jogada num local aonde não existe gravidade. Como será o movimento da pedra? Explique.

---

---

---

---

---

---

7. Na Terra o que é mais pesado um corpo de  $1\text{N}$  ou um corpo de  $1\text{kg}$ ?

---

---

---

---

---

---

8. Quando uma pessoa está com as mãos molhadas e não encontra uma toalha ela faz um determinado movimento com mãos e assim as gotas desgrudam da pele. Explique esse procedimento de acordo com a ideia de inércia.

---

---

---

---



---

---

---

**9.** Você está de pé no ônibus. Repentinamente, o motorista pisa no freio e você precisa se segurar, pois parece que seu corpo continua indo para frente. Explique o que está acontecendo.

---

---

---

---

**10.** Explique detalhadamente porque ao puxarmos rapidamente, a toalha de uma mesa que contém sobre ela vários pratos de porcelana, não derrubamos nenhum.

---

---

---

---

**11.** Um astronauta se move no espaço cósmico usando uma espécie de mochila-foguete presa às suas costas. O astronauta usa a mochila para parar a 50 metros de sua nave espacial e em seguida desliga os foguetes, permanecendo em repouso. Em seguida o astronauta tenta religar a mochila para voltar à nave mas esta não funciona. Se o astronauta não conseguir consertar a mochila, o que ele pode fazer para voltar à sua nave? Despreze a força da gravidade e lembre-se de que no espaço cósmico não tem ar.

MOCHILA FOGUETE



NAVE ESPACIAL

---

---

---

---

**12.** Um corpo está apoiado sobre uma superfície plana. O peso do corpo é 30N. Podemos afirmar que a reação do apoio sobre o corpo é de 30N, em função da lei da ação e reação? Justifique.

---

---

---

---

**13.** De acordo com o princípio da ação e reação como se explica que um helicóptero fique pairando “no ar”?

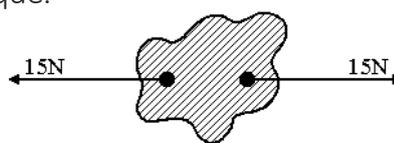
---

---

---

---

**14.** As duas forças representadas a seguir podem constituir um par ação e reação? Justifique.



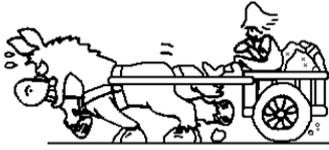
---

---

---

---

**15.** De acordo com o princípio da ação e reação se um cavalo puxa uma carroça para a frente então a carroça puxa o cavalo para trás. Como o cavalo consegue então se mover para a frente?



---

---

---

---

---

---

**16.** Quando uma pedra atinge uma vidraça, qual força é a maior: aquela que aplica na vidraça ou a que a vidraça exerce na pedra?

---

---

---

---

---

---

**17.** Um aluno que tinha vindo de sua primeira aula sobre o princípio da Ação e Reação, ficou sem gasolina no carro.

Raciocinou: “Se eu tentar empurrar o carro com a força  $F$  ele vai reagir com uma força  $F$ , ambas vão se anular e eu não conseguirei mover o carro”. Seu colega desceu do carro e o empurrou, conseguindo movê-lo. Qual o erro cometido pelo aluno em seu raciocínio?

---

---

---

---

---

---

**18.** Complete os espaços a seguir, de acordo com o princípio da ação e reação:

a. Se um cavalo puxa uma carroça, então a carroça \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

b. Se um homem empurra um armário, então \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

c. Se uma aranha arranha um jarro, então \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

d. Se uma minhota de grampola coisa uma nhãna, então \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

**19.** Podemos explicar que a Lua não cai sobre a Terra através do princípio da ação e reação?

---

---

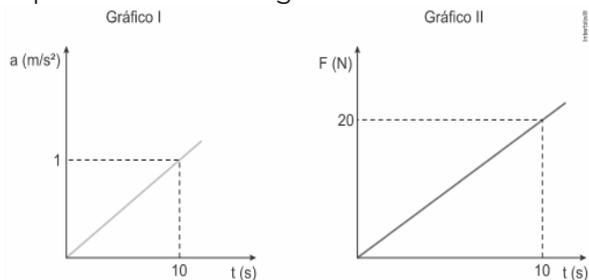
---

---

---

---

**20.** (UERJ 2018) Em uma academia, a aceleração de uma esteira e a resultante da força exercida sobre ela foram medidas ao longo de 10s. Os resultados estão representados nos gráficos abaixo.



Com base nos gráficos, determine, em quilogramas, a massa da esteira.

---

---

---

---

---

---

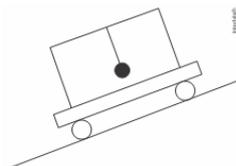
**21.** (Ebmsp 2018) Transportar pessoas doentes em uma ambulância é uma grande responsabilidade, por isso não é qualquer motorista que está pronto para desempenhar esse tipo de atividade. Além de conduzir o veículo, com atenção, o profissional precisa guiar pensando



sempre no bem-estar do paciente.

Disponível em: <<http://www.tudocursosgratuitos.com/curso-de-conductor-de-veiculos-de-emergencia/>>. Acesso em: set. 2017.

A figura representa um pêndulo simples que se encontra preso ao teto de uma ambulância que se move ao longo de um plano inclinado, que forma um ângulo de com a superfície horizontal.



Sabendo que as condições do movimento da ambulância estão reproduzidas na figura e caracterizado pela posição do pêndulo, que o módulo da aceleração da gravidade local é igual a  $g$  e desprezando as forças dissipativas,

- a. Descreva o tipo do movimento realizado pela ambulância nesse instante;
- b. Determine o valor da grandeza física que caracteriza o movimento da ambulância.

---

---

---

---

---

---

---

**22.** (FUVEST 2019) O foguete Saturno V, um dos maiores já construídos, foi lançado há 50 anos para levar os primeiros humanos à Lua. Tinha cerca de 3.000 ton de massa total, 110m de altura e diâmetro máximo de 10m. O primeiro estágio, acionado no lançamento, tinha 2.000 ton de combustível. Todo este

combustível foi queimado e ejetado em 180s com velocidade  $V_e$  de escape dos gases, aproximadamente igual a 3.000 m/s.

Determine os valores aproximados

- a. Da taxa média  $\alpha$  em kg/s, com que o combustível foi ejetado;
- b. Do módulo  $F$  da força resultante sobre o foguete no instante imediatamente antes do término da queima. Do combustível do primeiro estágio, considerando  $\alpha$  constante;
- c. Dos módulos  $a$  da aceleração do foguete e  $v$  da sua velocidade, no instante imediatamente antes do término da queima do combustível do primeiro estágio.

Note e adote:

$1 \text{ ton} = 10^3 \text{ kg}$

Considere a aceleração da gravidade  $g$  igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .

A força motora de um foguete, chamada força de empuxo, é dada por  $F_e = \alpha V_e$ . A velocidade de um foguete em trajetória vertical é dada por  $v = V_e \ln(m_0/m) - gt$ , em que  $m_0$  é a massa total no lançamento e  $m$  a massa restante após um intervalo de tempo  $t$ .

$\ln(x)$  é uma função que assume os seguintes valores, aproximadamente:

$\ln(1,5) = 0,4; \ln(2) = 0,7; \ln(3) = 1,1.$

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



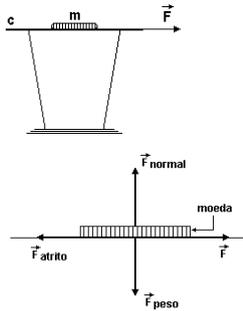
# GABARITO

1. a. Inércia.

b.  $v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow \left(\frac{100}{3,6}\right) = \frac{\Delta S}{0,2} \rightarrow \Delta S = 27,77.0,2 = 5,5 \text{ m}$

2. 90 N.

3. a. Observe o esquema a seguir:



b. É necessário que o módulo de  $\vec{F}$  tenha uma intensidade mínima de  $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ N}$  para que a moeda escorregue sobre o cartão.

4. O editorial interpreta que o cientista esteja sugerindo que o foguete agiria contra o vácuo, recebendo dele uma reação.

Mas o cientista tem razão, pois o foguete agirá sobre os gases que irá expelir, recebendo desses gases uma reação (3ª Lei de Newton: ação-reação) e não do vácuo.

5. O passageiro (seu corpo) tende a permanecer (no caso) parado.

6. M.R.U., pela lei da inércia.

7. Um corpo de 1 kg.

8. Mudando repentinamente as mãos de direção, as gotas, por inércia, permanecem na direção original.

9. Seu corpo estava em movimento com o ônibus. O motorista pisou no freio, o ônibus diminuiu a velocidade, mas, por inércia, você continua o movimento.

10. A inércia dos objetos os mantém.

11. Jogar a mochila na direção do ônibus, mas em sentido oposto.

12. Não. Pois a reação do apoio não é a reação da força peso.

13. O peso do helicóptero é equilibrado pela reação do ar.

14. Não. Agem no mesmo corpo.

15. Porque o chão (piso) empurra o cavalo, em reação ao próprio cavalo.

16. Nenhuma delas. Pela ação e reação ambas devem ter o mesmo módulo.

17. A ação e reação são forças que são aplicadas, em corpos diferentes, e portanto não há razão para falar em resultante.

18. a. Se um cavalo puxa uma carroça, então a carroça PUXA O CAVALO.

b. Se um homem empurra um armário, então O ARMÁRIO EMPURRA O HOMEM.

c. Se uma aranha arranha um jarro, então O JARRO ARRANHA A ARANHA.

d. Se uma minholeta de grampola coisa uma nhãna, então A NHÃNHA COISA A MINHOLETA DE GRAMPOLA.

19. Não, pois a ação não neutraliza a



reação, já que estas duas forças agem em corpos diferentes.

**20.** Supondo que a força mostrada no gráfico seja a resultante, para o instante 10s, têm-se

$$F = 20\text{N};$$

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

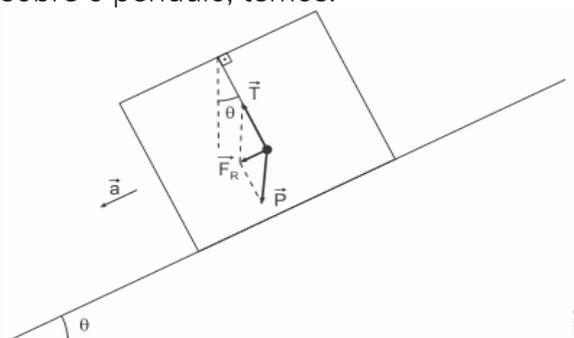
Aplicando o princípio fundamental da dinâmica:

$$F = m \cdot a$$

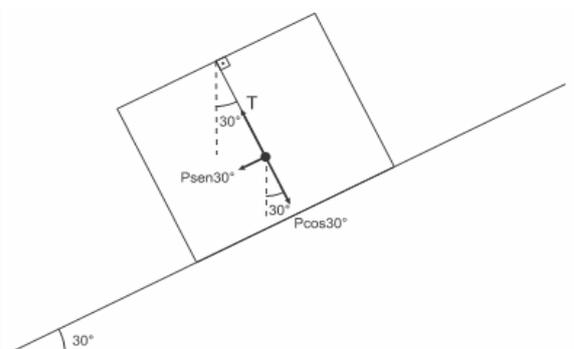
$$m = F/a = 20/1$$

$$m = 20 \text{ kg.}$$

**21.** Representando as forças que atuam sobre o pêndulo, temos:



Pode-se notar que a força resultante (e assim a aceleração) está na direção do movimento da ambulância e com sentido descendente. Logo, a ambulância está descendo com movimento acelerado ou subindo com movimento retardado.



$$P \text{sen } 30^\circ = m \cdot a$$

$$m \cdot g \cdot \text{sen } 30^\circ = m \cdot a$$

$$a = 10 \cdot 0,5$$

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

**22. a.** Como foram ejetados 2000t de combustível em 180s temos que:

$$\alpha = \frac{2000 \cdot 10^3 \text{ kg}}{180\text{s}}$$

$$\alpha = \frac{10^5}{9} \text{ kg/s}$$

**b.** No instante citado, a massa do foguete é de 1000t. E devemos ter que:

$$F = F_e - P = \alpha V_e - mg$$

$$F = 10^5/9 \cdot 3000 - 1000 \cdot 10^3 \cdot 10 \cong 3,33 \cdot 10^7 - 10^7$$

$$F = 2,3 \cdot 10^7 \text{ N}$$

**c.** Pela 2ª lei de Newton, vem:

$$F = m \cdot a$$

$$2,3 \cdot 10^7 \cong 1000 \cdot 10^3 \cdot a$$

$$a \cong 23 \text{ m/s}^2$$

Utilizando a equação dada:

$$v = V_e \cdot \ln (m_0/m) - gt$$

$$v \cong 3.000 \cdot \ln (3000/1000) - 10 \cdot 180$$

$$v \cong 3000 \cdot \ln 3 - 1800$$

$$v \cong 3000 \cdot 1,1 - 1800$$

$$v \cong 15000 \text{ m/s}$$