

**DINÂMICA**

Dinâmica é a parte da mecânica que estuda o movimento e suas causas.

**Força**

Será toda ação capaz de alterar a velocidade vetorial  $\vec{V}$  de um corpo ou causar deformação.

Conforme a direção e o sentido em que uma força é aplicada, o efeito produzido é diferente. Isso sugere que a força requer uma **representação vetorial**.



Um corpo pode aplicar forças em um ponto material de duas maneiras:

- pelo contato direto (**força de contato**); exemplos: força de atrito, força de tração e força normal;
- pela ação a distância (**força de campo**); exemplos: força gravitacional, força elétrica e força magnética.

Força de contato	Força de campo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\vec{F}_{CP}</math> = força da cabeça contra a parede.</li> <li>• <math>\vec{F}_{PC}</math> = força da parede contra a cabeça.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\vec{F}_{IP}</math> = força do imã sobre o prego.</li> <li>• <math>\vec{F}_{PI}</math> = força do prego sobre o imã.</li> </ul>

**Unidades de força**

No MKS (S.I) a unidade de força é NEWTON (N)

No CGS a unidade de força é DINA (d)

Obs.: O instrumento utilizado para medir a intensidade de uma força é o dinamômetro.

**Força resultante**

A soma vetorial de duas ou mais forças  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots$  chama-se força resultante.

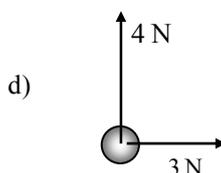
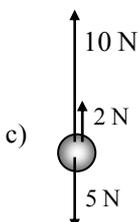
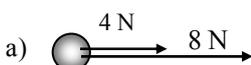
Assim:  $\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$

**TESTES DE SALA:**

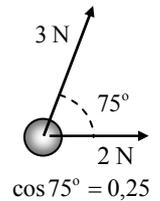
**T01.** O que é força? É uma grandeza escalar ou vetorial?

**T02.** O que é a resultante de um sistema de forças?

**T03.** Nos casos a seguir, determine a intensidade da força resultante que age sobre cada partícula.



e)



**EXERCÍCIOS PROPOSTOS:**

**P01.** Em cada um dos caso abaixo determine o módulo da força resultante que atua no corpo.

- a)
- b)
- c)
- d)
- e) Obs.:  $\cos 60^\circ = 0,5$
- f)

**Princípio da inércia (1ª lei de Newton)**

Se a resultante das forças que atuam sobre um ponto material é nula, então esse corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

$\vec{F}_R = \vec{0} \Rightarrow \vec{v} = \text{constante}$

$\Leftrightarrow \begin{cases} \vec{v} = \vec{0} \text{ (repouso ou equilíbrio estático)} \\ \vec{v} \neq \vec{0} \text{ (MRU ou equilíbrio dinâmico)} \end{cases}$

Inércia é a propriedade da matéria de resistir a qualquer variação no seu estado de movimento.

**TESTES DE SALA:**

**T04.** Uma força horizontal constante é aplicada num objeto que se encontra num plano horizontal perfeitamente liso, imprimindo-lhe certa aceleração. No momento em que essa força é retirada, o objeto:

- pára imediatamente.
- Continua movimentando-se, agora com velocidade constante e igual à que possuía no instante em que a força foi retirada.
- para após uma diminuição gradual de velocidade.
- adquire aceleração negativa até parar.
- adquire movimento acelerado.

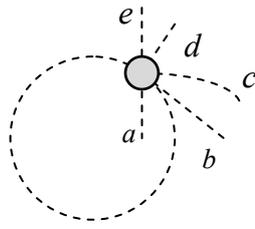
**T05.** Um pequeno bloco realiza um MRU sob a ação de duas forças,  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$ . O que você pode afirmar a respeito da direção do sentido e da intensidade de  $\vec{F}_1$  e de  $\vec{F}_2$ .

**EXERCÍCIOS PROPOSTOS:**

**P02.** (FUVEST-SP) O corpo preso a um fio gira sem atrito sobre uma mesa. Na posição indicada o fio é cortado.

A trajetória que o corpo irá escolher será:

- a) a
- b) b
- c) c
- d) d
- e) e



**P03.** (PUC-MG) Um bloco de massa 0,5 kg desloca-se em MRU (movimento retilíneo uniforme) sob a ação de um sistema de forças. É correto afirmar, nesse caso, que a resultante das forças que atuam sobre o corpo é:

- a) diretamente proporcional à massa do corpo
- b) igual à normal.
- c) igual ao peso.
- d) igual à força de atrito
- e) nula.

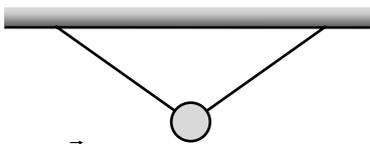
**P04.** (F.M. SANTA CASA-SP) Não é necessário a existência de uma força resultante atuando:

- a) quando se passa do estado de repouso ao de movimento uniforme.
- b) para se manter em movimento retilíneo e uniforme.
- c) para se manter um corpo em movimento circular e uniforme.
- d) para mudar a direção de um objeto sem alterar o módulo de sua velocidade.
- e) em nenhum dos casos anteriores.

**P05.** (F.G.V.-SP) Um corpo se move livremente sobre um plano horizontal sem atrito. Pode-se afirmar que o movimento desse corpo é:

- a) retilíneo e uniforme.
- b) circular uniforme.
- c) retilíneo uniformemente acelerado.
- d) circular uniformemente acelerado.
- e) parabólico.

**P06.** (CESGRANRIO) Um objeto está suspenso ao teto de uma sala por meio de dois fios, como mostra a figura.



A força resultante  $\vec{F}$  que age sobre o objeto é representada por:

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)  $\vec{F} = 0$

**Princípio Fundamental da Dinâmica (2ª lei de Newton)**

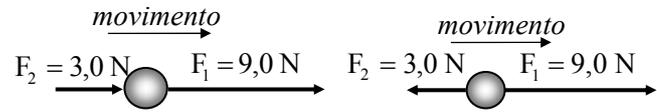
A resultante das forças que atuam sobre um ponto material é igual ao produto de sua massa pela sua aceleração.

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

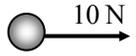
Observe que, sendo a massa de um corpo uma grandeza escalar positiva, os vetores  $\vec{F}_{res}$  e  $\vec{a}$  terão sempre mesma direção e mesmo sentido.

**TESTES DE SALA:**

**T06.** Uma partícula de massa  $m = 3,0$  kg realiza um movimento retilíneo sob a ação simultânea de duas forças,  $\vec{F}_1$  e de  $\vec{F}_2$ , de intensidades respectivamente iguais a 9,0 N e 3,0 N. Determine a aceleração da partícula nos casos indicados abaixo:



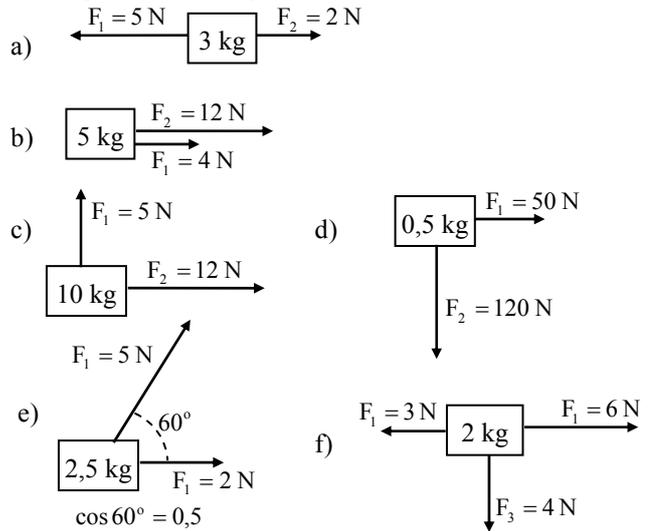
**T07.** A um corpo de massa 5 kg, em repouso, é aplicada uma força constante de intensidade 10N. Qual a velocidade do corpo após 10 s?



**T08.** Sob a ação de uma força de  $5,0 \cdot 10^2$  kg percorre  $6,0 \cdot 10^2$  m em 10 s. Considerando que o corpo partiu do repouso, qual a intensidade da força em questão?

**EXERCÍCIOS PROPOSTOS:**

**P07.** As figuras a seguir mostram as forças que agem num corpo, bem como a sua massa. Para cada um dos casos calcule a força resultante que age sobre o corpo e a aceleração a que esse fica sujeito.



**P08.** (Faap-SP) Um carro com massa 1000 kg, partindo do repouso, atinge 30 m/s em 10 s. Supõe-se que o movimento seja uniformemente variado. Calcule a intensidade da força resultante exercida sobre o carro.

**P09.** Um automóvel de 1200 kg, partindo do repouso, adquire em 10 s a velocidade de 63 km/h. Calcule a força desenvolvida pelo motor supondo-a constante. Despreze os atritos.

**P10.** Um corpo de massa 5 kg, em repouso, percorre, sob ação de uma força, 20 m em 4s. Despreze os atritos.

- a) Calcule a intensidade da força resultante.
- b) Calcule a velocidade e a distância percorrida pelo corpo em 30 s.

**P11.** Um corpo de massa 1,8 kg passa da velocidade de 7 m/s à velocidade de 13 m/s num percurso de 50m. Calcule a intensidade da força constante que foi aplicada sobre o corpo nesse percurso. Despreze os atritos.

**P12.** (U.F.RS) Um corpo de massa 2,0 kg se desloca ao longo de uma reta com movimento uniformemente acelerado durante 5 s. Os módulos das velocidades ( $V$ ) e dos tempos ( $t$ ) desse movimento estão representados na tabela:

t(s)	0	1	2	3	4	5
V(m/s)	0	4	8	12	16	20

Qual o módulo da força resultante sobre o corpo?

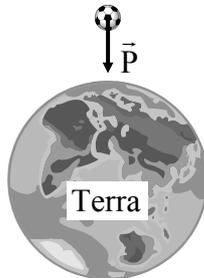
**Força peso “ $\vec{P}$ ”**

Peso é a força com que a Terra atrai os corpos próximos de sua superfície.

Vetorialmente  $\rightarrow \vec{P} = m \cdot \vec{g}$

Módulo:  $P = m \cdot g$

- $P \rightarrow$  é a intensidade da força peso
- $m \rightarrow$  é a massa do corpo .
- $g \rightarrow$  é o módulo da aceleração gravitacional.
- Direção: vertical
- Sentido: de cima para baixo



**TESTES DE SALA:**

**T09.** A massa de um garoto é 40 kg. Determine o peso do garoto:

- na superfície da Terra, onde  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
- num ponto muito distante da Terra, onde  $g = 5 \text{ m/s}^2$
- na Lua, onde  $g = 1,6 \text{ m/s}^2$

**EXERCÍCIOS PROPOSTOS:**

**P13.** Uma partícula de massa 2,0 kg , num local onde  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , é puxado verticalmente para cima por uma força constante  $\vec{F}$ , de intensidade igual a 30 N. Calcule:

- o peso da partícula.
- a aceleração resultante.

**P14.** (Fatec-SP) Um pára-quedista desce com velocidade de 4 m/s. Sendo a massa do conjunto de 80 kg e a aceleração da gravidade vale  $10 \text{ m/s}^2$ , a força de resistência do ar é:

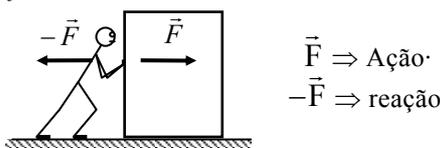
- 76 kg
- 80 N
- 800 N
- 480 N
- 48 N

**Princípio da ação e reação (3ª lei de Newton)**

Quando dois corpos interagem, se o primeiro aplicar sobre o segundo uma determinada força, este irá aplicar ao primeiro outra força de mesmo módulo, mesma direção e sentido contrário.

Obs.: Essa lei sugere que na natureza as forças ocorrem sempre aos pares, não havendo ação sem uma correspondente reação.

As forças de ação e reação não se equilibram pois estão em corpos diferente



**TESTES DE SALA:**

**T10.** (MAUÁ-SP) Sobre a lei da ação e reação verifique a veracidade ou não das seguintes proposições:

- Se a cada ação corresponde uma reação igual e contrária, elas se anulam, e o movimento é impossível.
- Se o peso de um corpo é 4,5 N, esse corpo está atraindo a Terra com uma força de 4,5 N em sentido oposto.

**EXERCÍCIOS PROPOSTOS:**

**P15.** (PUC-MG) Abaixo, apresentamos três situações do seu dia-a-dia que devem ser associadas com as três leis de Newton.

1. Ao pisar no acelerador do seu carro, o velocímetro pode indicar variações de velocidade.	A) Lei da Inércia.
2. João machucou o pé ao chutar uma pedra	B) 2ª Lei ( $F_R = m \cdot a$ )
3. Ao fazer uma curva ou frear os passageiros de um ônibus que viajam em pé devem se segurar.	C) 3ª Lei, ou Lei da Ação e reação.

**P16.** Por que as forças de ação e reação não podem ser adicionadas?

**P17.** Você consegue se elevar verticalmente, puxando os próprios cabelos? Justifique.

**P18.** A resultante das forças aplicadas num corpo possui reação? Justifique.

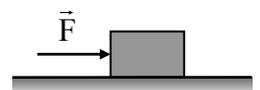
**Força de reação Normal ( $\vec{N}$ )**

É toda força trocada entre superfícies sólidas que se comprimem (é a força que o apoio aplica no corpo) sua direção é sempre perpendicular à superfície no ponto de apoio.



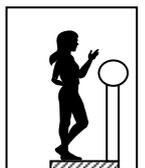
**TESTES DE SALA:**

**T11.** Considere um corpo de massa 6 kg em repouso sobre um plano horizontal perfeitamente liso. Aplica-se uma força horizontal  $F = 30 \text{ N}$  sobre o corpo conforme a figura. Admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine:



- a aceleração do corpo
- a reação do plano de apoio

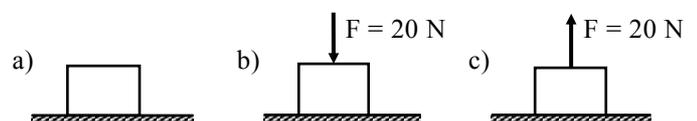
**T12.** Um indivíduo de 60 kg está dentro de um elevador em movimento, num local onde  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . O indivíduo está sobre uma balança de molas, graduada em newtons. Determine a intensidade da força que a balança indica quando o elevador:



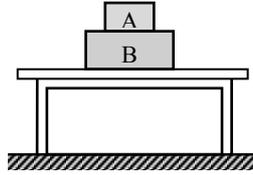
- se move com velocidade constante;
- sobe acelerado ou desce retardado com aceleração de  $1 \text{ m/s}^2$ ;
- desce acelerado ou sobe retardado com aceleração de  $1 \text{ m/s}^2$ .

**EXERCÍCIOS PROPOSTOS:**

**P19.** Nas figuras abaixo, o bloco de massa 10 kg está em repouso. Determine o módulo da força de reação normal do apoio, N, em cada caso. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

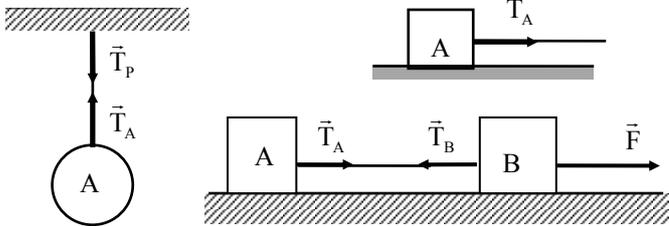


**P20.** Os corpos A e B têm pesos  $P_A = 10 \text{ N}$  e  $P_B = 20 \text{ N}$ . Esquematize todas as forças existentes nos corpos, inclusive as trocadas com a mesa. Determine o valor dessas forças.



**Força de Tração ou Tensão ( $\vec{T}$ )**

Força de contato que aparece sempre que um corpo estiver preso a um fio, tem a direção do fio e sentido em que se tracione o fio.

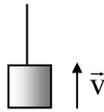


Obs.: **Fio ideal** é o fio inextensível, flexível e de massa desprezível. É um elemento que transmite a força de uma extremidade para outra.

$$\text{Num fio ideal } |\vec{T}_A| = |\vec{T}_B|$$

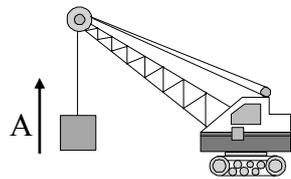
**TESTES DE SALA:**

**T13.** Um corpo de 4 kg é preso a uma corda e puxado para cima com uma aceleração de  $1,5 \text{ m/s}^2$ . Admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Qual o valor da tração na corda?

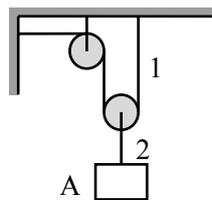


**EXERCÍCIOS PROPOSTOS:**

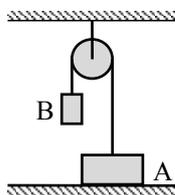
**P21.** Um guindaste alça com movimento retilíneo e uniforme o corpo A, de 1000 N de peso. Qual o módulo da tração do fio que suspende o corpo?



**P22.** Determine a força T que deve ser aplicada ao fio 1 deste sistema para que o corpo A de peso 20 N, permaneça em equilíbrio. Considere as polias ideais, isto é, com massa desprezível e sem atrito nos eixos.

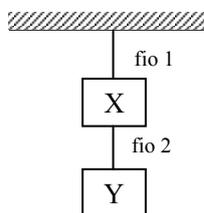


**P23.** Os corpos A e B têm pesos  $P_A = 100 \text{ N}$  e  $P_B = 30 \text{ N}$ . Determine as forças aplicadas ao corpo A.



**P24.** (FUBE-MG) Dois corpos de massas iguais estão suspensos por fios inextensíveis e de massas desprezíveis, como se representa na figura abaixo. F e G são, respectivamente, os módulos das forças de tração nos fios 1 e 2. A relação entre F e G é:

- a)  $F = G$
- b)  $F = 2G$
- c)  $F = \frac{G}{2}$
- d)  $F = 4G$
- e)  $F = \frac{G}{4}$

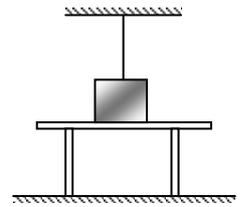


**Aplicações das leis de Newton**

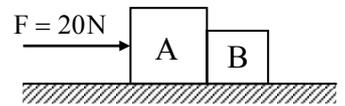
**TESTES DE SALA:**

**T14.** Um bloco encontra-se suspenso por um fio e apoiado sobre uma mesa.

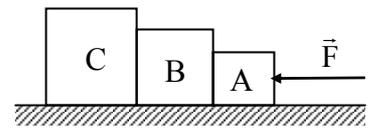
- a) Represente todas as forças que agem no bloco.
- b) Esclareça onde estão aplicadas as correspondentes reações.



**T15.** Aplica-se uma força  $\vec{F}$  de intensidade 20 N ao bloco A, conforme a figura. Os blocos A e B têm massa respectivamente iguais a 3,0 kg e 1,0 kg. As superfícies de contato são perfeitamente lisas. Determine a aceleração do conjunto e a intensidade da força que o bloco A exerce no bloco B.



**T16.** O esquema ao lado representa um conjunto de três blocos A, B e C, de massas  $m_A = 1,0 \text{ kg}$ ,  $m_B = 2,0 \text{ kg}$  e  $m_C = 3,0 \text{ kg}$ , respectivamente, em um plano horizontal sem atrito. Em A é aplicada uma força de intensidade  $F = 12 \text{ N}$ . Determine:



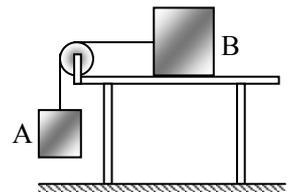
- a) A aceleração do sistema;
- b) A intensidade da força que A aplica em B;
- c) A intensidade da força que C aplica em A.

**T17.** Dois corpos A e B, de massas  $m_A = 2,0 \text{ kg}$  e  $m_B = 1,0 \text{ kg}$ , são presos por um fio inextensível perfeitamente flexível e sem massa (fio ideal). Puxa-se o sistema com uma força de intensidade  $f = 6,0 \text{ N}$ , conforme a figura ao lado.



Supondo o atrito desprezível, determine a aceleração do sistema e a intensidade da força de tração no fio.

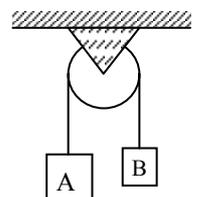
**T18.** No sistema da figura, os corpos A e B têm massas respectivamente iguais a 5 kg e 15 kg. A superfície onde B se apoia é horizontal e perfeitamente polida. O fio é inextensível e o sistema é liberado a partir do repouso. Admitindo-se  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine:



- a) A aceleração do sistema
- b) A tração no fio que une A e B

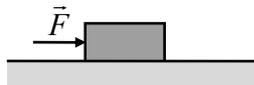
**T19.** Dois blocos A e B estão unidos por um fio que passa por uma roldana fixa em um suporte. Sendo  $m_A = 5 \text{ kg}$  e  $m_B = 3 \text{ kg}$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e a massa do fio e da roldana desprezíveis, determine:

- c) A aceleração do sistema
- d) A tração no fio



**EXERCÍCIOS PROPOSTOS:**

**P25.** Um ponto material de massa igual a 2 kg está apoiado numa superfície horizontal perfeitamente lisa, em repouso. Uma força constante de intensidade 6N, paralela ao apoio atua durante 10 s, após os quais deixa de existir. Determine:  
 A) a aceleração nos 10 s iniciais;  
 B) a velocidade ao fim de 10 s.



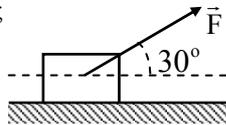
**P26.** O bloco da figura tem 4,0 kg de massa e está sujeito à ação exclusiva das forças horizontais: Sabendo-se que a intensidade de  $F_1$  e de  $F_2$  valem, respectivamente, 30 N e 20 N, determine o módulo da aceleração do bloco.



**P27.** Um corpo A de massa igual a 5 kg está apoiado numa superfície horizontal perfeitamente lisa e sofre a ação de uma força  $F$  constante de intensidade 15 N, conforme indicado na figura. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

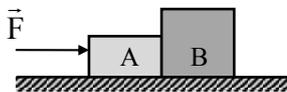
Determine:  
 A) a reação normal do plano sobre A;  
 B) a aceleração do móvel.

Obs.:  $\sin 30^\circ = 0,5$   
 $\cos 30^\circ = 0,87$



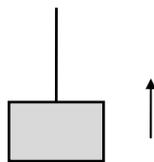
**P28.** Dois corpos A e B de massas respectivamente iguais a 2 kg e 3 kg estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa. A força horizontal  $F = 10 \text{ N}$  constante, é aplicada no bloco A.

Determine:  
 A) a aceleração adquirida pelo conjunto;  
 B) a intensidade da força que A aplica em B.



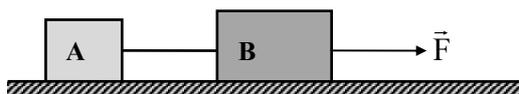
**P29.** Um bloco de 2 kg de massa é puxado verticalmente para cima por um fio inextensível e de massa desprezível, com aceleração de  $4,0 \text{ m/s}^2$ . Sabendo-se que no local a aceleração da gravidade é de  $10 \text{ m/s}^2$ , calcular:

A) o peso do bloco;  
 B) a tração no fio.

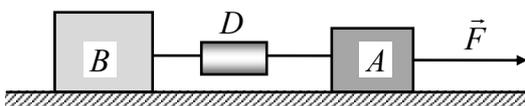


**P30.** Dois corpos A e B de massas iguais a  $m_A = 2 \text{ kg}$  e  $m_B = 4 \text{ kg}$  estão apoiados numa superfície perfeitamente lisa. O fio que liga A a B é ideal, isto é de massa desprezível e inextensível. A força horizontal  $F$  tem intensidade igual a 12 N, constante. Determine:

A) a aceleração do sistema;  
 B) a intensidade da força de tração do fio.



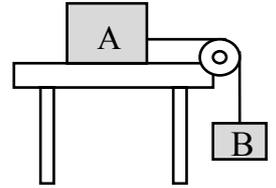
**P31.** Os corpos A e B estão ligados por um fio ideal onde está intercalado um dinamômetro D de massa desprezível. A superfície de apoio é horizontal e de atrito desprezível. As massas de A e B são, respectivamente, 1,5 kg e 2,5 kg.



Aplica-se ao corpo A uma força  $\vec{F}$  horizontal, de intensidade de 30 N. Determine:

a) a aceleração dos corpos;  
 b) a leitura do dinamômetro.

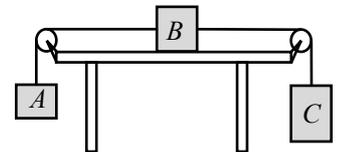
**P32.** Os corpos A e B da figura têm massas respectivamente iguais a  $m_A = 6 \text{ kg}$  e  $m_B = 2 \text{ kg}$ . O plano de apoio é perfeitamente liso e o fio é inextensível e de peso desprezível. Não há atrito entre o fio e a polia, considerada sem inércia. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



Determine:  
 A) a aceleração do conjunto;  
 B) a tração do fio.

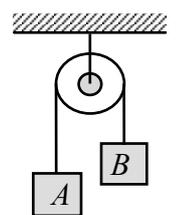
**P33.** No arranjo experimental da figura os corpos A, B, C têm massas respectivamente iguais a  $m_A = 5 \text{ kg}$ ,  $m_B = 2 \text{ kg}$  e  $m_C = 3 \text{ kg}$ . A aceleração da gravidade é  $10 \text{ m/s}^2$ . Os fios são inextensíveis e de inércia desprezível; não há atrito entre os fios e as polias. O plano horizontal é perfeitamente liso.

Determine:  
 A) a aceleração do sistema de corpos;  
 B) as trações nos fios.

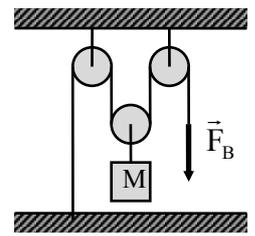
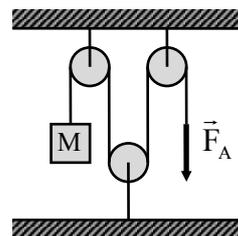


**P34.** No arranjo experimental da figura, A e B têm massas respectivamente iguais a 6 kg e 2 kg. Os fios e a polia têm massas desprezíveis. Não há atrito entre o fio e a polia. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Determine:

A) aceleração do conjunto;  
 B) as trações nos fios.

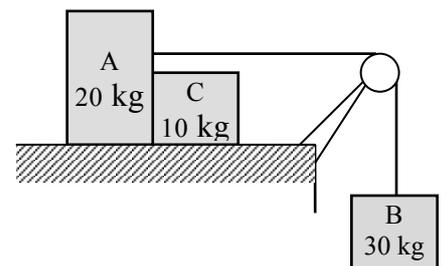


**P35.** (FUVEST-SP) As figuras mostram dois arranjos (A e B) de polias, construídos para erguer um corpo de massa  $M = 8 \text{ kg}$ . Despreze as massas das polias e da corda bem como os atritos. Calcule as forças  $F_A$  e  $F_B$ , em newtons, necessárias para manter o corpo suspenso e em repouso nos dois casos. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



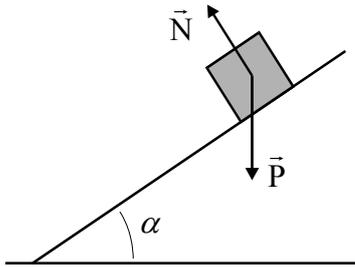
**P36.** (U.F. RN) No esquema representado pela figura abaixo, considera-se a inexistência de atrito. A aceleração do sistema e a intensidade da força aplicada pelo corpo C sobre o corpo A valem, respectivamente ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ):

- a)  $6 \text{ m/s}^2$  e 150 N
- b)  $6 \text{ m/s}^2$  e 50 N
- c)  $5 \text{ m/s}^2$  e 150 N
- d)  $5 \text{ m/s}^2$  e 50 N
- e)  $5 \text{ m/s}^2$  e 0



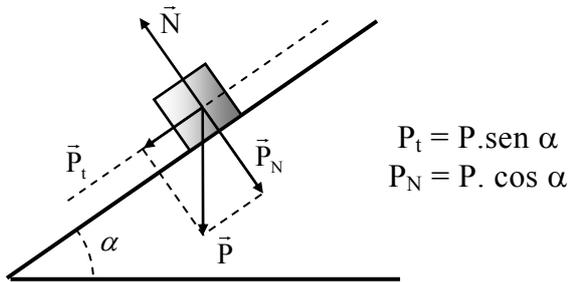
**Plano inclinado**

Um corpo ao ser colocado sobre um plano inclinado sem atrito, fica sujeito à ação de duas forças: seu próprio peso ( $\vec{P}$ ) e a força de reação normal ( $\vec{N}$ ).



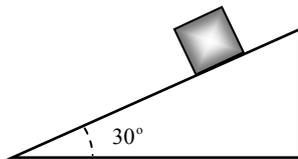
$\alpha = \text{ângulo entre o plano inclinado e o plano horizontal}$

Decompondo o peso  $\vec{P}$  em duas componentes, uma  $\vec{P}_t$ , paralela ao plano, e outra  $\vec{P}_N$  perpendicular ao plano, temos:



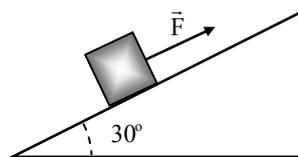
**TESTES DE SALA:**

**T20.** Um corpo de massa 8 kg é abandonado sobre um plano inclinado cujo ângulo de elevação é de  $30^\circ$ . O atrito entre o corpo e o plano é desprezível. Admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $\sqrt{3} = 1,7$ , determine:



- a) a aceleração do corpo ao descer o plano
- b) a intensidade da reação normal do apoio

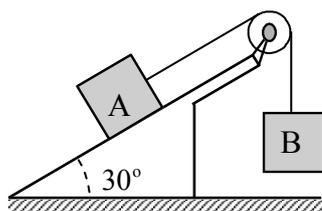
**T21.** A figura a seguir representa um corpo de massa igual a 60 kg sobre um plano inclinado que forma um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal. Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezando o atrito, determine:



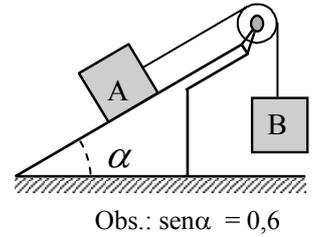
- a) a intensidade da força  $\vec{F}$  para que o corpo suba o plano inclinado com aceleração de  $0,8 \text{ m/s}^2$
- b) a intensidade da força para que o corpo suba o plano com velocidade constante

**EXERCÍCIOS PROPOSTOS:**

**P37.** No arranjo experimental da figura os corpos A e B têm massas iguais a 10 kg. O plano inclinado é perfeitamente liso. O fio é inextensível e passa sem atrito pela polia de massa desprezível. Determine a aceleração do sistema e a tração no fio. ( $\text{sen } 30^\circ = 0,50$ )

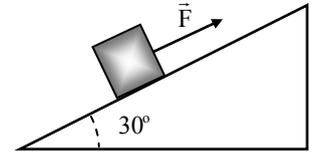


**P38.** No esquema os corpos têm massas  $m_A = 3 \text{ kg}$  e  $m_B = 2 \text{ kg}$ . O plano inclinado é perfeitamente liso e o fio é inextensível e passa sem atrito pela polia. Sendo  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine:  
a) a aceleração do conjunto;  
b) a tração.



Obs.:  $\text{sen } \alpha = 0,6$

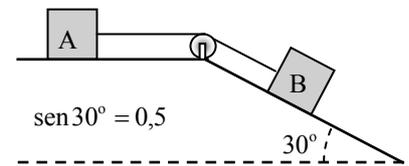
**P39.** Um corpo de massa 4 kg move-se sobre um plano inclinado perfeitamente liso, puxado por uma força  $\vec{F}$  paralela ao plano inclinado, conforme indica a figura.



Sabendo que  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , calcule a intensidade de  $\vec{F}$  nos seguintes casos:

- a) o corpo sobe com aceleração de  $2 \text{ m/s}^2$ .
- b) o corpo sobe com velocidade constante.

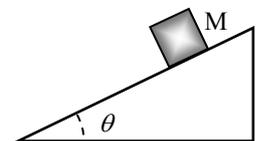
**P40.** (U.E. LONDRINA-PA) Dois blocos A e B de massas  $m_A = 2,0 \text{ kg}$  e  $m_B = 3,0 \text{ kg}$ , ligados por um fio, são dispostos conforme o esquema ao lado, num local onde a aceleração da gravidade vale  $10 \text{ m/s}^2$ . Desprezando-se os atritos e considerando ideais a polia e o fio, a intensidade da força tensora no fio, em newtons vale:



- a) 0
- b) 4,0
- c) 6,0
- d) 10
- e) 15

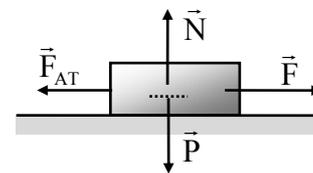
**P41.** (CESGRANRIO) A intensidade da força paralela ao plano que coloca o bloco, de massa M, em equilíbrio é:

- a)  $M \cdot g$
- b)  $Mg / \text{sen } \theta$
- c)  $M \cdot g \cdot \text{tg } \theta$
- d)  $M \cdot g \cdot \text{sen } \theta$
- e)  $M \cdot g \cdot \text{cos } \theta$



**Força de atrito**

É uma força de contato, cuja direção é tangente à superfície de contato entre os corpos que integram e de sentido contrário ao movimento ou à tendência de movimento.



Na análise do comportamento da força de atrito, consideramos três fases distintas:

**Repouso:** nesta fase a força de atrito é denominada força de atrito estática e seu módulo será igual ao da força de atrito solitante F.

$$f_{at} = F$$

**Iminência de movimento:** Quando o corpo se prepara para iniciar o movimento, a força de atrito será máxima e seu módulo é dado por:

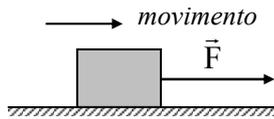
$$f_{at} = \mu_e \cdot N, \text{ onde: } \mu_e = \text{coeficiente de atrito, } N = \text{reação normal}$$

**Movimento:** a intensidade da força de atrito é constante e igual a:

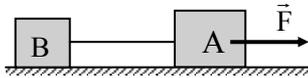
$$f_{at} = \mu_c \cdot N \text{ (} \mu_c = \text{coeficiente de atrito cinético)}$$

**TESTES DE SALA:**

**T22.** (F.M. Taubaté-SP) Um bloco de massa  $m = 2,0$  kg é puxado por uma força  $\vec{F}$ , de intensidade 10 N, sobre um plano horizontal, como mostra a figura. O coeficiente de atrito entre o bloco e o plano é  $\mu = 0,2$ . Dado:  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, determine a aceleração adquirida pelo bloco.

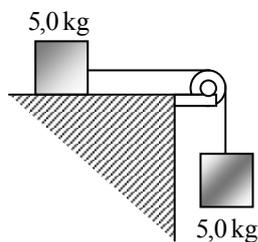


**T23.** Dois blocos, A e B, de pesos respectivamente iguais a 70 N e 30 N, apoiam-se sobre uma mesa horizontal. O coeficiente de atrito entre os blocos e a mesa é 0,40. Aplicando no bloco A uma força horizontal de intensidade  $F = 50$  N e supondo  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, determine:



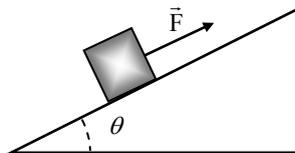
- a) A aceleração comunicada ao sistema;
- b) A intensidade da força de tração no fio suposto ideal.

**T24.** No esquema ao lado, a superfície horizontal é rugosa e o coeficiente de atrito  $\mu = 0,3$ . O fio e a polia são ideais. O sistema é abandonado do repouso. Sendo  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, determine:



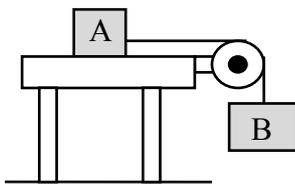
- a) a aceleração dos blocos;
- b) a intensidade da força de tração no fio.

**T25.** Um bloco de massa  $m = 10$  kg sobe um plano inclinado com velocidade constante, sob a ação de uma força  $\vec{F}$  constante e paralela ao plano inclinado, conforme a figura. O coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco e o plano inclinado é  $\mu = 0,20$ . Dados  $\sin \theta = 0,60$ ;  $\cos \theta = 0,80$  e  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, determine a intensidade de  $\vec{F}$ .

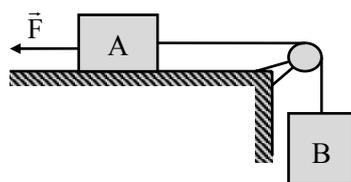


**EXERCÍCIOS PROPOSTOS:**

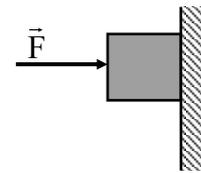
**P42.** Dois corpos A e B de massas  $m_A = 1$  kg e  $m_B = 2$  kg estão ligados por uma corda de peso desprezível que passa sem atrito pela polia C. Entre A e o apoio existe um atrito de coeficiente  $\mu = 0,5$ . Adote  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>. Determine: A) a aceleração dos corpos; B) a tração do fio.



**P43.** (U.F.GO) O bloco A acha-se sobre uma mesa horizontal e preso a outro bloco B por um fio leve e inextensível. A polia C é ideal e as massas dos blocos são:  $m_A = 10$  kg e  $m_B = 20$  kg. Sabendo-se que o coeficiente estático entre o bloco A e a mesa vale 0,3, pede-se o módulo da máxima força horizontal  $\vec{F}$  que equilibra o sistema. Adote  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.



**P44.** (U.F. ES) Um bloco de massa  $m = 400$  g é pressionado horizontalmente contra uma parede vertical. Sendo  $\mu = 0,4$  o coeficiente de atrito entre o bloco e a parede, a força  $F$  mínima que mantém o bloco em repouso, em N, vale ( $g = 10$  m/s<sup>2</sup>):



- a) 1,6
- b) 4,0
- c) 10
- d) 100
- e) 160

*Esta apostila foi elaborada e editada pelo professor Adriano Lucciola do Valle*

<http://br.geocities.com/adrianodovalle>  
[adrianodovalle@yahoo.com.br](mailto:adrianodovalle@yahoo.com.br)

**RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS:**

- P01.** a) 1 N b) 9 N c) 5 N d) 130 N e)  $\sqrt{39}$  f) 5 N
- P02.** b **P03.** e **P04.** b **P05.** a **P06.** e
- P07.** a) 3 N e 1 m/s<sup>2</sup> b) 16 N e 3,2 m/s<sup>2</sup> c) 13 N e 1,3 m/s<sup>2</sup> d) 130 N e 260 m/s<sup>2</sup> e)  $\sqrt{39}$  N e  $\frac{\sqrt{39}}{2}$  m/s<sup>2</sup>
- P08.** 3000 N **P09.** 2100 N **P10.** 12,5 N
- P11.** 2,16 N **P12.** 8 N **P13.** a) 20 N b) 5 m/s<sup>2</sup>
- P14.** C **P15.** 1B, 2C, 3A
- P16.** Porque estão aplicadas em corpos diferentes.
- P17.** Não, pois as forças aplicadas são internas e portanto não interferem no movimento do corpo.
- P18.** Não, pois a resultante é uma soma vetorial, não uma força aplicada.
- P19.** a) 100 N b) 120 N c) 80 N
- P20.**
- P21.** 1000 N **P22.** 10 N
- P23.**
- P24.** b **P25.** a) 3 m/s<sup>2</sup> b) 30 m/s **P26.** 2,5 m/s<sup>2</sup>
- P27.** a) 42,5 N b) 2,61 m/s<sup>2</sup> **P28.** a) 2 m/s<sup>2</sup> b) 6 N
- P29.** a) 20 N b) 28 N **P30.** a) 2 m/s<sup>2</sup> b) 4N
- P31.** a) 7,5 m/s<sup>2</sup> b) 18,75 N **P32.** a) 2,5 m/s<sup>2</sup> b) 15 N
- P33.** A) 2 m/s<sup>2</sup>. B) 40 N e 36 N.
- P34.** A) 5 m/s<sup>2</sup>. B) 30 N e 60 N.
- P35.**  $F_A = 80$  N e  $F_B = 40$  N **P36.** D
- P37.** 2,5 m/s<sup>2</sup> T = 75 N
- P38.** 0,4 m/s<sup>2</sup> e 19,2 N **P39.** a) 28 N b) 20 N
- P40.** c **P41.** d **P42.** A) 5 m/s<sup>2</sup>, B) 10 N.
- P43.**  $F_{MAX} = 130$  N **P44.** c