

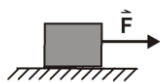
Onde necessário,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

**Atrito.**

1. Um bloco de massa 5 kg está inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal áspera. Num determinado instante ele é solicitado por uma força, paralela à superfície, de sentido constante e de intensidade  $F$ , crescente com o tempo. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco e a superfície são  $\mu_e = 0,4$  e  $\mu_c = 0,3$ , respectivamente. Sendo  $A_t$  a intensidade da força de atrito entre o bloco e a superfície e  $a$  o módulo da aceleração do bloco, apresente seus cálculos e complete a tabela de acordo com o módulo de  $\vec{F}$  dado.

| $F(N)$ | $A_t(N)$ | $a(m/s^2)$ |
|--------|----------|------------|
| 0      |          |            |
| 10     |          |            |
| 20     |          |            |
| 30     |          |            |

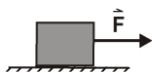
2. Impulsionado pela força  $\vec{F}$  de intensidade 20 N, paralela à superfície horizontal, o corpo da figura cuja massa é 4 kg segue em trajetória retilínea, com velocidade constante de 2 m/s.



Determine:

- a intensidade da força normal no corpo;
- o módulo da força de atrito trocada com a superfície;
- o coeficiente de atrito entre o corpo e a superfície.

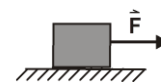
3. Impulsionado pela força  $\vec{F}$  de intensidade 20 N, paralela à superfície horizontal, o corpo da figura cuja massa é 4 kg segue em trajetória retilínea, acelerando  $2 \text{ m/s}^2$ .



Determine:

- a intensidade da força normal no corpo;
  - o módulo da força de atrito trocada com a superfície;
  - o coeficiente de atrito cinético entre o corpo e a superfície.
4. Um bloco de massa 2 kg é lançado sobre uma superfície horizontal áspera, com velocidade inicial de 6 m/s e desliza em linha reta 9 m até parar.
- Determine:
- o módulo da aceleração de retardamento desse bloco?
  - o tempo gasto até parar?
  - o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície?
5. Um veículo desloca-se com velocidade constante de 108 km/h sobre pista retilínea e horizontal. Num determinado instante, apresentando um perigo, seu condutor aplica fortemente os freios travando as rodas e o veículo desliza 60 m até parar, sem mudar a direção de seu movimento. Calcule:
- o módulo da aceleração média de frenagem;
  - o coeficiente de atrito cinético entre os pneus e a pista.
6. Um bloco é lançado sobre uma superfície horizontal áspera, com a qual o coeficiente de atrito cinético é  $\mu = 0,2$ . O bloco escorrega 4 m até parar.
- Qual o módulo da aceleração de retardamento do bloco?
  - Qual a velocidade de lançamento?
  - Quanto tempo durou o escorregamento?

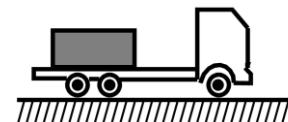
7. Um bloco de 2 kg de massa repousa sobre um plano horizontal, quando lhe é aplicada uma força  $\vec{F}$ , paralela ao plano, conforme mostra a figura. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco e o plano de apoio valem, respectivamente,  $\mu_e = 0,5$  e  $\mu_c = 0,4$  e, no local, a aceleração da gravidade tem módulo  $10 \text{ m/s}^2$ .



Calcular:

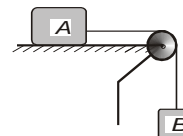
- a intensidade das forças de atrito trocadas entre o bloco e a superfície, quando  $|\vec{F}| = 9 \text{ N}$ ;
- o módulo da aceleração do bloco, quando  $|\vec{F}| = 14 \text{ N}$ .

8. (Unicamp-modif.) A figura mostra um caixote de massa 1.000 kg sobre a carroceria de um caminhão, inicialmente em repouso. Num dado instante, o caminhão inicia movimento seguindo trajetória retilínea e horizontal.



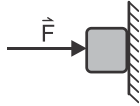
O coeficiente de atrito estático entre o bloco e a carroceria é  $\mu = 0,8$ . Despreze os efeitos do ar e considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- Qual o módulo máximo da aceleração que o caminhão pode atingir sem que o caixote escorregue?
  - Qual o módulo da força de atrito que a carroceria aplica no caixote quando o caminhão se deslocar com velocidade constante de 18 km/h?
  - Se o caminhão frear com aceleração de módulo  $7,5 \text{ m/s}^2$ , qual a intensidade da força que a carroceria aplica no caixote?
9. O sistema da figura é abandonado do repouso. As massas dos blocos A e B são 3 kg e 2 kg, respectivamente.



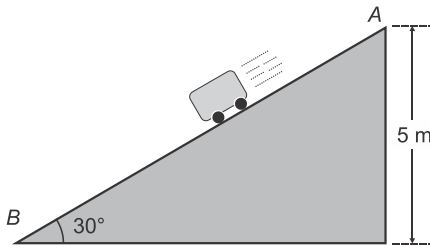
- Qual seria o menor valor do coeficiente de atrito estático entre o bloco A e a superfície de apoio para que o sistema permanecesse em repouso?
  - Se os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco A e a superfície são  $\mu_e = 0,6$  e  $\mu_c = 0,5$ , respectivamente, qual o módulo da aceleração do bloco?
10. (Enem - modif) Num sistema de freio convencional, as rodas do carro travam e os pneus derrapam no solo, caso a força exercida sobre o pedal seja muito intensa. O sistema ABS evita o travamento das rodas, mantendo a força de atrito no seu valor estático máximo, sem derrapagem. O coeficiente de atrito estático da borracha em contato com o concreto vale  $\mu_e = 1,0$  e o coeficiente de atrito cinético para o mesmo par de materiais é  $\mu_c = 0,75$ . Dois carros, com velocidades iniciais iguais a 108 km/h, iniciam a frenagem numa estrada perfeitamente horizontal de concreto no mesmo ponto. O carro 1 tem sistema ABS e utiliza a força de atrito estática máxima para a frenagem; já o carro 2 trava as rodas, de maneira que a força de atrito efetiva é a cinética.
- As distâncias, medidas a partir do ponto em que iniciam a frenagem, que os carros 1 ( $d_1$ ) e 2 ( $d_2$ ) percorrem até parar são, respectivamente,
- 45 m e 60 m.
  - 60 m e 45 m.
  - 90 m e 120 m.
  - 30 m e 45 m.
  - 58 m e 78 m.

11. O corpo mostrado na figura tem massa igual a 2 kg e está descendo com velocidade constante pela parede vertical, sendo comprimido contra ela pela força  $\vec{F}$ , perpendicular à parede e de intensidade é 50 N. Calcule o coeficiente de atrito cinético entre o corpo e a parede?



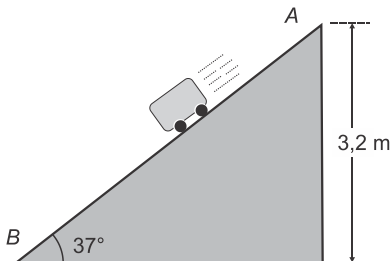
### Plano Inclinado

12. O carrinho de massa 6 kg parte do repouso do ponto A, no topo do plano inclinado, descendo em movimento acelerado, livre de atrito e resistência do ar. Dados:  $\sin 30^\circ = 0,5$  e  $\cos 30^\circ = 0,87$ .



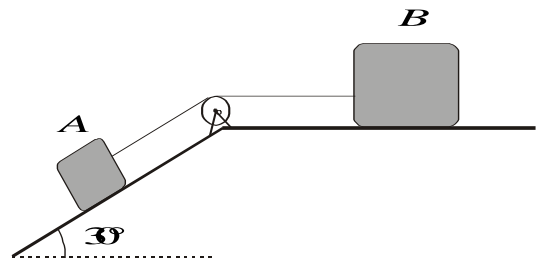
Determine para essa descida:

- as componentes tangencial e normal do peso do carrinho;
  - a intensidade da força resultante;
  - o módulo da aceleração do carrinho;
  - o trabalho da força peso;
  - o trabalho da força resultante;
  - a velocidade do carrinho ao atingir a base do plano, em B;
  - o tempo gasto na descida do carrinho.
13. O carrinho de massa 8 kg parte do repouso do ponto A, no topo do plano inclinado, descendo em movimento acelerado, livre de atrito e resistência do ar. Dados:  $\sin 37^\circ = 0,6$  e  $\cos 37^\circ = 0,8$ .



Determine para essa descida:

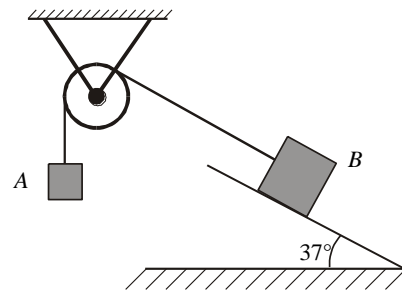
- as componentes tangencial e normal do peso do carrinho;
  - a intensidade da força resultante;
  - o módulo da aceleração do carrinho;
  - o trabalho da força peso;
  - o trabalho da força resultante;
  - a velocidade do carrinho ao atingir a base do plano, em B;
  - o tempo gasto na descida do carrinho.
14. O bloco A, de massa 2 kg, encontra-se sobre um plano inclinado de  $30^\circ$  em relação a horizontal. O bloco B tem massa 3 kg está sobre uma superfície horizontal. O sistema é abandonado do repouso.



Se  $\sin 30^\circ = 1/2$ , desprezando atritos, calcule:

- o módulo da aceleração adquirida pelos blocos;
- a intensidade da força de tração no fio.

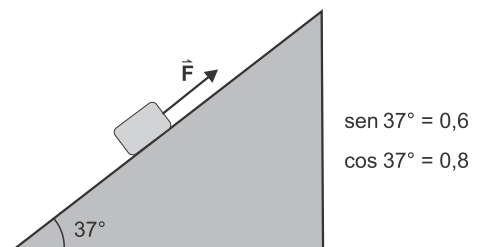
15. A figura mostra um bloco A de massa 8 kg suspenso por um fio inextensível e de peso desprezível, preso a um outro bloco B, de massa 20 kg, em repouso sobre um plano inclinado. O trecho do fio da extremidade direita até a polia é paralelo ao plano inclinado.



Use  $\sin 37^\circ = 0,6$  e  $\cos 37^\circ = 0,8$ . Determine as intensidades das forças:

- de tração no fio que liga os corpos;
- da normal que a superfície horizontal exerce no bloco B;
- da força de atrito no bloco B.

16. O bloco de massa 5 kg sobe o plano inclinado com velocidade constante, puxado pela força de intensidade  $F = 42$  N.

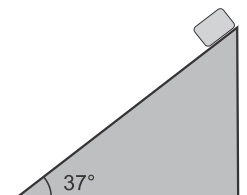


Calcule:

- a intensidade da força de atrito que o plano aplica no bloco;
- o coeficiente de atrito cinético entre o plano e o bloco.

17. O bloco da figura tem massa 5 kg e é abandonado do repouso do topo do plano inclinado. Dado  $\sin 37^\circ = 0,6$ .

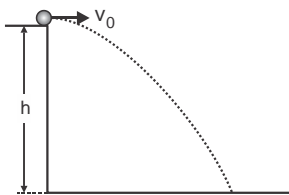
- Qual deveria ser o menor coeficiente de atrito estático entre o bloco e o plano para que não houvesse escorregamento?



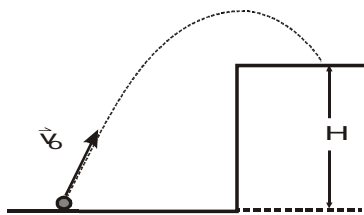
- b) Se os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco A e a superfície são  $\mu_E = 0,6$  e  $\mu_C = 0,5$ , respectivamente, qual o módulo da aceleração de cada bloco?

### Teorema da Energia Mecânica

18. Do solo plano e horizontal, lança-se verticalmente para cima um objeto de massa 1 kg, com velocidade inicial de 40 m/s. Desprezando o atrito e resistência do ar, qual altura máxima que esse objeto alcança?
19. Uma pequena esfera de chumbo cai de uma de uma altura de 45 m, em relação ao solo. Considerando desprezível a resistência do ar, qual a sua velocidade ao atingir o solo?
20. Do topo de uma plataforma de altura  $h = 20$  m, em relação ao solo plano e horizontal, um objeto é lançado horizontalmente, com velocidade inicial  $v_0 = 15$  m/s. Desprezando a resistência do ar e calcule a velocidade do objeto ao atingir o solo.

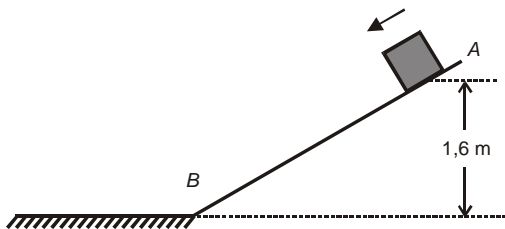


21. (PUCC) A figura mostra um projétil lançado obliquamente do solo plano e horizontal com velocidade de 40 m/s que atinge um alvo situado na plataforma, com velocidade de 20 m/s.



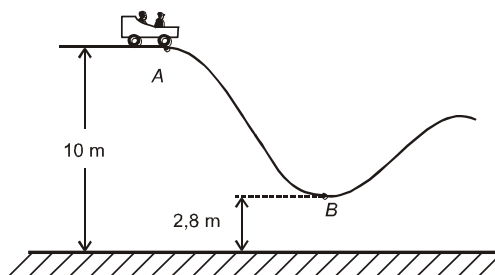
Desprezando a resistência do ar, determine a altura H da plataforma.

22. O bloco da figura tem massa 2 kg e é lançado do ponto A da figura, com velocidade de 2 m/s e desce a rampa lisa até o ponto B.



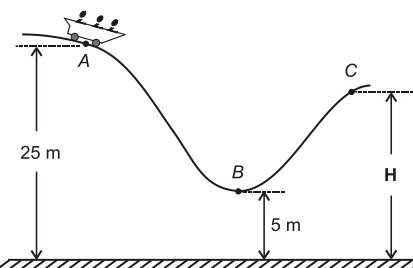
Qual a velocidade ao passar pelo ponto B?

23. A figura mostra um carrinho que parte do repouso do ponto A, em montanha russa. Despreze atritos.



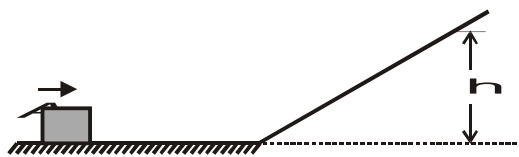
Com que velocidade o carrinho atinge o ponto B?

24. Numa montanha russa, o carrinho parte do repouso no ponto A e move-se livre de atrito nos rolamentos e dos efeitos do ar, ao longo do percurso indicado, passando pelos pontos B e C, sem perder o contato com a pista em nenhum ponto.



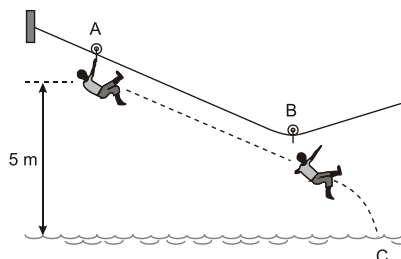
- a) Qual a velocidade do carrinho ao passar pelo ponto B?
- b) Se o carrinho passa pelo ponto C com velocidade de 10 m/s, qual o valor de H?

25. O bloco da figura é lançado do ponto A com velocidade de 6 m/s e sobe a rampa inclinada como mostra a figura, livre de atrito e resistência do ar. Qual a altura máxima que ele atinge?



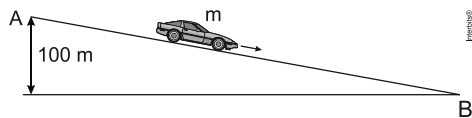
26. A figura ilustra um brinquedo oferecido por alguns parques, conhecido por *tirolesa*, no qual uma pessoa desce de determinada altura segurando-se em uma roldana apoiada numa corda tensionada. Em determinado ponto do percurso, a pessoa se solta e cai na água de um lago.

Considere que uma pessoa de 50 kg parta do repouso no ponto A e desça até o ponto B segurando-se na roldana, e que nesse trajeto tenha havido perda de 36% da energia mecânica do sistema, devido ao atrito entre a roldana e a corda. No ponto B ela se solta, atingindo o ponto C na superfície da água. Em seu movimento, o centro de massa da pessoa sofre o desnível vertical de 5 m mostrado na figura.



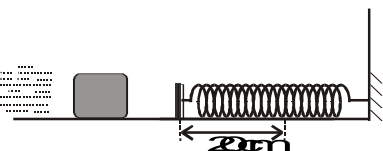
Desprezando a resistência do ar e a massa da roldana, calcule a velocidade da pessoa em C.

27. (Fgv) Um carro, de massa 1 000 kg, passa pelo ponto superior A de um trecho retilíneo, mas inclinado, de certa estrada, a uma velocidade de 72 km/h. O carro se desloca no sentido do ponto inferior B, 100 m abaixo de A, e passa por B a uma velocidade de 108 km/h.



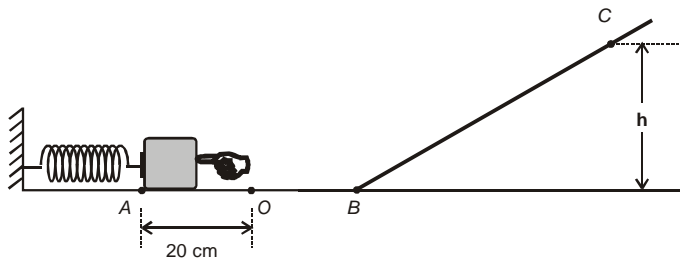
A aceleração da gravidade local é de  $10 \text{ m/s}^2$ . Calcule o trabalho realizado pelas forças dissipativas sobre o carro em seu deslocamento de A para B.

28. Um bloco A cuja massa é 2 kg desloca-se, como mostra a figura, sobre um plano horizontal sem atrito e choca-se com a mola de constante elástica 1.800 N/m, comprimindo-a de 20 cm.



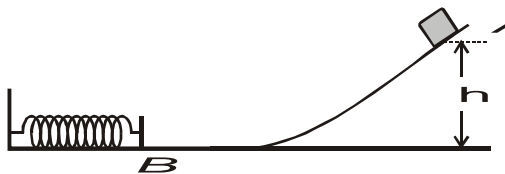
- a) Qual a máxima energia potencial que a mola armazena?  
b) Determine a velocidade do bloco ao atingir a mola.

29. Um bloco de massa  $m = 0,5 \text{ kg}$  é pressionado contra uma mola de constante elástica  $K = 450 \text{ N/m}$ , inicialmente relaxada, deformando-a de  $x = 20 \text{ cm}$ , de O até A.



Num determinado instante, o bloco é abandonado, passando a deslizar livre de atrito e resistência do ar.

- a) Qual o módulo da velocidade do bloco ao passar pelo ponto O ?  
b) Calcule a máxima altura  $h$  atingida pelo bloco no ponto C.
30. Do ponto A, situado à altura  $h = 1,8 \text{ m}$ , abandona-se o bloco de massa 0,4 kg que desce a rampa indo, em B, chocar-se contra a mola ideal de constante elástica  $K = 360 \text{ N/m}$ .



Despreze a ação de forças dissipativas.

- a) Qual a velocidade do bloco ao atingir a mola?

- b) Qual a máxima compressão sofrida pela mola?

**Respostas**

01]

| F(N) | A <sub>t</sub> (N) | a(m/s <sup>2</sup> ) |
|------|--------------------|----------------------|
| 0    | 0                  | 0                    |
| 10   | 10                 | 0                    |
| 20   | 20                 | 0                    |
| 30   | 15                 | 3                    |

- 02] a) 40 N; b) 20 N; c) 0,5.    03] a) 40 N; b) 12 N; c) 0,3.  
 04] a) 2 m/s<sup>2</sup>; b) 3 s; c) 0,2.    05] a) 7,5 m/s<sup>2</sup>; b) 0,75.  
 06] a) 2 m/s<sup>2</sup>; b) 4 m/s; c) 2 s.  
 07] a) 9 N; b) 3 m/s<sup>2</sup>.    08] a) 8 m/s<sup>2</sup>; b) zero; c) 12.500 N.  
 09] a) 2/3 ≅ 0,67; b) 1 m/s<sup>2</sup> e 18 N.  
 10] A.    11] 0,4.  
 12] a) 30 N e 52,2 N; b) 30 N; c) 5 m/s<sup>2</sup>; d) 300 J; e) 300 J; f) 10 m/s;  
 g) 2 s.  
 13] a) 48 N e 64 N; b) 48 N; c) 6 m/s<sup>2</sup>; d) 256 J; e) 256 J; f) 8 m/s;  
 g) 4/3 ≅ 1,33 s.  
 14] a) 2 m/s<sup>2</sup>; b) 6 N.    15] a) 80 N; b) 160 N; c) 40 N.  
 16] a) 12 N; b) 0,3.  
 17] a) 0,75; b) 2 m/s<sup>2</sup>  
 18] 80 m.    19] 30 m/s.  
 20] 25 m/s.    21] 60 m.  
 22] 6 m/s.    23] 12 m/s.  
 24] a) 20 m/s; b) 20 m.    25] 1,8 m.  
 26] 8 m/s.    27] -7,5 × 10<sup>5</sup> J.  
 28] a) 36 J; b) 6 m/s.    29] a) 6 m/s; b) 1,8 m.  
 30] a) 6 m/s; b) 0,2 m.
-