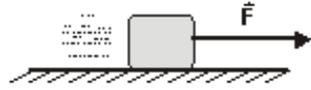


Onde necessário, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Trabalho Mecânico de uma Força.

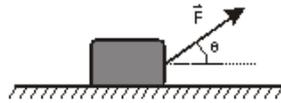
1. O corpo da figura tem massa 4 kg e é arrastado com **velocidade constante** de 2 m/s ao longo da superfície horizontal áspera. A força \vec{F} é paralela à superfície e tem módulo igual a 20 N.



Calcule para um deslocamento de 10 m:

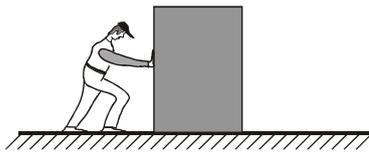
- o trabalho de cada uma das forças atuantes;
- o trabalho da força resultante.

2. A força mostrada na figura é constante, tem intensidade igual a 50 N e forma com a superfície horizontal de apoio um ângulo $\theta = 37^\circ$. a força de atrito tem intensidade constante igual a 10 N.



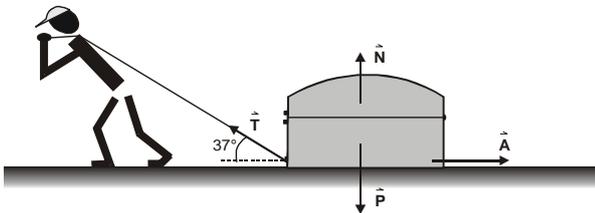
Sendo $\cos 37^\circ = 4/5$ e a massa do corpo igual a 10 kg, calcule os trabalhos de todas as forças atuantes no bloco, bem como o trabalho da força resultante, para o deslocamento de 8 m.

3. Sobre o piso horizontal de uma sala, uma pessoa arrasta um armário aplicando sobre ele uma força constante de intensidade $F = 300 \text{ N}$, paralela à superfície.



O armário cuja massa é 60 kg sofre, então, um deslocamento de 5 m, com velocidade constante.

- Assinale as forças que agem sobre o armário durante esse deslocamento, determinando valor de cada uma delas.
 - Determine o trabalho de cada uma dessas forças.
 - Calcule o trabalho da força resultante.
4. Uma pessoa arrasta um baú de peso $P = 500 \text{ N}$ sobre o solo plano e horizontal com **velocidade constante**, em trajetória retilínea, transmitindo-lhe uma força \vec{T} , através de uma corda inclinada de 37° , como ilustrado na figura. A componente de atrito cinético entre o baú e o solo tem intensidade $A = 200 \text{ N}$. \vec{N} representa a componente normal.

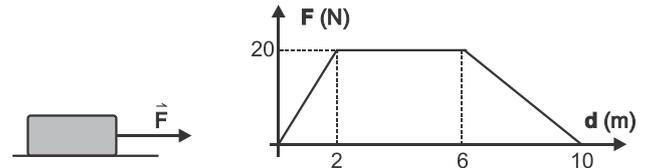


Considere que nessas condições o baú desloque $\Delta S = 8 \text{ m}$. Sendo $\cos 37^\circ = 0,8$, determine:

- os trabalhos realizados pelas forças \vec{A} , \vec{T} , \vec{P} e \vec{N} ;
 - a intensidade da força \vec{T} .
5. O corpo da figura tem massa 15 kg e é arrastado ao longo da superfície horizontal pela força \vec{F} , paralela à superfície, cuja intensidade varia com o deslocamento



conforme o gráfico. A força de atrito tem intensidade constante, igual a 10 N.



Calcule para o deslocamento de 10 m:

- o trabalho de cada uma das forças atuantes;
- o trabalho da força resultante.

Teorema da Energia Cinética

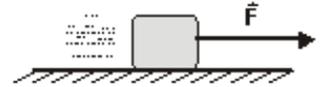
6. Sob a ação de uma força resultante constante, um corpo de massa $m = 4 \text{ kg}$ adquire, a partir do repouso, a velocidade de 10 m/s.

- Qual é trabalho realizado por essa força?
- Se o corpo se deslocou 25 m, qual o valor dessa força?

7. A velocidade de um corpo de massa 1.200 kg varia de 5 m/s para 25 m/s num deslocamento de 60 m.

- Qual o trabalho da força resultante nesse deslocamento?
- Qual a intensidade dessa força resultante, suposta constante?

8. O corpo da figura tem massa 5 kg e é arrastado com **velocidade constante** de 4 m/s ao

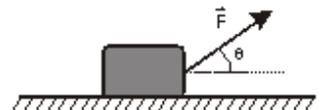


longo da superfície horizontal áspera. A força \vec{F} é paralela à superfície e tem módulo igual a 20 N.

Calcule 5 segundos de deslocamento:

- o trabalho de cada uma das forças atuantes;
- o trabalho da força resultante.

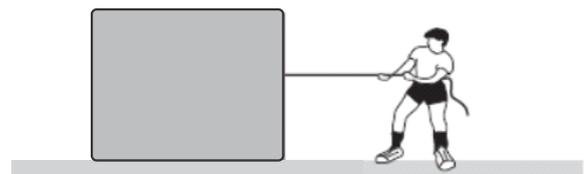
9. A força mostrada na figura é constante, tem intensidade igual a 50 N e forma com a superfície horizontal de apoio um ângulo

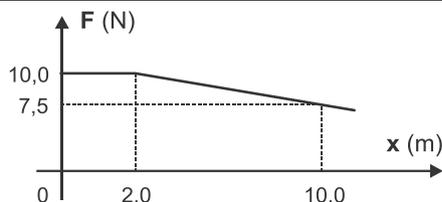


$\theta = 37^\circ$. Ela arrasta um bloco de massa 10 kg sobre uma superfície horizontal ao longo de 18 m. A força de atrito tem intensidade 30 N. Calcule:

- os trabalhos de todas as forças atuantes no bloco, bem como o trabalho da força resultante, para o deslocamento de 18 m.
- a velocidade do bloco ao final desse deslocamento.
- a velocidade que o bloco teria se não houvesse atrito.

10. A partir do repouso, um jovem puxa um caixote de 20 kg, que está apoiado sobre uma superfície lisa horizontal, por meio de uma corda esticada paralelamente à direção do deslocamento (figura abaixo). O gráfico mostra a variação da intensidade da força aplicada sobre o caixote em função da distância x percorrida por ele.





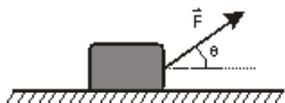
Calcule:

- o trabalho (**W**) de cada uma das forças atuantes no caixote.
- a velocidade do caixote ao final de 10 m de deslocamento.

Suponha, agora, que a superfície não fosse lisa e que atuasse no bloco força de atrito de intensidade igual a 5 N.

- Quais seriam o trabalho da força de atrito e a velocidade final do bloco?

11. A força \vec{F} mostrada na figura tem intensidade constante igual a 50 N e forma com a superfície horizontal de apoio um ângulo $\theta = 37^\circ$. Ela arrasta, a partir do repouso, um bloco de massa 10 kg e atua ao longo de 12,5 m.



Sendo $\cos 37^\circ = 4/5$, calcule, para esse deslocamento:

- o trabalho da força \vec{F} ;
- a velocidade que o corpo teria ao final desse deslocamento, se a superfície fosse perfeitamente lisa;
- a intensidade da força de atrito atuante no corpo se a velocidade ao final desse deslocamento é igual a 6 m/s.

Teorema da Energia Potencial

12. Numa posição A, a energia potencial de um sistema é -100 J. Ao passar para outra posição B, as forças conservativas realizam trabalho de -40 J.

- Determine energia potencial do sistema na posição B.
- O movimento foi espontâneo ou forçado? Justifique.

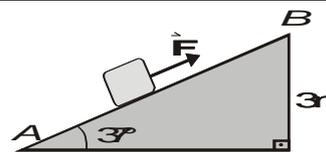
13. Um bloco de massa 4 kg encontra-se a 20 m de altura. Despreze a resistência do ar.

- Qual a energia potencial gravitacional em relação ao solo?
- Abandonado dessa altura, calcule o trabalho da força peso no deslocamento até o solo.
- Qual a energia cinética e a velocidade ao atingir o solo?

14. Um bloco de massa 4 kg é puxado verticalmente para cima por uma força também vertical, de intensidade $F = 80$ N, até a altura de 5 m e, a seguir, abandonado. Despreze a resistência do ar.

- Calcule, para esse deslocamento, os trabalhos: da força \vec{F} , da força peso e da força resultante.
- Qual a velocidade do objeto no instante em que é abandonado?

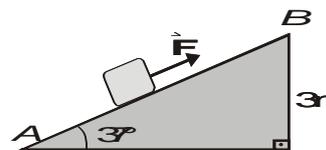
15. A figura abaixo mostra um bloco de massa 3 kg que é puxado com **velocidade constante** indo de A até B do plano inclinado de 37° com a horizontal, perfeitamente liso.



Sendo dados $\sin 37^\circ = 0,6$ e $\cos 37^\circ = 0,8$, pedem-se:

- as intensidades das forças \vec{F} , peso e normal;
- os trabalhos dessas forças no deslocamento acima.
- o trabalho da força resultante.

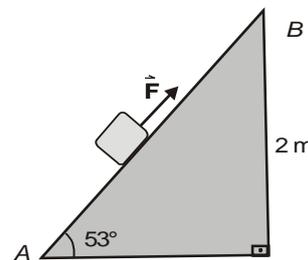
16. A figura abaixo mostra um bloco de massa 3 kg que é puxado, a partir do repouso, indo de A até B do plano inclinado de 37° com a horizontal, puxado pela força \vec{F} , de intensidade $F = 34$ N. A força de atrito tem intensidade 8,5 N.



Sendo dados $\sin 37^\circ = 0,6$ e $\cos 37^\circ = 0,8$, pedem-se:

- os trabalhos das forças: \vec{F} , peso, normal e atrito de A até B;
- o trabalho da força resultante de A até B.
- a velocidade do bloco ao atingir o ponto B.

17. A figura abaixo mostra um bloco de massa 4 kg que é puxado com **velocidade constante** indo de A até B do plano inclinado de 53° com a horizontal, puxado pela força \vec{F} , de intensidade $F = 45$ N.



Sendo dados $\sin 53^\circ = 0,8$ e $\cos 53^\circ = 0,6$, pedem-se:

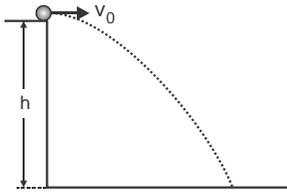
- as intensidades das forças: peso, normal e atrito;
- os trabalhos dessas forças: \vec{F} , peso normal e atrito.
- o trabalho da força resultante.

Teorema da Energia Mecânica

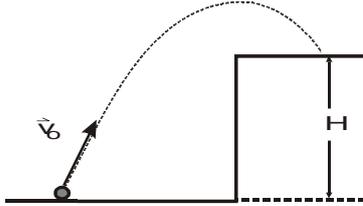
18. Do solo plano e horizontal, lança-se verticalmente para cima um objeto de massa 1 kg, com velocidade inicial de 40 m/s. Desprezando atrito e resistência do ar, qual altura máxima que esse objeto alcança?

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.

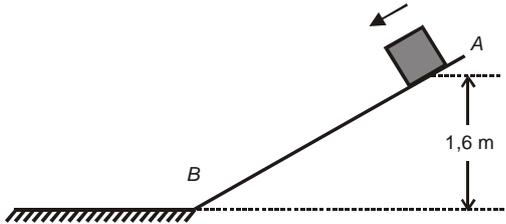


21. (PUC) A figura mostra um projétil lançado obliquamente do solo plano e horizontal com velocidade de 40 m/s que atinge um alvo situado na plataforma, com velocidade de 20 m/s.



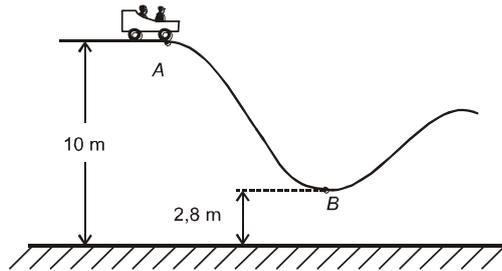
Desprezando a resistência do ar, determine a altura H da plataforma.

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.



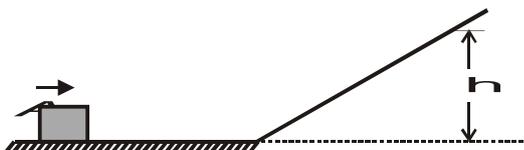
Qual a velocidade ao passar pelo ponto B ?

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

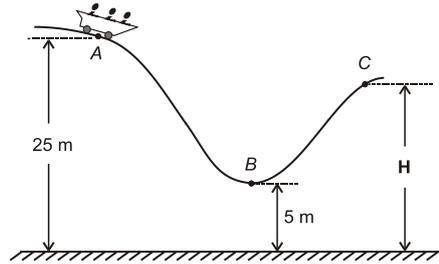


Com que velocidade o carrinho atinge o ponto B ?

24. 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?



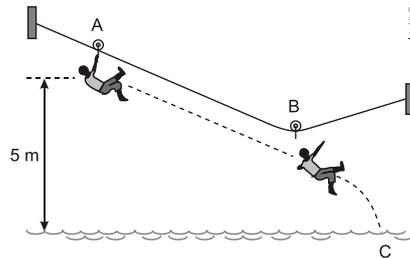
25. Numa montanha russa, o carrinho parte do repouso no ponto A e move-se livre de atrito nos rolamentos e dos efeitos do ar, ao longo do percurso indicado, passando pelos pontos B e C, sem perder o contato com a pista em nenhum ponto.



- 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 ?

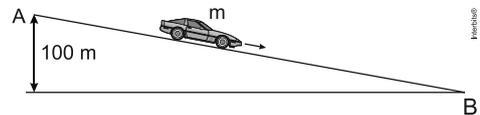
26. A figura ilustra um brinquedo oferecido por alguns parques, conhecido por *tirolesa*, no qual uma pessoa desce de determinada altura segurando-se em uma roldana apoiada numa corda tensionada. Em determinado ponto do percurso, a pessoa se solta e cai na água de um lago.

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.



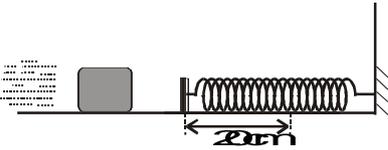
Desprezando a resistência do ar e a massa da roldana, calcule a velocidade da pessoa em C.

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.



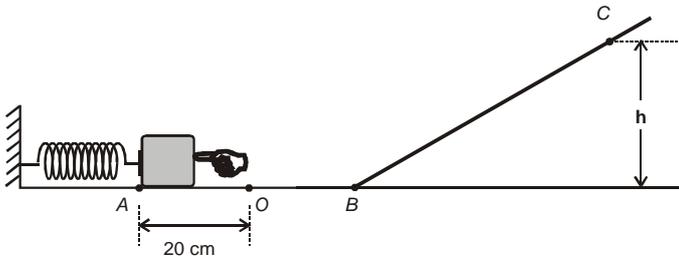
A aceleração da gravidade local é de 10 m/s^2 . Calcule o trabalho realizado pelas forças dissipativas sobre o carro em seu deslocamento de A para B.

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.



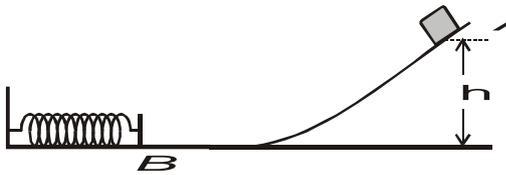
- a) Qual a máxima energia potencial que a mola armazena?
- b) Determine a velocidade do bloco ao atingir a mola.

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 $0,4 \text{ kg}$ que desce a rampa indo, em B , chocar-se contra a mola ideal de constante elástica $K = 360 \text{ N/m}$.



Calcule supondo que as forças dissipativas fossem desprezíveis:

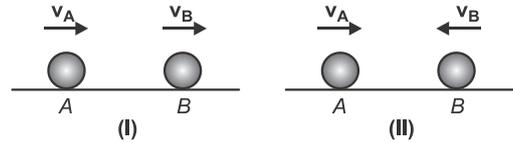
- a) a velocidade do bloco ao atingir a mola;
- b) a máxima compressão sofrida pela mola.
- c) Mas as forças dissipativas não são desprezíveis e 75% da energia mecânica do bloco são dissipados até a o bloco parar, comprimindo a mola. Qual a deformação máxima sofrida pela mola:

Impulso e Quantidade de Movimento

31. Um veículo de massa $1,4 \text{ tonelada}$, a 90 km/h , desgovernado sai da pista e choca-se contra uma árvore à beira da pista, parando após a colisão, num intervalo de $1 \text{ décimo de segundo}$. Calcule:

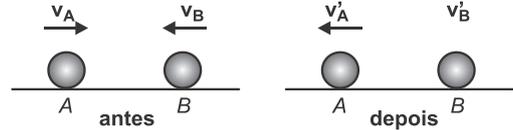
- a) o módulo da quantidade de movimento do veículo antes da colisão, em unidades do SI .
- b) a intensidade da força média aplicada ao veículo durante a colisão.

32. Em cada um dos casos abaixo, (I) e (II), as esferas, A e B , têm massas $m_A = 100 \text{ g}$, $m_B = 400 \text{ g}$ e velocidades de módulos $v_A = 6 \text{ m/s}$ e $v_B = 4 \text{ m/s}$, respectivamente. Suponha que a intensidade da força média trocada durante o choque tenha intensidade média igual a 40 N e que o choque tenha durado $2 \text{ centésimos de segundo}$.



Determine o módulo e o sentido da velocidade de cada uma das esferas após a colisão.

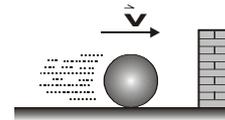
33. Duas esferas, A e B , têm massas iguais a $m_A = 1 \text{ kg}$, $m_B = 2 \text{ kg}$, e velocidades $v_A = 2 \text{ m/s}$ e $v_B = 4 \text{ m/s}$ nos sentidos indicados. Depois do choque entre elas, que durou $2 \text{ décimos de segundo}$, a esfera A tem velocidade de mesmo módulo, porém em sentido oposto.



Calcule:

- a) a intensidade da força média trocada entre elas durante o choque;
- b) o módulo e o sentido da velocidade da esfera B depois da colisão.

34. Uma esfera de massa 300 g choca-se frontalmente contra uma parede horizontal, com velocidade $v = 6 \text{ m/s}$ e retorna com velocidade de módulo $v' = 2 \text{ m/s}$.

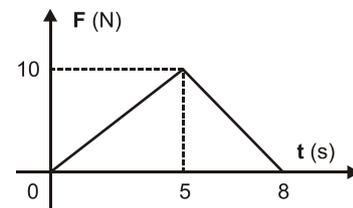


Supondo que o choque tenha durado $2 \text{ décimos de segundo}$, calcule:

- a) o coeficiente de restituição entre a esfera e a parede;
- b) o módulo da variação da quantidade de movimento;
- c) a intensidade da força média trocada entre a esfera e a parede.

35. Uma bola de tênis de massa 60 gramas atinge a raquete com velocidade de 180 km/h e é rebatida na mesma direção com 144 km/h . Supondo que o choque dure $1 \text{ décimo de segundo}$, calcule a intensidade da força média que a raquete aplica na bola.

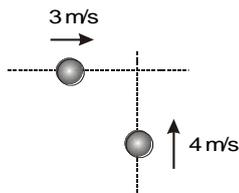
36. O gráfico representa a intensidade (F) da força resultante, de sentido constante, que atua sobre um móvel de massa 10 kg , que tem velocidade inicial, $v_0 = 5 \text{ m/s}$, no mesmo sentido da resultante.



Para o intervalo de tempo mostrado, calcule os módulos:

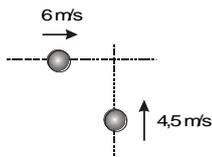
- a) do impulso dessa força resultante;
- b) da variação da quantidade de movimento;
- c) da velocidade final.

37. As duas esferas de mesma massa deslocam-se em direções perpendiculares entre si, com as velocidades indicadas na figura, até se chocarem inelasticamente no ponto O.



Após esse choque, qual a velocidade do conjunto?:

38. A figura mostra as posições de dois móveis de mesma massa, 20 kg, num instante em que suas velocidades são 4,5 m/s e 6 m/s.



Calcule o módulo da quantidade de movimento do sistema formado pelos dois corpos.

39. No SI, módulo da quantidade de movimento de um corpo é numericamente igual à sua energia cinética. Calcule a velocidade desse corpo.

40. Dois corpos de massas 5 kg e 2 kg possuem em determinado instante velocidades iguais a 2,4 m/s e 4,5 m/s, respectivamente. Determine o módulo da quantidade de movimento do sistema formado por esses dois corpos, considerando que suas velocidades tenham:

- mesmo sentido;
- sentidos opostos;
- sentidos perpendiculares entre si.

41. Um jogador de futebol, ao cobrar uma falta, imprime à bola uma velocidade de 90 km/h. Sabendo-se que a massa da bola é 420 g e que a duração do chute é de 0,1 s, qual a intensidade da força média aplicada pelo pé do jogador sobre a bola?

42. Um canhão dispara uma bala de massa 0,5 kg com velocidade de 200 m/s.

- Qual o módulo da quantidade de movimento adquirida pela bala?
- Considerando que o tempo de aceleração da bala no interior do cano seja de 0,4 s, qual a intensidade média da força resultante que atua sobre ela?

Sistema Mecanicamente Isolado

43. Em repouso sobre patins de massas desprezíveis, um homem de massa 70 kg atira horizontalmente uma bola de massa 1,4 kg, com velocidade de 5 m/s. Desprezando atritos, qual a velocidade com que recua o homem?

44. (Unicamp) Imagine a seguinte situação: um dalmata corre e pula para dentro de um pequeno trenó, até então parado, caindo nos braços de sua dona. Em consequência, o trenó começa a se movimentar.

Considere os seguintes dados:

- a massa do cachorro é de 10 kg;

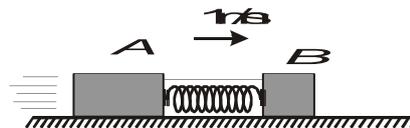
- a massa do conjunto trenó + moça é de 90 kg;

- a velocidade horizontal do cachorro imediatamente antes de ser seguro por sua dona é de 18 km/h.

- Desprezando-se o atrito entre o trenó e o gelo, determine a velocidade horizontal do sistema trenó + moça + cachorro, imediatamente após o cachorro ter caído nos braços de sua dona.
- Determine a variação de energia cinética no processo.

45. (Pucc) Um canhão de massa 100 kg atira horizontalmente um projétil de massa 2 kg que sai da boca do cano com velocidade de 200 m/s. Se não houvesse atrito, qual seria a velocidade de recuo do canhão?

46. Dois blocos, A e B, de massas 2 kg e 1 kg, respectivamente, deslocam-se com velocidade de 1 m/s, para a direita, livres de atrito, sobre uma superfície horizontal, ligados por fio muito fino e comprimindo uma mola de massa desprezível, não presa a eles.

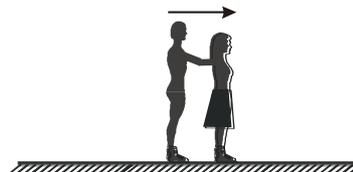


Num dado instante, o fio se rompe, a mola se solta e o bloco B passa a ter velocidade de 5 m/s.

Determine:

- o módulo da quantidade de movimento inicial do sistema formado pelos blocos?
- o **módulo** e o **sentido** da velocidade que passa a ter o bloco A?
- a energia potencial elástica armazenada na mola, antes do fio se romper?

47. Um casal de patinadores desloca-se para a direita, com velocidade de 2 m/s sobre a superfície de gelo, como mostrado na figura. Ele, que está atrás, tem massa 80 kg e ela, 50 kg.



Num dado instante, ele a empurra, fazendo com que ela saia para a direita com velocidade de 6 m/s. Determine:

- o módulo e o sentido da velocidade que ele adquire?
- a variação da energia cinética do sistema devido ao empurrão.

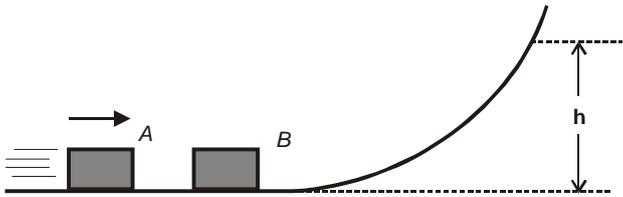
48. (Pucc) Dois meninos estão parados sobre o gelo de uma pista de patinação. O menino A, de massa $m_A = 40$ kg, empurra o menino B, de massa $m_B = 60$ kg. Se B adquire velocidade de 0,6 m/s, pode-se afirmar que o menino A:

- permanece parado.
- segue junto com B, com velocidade de 0,6 m/s.
- adquire velocidade de 0,6 m/s, oposta à de B.
- adquire velocidade de 0,4 m/s, oposta à de B.

E) adquire velocidade de 0,9 m/s, oposta à de B.

49. (Fuvest-modif) Uma bomba de massa 1 kg é lançada verticalmente para cima. Ao atingir o ponto mais alto ela explode em dois pedaços de massas $m_1 = 600$ g e $m_2 = 400$ g. O pedaço de maior massa sai horizontalmente com velocidade de módulo 200 m/s, para o norte.
- Qual a velocidade do outro pedaço (módulo e sentido)?
 - Calcule a energia mecânica liberada na explosão.
 - Considerando que a explosão tenha durado 1/10 de segundo, calcule a intensidade média da força trocada entre os pedaços.

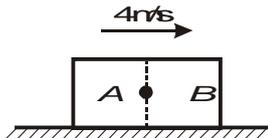
50. Um bloco A com velocidade de 8 m/s choca-se frontalmente contra outro bloco B, de mesma massa, inicialmente em repouso, como mostrado na figura abaixo.



Se após o choque eles seguem unidos e $g = 10 \text{ m/s}^2$, a máxima altura h que o sistema atinge ao longo da rampa é, em metros, igual a

- 6.
 - 4.
 - 0,8.
 - 1,8.
 - 2.
51. Um carro de 1.200 kg estava parado num cruzamento com os freios não acionados, esperando sua vez para avançar. Ao se aproximar desse mesmo cruzamento, o motorista de um caminhão de massa 6.000 kg, tentou frear, mas não encontrou resposta, chocando-se contra a traseira do carro, arrastando-o até parar. Se a velocidade do caminhão antes da batida era de 36 km/h, qual é, em km/h, a velocidade do conjunto caminhão-carro imediatamente após a colisão?

52. Um bloco é composto de duas partes iguais, A e B, e se desloca com velocidade de 4 m/s, livre de atrito, sobre uma superfície horizontal carregando um pequeno explosivo de massa desprezível.



Num dado instante, o explosivo é detonado e a parte A passa a se deslocar em sentido oposto ao inicial, com velocidade de módulo 2 m/s. A outra parte segue com velocidade de:

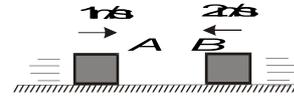
- 10 m/s.
 - 8 m/s.
 - 6 m/s.
 - 4 m/s.
 - 2 m/s.
53. (Unicamp) Dois patinadores inicialmente em repouso, um de 36 kg e outro de 48 kg, se empurram mutuamente para trás. O patinador de 48 kg sai com velocidade de 18 km/h. Despreze o atrito.
- Qual a velocidade com que sai o patinador de 36 kg?
 - Qual o trabalho realizado por esses dois patinadores?

54. Manobrando em uma estação ferroviária, uma locomotiva de massa 20 toneladas deslocando-se a 2 m/s acoplou-se a um vagão desen-

gatado de massa igual a sua que estava em repouso. Despreze a ação de atritos.

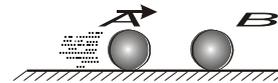
- Determine a velocidade do conjunto após o acoplamento.
- Calcule a energia mecânica dissipada nesse processo.

55. Os blocos, A e B, da figura deslocam-se em sentidos opostos com as velocidades mostradas, livres de atrito e resistência do ar. Suas massas são 1 kg e 2 kg, respectivamente.



Se o choque entre eles é frontal e inelástico, dê o módulo e o sentido da velocidade do conjunto após o choque e calcule a energia mecânica dissipada na colisão.

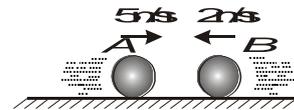
56. As esferas A e B da figura têm massas iguais a 1 kg e 2 kg, respectivamente. A esfera B está em repouso e A está com velocidade de 3 m/s.



Num dado ocorre entre elas um choque frontal e perfeitamente elástico. Determine:

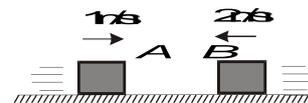
- os módulos das velocidades das esferas após o choque;
- a energia mecânica dissipada no choque.

57. As esferas A e B, tem massas $m_A = 1,5$ kg e $m_B = 1$ kg e se deslocam em sentidos opostos com as velocidades indicadas na figura.



Se o choque entre elas é frontal e perfeitamente elástico, calcule as velocidades das esferas após o choque.

58. Os blocos, A e B, da figura têm mesma massa e se deslocam em sentidos opostos com as velocidades mostradas, livres de atrito e resistência do ar.



Se o choque entre eles é frontal e perfeitamente elástico, as velocidades de A e B após o choque e a energia mecânica dissipada no choque valem, respectivamente,

- 1 m/s, 2 m/s e zero.
- 2 m/s, 1 m/s e zero.
- 1 m/s, 2 m/s e 4,5 J.
- 2 m/s, 1 m/s e 4,5 J.
- 1,5 m/s, 1,5 m/s e 3 J.

59. Uma esfera de massa 200 g choca-se perpendicularmente contra uma parede vertical, com velocidade de $v = 4$ m/s e retorna com velocidade de módulo $v' = 2$ m/s.

