

(1) Uma nave espacial de 251 kg viaja com velocidade de 20,0 m/s.

(a) Qual é o impulso (módulo e orientação) necessário para parar a nave?

(b) Se o impulso for aplicado durante 0,50 s, qual será o módulo da força média aplicada?

(c) Se é preciso fazer uma curva de 30,0° sem mudar o módulo da velocidade, qual seria o impulso (módulo e orientação) necessário?

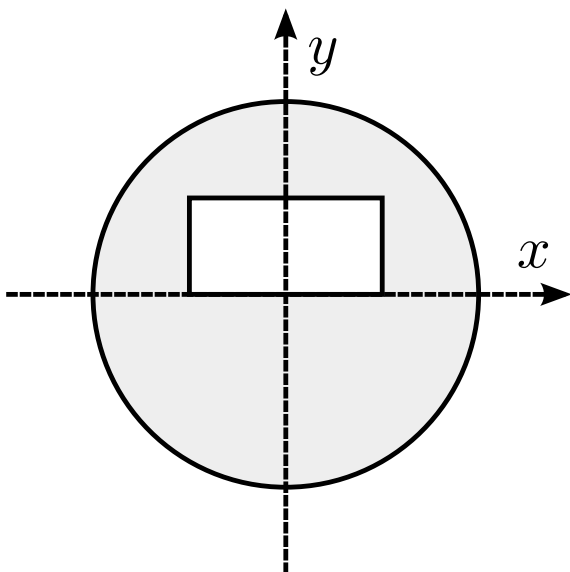
(d) Se é preciso fazer a mesma curva de 30,0° mas o módulo da velocidade final não importa, qual é o menor impulso necessário?

(2) Saturno tem média do módulo da velocidade de 9,7 km/s. Qual será o módulo da velocidade final de uma sonda espacial (com massa muito menor do que a de Saturno) que colidir com esse planeta segundo as condições abaixo:

(a) Se a colisão for totalmente inelástica?

(b) Se a colisão for elástica, a velocidade inicial da sonda é de módulo 8,0 km/s e com sentido oposto ao de Saturno e a velocidade final tem a mesma orientação da do planeta? Essa manobra é conhecida como efeito estilingue ou assistência gravitacional.

(3) Uma placa circular uniforme cinza de espessura muito fina, conforme a figura, tem raio de tamanho 20 cm. Foi retirada da placa uma placa menor retangular com altura de 10 cm, base de 20 cm e com centro em $x = 0,0$ cm e $y = 5,0$ cm. Quais são as coordenadas (a) x e (b) y do centro de massa do que sobrou da placa?



(4) Em um plano bidimensional, duas partículas de massas iguais têm velocidades dadas por $\mathbf{v}_1 = 5,0\mathbf{i}$ e $\mathbf{v}_2 = 4,0\mathbf{j}$ com unidades no Sistema Internacional.

(a) Quais são as velocidades das partículas no referencial do centro de massa?

(b) Supondo que as partículas colidam elasticamente e

que a partícula 1 tem velocidade final na orientação de $\hat{\mathbf{j}}$ no referencial do enunciado, qual é a velocidade (módulo e orientação ou componentes) final da partícula 2?

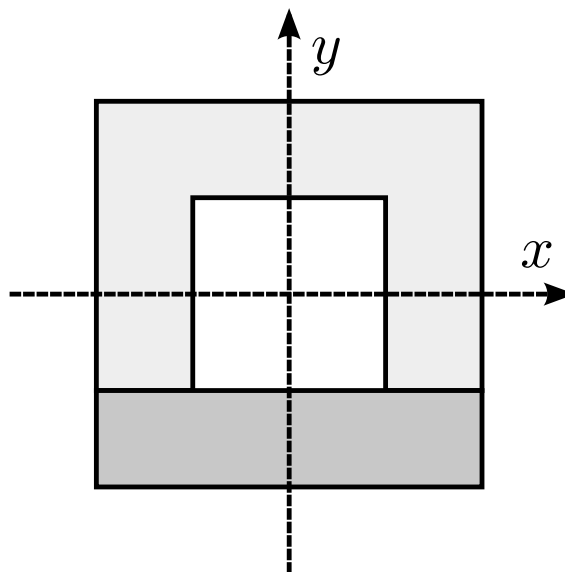
(5) Dois corpos colidem, ambos com a mesma massa. Inicialmente, o corpo A está em repouso e a velocidade do corpo B é de 8,5i m/s. Justifique suas respostas.

(a) Se a colisão é elástica e o módulo da velocidade final do corpo A é de 7,7 m/s, qual é o módulo da velocidade final do corpo B?

(b) Quais são os ângulos das velocidades finais?

(c) Se a colisão é totalmente inelástica, qual é o módulo da velocidade final do corpo B?

(6) Uma placa muito fina quadrada, conforme a figura, é composta de duas partes que individualmente são homogêneas. A parte mais escura e de baixo tem densidade 5,0 vezes maior do que a mais clara e de cima. O lado da placa é de tamanho 4,0 m e o buraco quadrado no meio tem lado de 2,0 m. Os centros geométricos da placa e do buraco coincidem com a origem. Quais são as coordenadas (a) x e (b) y do centro de massa da placa? Justifique suas respostas.



(7) Uma bola de tênis de massa 57 g quica no chão e, neste caso específico, apenas a normal e a peso atuam sobre a bola. O contato entre a bola e o chão dura 62 ms e o impulso resultante do chão e da força peso sobre a bola é de 0,60 kg m/s. Imediatamente antes do impacto, a velocidade da bola é vertical com módulo de 7,0 m/s.

(a) Qual é o módulo da força média resultante sobre a bola durante o contato?

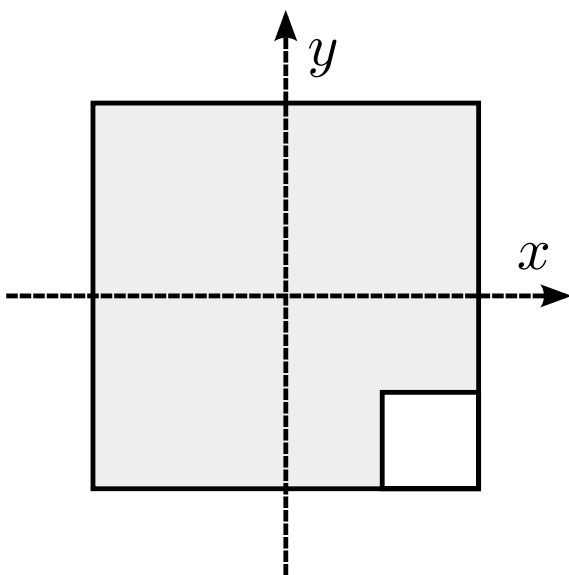
(b) Qual é o módulo velocidade da bola imediatamente após a colisão?

(8) Dois planetas interestelares (ou órfãos) estão a uma distância de $1,0 \times 10^6$ km, atraem-se gravitacionalmente

e o menor tem 20,0% da massa do maior. Na ausência de forças externas e considerando que os planetas estão inicialmente em repouso, a que distância do menor os planetas colidirão?

(9) No referencial de centro de massa, dois corpos de massas iguais a 2,0 kg colidem unidimensionalmente com velocidades iniciais de módulo 3,0 m/s. A energia cinética final do sistema após a colisão é de 8,0 J. Quais são os módulos das velocidades finais?

(10) Uma placa quadrada uniforme cinza de espessura muito fina, conforme a figura, tem lado de tamanho 4,0 m. Foi retirada da placa uma placa quadrada menor com lado de 1,0 m e com centro em $x = 1,50$ m e $y = -1,50$ m. Quais são as coordenadas (a) x e (b) y do centro de massa do que sobrou da placa?



(11) Uma bola de futebol com massa de 450 g cai verticalmente e imediatamente antes de atingir o solo tem velocidade de 6,0 m/s. Em contato com o chão durante 0,030 s, a bola recebe um impulso de 5,0 kg m/s para cima.

- Qual foi a força média sobre a bola durante o contato com o chão?
- Qual é a nova velocidade da bola?
- Que percentagem da energia inicial da bola foi dissipada?

(12) Um astronauta de 83 kg está em repouso em uma das extremidades de uma nave espacial de 560 kg e 8,0 m de comprimento. O astronauta, apoiando-se na nave como for possível, desloca-se até parar na outra extremidade da nave. Quais são os deslocamentos (a) da nave e (b) do astronauta para um observador em repouso com relação ao centro de massa do sistema? (c) O astronauta pula para fora da nave com velocidade de 1,2 m/s. Qual é a velocidade da nave agora?

(13) Um corpo A de massa 1,4 kg, ao colidir com um corpo B inicialmente em repouso, perde um terço de sua energia cinética. Todas as velocidades do problema tem

a mesma direção. Calcule a massa do corpo B se (a) a colisão é totalmente inelástica e (b) a colisão é elástica.

(14) Considere três partículas pontuais (sinônimo de puntiforme, diferente de pontual) de massas $m_1 = 5,0$ kg, $m_2 = 2,5$ kg e $m_3 = 4,0$ kg; posições $\mathbf{r}_1 = -4,3\mathbf{i}$ m, $\mathbf{r}_2 = 7,5\mathbf{j}$ m e $\mathbf{r}_3 = (3,8\mathbf{i} + 4,7\mathbf{k})$ m; velocidades $\mathbf{v}_1 = (-0,30\mathbf{i} + 7,7\mathbf{j})$ m/s, $\mathbf{v}_2 = 6,6\mathbf{k}$ m/s e $\mathbf{v}_3 = 7,5\mathbf{i}$ m/s e acelerações $\mathbf{a}_1 = -4,0\mathbf{k}$ m/s², $\mathbf{a}_2 = -8,3\mathbf{k}$ m/s² e $\mathbf{a}_3 = (-4,1\mathbf{i} + -6,5\mathbf{j})$ m/s².

(a) Quais são a posição, a velocidade e a aceleração do centro de massa do sistema composto das partículas 1 e 2?

(b) Quais são a posição, a velocidade e a aceleração do centro de massa do sistema composto das três partículas?

(15) (a) Calcule o impulso necessário para parar uma pessoa com a sua massa que cai de uma altura de 10,0 m.

(b) Calcule a força média se este impulso é aplicado em intervalos de tempo de 0,010 s, 0,10 s e 1,0 s.

(16) Um rifle AK-47 dispara balas de massas iguais a 8,00 g com velocidade de 715 m/s e no seu pente carrega 30 balas. O rifle dispara horizontalmente em direção a um bloco de madeira de massa igual 50,0 kg inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal sem atrito.

(a) Se as balas penetram no bloco e ficam retidas em seu interior, após absorver as 30 balas, com qual velocidade anda o bloco? Despreze a contribuição das massas das balas absorvidas à massa final do sistema bloco-balas.

(b) Suponha que as balas ricocheteiam elasticamente no bloco e continuam a mover-se na horizontal. Qual é o módulo da velocidade do bloco após o impacto da primeira bala?

(17) Um projétil lançado de um ângulo de 60,0° teria alcance de 74 m. Contudo, quando o projétil atinge a altura máxima, ele explode em duas partes, sendo que uma tem o dobro da massa da outra e cai verticalmente com velocidade nula imediatamente após a explosão. Qual será o alcance da outra parte?

(18) Dois corpos de massas iguais colidem. As velocidades iniciais são 5,0i m/s e -5,0i m/s e o módulo da velocidade final de um dos corpos é de 4,0 m/s.

(a) Qual é o módulo da velocidade final do outro corpo?
(b) Quais são os ângulos das velocidades finais? Justifique.

(c) É a colisão elástica? Se sim, justifique; se não, qual será a percentagem de energia cinética ganha ou perdida?

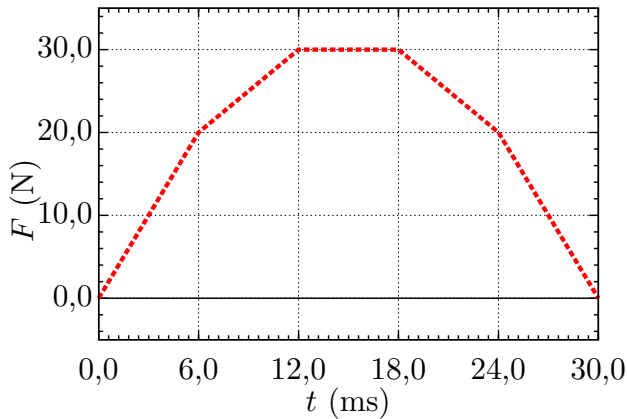
(19) Abaixo está o gráfico força por tempo de uma força que não muda de orientação.

(a) Qual é o impulso desta força no intervalo de tempo do gráfico?

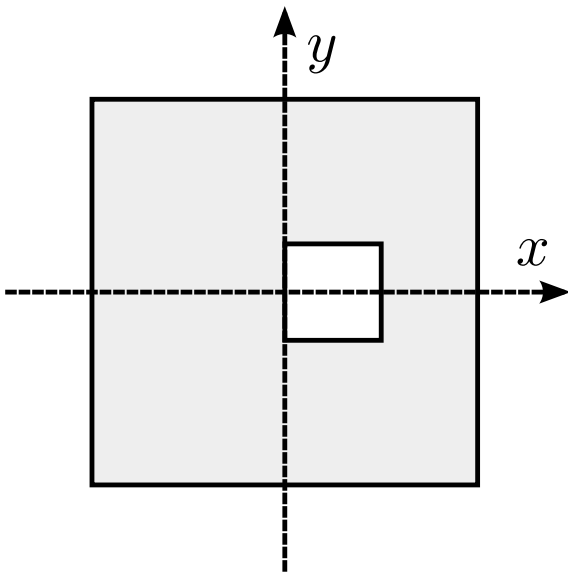
(b) Qual é a força média no intervalo de tempo do gráfico?

(c) Se aplicada sobre uma partícula de massa 250 g com velocidade inicial de 5,0 m/s perpendicular à força, qual é a velocidade (módulo e orientação) final da partícula?

(d) Repita o item anterior com massa da partícula de 25,0 kg.



(20) Uma placa quadrada uniforme cinza de espessura muito fina, conforme a figura, tem lado de tamanho 4,0 m. Foi retirada da placa uma placa menor quadrada com lado de 1,0 m e com centro em $x = 0,50$ m e $y = 0,00$ m. Quais são as coordenadas (a) x e (b) y do centro de massa do que sobrou da placa?



(21) Um pêndulo balístico é uma maneira simples de medir a velocidade de uma bala. Suponha um pêndulo de massa de 60,0 kg e comprimento de 1,0 m atingido por uma bala com massa de 12 g. O bloco absorve a bala. Qual era a velocidade da bala se o ângulo máximo de rotação do pêndulo é de 35° ?

(22) Uma pessoa de 63 kg em um barco de 540 kg anda vagarosamente, de modo a minimizar a resistência e o atrito do sistema com a água e o ar.

(a) Se a pessoa desloca-se 3,0 m com relação ao piso do barco, quanto o barco se desloca com relação à água?

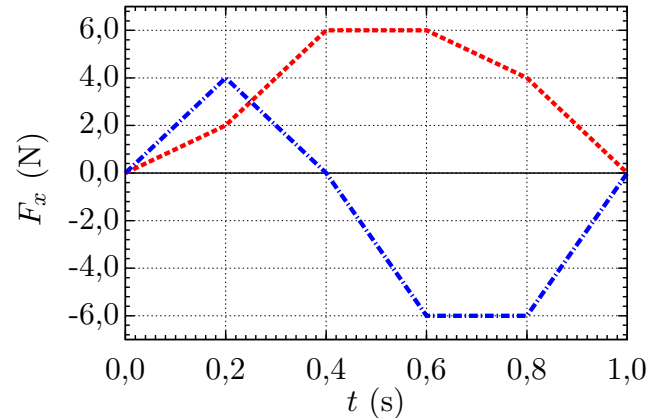
(b) Em outra situação, se o barco desloca-se 17 cm com relação à água, quantos metros a pessoa caminhou?

(23) Abaixo está o gráfico força por tempo de duas forças que atuam sobre um corpo de massa de 1,0 kg.

(a) Qual é o impulso de cada força?

(b) Qual é a força resultante média no intervalo de tempo do gráfico?

(c) Se a velocidade final do corpo é de $-5,0\mathbf{i}$ m/s, qual era a velocidade inicial?

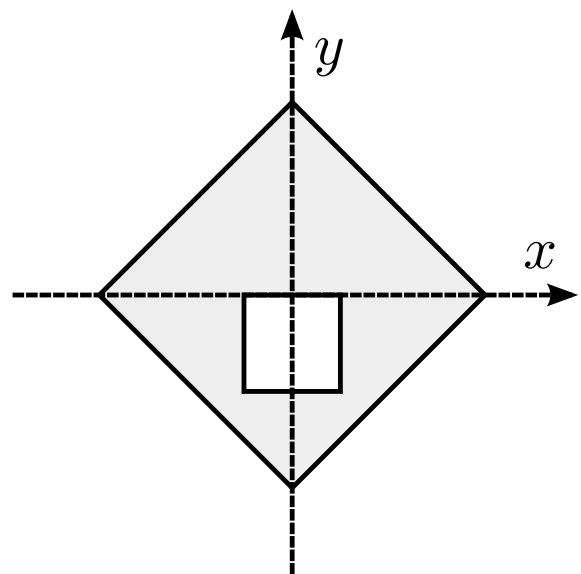


(24) Quatro barras finas de comprimento L são os lados um quadrado em repouso. Três barras possuem massa igual a m e a quarta tem massa igual a cinco vezes a massa m .

(a) Em um referencial de sua escolha, onde está o centro de massa do sistema?

(b) O sistema explode controladamente sem quebrar as barras, apenas separando-as. Supondo que duas barras de massa m ficam paradas e que a terceira de massa m move-se com velocidade de módulo 6,0 m/s em uma determinada direção, qual é o módulo da velocidade da barra com massa maior?

(25) Uma placa quadrada uniforme cinza de espessura muito fina, conforme a figura, tem diagonal de tamanho 4,0 m. Foi retirada da placa uma placa menor com lado de 1,0 m e com centro em $x = 0,00$ m e $y = -0,50$ m. Quais são as coordenadas (a) x e (b) y do centro de massa do que sobrou da placa?



(26) Uma arma atira uma bala de massa 22 g com velocidade de módulo 530 m/s na vertical para cima contra um bloco inicialmente parado de massa 14 kg. A bala

fura o bloco, mas não o atravessa, terminando seu movimento dentro do bloco. Qual é a altura máxima que o bloco sobe?

(27) Um trem de 27 toneladas está parado em um trilho horizontal retilíneo quase sem atrito. Ao trem é acoplado um vagão de 5,0 toneladas com velocidade de 3,0 km/h.

- (a) Qual é a velocidade final do conjunto?
 (b) Se, após o primeiro vagão acoplar-se, outro vagão acoplar-se nas mesmas circunstâncias, qual será a velocidade final do conjunto?
 (c) Se, após o primeiro vagão acoplar-se, outro vagão acoplar-se com velocidade relativa de 3,0 km/h com relação ao conjunto trem e primeiro vagão, qual será a velocidade final do conjunto?

(28) A Terra se moveria se todas as pessoas se reunissem em um lugar e pulassem ao mesmo tempo atingindo uma altura de 25 cm? O referencial a ser utilizado é o do centro de massa do sistema Terra + pessoas, a massa da Terra é $6 \cdot 10^{24}$ kg, a massa de um ser humano médio é de 50 kg e a população da Terra é de 7,3 bilhões.

(29) Uma colisão bidimensional é analisada no referencial do centro de massa das duas partículas que colidem. A partícula A move-se com velocidade 4,0 m/s na orientação \hat{i} e tem massa de 1,0 kg. Não se sabe a massa ou a velocidade inicial da partícula B. Justifique suas respostas abaixo.

- (a) Se a colisão for totalmente inelástica, qual será a velocidade final (módulo e orientação) da partícula A?
 (b) Se a colisão for elástica, o que é possível dizer sobre a velocidade final (módulo e orientação) da partícula A?

(30) Sabe-se que gotas de chuva caem com velocidade de 9 m/s. Em uma forte tempestade é possível cair mais de $0,05 \text{ m}^3/\text{h}$ de água em uma área de 1 m^2 . A densidade da água é aproximadamente 1 kg/L.

- (a) Qual é a força média dessa área de 1 m^2 necessária para parar a chuva?
 (b) Se ao invés de água for granizo, com a mesma massa mas velocidade que pode atingir valores mais altos como, por exemplo, 30 m/s, qual deve ser a força média?

(31) Uma bomba inicialmente em repouso explode em dois pedaços de massas iguais a 120 g e 190 g. O processo é endoérgico, ganhando 410 J de energia. Qual são as velocidades finais dos pedaços?

(32) Em uma colisão unidimensional elástica entre duas partículas, as velocidades iniciais são de mesmo sentido e as suas componentes são $v_{1,x} = 6,0 \text{ m/s}$ e $v_{2,x} = 2,0 \text{ m/s}$.

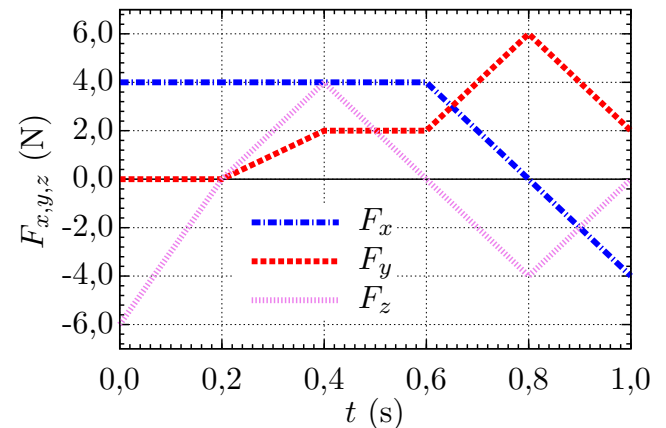
- (a) Quais são as velocidades finais se $m_1 = m_2$?
 (b) Quais são as velocidades finais se $m_1 = 2m_2$?
 (c) Quais são as velocidades finais se $2m_1 = m_2$?

(33) Abaixo está o gráfico das três componentes de uma mesma força por tempo, atuando sobre um corpo de massa de 7,2 kg.

- (a) Qual é o impulso da força no intervalo de tempo do gráfico?

(b) Qual é a força resultante média no intervalo de tempo do gráfico?

(c) Se a velocidade inicial do corpo é de $14,0\hat{i} \text{ m/s}$, qual será a velocidade final?



(34) Um macaco está preso dentro de um caixote de madeira sobre uma superfície horizontal. O caixote é grande o suficiente para o macaco andar dentro dele e tem aberturas de respiração em todos os lados. O macaco deseja que seu caixote ande 2,0 m para que ele possa pegar uma banana por uma abertura. O macaco não alcança o chão pela abertura.

- (a) Se não há atrito com a superfície, é possível que o caixote se mova? Se sim, como e com qual eficiência?
 (b) Se há atrito com a superfície, é possível que o caixote se mova? Se sim, como e com qual eficiência?

(35) Uma bola de tênis de massa 57 g quica no chão. Imediatamente antes do impacto, o módulo da velocidade da bola é de 7,0 m/s e o ângulo com a horizontal é de $50,0^\circ$. O contato entre a bola e o chão dura 81 ms e o impulso resultante sobre a bola é de $0,50 \text{ kg m/s}$, com ângulo de 75° com a horizontal na orientação que mais se opõe ao movimento inicial da bola.

- (a) Quais são as forças que contribuem para o impulso resultante?
 (b) Qual é a força média resultante sobre a bola?
 (c) Quais são as componentes da velocidade da bola após a colisão? Qual é o ângulo com a horizontal?

(36) Considere duas partículas pontuais de massas $m_1 = 1,0 \text{ kg}$ e $m_2 = 2,0 \text{ kg}$; posições $\mathbf{r}_1 = -4,3\hat{i} \text{ m}$ e $\mathbf{r}_2 = 7,5\hat{i} \text{ m}$; velocidades $\mathbf{v}_1 = (-0,30\hat{i} + 7,7\hat{j}) \text{ m/s}$ e $\mathbf{v}_2 = 6,6\hat{k} \text{ m/s}$.

- (a) Qual é a posição do centro de massa do sistema composto das partículas 1 e 2?
 (b) Qual é a velocidade do centro de massa do sistema composto das partículas 1 e 2?

Atualizações: 2017/11/22: Questão 11 tornada mais clara.

Respostas: (1b) 10 kN (1c) 2600 kg m/s com ângulo de 105° em relação à velocidade inicial em sentido a curva (2a) 9,7 km/s (2b) 27 km/s (3a) 0,0 cm (3b) $-0,95 \text{ cm}$ (4a) Em m/s, $2,5\hat{i} - 2,0\hat{j}$ e $-2,5\hat{i} + 2,0\hat{j}$ (4b) Em m/s, $5,0\hat{i}$ (5a) 3,6 m/s (5c) 4,3 m/s. (6a) 0,0 m (6b) $-0,86 \text{ m}$ (7a) 9,7 N (7b) 3,5 m/s (8) $0,83 \cdot 10^6 \text{ km}$ (9) 2,0 m/s .