Centro de Massa de Sistemas de Partículas

12.º Ano | Física | 4 páginas | 12 exercícios

Competências que desenvolve: Determinar a posição do centro de massa de um sistema de partículas e caracterizar a velocidade e a aceleração do centro de massa conhecida a sua posição em função do tempo, distinguindo forças internas e externas na análise de sistemas.

Revisão rápida

- **Definição:** o centro de massa é o ponto $r_{CM} = \Sigma m_i r_i / \Sigma m_i$ — a *média ponderada pelas massas* das posições. Em 2D calcula-se x_{CM} e y_{CM} por separado.
- **Velocidade e aceleração do CM:** $v_{CM} = \Sigma m_i v_i / M$ e $a_{CM} = \Sigma m_i a_i / M$ — ou, mais rápido, $M a_{CM} = F_{res,ext}$: só as forças **externas** movem o centro de massa.
- **Forças internas:** entre as peças do sistema são sempre iguais e opostas (3.ª lei), anulam-se na soma e **não alteram** v_{CM}.
- **Corpos extensos:** num corpo *homogéneo e simétrico* o CM coincide com o centro geométrico (centro da barra, do disco, do anel). O CM pode ficar *fora* do corpo (anel, mesa com balanço).

Exercícios

1. V/F — corrige as falsas: a) «O centro de massa de um sistema depende apenas da soma das massas e não das suas posições.» ( ) b) «As forças internas de um sistema podem alterar a velocidade do seu centro de massa.» ( ) c) «Num corpo homogéneo e simétrico, o centro de massa coincide com o centro geométrico.» ( ) d) «O centro de massa de um anel está localizado no próprio anel.» ( )

2. Duas partículas estão sobre o eixo Ox: m_1 = 2,0 kg em x = 0 e m_2 = 6,0 kg em x = 4,0 m. a) determina a posição do centro de massa b) porque é que ele está mais próximo da partícula mais pesada?

3. Três partículas sobre Ox: 1,0 kg em x = 0 · 2,0 kg em x = 2,0 m · 3,0 kg em x = 4,0 m. a) calcula a massa total b) determina x_{CM} c) o centro de massa fica entre que duas partículas? Porquê?

4. Sistema a duas dimensões: 2,0 kg em (0 · 0) · 3,0 kg em (6,0 m · 0) · 5,0 kg em (0 · 4,0 m). Determina x_{CM} e y_{CM} e representa o ponto no plano.

© 2026 Estudantices

5. Velocidade do centro de massa: 2,0 kg deslocam-se para este a 4,0 m/s e 3,0 kg para oeste a 4,0 m/s, na mesma reta. a) calcula v_{CM} (módulo e sentido) b) o que acontece ao centro de massa se as duas velocidades forem iguais e para o mesmo sentido?

6. Aceleração do centro de massa: m_1 = 4,0 kg tem a_1 = 3,0 m/s² para a direita e m_2 = 6,0 kg tem a_2 = 1,0 m/s² para a esquerda. a) calcula a_{CM} b) repete pelo teorema $Ma_{CM} = F_{res,ext}$ e compara c) o centro de massa acelera para que lado?

7. Localização em corpos extensos: indica onde fica o centro de massa de cada um: a) barra homogénea de 1,00 m b) disco homogéneo c) anel fino d) mesa de quatro pernas iguais e tampo homogéneo. E se o tampo for de duas madeiras diferentes?

8. Forças internas: um sistema de massa total 5,0 kg está em repouso e divide-se: 2,0 kg ganham 6,0 m/s para a direita. a) que velocidade ganham os restantes 3,0 kg e para que lado? b) confirma que o momento total se manteve c) onde fica o centro de massa do sistema antes e depois da rutura?

© 2026 Estudantices

9. Carro e passageiro: um conjunto de 600 kg (carro 540 kg + pessoa 60 kg) está em repouso sobre piso liso. A pessoa anda 1,50 m até ao banco da frente, *medido no carro*. a) quanto se recua o carro? b) que distância percorre a pessoa em relação ao solo? c) porque é que o conjunto não se desloca?

10. Relação momento–centro de massa: um conjunto de 600 kg desloca-se a 3,0 m/s. a) calcula o momento linear do sistema b) escreve a relação entre momento linear e velocidade do centro de massa c) porque é que esta relação permite estudar o sistema como uma única partícula?

11. Corpo composto: uma barra homogénea de 0,80 kg e 1,00 m tem um peso de 1,20 kg pendurado a 0,25 m da extremidade esquerda. a) onde fica o centro de massa, medido da esquerda? b) por que lado é que a barra tenderia a rodar se fosse apoiada no seu centro de massa geométrico?

12. Desdevolvimento. Explica porque é que, ao estudar um sistema de partículas, se pode acompanhar o centro de massa como se fosse uma única partícula, que papel têm as forças internas nesse tratamento e o que acontece ao centro de massa quando um corpo do sistema se desloca relativamente aos outros.

© 2026 Estudantices

Soluções — Centro de Massa de Sistemas de Partículas

1. a) **F** — depende também das posições, que entram ponderadas pela massa b) **F** — as internas são iguais e opostas e cancelam-se; só as externas alteram v_{CM} c) **V** — é a consequência da homogeneidade e da simetria d) **F** — fica no centro do círculo, onde não há matéria.

2. a) $x_{CM} = (2{,}0 \times 0 + 6{,}0 \times 4{,}0) / (2{,}0 + 6{,}0) = 24/8 =$ **3,0 m** b) porque cada posição entra multiplicada pela massa: com quase o triplo da massa, m_2 «puxa» o centro de massa muito mais do que m_1.

3. a) $M = 1{,}0 + 2{,}0 + 3{,}0 =$ **6,0 kg** b) $x_{CM} = (1{,}0 \times 0 + 2{,}0 \times 2{,}0 + 3{,}0 \times 4{,}0) / 6{,}0 = (0 + 4{,}0 + 12{,}0)/6 =$ **2,67 m** c) entre a 2.ª (2,0 m) e a 3.ª (4,0 m) partícula — o sistema é mais pesado para a direita, mas a partícula em x = 0 puxa-o para trás, e o resultado fica entre os extremos por construção.

4. $M = 2{,}0 + 3{,}0 + 5{,}0 = 10{,}0\ kg \cdot x_{CM} = (0 + 3{,}0 \times 6{,}0 + 0)/10 =$ **1,8 m** $\cdot\ y_{CM} = (0 + 0 + 5{,}0 \times 4{,}0)/10 =$ **2,0 m**. O ponto fica dentro do triângulo formado pelas três massas, mais perto da massa de 5,0 kg (para cima) e deslocado para a direita por causa da massa de 3,0 kg.

5. a) tomando oeste como positivo: $v_{CM} = (2{,}0 \times (-4{,}0) + 3{,}0 \times 4{,}0)/5{,}0 = (-8{,}0 + 12{,}0)/5{,}0 =$ **0,80 m/s para oeste** b) v_{CM} passa a ser igual ao valor comum — o centro de massa desloca-se como se toda a massa fosse uma única partícula nessa velocidade.

6. a) tomando a direita como positivo: $a_{CM} = (4{,}0 \times 3{,}0 + 6{,}0 \times (-1{,}0))/10{,}0 = (12{,}0 - 6{,}0)/10 =$ **0,60 m/s²** b) $F_{res} = 4{,}0 \times 3{,}0 - 6{,}0 \times 1{,}0 = 6{,}0\ N \rightarrow a_{CM} = 6{,}0/10{,}0 =$ **0,60 m/s²** ✓ — os dois caminhos dão o mesmo resultado c) para a **direita**, no sentido da resultante.

7. a) a **0,50 m** da extremidade, no centro da barra b) no **centro do disco** c) no **centro do círculo**, fora da matéria d) no centro geométrico do tampo; com madeiras diferentes o CM *desloca-se* para o lado do material mais denso — a homogeneidade deixou de valer.

8. a) momento total nulo → $2{,}0 \times 6{,}0 + 3{,}0 \times v_2 = 0 \rightarrow v_2 =$ **4,0 m/s para a esquerda** b) $12{,}0 - 12{,}0 = 0$ ✓ c) **continua no mesmo ponto** — a rutura é causada por forças internas, que não movem o centro de massa.

9. a) $d = 60 \times 1{,}50 / 600 =$ **0,15 m** de recuo b) $1{,}50 - 0{,}15 =$ **1,35 m** em relação ao solo c) porque não há força externa na horizontal e o centro de massa estava em repouso — tem de lá continuar.

10. a) $p = Mv = 600 \times 3{,}0 =$ **1800 kg·m/s** b) $\boldsymbol{p = Mv_{CM}}$ c) porque todo o efeito das forças externas sobre o sistema se exprime em $M\,a_{CM}$ — o sistema pode ser estudado como uma partícula de massa M no centro de massa, sem acompanhar cada peça.

11. a) $x_{CM} = (0{,}80 \times 0{,}50 + 1{,}20 \times 0{,}25)/(0{,}80 + 1{,}20) = (0{,}40 + 0{,}30)/2{,}00 =$ **0,35 m** da esquerda b) tenderia a rodar para a **esquerda**: o peso adicional está a 0,25 m, ou seja, à esquerda do centro geométrico (0,50 m), e cria um momento que faz girar a barra nesse sentido.

12. (modelo) O centro de massa responde, sozinho, à soma de todas as forças *externas*: $Ma_{CM} = F_{res,ext}$. Como as forças *internas* são iguais e opostas por ação e reação, somam zero e não alteram a trajetória do centro de massa — por isso os pormenores internos são irrelevantes para o movimento global. Quando uma parte do sistema se move relativamente às outras, o centro de massa mantém a sua trajetória determinada só pelas forças externas: as peças trocam posição em torno dele. É o que se vê no carro que recua quando a pessoa anda para a frente.

© 2026 Estudantices