Cinemática a Duas Dimensões e Componentes da Aceleração

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

Competências que desenvolve: Interpretar os conceitos de posição, velocidade e aceleração em movimentos a duas dimensões, decompor a aceleração nas suas componentes normal e tangencial explicando o seu significado e aplicar as equações paramétricas de um movimento com resultante constante na resolução de problemas de situações reais.

Revisão rápida

- **Vetores em 2D:** posição, velocidade e aceleração são vetores — somam-se *componente a componente*; o módulo é $v = \sqrt{(v_x^2 + v_y^2)}$, nunca a soma dos módulos.
- **Equações paramétricas** (resultante constante): $x = x_0 + v_{0_x}t + \frac{1}{2}a_x t^2 \cdot y = y_0 + v_{0_y}t + \frac{1}{2}a_y t^2 \cdot v_x = v_{0_x} + a_x t \cdot v_y = v_{0_y} + a_y t$.
- **Componentes da aceleração:** tangencial $a_t = dv/dt$ — altera o **módulo** da velocidade · normal $a_n = v^2/\rho$ — altera a **direção** e aponta para o centro de curvatura (ρ = raio de curvatura).
- **Resultante:** $a = \sqrt{(a_t^2 + a_n^2)}$; a inclinação face à trajetória obtem-se por $tg\ \alpha = a_n/a_t$. No lançamento horizontal a resultante é a gravidade — vertical, logo $a_x = 0$.

Exercícios

1. V/F — corrige as falsas: a) «Num movimento a duas dimensões, o módulo da velocidade é igual à soma dos módulos das suas componentes.» ( ) b) «A componente tangencial da aceleração é responsável pela variação do módulo da velocidade.» ( ) c) «A componente normal da aceleração aponta para o interior da trajetória.» ( ) d) «No lançamento horizontal, a aceleração tem componente horizontal nula.» ( )

2. Um corpo em movimento tem v = (3i + 4j) m/s. a) calcula o módulo da velocidade b) determina o ângulo que o vetor forma com o eixo Ox c) que deslocamento realiza em 3 s se o movimento é uniforme?

3. Um projétil é lançado do solo com v_0 = 20 m/s a 30° da horizontal (g = 9,8 m/s²). a) componentes iniciais v_{0_x} e v_{0_y} b) escreve as equações paramétricas $x(t)$ e $y(t)$ c) escreve $v_x(t)$ e $v_y(t)$ d) indica as componentes da aceleração e comenta a direção da resultante face a v_0.

4. Um objeto é abandonado horizontalmente com v_0 = 4,0 m/s de uma altura h = 1,25 m (g = 9,8 m/s²). a) que tempo demora a chegar ao chão? b) que alcance horizontal percorre? c) qual é a velocidade com que aterra (módulo e componentes)?

© 2026 Estudantices

5. Um automóvel descreve uma curva de raio ρ = 50 m a v = 10 m/s, enquanto a sua velocidade aumenta a uma razão de 0,80 m/s². a) calcula a_n e indica a sua direção b) calcula a_t e indica o seu sentido c) determina o módulo da aceleração total e a inclinação α que esta faz com a tangente à trajetória.

6. Significado das componentes: a) porque é que num movimento circular uniforme a aceleração total é igual à componente normal? b) um comboio abranda numa reta retificada — que componente da aceleração é não nula e qual é o seu sentido? c) completa: a componente normal altera a ___ da velocidade; a componente tangencial altera o ___ da velocidade.

7. Um corpo descreve um movimento circular uniforme de raio ρ = 2,0 m a v = 6,0 m/s. a) calcula a_n b) que valor tem a_t e a aceleração total? c) calcula o período e a frequência do movimento.

8. Leitura de um gráfico: um corpo em queda livre tem as componentes de velocidade dadas na tabela (g = 9,8 m/s²). a) deduz a_x b) deduz a_y c) calcula o módulo da velocidade em t = 2 s.

t (s)	0	1	2	3
v_x (m/s)	5	5	5	5
v_y (m/s)	0	−9,8	−19,6	−29,4

9. Um automóvel freia numa curva de raio ρ = 40 m com v = 20 m/s e um abrandamento tangencial de 2,0 m/s². a) calcula a_n b) indica a_t com o seu sinal c) determina o módulo da aceleração total e a inclinação α face à tangente.

10. Um corpo parte de O com v_0 = 6,0i m/s e sofre uma resultante constante que lhe confere a = 2,0j m/s² (valores didáticos). a) escreve as equações paramétricas b) calcula x e y em t = 2,0 s c) calcula a velocidade nesse instante d) elimina o tempo para obter $y(x)$ e classifica a trajetória.

11. Um projétil é lançado do solo com v_0 = 30 m/s a 53° da horizontal (sen 53° = 0,80 · cos 53° = 0,60 · g = 9,8 m/s²). a) componentes iniciais b) tempo de subida c) altura máxima d) alcance.

12. Desenvolvimento. Explica as estratégias de resolução de um problema de lançamento de projéteis: como se escolhe o referencial, porque é que o movimento se decomõe em duas direções independentes e que raciocínio demonstrativo fundamenta a conclusão.

© 2026 Estudantices

Soluções — Cinemática a Duas Dimensões e Componentes da Aceleração

1. a) **F** — soma-se vetorialmente: $v = \sqrt{(v_x^2 + v_y^2)}$ b) **V** — é $a_t = dv/dt$ que faz acelerar ou abrandar c) **V** — aponta para o centro de curvatura, perpendicular a v d) **V** — só age a gravidade, logo $a_x = 0$ e $a_y = -9{,}8\ m/s^2$.

2. a) $v = \sqrt{(3^2 + 4^2)} = \sqrt{25} =$ **5,0 m/s** b) $tg\ \theta = 4/3$ → θ ≈ **53,1°** com Ox c) movimento uniforme: $\Delta x = 3 \times 3 =$ **9,0 m** e $\Delta y = 4 \times 3 =$ **12 m**.

3. a) $v_{0x} = 20\ cos\ 30° =$ **17,3 m/s** · $v_{0y} = 20\ sen\ 30° =$ **10,0 m/s** b) $\boldsymbol{x = 17{,}3\ t}$ e $\boldsymbol{y = 10{,}0\ t - 4{,}90\ t^2}$ (origem no ponto de lançamento) c) $\boldsymbol{v_x = 17{,}3\ m/s}$ constante · $\boldsymbol{v_y = 10{,}0 - 9{,}8\ t}$ m/s d) $a_x = 0$ e $a_y = -9{,}8\ m/s^2$ — a resultante é constante e vertical, com direção *diferente* da de v_0, daí a trajetória ser uma parábola.

4. a) o movimento horizontal não influencia a queda: $h = ½gt^2$ → $t = \sqrt{(2 \times 1{,}25 / 9{,}8)} =$ **0,51 s** b) $x = v_0 t = 4{,}0 \times 0{,}505 =$ **2,0 m** c) $v_x = 4{,}0\ m/s$ · $v_y = 9{,}8 \times 0{,}505 = 4{,}9\ m/s$ → $v = \sqrt{(4{,}0^2 + 4{,}9^2)} =$ **6,4 m/s**, a 51,1° abaixo da horizontal.

5. a) $a_n = v^2/\rho = 10^2/50 =$ **2,0 m/s²**, perpendicular a v e para o centro da curva b) $\boldsymbol{a_t = 0{,}80\ m/s^2}$, tangente à trajetória e no sentido do movimento (velocidade a aumentar) c) $a = \sqrt{(2{,}0^2 + 0{,}80^2)} =$ **2,15 m/s²**; $tg\ \alpha = 2{,}0/0{,}80 = 2{,}5$ → α ≈ **68,2°** com a tangente.

6. a) porque a velocidade mantém o módulo, $a_t = dv/dt = 0$, e sobra só a componente que curva a trajetória b) a_t não nula, com sentido *oposto* ao do movimento; $a_n = 0$ porque a reta tem ρ infinito c) direção · módulo.

7. a) $a_n = v^2/\rho = 6^2/2 =$ **18,0 m/s²** b) $a_t =$ **0** (módulo constante) e $a = a_n =$ **18,0 m/s²** c) $T = 2\pi\rho/v = 2\pi \times 2 / 6 =$ **2,09 s** · $f = 1/T =$ **0,48 Hz**.

8. a) v_x não varia → $a_x =$ **0** b) v_y decresce 9,8 m/s a cada segundo → $a_y =$ **−9,8 m/s²** c) $v = \sqrt{(5^2 + 19{,}6^2)} = \sqrt{(25 + 384{,}2)} =$ **20,2 m/s**.

9. a) $a_n = 20^2/40 =$ **10,0 m/s²** b) $a_t =$ **−2,0 m/s²** (o sinal negativo indica abrandamento) c) $a = \sqrt{(10{,}0^2 + 2{,}0^2)} = \sqrt{104} =$ **10,2 m/s²**; $tg\ \alpha = 10{,}0/2{,}0 = 5$ → α ≈ **78,7°**.

10. a) $x = 6{,}0\ t$ e $y = ½ \times 2{,}0\ t^2 = 1{,}0\ t^2$ ($v_{0y} = 0$) b) $x =$ **12,0 m** · $y =$ **4,0 m** c) $v_x = 6{,}0\ m/s$ · $v_y = 2{,}0 \times 2{,}0 = 4{,}0\ m/s$ → $v = \sqrt{(36 + 16)} =$ **7,2 m/s** d) $t = x/6$ substituído em $y = t^2$ dá $\boldsymbol{y = x^2/36}$ — parábola, porque a resultante não está na direção de v_0.

11. a) $v_{0x} = 30 \times 0{,}60 =$ **18,0 m/s** · $v_{0y} = 30 \times 0{,}80 =$ **24,0 m/s** b) $t = v_{0y}/g = 24{,}0/9{,}8 =$ **2,45 s** c) $h = v_{0y}^2/2g = 576/19{,}6 =$ **29,4 m** d) $R = 2v_{0x}t = 2 \times 18{,}0 \times 2{,}449 =$ **88,2 m**.

12. (modelo) Escolhe-se um referencial cartesiano com origem no ponto de lançamento, Ox na horizontal e Oy na vertical positiva para cima. Como a resultante (o peso) é constante e a gravidade age só na vertical, as duas direções são *independentes* — o que acontece em x não condiciona y — e aplica-se a cada uma a equação do movimento uniformemente acelerado. Escrevem-se $x(t)$ e $y(t)$, elimina-se o tempo para obter a trajetória, e a conclusão é verificada substituindo os valores pedidos. O rigor vem da decomposição vetorial e da verificação dimensional e numérica do resultado.

© 2026 Estudantices