

## Lista 2: Cinemática: Movimento Bi e Tridimensional

1. Um carro viaja 50 km para leste, 30 km para o norte e 25 km em uma direção  $30^\circ$  a leste do norte. Represente os movimentos do carro em um diagrama vetorial e determine o deslocamento total do veículo em relação ao ponto de partida.

(resposta: 81 km,  $40^\circ$  ao norte do leste.)

2. Dois vetores são dados por  $\vec{a} = 3\hat{i} - 2\hat{j}$  e  $\vec{b} = -\hat{i} - 4\hat{j}$ . Calcule: (a)  $\vec{a} + \vec{b}$ ; (b)  $\vec{a} - \vec{b}$ ; (c)  $|\vec{a} + \vec{b}|$ ; (d)  $|\vec{a} - \vec{b}|$ ; (e) a direção de  $\vec{a} + \vec{b}$  e de  $\vec{a} - \vec{b}$ .

(resposta: (a)  $2\hat{i} - 6\hat{j}$ ; (b)  $4\hat{i} + 2\hat{j}$ ; (c) 6,32; (d) 4,47; (e)  $288^\circ$  e  $26,6^\circ$ .)

3. Dados os vetores deslocamento (em unidades SI)  $\vec{A} = 3\hat{i} - 4\hat{j} + 4\hat{k}$  e  $\vec{B} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 7\hat{k}$ , achar os módulos dos vetores (a)  $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$  e (b)  $\vec{D} = 2\vec{A} - \vec{B}$ , exprimindo cada qual em termos das componentes cartesianas.

(resposta: (a) 5,92 m; (b) 19,0 m.)

4. Galileu em seus "Dialogos" afirmou: "As amplitudes das parábolas descritas de-  
scritas por projéteis disparados com a mesma velocidade, mas em ângulos de elevação  
acima e abaixo de  $45^\circ$  e equidistantes de  $45^\circ$ , são iguais entre si". Demonstre esta  
afirmação mostrando que para uma dada velocidade inicial  $v_0$ , um projétil pode atin-  
gir o mesmo alcance  $A$  para dois ângulos de elevação diferentes,  $\theta = 45^\circ + \delta$  e  $\theta = 45^\circ - \delta$ ,  
desde que  $A$  não ultrapasse o alcance máximo  $A_m = v_0^2/g$ . Calcule  $\delta$  em função de  $v_0$  e  
 $A$ .

(resposta:  $\delta = 1/2 \arcsin(gA/v_0^2)$ .)

5. Um jogador está a  $4m$  de uma parede vertical e arremessa uma bola contra ela.  
A bola sai da mão do jogador a  $2m$  acima do solo, com velocidade inicial  $\vec{v}_0 = (10\hat{i} +$   
 $10\hat{j})m/s$ . Quando a bola atinge a parede, naquele instante a componente horizontal da  
sua velocidade se inverte e a vertical permanece constante. Determine a que distância da  
parede a bola atingira o solo.

(resposta:  $x = -18.2m$ .)

6. Uma pedra, presa a um fio de  $1.5m$  de comprimento, é girada por um menino,  
fazendo um círculo horizontal a  $2.0m$  acima do solo. Quando o cordão arrebenta, a pedra  
é lançada horizontalmente, caindo ao solo  $10m$  adiante. Determine a aceleração centrípeta  
da pedra enquanto estava em movimento circular.

(resposta:  $167m/s^2$ .)

7. (a) Qual é a aceleração de um velocista, ao fazer uma curva de 25 m de raio com a velocidade de 10 m/s ? (b) Para onde aponta o vetor aceleração  $\vec{a}$  ?

(resposta: (a)  $4,0m/s^2$  ; (b) Em direção ao centro do círculo .)

8. Um astronauta está girando numa centrífuga de 5,0 m de raio. (a) Determine a velocidade do astronauta se sua aceleração é 7 vezes a da gravidade. (b) Determine quantas rotações por minuto são necessárias para produzir essa aceleração.

(resposta: (a) 19 m/s ; (b) 35 rev/min.)

9. Um garoto faz girar uma bola presa a um fio num círculo horizontal de raio 1 m. Quantas voltas por minuto deve a bola fazer para que a aceleração dirigida centrípetamente tenha o mesmo módulo que a aceleração devida à gravidade ?

(resposta: 29,9 voltas/min .)

10. Um barco leva 20s para ir de um ponto  $A$  a um ponto  $B$  situado sobre a mesma margem de um rio, se deslocando no sentido contrário ao da corrente. Quando ele volta do ponto  $B$  ao ponto  $A$ , o barco gasta um tempo igual a 10s. A velocidade do barco em relação à água é constante e igual a  $8m/s$ . Calcule a distância  $AB$ .

(resposta:  $107m$ .)

12. (Problema 14, capítulo 3, do livro do Moysés Nussenzveig (terceira ed.)) Um jogador de futebol, a  $20,5m$  do gol adversário, levanta a bola com um chute a uma velocidade inicial de  $15m/s$ , passando-a ao centro avante do time, que está alinhado com ele e o gol, a  $5,5m$  do gol. O centro avante, que tem  $1,80m$  de altura, acerta uma cabeçada na bola, imprimindo-lhe um incremento de velocidade na direção horizontal, e marca gol. (a) De que ângulo a bola havia sido levantada ? (b) Qual foi o incremento de velocidade impressa à bola pela cabeçada ? Considere cuidadosamente todas as soluções possíveis.

(resposta: (a)  $28,5^\circ$ ; (b)  $3,85m/s$ )

13. (Problema 19, capítulo 3, do livro do Moysés Nussenzveig (terceira ed.)) Com que velocidade linear você está se movendo devido à rotação da Terra em torno do eixo ? E devido à translação da Terra em torno do Sol ? (aproxime a órbita da Terra por um círculo). Em cada um dos dois casos, calcule a sua aceleração centrípeta em  $m/s^2$  e exprima-a como um percentual da aceleração da gravidade.

(resposta: rotação  $427 m/s^2$ ;  $3,1 \times 10^{-2}m/s^2 = 0,32\%g$  (no Rio de Janeiro). Translação  $29,7 km/s$ ;  $5,9 \times 10^{-3}m/s^2 = 0,06\%g$ .)