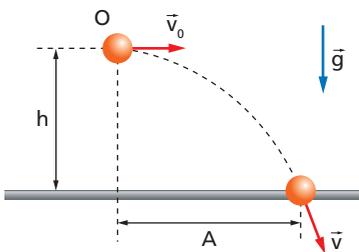


**CAPÍTULO 14 – Lançamento oblíquo**

- Considerando o lançamento horizontal de uma partícula nas proximidades da superfície da Terra e no vácuo, analise cada sentença e diga se é verdadeira ou falsa:
  - A velocidade vetorial da partícula é constante.
  - A velocidade vetorial da partícula tem módulo constante.
  - A velocidade vetorial da partícula tem direção variável.
  - A aceleração vetorial da partícula tem direção constante.
  - A aceleração vetorial da partícula tem módulo constante.
  - A aceleração vetorial da partícula é constante.
  - O ângulo formado entre a velocidade vetorial e a aceleração vetorial é constante.
- Uma partícula é lançada horizontalmente, com velocidade  $\vec{v}_0$ , de ponto  $O$  situado a uma altura  $h$  em relação ao solo, numa região em que a aceleração da gravidade tem módulo  $g$ .

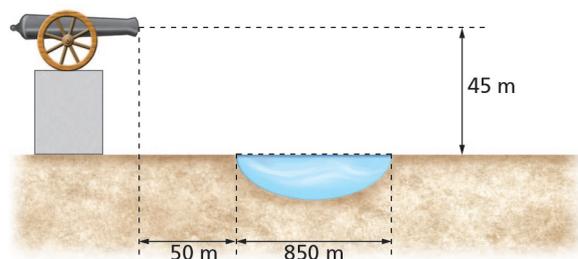


Calcule, em função de  $h$ ,  $g$  e  $v_0$ :

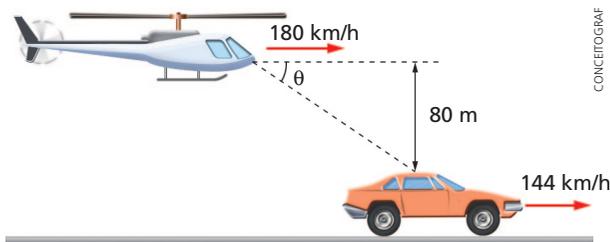
- o alcance horizontal;
  - o módulo da velocidade  $\vec{v}$  com que a partícula atinge o solo.
- Uma partícula é lançada horizontalmente, com velocidade  $v_0$ , de um ponto  $O$  situado 500 m acima do solo (suposto horizontal), numa região em que a aceleração da gravidade tem módulo  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Sabendo que o alcance horizontal do lançamento é  $a = 300 \text{ m}$ , calcule  $|\vec{v}_0|$ . (Despreze os efeitos do ar.)
  - (UF-GO) Uma esfera que rola sobre uma mesa horizontal, abandona essa mesa com uma velocidade horizontal  $v_0$  e toca o solo após 1 s. Sabendo que a distância horizontal percorrida pela bola é igual à altura da mesa e considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a velocidade  $v_0$  é de:
 

|              |             |
|--------------|-------------|
| a) 1,25 m/s  | d) 5,00 m/s |
| b) 10,00 m/s | e) 2,50 m/s |
| c) 20,00 m/s |             |

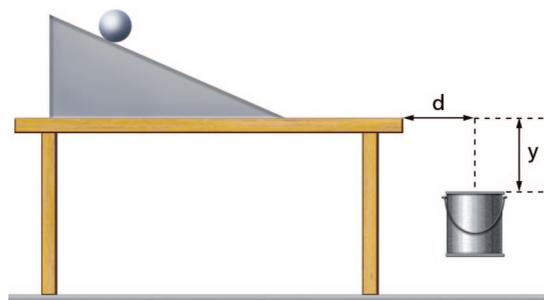
- Numa das margens de um rio, cuja largura é 850 m, é instalado um canhão de modo que sua boca esteja 45 m acima do solo (veja figura). Os projéteis disparados pelo canhão abandonam sua boca com velocidade horizontal  $\vec{v}_0$ . Para que valores de  $\vec{v}_0$  o projétil atinge a outra margem? (Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e despreze a resistência do ar.)



- Uma partícula é lançada horizontalmente, com velocidade  $\vec{v}_0$ , numa região em que  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Seja  $\vec{v}$  a velocidade dessa partícula num instante qualquer após o lançamento (antes de atingir o solo). Calcule  $|\vec{v}_0|$ , sabendo que 2,0 s após o lançamento temos  $\vec{v} = \frac{5}{3}|\vec{v}_0|$ . (Despreze os efeitos do ar.)
- Um helicóptero voa horizontalmente com velocidade constante de módulo 180 km/h a uma altura de 80 m acima do teto de um automóvel, perseguindo o automóvel que se move a 144 km/h. Num determinado instante, desprende-se do helicóptero um parafuso que acaba atingindo o automóvel. Determine o ângulo  $\theta$  no momento em que o parafuso se solta. (Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)



- (OPF-SP) Esta questão se refere à figura abaixo.

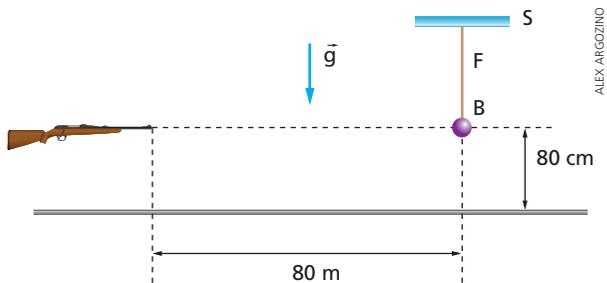


Sabe-se que não há atrito em qualquer parte do movimento. Uma bola é solta a partir do repouso, sempre da mesma posição no plano inclinado. A bola rola

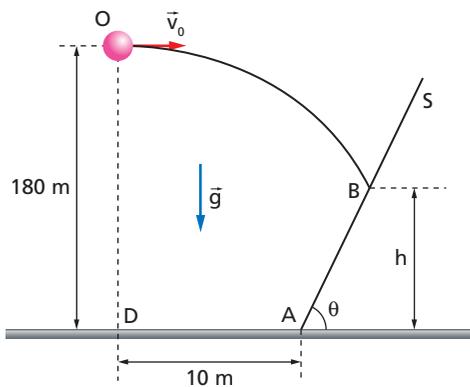
sobre o plano e sobre a mesa, caindo livremente, e um estudante, com uma cesta, recolhe-a sem deixar cair no chão. Ele posiciona a cesta como indica o desenho, e a bola cai exatamente em seu interior. A partir desse fato, ele garante que, se colocasse a cesta a uma distância horizontal  $2d$  da mesa, seria necessário alterar também o valor de  $y$ . Qual das alternativas abaixo corresponde ao novo valor de  $y$ ?

- a)  $y$
- b)  $2y$
- c)  $3y$
- d)  $4y$
- e) Impossível resolver o problema.

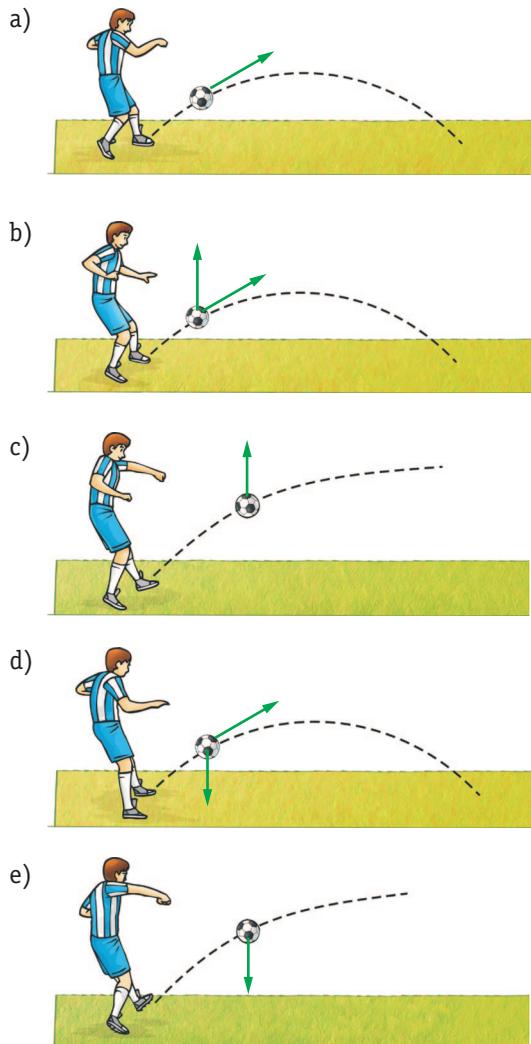
9. Um indivíduo aponta sua espingarda para uma bolinha  $B$ , presa por um fio  $F$  a um suporte  $S$ , de modo que o cano da espingarda fique na horizontal. No exato instante em que a bola abandona o cano da espingarda, o fio  $F$  se parte e a bolinha cai. Adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezando os efeitos do ar, determine a velocidade com que a bala abandona o cano da espingarda de modo que a bala atinja a bolinha no instante em que esta atinge o solo.



10. Uma superfície plana  $S$  está inclinada em relação ao solo, com ângulo de inclinação  $\theta = 64^\circ$ . De um ponto  $O$ , situado 180 metros acima do solo, uma partícula é lançada com velocidade horizontal  $\vec{v}_0$ , cujo módulo é  $v_0 = 15 \text{ m/s}$ , conforme mostra a figura. Seja  $B$  o ponto onde a partícula atinge a superfície. Supondo  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezando os efeitos do ar, calcule a altura  $h$  do ponto  $B$ . (Se necessário, consulte a tabela trigonométrica neste CD.)



11. (U. F. Viçosa-MG) Desprezada a resistência do ar, a opção que representa corretamente a(s) força(s) que atua(m) sobre uma bola de futebol após ter sido chutada é:

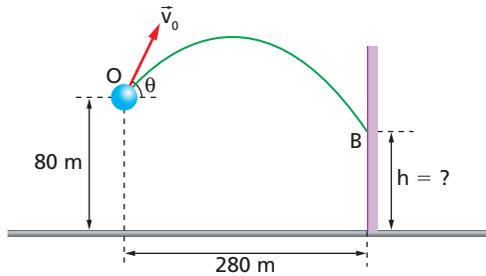


12. (Mackenzie-SP) Um balão (aeróstato) sobe verticalmente com velocidade constante de  $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Ao atingir a altura de  $40 \text{ m}$ , seu piloto lança horizontalmente uma pedra com velocidade de  $30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . A distância da vertical, que passa pelo ponto de lançamento, ao ponto em que a pedra atinge o solo é:

- a)  $40 \text{ m}$
- b)  $80 \text{ m}$
- c)  $120 \text{ m}$
- d)  $240 \text{ m}$
- e)  $360 \text{ m}$

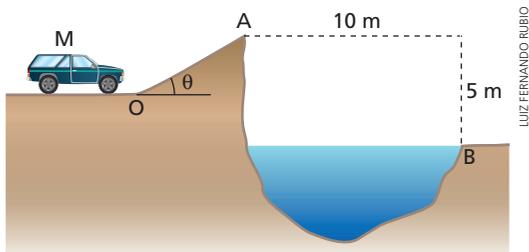
13. Uma partícula é lançada de um ponto  $O$  situado  $80 \text{ m}$  acima do solo, com velocidade  $\vec{v}_0$  cujo módulo é  $50 \text{ m/s}$  e com ângulo de tiro  $\theta$  (veja a figura). São dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\text{sen } \theta = 0,60$  e  $\text{cos } \theta = 0,80$ .

A partícula atinge um muro vertical situado a 280 m do ponto  $O$ . Determine a altura  $h$  do ponto  $B$  onde a partícula atinge o muro. (Despreze os efeitos do ar.)



14. (E. E. Mauá-SP) Calcule a velocidade mínima com que o veículo  $M$  deve atingir o ponto  $A$  da rampa  $AO$  para não cair no rio. São dados:

$$\begin{cases} \text{sen } \theta = 0,26; \text{sen}^2 \theta = 0,04 \\ \text{cos } \theta = 0,97; \text{cos}^2 \theta = 0,94 \\ g = 9,8 \text{ m/s}^2 \end{cases}$$

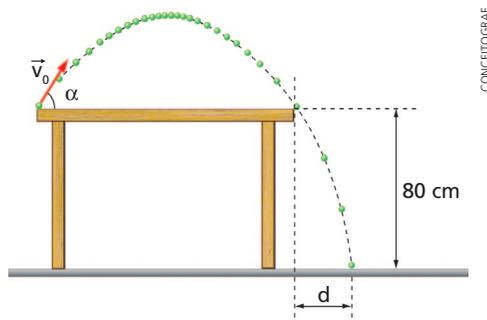


15. (I. E. Itajubá-MG) Um projétil de massa  $m$  é lançado com velocidade inicial  $\vec{v}_0$  fazendo certo ângulo com a horizontal. A componente horizontal de sua velocidade será, considerando  $h$  a altura máxima:

- $v_0$
- $\sqrt{2}v_0$
- $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$
- $\sqrt{v_0^2 - 2gh}$
- $\sqrt{2gh}$

16. (UF-PR) Uma bola é lançada, a partir do solo, com uma velocidade cuja componente horizontal vale 45 m/s e cuja componente vertical vale 20 m/s. Determine sua velocidade 2 segundos após o lançamento. (Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e despreze a resistência do ar.)

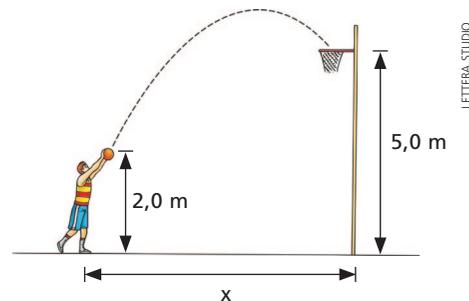
17. (Mackenzie-SP) Da aresta superior do tampo retangular de uma mesa de 80 cm de altura, um pequeno corpo é disparado obliquamente, com velocidade inicial de módulo 5,00 m/s, conforme mostra a figura abaixo. O tampo da mesa é paralelo ao solo e o plano da trajetória descrita, perpendicular a ele. Despreze a resistência do ar e considere:  $\text{sen } \alpha = 0,60$ ;  $\text{cos } \alpha = 0,80$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



Sabendo que o corpo tangencia a aresta oposta, podemos afirmar que a distância  $d$  é de:

- 0,60 m
- 0,80 m
- 1,20 m
- 1,60 m
- 3,20 m

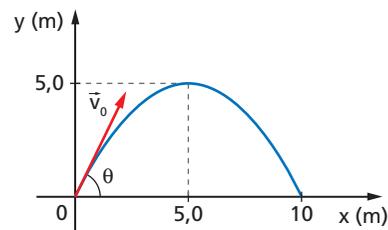
18. (AFA-SP) Uma bola de basquete descreve a trajetória mostrada na figura após ser arremessada por um jovem atleta que tenta bater um recorde de arremesso.



A bola é lançada com uma velocidade de 10 m/s e, ao cair na cesta, sua componente horizontal vale 6,0 m/s. Despreze a resistência do ar e considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Pode-se afirmar que a distância horizontal ( $x$ ) percorrida pela bola desde o lançamento até cair na cesta, em metros, vale:

- 3,0
- 6,0
- 4,8
- 3,6

19. (Cesgranrio-RJ) Um corpo é lançado da origem de um sistema cartesiano ortogonal, com velocidade  $\vec{v}_0$ , em uma direção que forma um ângulo  $\theta$  com a horizontal,  $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ . A trajetória descrita, em relação a um observador parado na origem, é uma parábola. O alcance do lançamento é 10 m e a altura máxima atingida pelo corpo é 5,0 m.

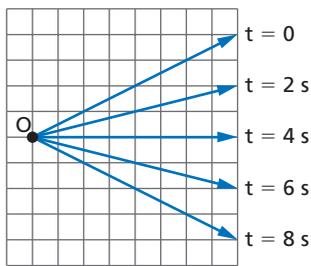


Desprezando-se a resistência do ar e considerando-se a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , determine a intensidade da velocidade de lançamento  $v_0$ . Adote  $\sqrt{5} = 2,2$ .

20. (Mackenzie-SP) Seja  $T$  o tempo total de voo de um projétil disparado a  $60^\circ$  com a horizontal, e seja  $v_{0y} = 200 \text{ m/s}$  o valor da componente vertical da velocidade inicial. Desprezando a resistência do ar e considerando a aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , os valores da componente vertical da velocidade nos instantes  $t = T$  e  $t = \frac{T}{2}$  são, respectivamente:

- a) zero; zero                      d) 200 m/s; 200 m/s  
 b) zero; 200 m/s                  e) 200 m/s; 100 m/s  
 c) 200 m/s; zero

21. Na figura estão desenhados os vetores velocidade instantânea de uma partícula, nos instantes 0, 2 s, 4 s, 6 s e 8 s. Em qual das alternativas melhor se descreve o movimento da partícula?



- a) É um movimento retilíneo uniforme.  
 b) É um movimento retilíneo uniformemente variado.  
 c) É o movimento de um corpo lançado obliquamente.  
 d) É um movimento circular com velocidade angular constante.

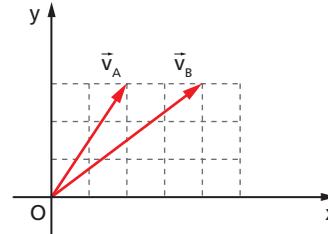
22. (Vunesp-SP) A atleta brasileira Daiane dos Santos teve seu salto “duplo twist carpado” analisado por pesquisadores do Laboratório de Biofísica da Escola de Educação Física da USP. Nesse estudo, verificou-se que, na última parte do salto, o seu centro de massa descreveu uma parábola, que a componente vertical da velocidade inicial da atleta foi de  $5,2 \text{ m/s}$  e que ela levou  $1 \text{ s}$  para percorrer uma distância horizontal de  $1,3 \text{ m}$  até atingir o chão.

Adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine o ângulo inicial aproximado do salto.

| $\alpha$   | $\text{sen } \alpha$ | $\text{cos } \alpha$ |
|------------|----------------------|----------------------|
| $15^\circ$ | 0,26                 | 0,97                 |
| $30^\circ$ | 0,50                 | 0,87                 |
| $45^\circ$ | 0,71                 | 0,71                 |
| $60^\circ$ | 0,87                 | 0,50                 |
| $75^\circ$ | 0,97                 | 0,26                 |
| $90^\circ$ | 1,00                 | 0,00                 |

23. Um canhão dispara projéteis com velocidade  $v_0$ , num local em que a aceleração da gravidade tem módulo  $g$ . Determine o ângulo de tiro  $\theta$  para o qual o alcance horizontal é igual à altura máxima.

24. Duas partículas,  $A$  e  $B$ , são lançadas simultaneamente, de um mesmo ponto  $O$  do solo (suposto plano e horizontal), com velocidades  $\vec{v}_A$  e  $\vec{v}_B$  indicadas na figura (o eixo  $Ox$  é horizontal e o eixo  $Oy$  é perpendicular ao solo). Desprezando a resistência do ar, podemos afirmar que:



- a) ambas atingirão o solo no mesmo ponto.  
 b) ambas atingirão o solo no mesmo instante.  
 c) as alturas máximas atingidas por ambas serão diferentes.  
 d) o alcance da partícula  $A$  será maior que o alcance da partícula  $B$ .  
 e) elas atingirão suas alturas máximas em instantes diferentes.

25. Ao bater o tiro de meta, um goleiro chuta a bola parada de forma que ela alcance a maior distância possível. No chute, a bola atinge o campo a uma distância de  $40 \text{ m}$ . Despreze a resistência do ar e considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- a) Qual o ângulo de tiro do chute do goleiro?  
 b) Qual a intensidade do vetor velocidade inicial da bola?  
 c) Qual a altura máxima atingida pela bola?

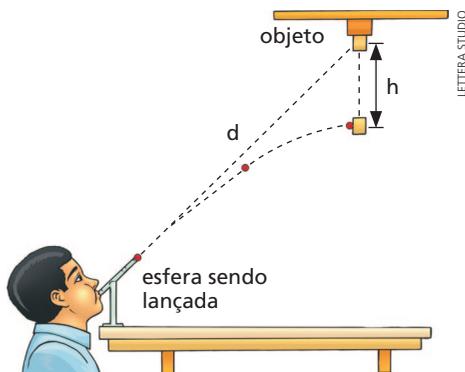
26. Um canhão dispara projéteis com velocidade de módulo  $v_0$  e ângulo de tiro  $\theta$ , tal que seu alcance horizontal seja máximo. Sabendo que os projéteis permanecem no ar durante  $4,0$  segundos e que  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine:

- a) o valor de  $v_0$ ;  
 b) o alcance horizontal.

27. (Vunesp-SP) Em uma partida de futebol, a bola é chutada a partir do solo descrevendo uma trajetória parabólica cuja altura máxima e o alcance atingido são, respectivamente,  $h$  e  $s$ . Desprezando o efeito do atrito do ar, a rotação da bola e sabendo que o ângulo de lançamento foi de  $45^\circ$  em relação ao solo horizontal, calcule a razão  $s/h$ .

28. (UF-RN) A experiência ilustrada na figura a seguir é realizada na superfície da Terra. Nessa experiência, uma pessoa lança uma pequena esfera no mesmo instante em que um objeto que estava preso no teto é liberado e cai livremente. A esfera, lançada com

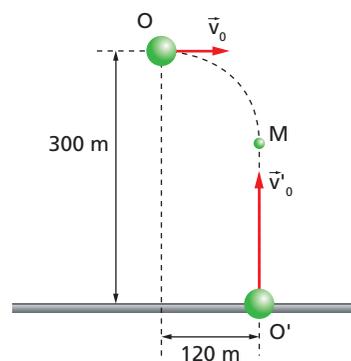
velocidade  $v_0$ , atinge o objeto após um tempo  $t_g$ . Se repetirmos, agora, essa mesma experiência num ambiente hipotético, onde a aceleração local da gravidade é nula, o tempo de colisão entre a esfera e o objeto será  $t_0$ .



Considerando desprezível a resistência do ar nessas experiências, pode-se afirmar que:

- $t_0 = t_g = \frac{d}{v_0}$
- $t_0 = t_g = \frac{h}{v_0}$
- $t_0 > t_g = \frac{d}{v_0}$
- $t_0 > t_g = \frac{h}{v_0}$

29. De um ponto  $O$  situado 300 m acima do solo, lança-se horizontalmente uma partícula com velocidade  $\vec{v}_A$ . No mesmo instante, outra partícula é lançada verticalmente para cima, de um ponto  $O'$  situado no solo, com velocidade  $\vec{v}_0$  cujo módulo é 50 m/s, conforme mostra a figura. Sabe-se que as partículas chocam-se em um ponto  $M$ .



Adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezando os efeitos do ar, calcule:

- o tempo decorrido desde o lançamento até o choque das partículas;
  - a altura do ponto  $M$ ;
  - o módulo de  $\vec{v}_0$ .
30. (FAAP-SP) Uma partícula é lançada obliquamente num plano vertical da origem  $O$  de um referencial cartesiano  $Oxy$  com velocidade de módulo 10 m/s, a qual faz com o eixo  $Ox$  um ângulo de  $60^\circ$ . No mesmo instante, é lançada verticalmente para cima uma outra partícula do ponto  $(100; 40\sqrt{3})$  onde as coordenadas são dadas em metros. Admitindo desprezíveis a resistência do ar e a curvatura da superfície terrestre e considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determinar:
- o tempo decorrido desde o instante dos lançamentos até o instante do encontro;
  - o módulo da velocidade da partícula lançada verticalmente para que consiga encontrar a outra.
- (Sugestão dos autores: Suponha que o eixo  $Ox$  seja paralelo ao solo e esteja a mais de 1830 m acima do solo.)
31. Para a situação da questão anterior, determine as coordenadas do ponto de encontro.