

**Lista de Exercícios III**

- ① Um jogador de futebol inexperiente chuta um pênalti a 9 m do gol, levantando a bola com velocidade inicial de 15 m/s. A altura da trave é de 2,4 m. Calcule
- (a) a que distância máxima da trave, através do gol, um apanhador de bola pode ficar agachado;
  - (b) a que distância mínima devem ficar os espectadores, para que não corram risco nenhum de levar uma bolada.
- ② Um canhão lança um projétil por cima de uma montanha de altura  $h$ , de forma a passar quase tangenciando o cume  $C$  no ponto mais alto de sua trajetória. A distância horizontal entre o canhão e o cume é  $R$ . Após da montanha há uma depressão de profundidade  $d$  (Fig. 1). Determine a distância horizontal entre o ponto de lançamento  $O$  e o ponto  $P$  onde o projétil atinge o solo, em função de  $R$ ,  $d$  e  $h$ .

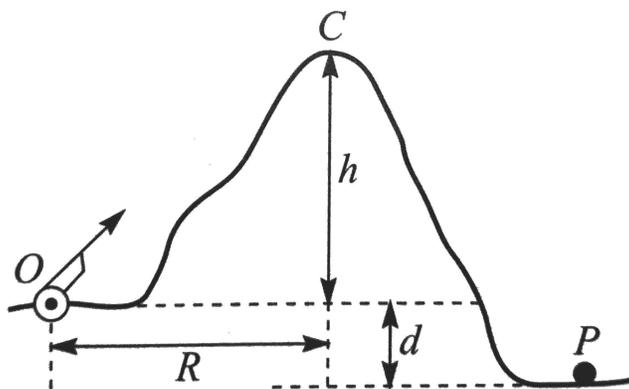


Figura 1: Canhão lançando um projétil por cima de uma montanha.

- ③ Uma roda maior de 30 cm de raio, transmite seu movimento à uma menor, de 20 cm de raio, através de uma correia sem fim  $C$ , que permanece sempre bem esticada e sem deslizamento. A roda maior, partindo do repouso com aceleração angular uniforme, leva 1 min para atingir sua

velocidade de regime permanente, e efetua um total de 540 rotações durante esse intervalo. Calcule a velocidade angular da roda menor e a velocidade linear da correia uma vez atingido o regime permanente.

- ④ Uma roda partindo do repouso é acelerada de tal forma que sua velocidade angular aumenta uniformemente para 180 rpm em 3 min. Depois de girar com essa velocidade por algum tempo, a roda é freada com desaceleração angular uniforme, levando 4 min para parar. O número total de rotações é 1.080. Quanto tempo, ao todo, a roda ficou girando?
- ⑤ Um bombardeiro, a 300 m de altitude, voando a 180 km/h, mergulha segundo um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal, em perseguição a um carro que viaja a 90 km/h. A que distância horizontal do carro deve ser lançada uma bomba para que acerte o alvo?
- ⑥ Um rio de 1 km de largura tem uma correnteza de velocidade 1,5 km/h. Um homem atravessa o rio de barco, remando a uma velocidade de 2,5 km/h em relação à água.
- (a) Qual o tempo mínimo que leva para atravessar o rio? Onde desembarca nesse caso?
- (b) Suponha agora que o homem quer chegar a um ponto diametralmente oposto na outra margem, e tem duas opções: remar de forma a atingi-lo diretamente, ou remar numa direção perpendicular à margem, sendo arrastado pela correnteza até além do ponto onde quer chegar, e depois caminhar de volta até lá. Se ele caminha a 6 km/h, qual das duas opções é mais vantajosa, e quanto tempo leva?
- ⑦ Às 8 h da manhã, um navio sai do porto de Ilhéus, rumando para  $45^\circ$  SO, à velocidade de 16 nós (1 nó = 1 milha marítima/h = 1.852 m/h). À mesma hora, outro navio está  $45^\circ$  NO de Ilhéus, a 40 milhas marítimas de distância, rumando em direção a Ilhéus, a uma velocidade de 12 nós. A que hora os dois navios passam à distância mínima um do outro? Qual é essa distância?
- ⑧ A distância entre as cidades  $A$  e  $B$  é  $\ell$ . Um avião faz uma viagem de ida e volta entre  $A$  e  $B$ , voando em linha reta, com velocidade  $V$  em relação ao ar.

- (a) Calcule o tempo total de vôo, se o vento sopra com velocidade  $v$ , numa direção que forma um ângulo  $\theta$  com a direção  $AB$ . Este tempo depende do sentido em que o vento sopra?
- (b) Mostre que a viagem de ida e volta só é possível se  $v < V$ , e calcule a relação entre o tempo de vôo  $t_{\parallel}$  quando o vento sopra na direção de  $AB$  e o tempo  $t_{\perp}$  quando sopra na direção perpendicular (este resultado é relevante na discussão da famosa experiência de Michelson e Morley para medir a velocidade da luz em relação ao éter);
- (c) Mostre que, qualquer que seja sua direção, o vento sempre prolonga a duração da viagem de ida e volta.
- ⑨ A ionosfera é uma região de gás eletricamente neutro, composto de elétrons carregados negativamente e íons carregados positivamente, que circunda a Terra na altura de 200 km do solo. Se uma onda de rádio passa através da ionosfera o seu campo elétrico  $\vec{E} = \vec{E}_0 \sin \omega t$  ( $\omega$  é a frequência de oscilação da onda dada em radianos por segundo) acelera as partículas carregadas nessa região. Para um elétron de carga  $-e$  e massa  $m$  essa aceleração é

$$\vec{a} = -\frac{e}{m} \vec{E} = -\frac{e}{m} \vec{E}_0 \sin \omega t,$$

onde  $\vec{E}_0$  é um vetor constante. Escolha os eixos de coordenadas de forma conveniente e calcule

- (a) a velocidade do elétron em função do tempo, admitindo que ele parta do repouso;
- (b) a posição do elétron em função do tempo, admitindo que ele parta da origem do sistema de coordenadas. Discuta o seu resultado.
- ⑩ O chamado Modelo Padrão Solar, fornece além de várias outras propriedades do Sol a distribuição de elétrons em função do raio solar. Na Tabela (click nesse link) temos na primeira coluna o raio da zona respectiva em unidades do raio solar e na segunda o logaritmo na base 10 da densidade de número de elétrons por  $\text{cm}^3/N_A$  onde  $N_A$  é o número de Avogadro. Com essas informações responda:

- (a) Qual o número total de elétrons do Sol?

- (b) Qual a fração do raio solar que contém metade desses elétrons?
- (c) Estime o número total de elétrons da Terra. Qual a fração do raio solar que contém essa quantidade de elétrons?