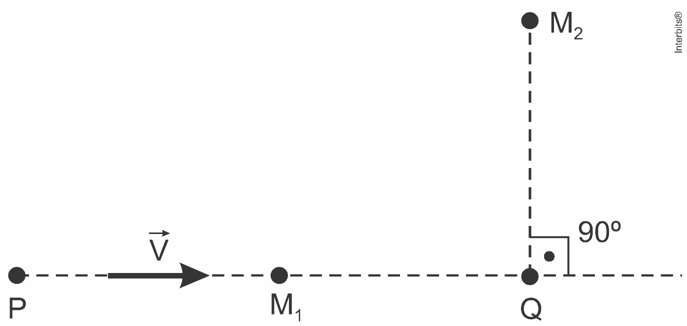
1. (Ita 2002) Billy sonha que embarcou em uma nave espacial para viajar até o distante planeta Gama, situado a 10,0 anos-luz da Terra. Metade do percurso é percorrida com aceleração de 15 m/s^2, e o restante com desaceleração de mesma magnitude. Desprezando a atração gravitacional e efeitos relativistas, estime o tempo total em meses de ida e volta da viagem do sonho de Billy. Justifique detalhadamente.

2. (Ita 1996) Um automóvel a 90 km/h passa por um guarda num local em que a velocidade máxima é de 60 km/h. O guarda começa a perseguir o infrator com a sua motocicleta, mantendo aceleração constante até que atinge 108 km/h em 10 s e continua com essa velocidade até alcançá-lo, quando lhe faz sinal para parar. Pode-se afirmar que:
a) o guarda levou 15 s para alcançar o carro.
b) o guarda levou 60 s para alcançar o carro.
c) a velocidade do guarda ao alcançar o carro era de 25 m/s.
d) o guarda percorreu 750 m desde que saiu em perseguição até alcançar motorista infrator.
e) nenhuma das respostas anteriores é correta.

3. (Ita 2001) Uma partícula, partindo do repouso, percorre no intervalo de tempo t, uma distância D. Nos intervalos de tempo seguintes, todos iguais a t, as respectivas distâncias percorridas são iguais a 3D, 5D, 7D etc. A respeito desse movimento pode-se afirmar que
a) a distância da partícula desde o ponto em que inicia seu movimento cresce exponencialmente com o tempo.
b) a velocidade da partícula cresce exponencialmente com o tempo.
c) a distância da partícula desde o ponto em que inicia seu movimento é diretamente proporcional ao tempo elevado ao quadrado.
d) velocidade da partícula é diretamente proporcional ao tempo elevado ao quadrado.
e) nenhum das opções acima está correta.

4. (Ita 2007) Considere que num tiro de revólver, a bala percorre trajetória retilínea com velocidade V constante, desde o ponto inicial P até o alvo Q. Mostrados na figura, o aparelho M_1 registra simultaneamente o sinal sonoro do disparo e o do impacto da bala no alvo, o mesmo ocorrendo com o aparelho M_2.



Sendo V_S a velocidade do som no ar, então a razão entre as respectivas distâncias dos aparelhos M_1 e M_2 em relação ao alvo Q é
a) $V_S(V - V_S)/(V^2 - V_S^2)$.
b) $V_S(V_S - V)/(V^2 - V_S^2)$.
c) $V_S(V - V_S)/(V_S^2 - V^2)$.
d) $V_S(V + V_S)/(V^2 - V_S^2)$.
e) $V_S(V_S - V)/(V^2 + V_S^2)$.

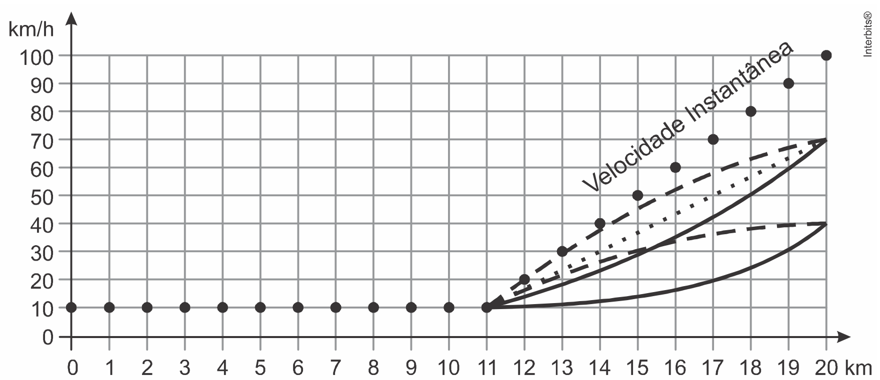
5. (Ita 2005) Um avião de vigilância aérea está voando a uma altura de 5,0 km, com velocidade de $50\sqrt{10}$ m/s no rumo norte, e capta no radiogoniômetro um sinal de socorro vindo da direção noroeste, de um ponto fixo no solo. O piloto então liga o sistema de pós-combustão da turbina, imprimindo uma aceleração constante de 6,0 m/s^2. Após $40\frac{\sqrt{10}}{3}$ s, mantendo a mesma direção, ele agora constata que o sinal está chegando da direção oeste. Neste instante, em relação ao avião, o transmissor do sinal se encontra a uma distância de

a) 5,2 km
b) 6,7 km
c) 12 km
d) 13 km
e) 28 km

6. (Ita 2016) No sistema de sinalização de trânsito urbano chamado de "onda verde", há semáforos com dispositivos eletrônicos que indicam a velocidade a ser mantida pelo motorista para alcançar o próximo sinal ainda aberto. Considere que de início o painel indique uma velocidade de $45\,\text{km/h}.$ Alguns segundos depois ela passa para $50\,\text{km/h}$ e, finalmente, para $60\,\text{km/h}.$ Sabendo que a indicação de $50\,\text{km/h}$ no painel demora $8{,}0\,\text{s}$ antes de mudar para $60\,\text{km/h},$ então a distância entre os semáforos é de

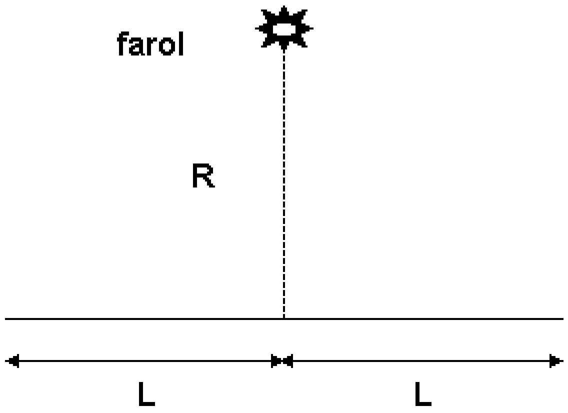
a) $1{,}0 \times 10^{-1}\,\text{km}.$
b) $2{,}0 \times 10^{-1}\,\text{km}.$
c) $4{,}0 \times 10^{-1}\,\text{km}.$
d) $1{,}0\,\text{km}.$
e) $1{,}2\,\text{km}.$

7. (Ita 2018) Os pontos no gráfico indicam a velocidade instantânea, quilômetro a quilômetro, de um carro em movimento retilíneo. Por sua vez, o computador de bordo do carro calcula a velocidade média dos últimos $9\,\text{km}$ por ele percorridos. Então, a curva que melhor representa a velocidade média indicada no computador de bordo entre os quilômetros 11 e 20 é



a) a tracejada que termina acima de $50\,\text{km/h}.$
b) a cheia que termina acima de $50\,\text{km/h}.$
c) a tracejada que termina abaixo de $50\,\text{km/h}.$
d) a pontilhada.
e) a cheia que termina abaixo de $50\,\text{km/h}.$

8. (Ita 2001) Em um farol de sinalização, o feixe de luz está acoplado a um mecanismo rotativo que realiza uma volta completa a cada T segundos. O farol se encontra a uma distância R do centro de uma praia de comprimento 2L, conforme a figura. O tempo necessário para o feixe de luz "varrer" a praia, em cada volta, é



a) $\text{arctg}\left(\frac{L}{R}\right)\frac{T}{(2\pi)}$

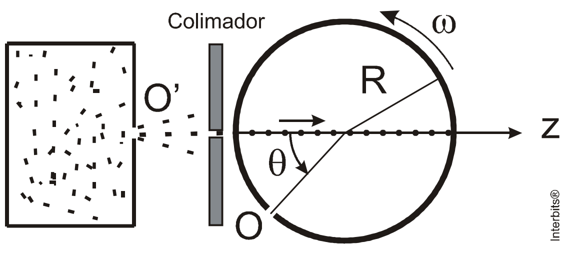
b) $\text{arctg}\,\frac{2L}{R}\,\frac{T}{(2\pi)}$

c) $\text{arctg}\left(\frac{L}{R}\right)\frac{T}{\pi}$

d) $\text{arctg}\left(\frac{L}{2R}\right)\frac{T}{(2\pi)}$

e) $\text{arctg}\,\frac{\left(\frac{L}{R}\right)}{T\pi}$

9. (Ita 2013) Um dispositivo é usado para determinar a distribuição de velocidades de um gás. Em $t = 0$, com os orifícios O' e O alinhados no eixo *z*, moléculas ejetadas de O', após passar por um colimador, penetram no orifício O do tambor de raio interno R, que gira com velocidade angular constante ω. Considere, por simplificação, que neste instante inicial $(t = 0)$ as moléculas em movimento encontram-se agrupadas em torno do centro do orifício O. Enquanto o tambor gira, conforme mostra a figura, tais moléculas movem-se horizontalmente no interior deste ao longo da direção do eixo *z*, cada qual com sua própria velocidade, sendo paulatinamente depositadas na superfície interna do tambor no final de seus percursos. Nestas condições, obtenha em função do ângulo θ a expressão para $v - v_{min}$, em que *v* é a velocidade da molécula depositada correspondente ao giro θ do tambor e v_{min} é a menor velocidade possível para que as moléculas sejam depositadas durante a primeira volta deste.



10. (Ita 2001) Uma partícula move-se ao longo de uma circunferência circunscrita em um quadrado de lado L com velocidade angular constante. Na circunferência inscrita nesse mesmo quadrado, outra partícula move-se com a mesma velocidade angular. A razão entre os módulos das respectivas velocidades tangenciais dessas partículas é

a) $\sqrt{2}$
b) $2\sqrt{2}$
c) $\frac{\left(\sqrt{2}\right)}{2}$
d) $\frac{\left(\sqrt{3}\right)}{2}$
e) $\frac{\left(\sqrt{3}\right)}{2}$

11. (Ita 1995) Um avião voa numa altitude e velocidade de módulos constantes, numa trajetória circular de raio R, cujo centro coincide com o pico de uma montanha onde está instalado um canhão. A velocidade tangencial do avião é de 200 m/s e a componente horizontal da velocidade da bala do canhão é de 800 m/s. Desprezando-se efeitos de atrito e movimento da Terra e admitindo que o canhão está direcionado de forma a compensar o efeito da atração gravitacional, para atingir o avião, no instante do disparo o canhão deverá estar apontado para um ponto à frente do mesmo situado a:

a) 4,0 rad
b) 4,0π rad
c) 0,25R rad
d) 0,25π rad
e) 0,25 rad

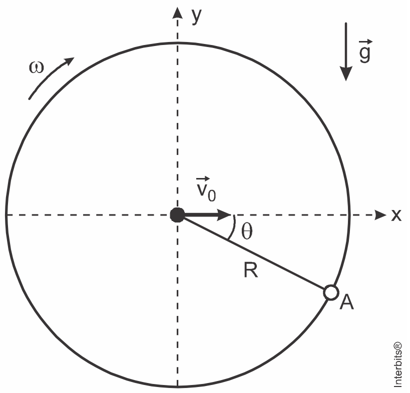
12. (Ita 2001) No sistema convencional de tração de bicicletas, o ciclista impele os pedais, cujo eixo movimenta a roda dentada (coroa) a ele solidária. Esta, por sua vez, aciona a corrente responsável pela transmissão do movimento a outra roda dentada (catraca), acoplada ao eixo traseiro da bicicleta. Considere agora um sistema duplo de tração, com 2 coroas, de raios R1 e R2 (R1<R2) e 2 catracas R3 e R4 (R3<R4), respectivamente. Obviamente, a corrente só toca uma coroa e uma catraca de cada vez, conforme o comando da alavanca de câmbio. A combinação que permite máxima velocidade da bicicleta, para uma velocidade angular dos pedais fixa, é

a) coroa R1 e catraca R3.
b) coroa R1 e catraca R4.
c) coroa R2 e catraca R3.
d) coroa R2 e catraca R4.
e) é indeterminada já que não se conhece o diâmetro da roda traseira da bicicleta.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
Considere dadas as seguintes constantes físicas e, quando necessário, use estes seus valores bem como a conversão de unidades apresentada:

Aceleração local da gravidade: $g = 10\ m/s^2$.
Constante de Boltzmann: $k_B = 1{,}4 \times 10^{-23}\ J/K$.
Constante universal dos gases: $R = 8\ \frac{J}{mol \cdot K}$.
Densidade da água: $1{,}0\ g/cm^3$.
Velocidade da luz no vácuo: $c = 3{,}0 \times 10^8\ m/s$.
$1{,}0\ cal = 4{,}2\ J$.

13. (Ita 2020) Na figura, o anel de raio R gira com velocidade angular ω constante e dispõe de um alvo pontual A que cruza o eixo x no mesmo instante em que, do centro do anel, é disparado em sua direção um projétil puntiforme com velocidade $\vec{v}_0$.



Desconsiderando a resistência do ar,

a) determine o ângulo θ, em relação ao eixo x, em que o projétil acerta o alvo;
b) determine o intervalo de tempo Δt despendido pelo projétil para acertar o alvo;
c) a velocidade angular ω é determinada apenas por θ e Δt? Justifique.

Gabarito:

Resposta da questão 1:
Cálculo da distância da Terra ao planeta Gama:

- módulo da velocidade da luz (c) = 3×10^8 m/s
- 1 ano tem aproximadamente $3{,}2 \times 10^7$ s

Como $v = \Delta S/\Delta t$
$3 \times 10^8 = \Delta S/3{,}2 \times 10^7$
$\Delta S = 9{,}6 \times 10^{16}$ m

Considerando a metade do percurso percorrida com aceleração de 15 m/s^2

$\Delta S = 1/2\ a.t^2$
$9{,}6 \times 10^{16}/2 = (1/2).15.t^2$
$t = 8 \times 10^7$ s

Cálculo do tempo total de ida e volta:

T = 4.t
$T = 3{,}2 \times 10^8$ s
T = 120 meses

Resposta da questão 2: [D]

Resposta da questão 3: [C]

Resposta da questão 4: [A]

Resposta da questão 5: [D]

Resposta da questão 6: [D]

Um carro A para pelo semáforo com uma velocidade de $45\ \text{km/h} = 12{,}5\ \text{m/s}$ e demora T segundos pra passar o pelo percurso.
Um carro B, que esta mais distante passa pelo semáforo com uma velocidade de $50\ \text{km/h} = 13{,}889\ \text{m/s}$ e demora $T - 8$ segundos.
Ambos pegando a "onda verde".

$\Delta S = V_0 \cdot \Delta t$
$\Delta S = 12{,}5 \cdot T \quad \text{(i)}$
$\Delta S = 13{,}889 \cdot (T - 8) \quad \text{(ii)}$
$12{,}5 \cdot T = 13{,}889 \cdot (T - 8)$
$T = 80\ \text{s} \quad \text{(iii)}$
(iii) em (i)
$\Delta S = 12{,}5 \cdot 80 \Rightarrow \Delta S = 1.000\ \text{m} \Rightarrow \Delta S = 1\,\text{km}$

Resposta da questão 7:
[E]

Sendo x a distância percorrida, para a parte do gráfico tal que $11 \le x \le 20,$ temos:

$$v(x) = 10x - 100$$

$$\frac{dx}{dt} = 10x - 100 \Rightarrow dt = \frac{1}{10x - 100}dx$$

Integrando de 11 a 20:

$$t = \int_{11}^{20} \frac{1}{10x - 100}dx$$

Fazendo a mudança de variável:

$$u = 10x - 100 \Rightarrow du = 10dx \Rightarrow dx = \frac{du}{10}$$

$$\begin{cases} x = 11 \Rightarrow u = 10 \\ x = 20 \Rightarrow u = 100 \end{cases}$$

$$t = \frac{1}{10}\int_{10}^{100} \frac{1}{u}du = \frac{1}{10}\left[\ell nu\right]_{10}^{100}$$

$$t = \frac{1}{10}\left(\ell n100 - \ell n10\right) \cong \frac{1}{10}\left(4{,}6 - 2{,}3\right)$$

$$t \cong 0{,}23\ h$$

E a velocidade média será:

$$v_m = \frac{9\ km}{0{,}23\ h} \cong 39\ km/h$$

Como v_m está aumentando com o aumento de x, o gráfico deve ter concavidade para cima.

Resposta da questão 8:
[C]

Resposta da questão 9:
Analisando o deslocamento da molécula, pelo eixo Z, para se depositar na parede interna do tambor:

$$\Delta S = 2R$$

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \to V = \frac{2R}{\Delta t} \to \Delta t = \frac{2R}{V}$$

Analisando a velocidade angular do tambor:

$$\Delta\varphi = \theta$$

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \to \omega = \frac{\theta}{\Delta t} \to \Delta t = \frac{\theta}{\omega}$$

Igualando as duas equações em Δt :

$$\frac{2R}{V} = \frac{\theta}{\omega} \to V = \frac{2R\omega}{\theta}$$

Considerando a primeira rotação completa do tambor, para a determinação da velocidade mínima:

$$\theta = 2\pi rad$$

$$V = \frac{2R\omega}{\theta} \to V_{mín} = \frac{2R\omega}{2\pi} \to V_{mín} = \frac{R\omega}{\pi}$$

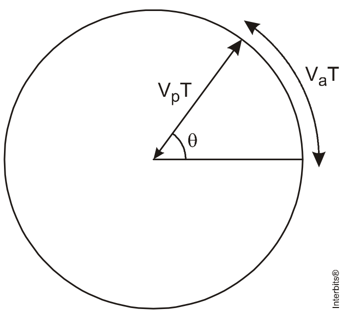
Concluindo:

$$V - V_{mín} = \frac{2R\omega}{\theta} - \frac{R\omega}{\pi}$$

$$V - V_{mín} = \frac{\omega R}{\pi\theta}\left(2\pi - \theta\right)$$

Resposta da questão 10: [A]

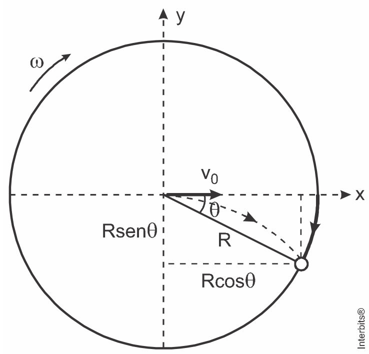
Resposta da questão 11: [E]



$$\theta = \frac{V_a T}{V_P T} = \frac{200}{800} = 0{,}25\text{rd}$$

Resposta da questão 12:
[C]

Resposta da questão 13:
a) Do enunciado, temos a situação:



Em y, temos:

$$\Delta y = \frac{1}{2} g \Delta t^2 \Rightarrow \Delta t = \sqrt{\frac{2\Delta y}{g}}$$

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2R\,\text{sen}\,\theta}{g}}$$

Em x, temos:

$$\Delta x = v_0 \Delta t \Rightarrow (R\cos\theta)^2 = \left(v_0\sqrt{\frac{2R\,\text{sen}\,\theta}{g}}\right)^2$$

$$R^2\left(1 - \text{sen}^2\theta\right) = {v_0}^2 \cdot \frac{2R\,\text{sen}\,\theta}{g} \Rightarrow \text{sen}^2\theta + \frac{2{v_0}^2}{gR}\text{sen}\,\theta - 1 = 0$$

Aplicando a fórmula de Bhaskara, chegamos a:

$$\text{sen}\,\theta = -\frac{{v_0}^2}{gR} \pm \frac{\sqrt{{v_0}^4 + g^2R^2}}{gR}$$

Devemos ter $\text{sen}\,\theta > 0$, logo:

$$\therefore\ \theta = \text{arcsen}\left(\frac{-{v_0}^2 + \sqrt{{v_0}^4 + g^2R^2}}{gR}\right)$$

b) Substituindo o valor de $\text{sen}\,\theta$ obtida para o tempo, obtemos:

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2R}{g} \cdot \left(\frac{-{v_0}^2 + \sqrt{{v_0}^4 + g^2R^2}}{gR}\right)}$$

$$\therefore\ \Delta t = \sqrt{\frac{2\left(-{v_0}^2 + \sqrt{{v_0}^4 + g^2R^2}\right)}{g^2}}$$

c) A velocidade angular é dada por:

$$\omega = \frac{\theta + 2k\pi}{\Delta t}, \quad (k \in \mathbb{Z})$$

Portanto, é necessário também que se conheça o número de voltas dada pelo alvo.