1. (Fuvest 2010) Um consórcio internacional, que reúne dezenas de países, milhares de cientistas e emprega bilhões de dólares, é responsável pelo *Large Hadrons Colider* (LHC), um túnel circular subterrâneo, de alto vácuo, com 27 km de extensão, no qual eletromagnetos aceleram partículas, como prótons e antiprótons, até que alcancem 11.000 voltas por segundo para, então, colidirem entre si. As experiências realizadas no LHC investigam componentes elementares da matéria e reproduzem condições de energia que teriam existido por ocasião do *Big Bang*.

a) Calcule a velocidade do próton, em km/s, relativamente ao solo, no instante da colisão.

b) Calcule o percentual dessa velocidade em relação à velocidade da luz, considerada, para esse cálculo, igual a 300.000 km/s.

c) Além do desenvolvimento científico, cite outros dois interesses que as nações envolvidas nesse consórcio teriam nas experiências realizadas no LHC.

2. (Fuvest 2016) Em janeiro de 2006, a nave espacial New Horizons foi lançada da Terra com destino a Plutão, astro descoberto em 1930. Em julho de 2015, após uma jornada de aproximadamente 9,5 anos e 5 bilhões de km, a nave atinge a distância de 12,5 mil km da superfície de Plutão, a mais próxima do astro, e começa a enviar informações para a Terra, por ondas de rádio. Determine

a) a velocidade média v da nave durante a viagem;
b) o intervalo de tempo Δt que as informações enviadas pela nave, a 5 bilhões de km da Terra, na menor distância de aproximação entre a nave e Plutão, levaram para chegar em nosso planeta;
c) o ano em que Plutão completará uma volta em torno do Sol, a partir de quando foi descoberto.

Note e adote:

Velocidade da luz $= 3 \times 10^8\ \text{m/s}$

Velocidade média de Plutão $= 4{,}7\ \text{km/s}$

Perímetro da órbita elíptica de Plutão $= 35{,}4 \times 10^9\ \text{km}$

1 ano $= 3 \times 10^7\ \text{s}$

3. (Unicamp 2019) Nos cruzamentos de avenidas das grandes cidades é comum encontrarmos, além dos semáforos tradicionais de controle de tráfego de carros, semáforos de fluxo de pedestres, com cronômetros digitais que marcam o tempo para a travessia na faixa de pedestres.

a) No instante em que o semáforo de pedestres se torna verde e o cronômetro inicia a contagem regressiva, uma pessoa encontra-se a uma distância $d = 20\ \text{m}$ do ponto de início da faixa de pedestres, caminhando a uma velocidade inicial $v_0 = 0{,}5\ \text{m/s}$. Sabendo que ela inicia a travessia da avenida com velocidade $v = 1{,}5\ \text{m/s}$, calcule a sua aceleração constante no seu deslocamento em linha reta até o início da faixa.

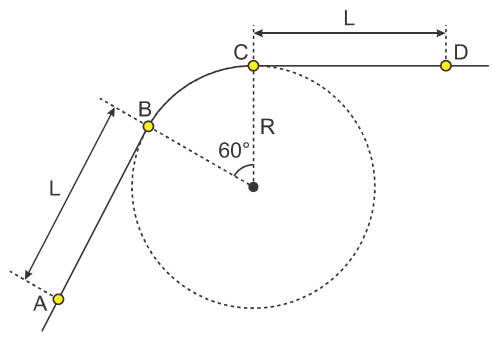
b) Considere agora uma pessoa que atravessa a avenida na faixa de pedestres, partindo de um lado da avenida com velocidade inicial $v_0 = 0{,}4\ \text{m/s}$ e chegando ao outro lado com velocidade final $v = 1{,}2\ \text{m/s}$. O pedestre realiza todo o percurso com aceleração constante em um intervalo de tempo de $t = 15\ \text{s}$. Construa o gráfico da velocidade do pedestre em função do tempo e, a partir do gráfico, calcule a largura da avenida.

4. (Unicamp 2015) A Agência Espacial Brasileira está desenvolvendo um veículo lançador de satélites (VLS) com a finalidade de colocar satélites em órbita ao redor da Terra. A agência pretende lançar o VLS em 2016, a partir do Centro de Lançamento de Alcântara, no Maranhão.

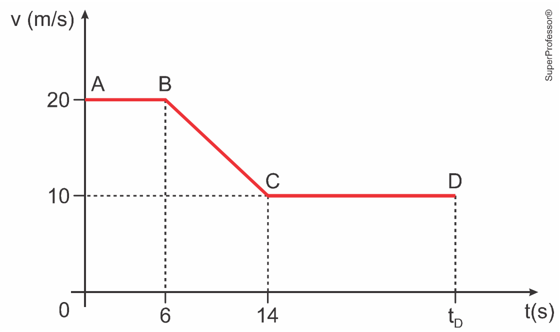
a) Considere que, durante um lançamento, o VLS percorre uma distância de 1200km em 800s. Qual é a velocidade média do VLS nesse trecho?

b) Suponha que no primeiro estágio do lançamento o VLS suba a partir do repouso com aceleração resultante constante de módulo a_R. Considerando que o primeiro estágio dura 80s, e que o VLS percorre uma distância de 32km, calcule a_R.

5. (Albert Einstein - Medicina 2023) Em uma viagem, um veículo de 1000 kg passou pelo trecho ABCD da rodovia mostrada em uma visão superior na figura. Os trechos AB e CD são retilíneos e têm comprimentos L. O trecho BC é circular, de raio de curvatura R.

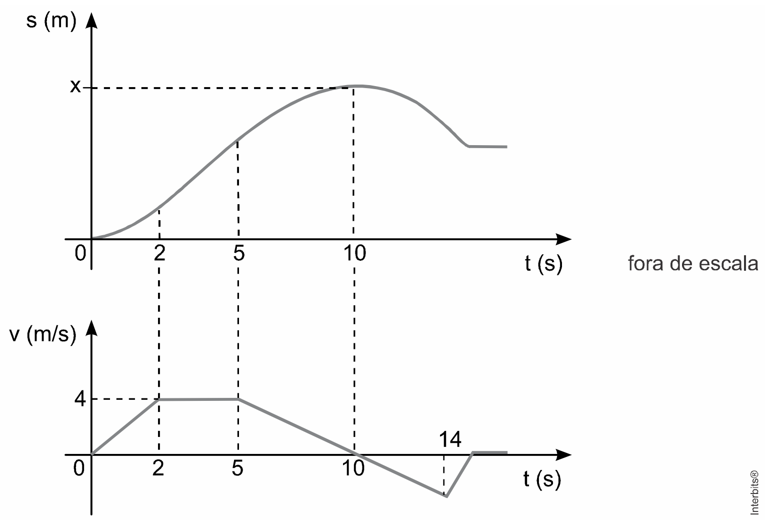


O gráfico, fora de escala, mostra como variou a velocidade escalar desse veículo em função do tempo, ao longo do trecho ABCD da rodovia.



a) Calcule a intensidade da aceleração escalar do veículo, em m/s^2, no trecho BC. Em seguida, calcule o trabalho, em joules, realizado pela resultante das forças que atuaram sobre o veículo entre os pontos A e D.
b) Calcule o instante t_D, em segundos, em que o veículo passou pelo ponto D. Em seguida, adotando $\pi = 3$, calcule o raio de curvatura R, em metros, do trecho BC.

6. (Famerp 2017) Um corpo de massa $8\ kg$ movimenta-se em trajetória retilínea sobre um plano horizontal e sua posição (s) e sua velocidade escalar (v) variam em função do tempo (t), conforme os gráficos.



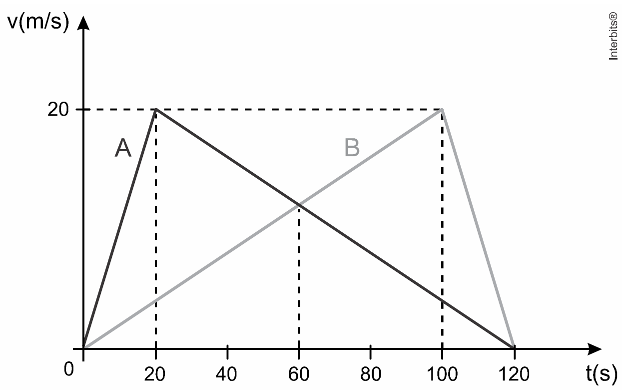
a) Determine a posição x, em metros, desse corpo no instante $t = 10\ s$.
b) Calcule o módulo da resultante das forças, em newtons, que atuam sobre o corpo no intervalo de tempo entre $t = 6\ s$ e $t = 12\ s$.

7. (Fuvest) Um veículo movimenta-se numa pista retilínea de 9,0 km de extensão. A velocidade máxima que ele pode desenvolver no primeiro terço do comprimento da pista é 15 m/s, e nos dois terços seguintes é de 20 m/s. O veículo percorreu esta pista no menor tempo possível. Pede-se:
a) a velocidade média desenvolvida;
b) o gráfico v x t deste movimento.

8. (Unicamp 2014) Correr uma maratona requer preparo físico e determinação. A uma pessoa comum se recomenda, para o treino de um dia, repetir 8 vezes a seguinte sequência: correr a distância de 1 km à velocidade de 10,8 km/h e, posteriormente, andar rápido a 7,2 km/h durante dois minutos.

a) Qual será a distância total percorrida pelo atleta ao terminar o treino?
b) Para atingir a velocidade de 10,8 km/h, partindo do repouso, o atleta percorre 3 m com aceleração constante. Calcule o módulo da aceleração *a* do corredor neste trecho.

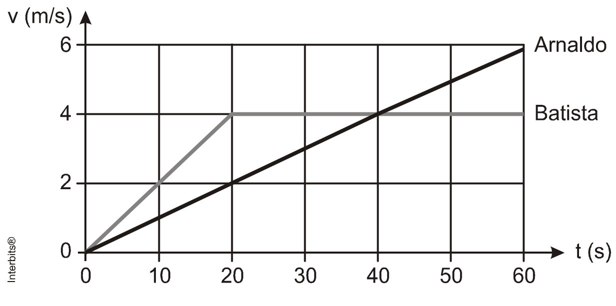
9. (Unifesp 2016) Dois veículos, A e B, partem simultaneamente de uma mesma posição e movem-se no mesmo sentido ao longo de uma rodovia plana e retilínea durante 120 s. As curvas do gráfico representam, nesse intervalo de tempo, como variam suas velocidades escalares em função do tempo.



Calcule:

a) o módulo das velocidades escalares médias de A e de B, em m/s, durante os 120 s.
b) a distância entre os veículos, em metros, no instante $t = 60$ s.

10. (Fuvest 2014) Arnaldo e Batista disputam uma corrida de longa distância. O gráfico das velocidades dos dois atletas, no primeiro minuto da corrida, é mostrado na figura.



Determine

a) a aceleração a_B de Batista em $t = 10$ s;

b) as distâncias d_A e d_B percorridas por Arnaldo e Batista, respectivamente, até $t = 50$ s;

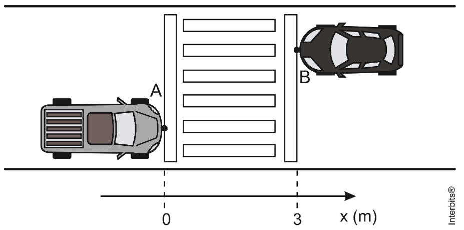
c) a velocidade média v_A de Arnaldo no intervalo de tempo entre 0 e 50 s.

11**.** (Albert Einstein - Medicina 2023) A escala Beaufort de velocidade do vento no mar, inventada em 1806, foi muito utilizada no passado. De acordo com ela, a relação entre a velocidade V do vento, em metros por segundo, e o número Beaufort, indicado por B, é dada pela fórmula $V = 0{,}836 \cdot B^{1{,}5}$.

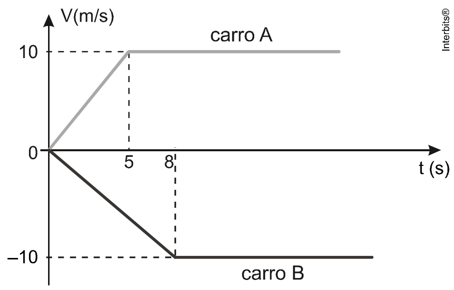
a) Calcule V para B = 4. Em seguida, sabendo que 1 nó equivale a 1,852 km/h, escreva a fórmula da escala Beaufort para o caso em que V seja dado em nós.

b) A velocidade de 29,26 m/s do vento no mar pode causar tempestades em terra que provoquem destelhamentos e quedas de pequenas construções. Calcule o valor de B para essa velocidade do vento. Escreva sua resposta na forma $B = \sqrt[n]{p^m}$, com n, m e p sendo números naturais.

12**.** (Unesp 2013) Dois automóveis estão parados em um semáforo para pedestres localizado em uma rua plana e retilínea. Considere o eixo x paralelo à rua e orientado para direita, que os pontos A e B da figura representam esses automóveis e que as coordenadas $x_A(0) = 0$ e $x_B(0) = 3$, em metros, indicam as posições iniciais dos automóveis.

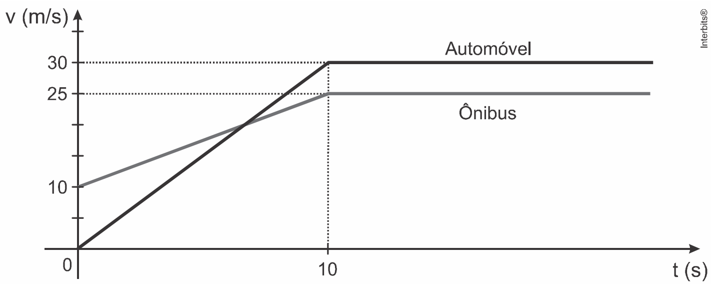


Os carros partem simultaneamente em sentidos opostos e suas velocidades escalares variam em função do tempo, conforme representado no gráfico.



Considerando que os automóveis se mantenham em trajetórias retilíneas e paralelas, calcule o módulo do deslocamento sofrido pelo carro A entre os instantes 0 e 15 s e o instante t, em segundos, em que a diferença entre as coordenadas x_A e x_B, dos pontos A e B, será igual a 332 m.

13**.** (Famerp 2020) Em uma estrada, no instante em que um automóvel partiu do repouso de uma cabine de pedágio com cobrança manual, um ônibus passou pela cabine eletrônica com velocidade de $10\ \text{m/s}$. O gráfico mostra as variações das velocidades dos veículos, em função do tempo, a partir desse instante.



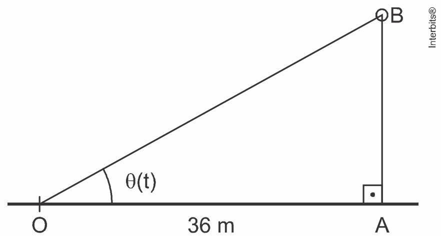
a) Calcule a aceleração do ônibus, em m/s^2, entre os instantes zero e dez segundos. Considerando a origem das posições na cabine de pedágio, escreva a equação horária do movimento do ônibus, em unidades do SI, para esse mesmo intervalo de tempo.
b) Desprezando as dimensões dos veículos, calcule a que distância das cabines de pedágio, em metros, o automóvel alcançou o ônibus.

14. (Unesp) Uma norma de segurança sugerida pela concessionária de uma autoestrada recomenda que os motoristas que nela trafegam mantenham seus veículos separados por uma "distância" de 2,0 segundos.

a) Qual é essa distância, expressa adequadamente em metros para veículos que percorrem a estrada com a velocidade constante de 90km/h?

b) Suponha que, nessas condições, um motorista freie bruscamente seu veículo até parar, com aceleração constante de módulo 5,0m/s^2, e o motorista de trás só reaja, freando seu veículo, depois de 0,50s. Qual deve ser a aceleração mínima do veículo de trás para não colidir com o da frente?

15. (Fuvest 2017)



Um balão B sobe verticalmente com aceleração constante de $2\,\mathrm{m/s^2}$ a partir de um ponto A localizado no solo a $36\,\mathrm{m}$ de um observador , que permanece em repouso no solo. A medida em radianos do ângulo de elevação do balão em relação ao observador no instante t é denotada por $\theta(t)$.
Sabe-se que a massa do balão é de $90\,\mathrm{kg}$.

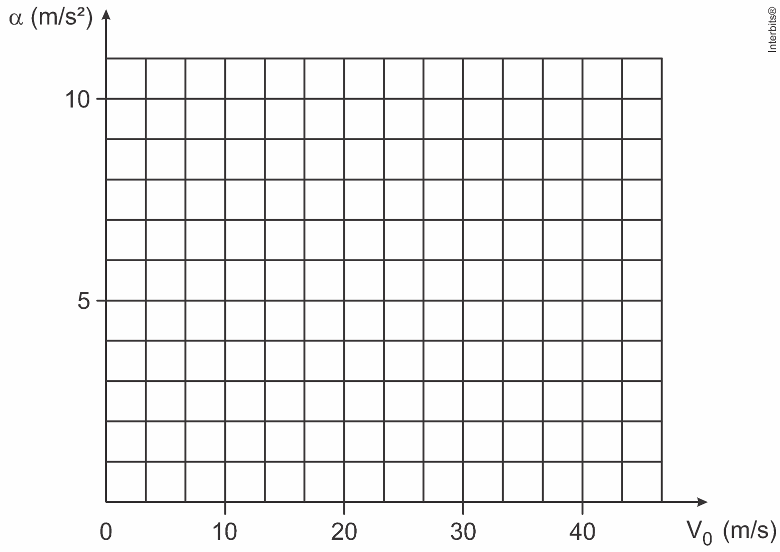
a) Supondo que as forças que determinam o movimento do balão sejam o seu peso e o empuxo, calcule o volume do balão.
b) Suponha que, no instante $t_0 = 0,$ o balão se encontre no ponto A e que sua velocidade seja nula. Determine a velocidade média do balão entre o instante t_1 em que $\theta(t_1) = \dfrac{\pi}{4}$ e o instante t_2 em que $\theta(t_2) = \dfrac{\pi}{3}.$

Adote:
Aceleração da gravidade: $10\,\mathrm{m/s^2}$
Densidade do ar: $1{,}2\,\mathrm{kg/m^3}$

16. (Pucrj 2007) Dois objetos saem no mesmo instante de dois pontos A e B situados a 100 m de distância um do outro. Os objetos vão se encontrar em algum ponto entre A e B. O primeiro objeto sai de A em direção a B, a partir do repouso, com uma aceleração constante igual a 2,0 m/s^2. O segundo objeto sai de B em direção a A com uma velocidade constante de v = 15 m/s.
Determine:
a) o tempo que levam os objetos para se encontrar;
b) a posição onde ocorre o encontro dos dois objetos, medido a partir do ponto A.
c) Esboce o gráfico da posição versus tempo para cada um dos objetos.

17**.** (Fuvest) Procedimento de segurança, em autoestradas, recomenda que o motorista mantenha uma "distância" de 2 segundos do carro que está à sua frente, para que, se necessário, tenha espaço para frear ("Regra dos dois segundos"). Por essa regra, a distância D que o carro percorre, em $2\ s,$ com velocidade constante $V_0,$ deve ser igual à distância necessária para que o carro pare completamente após frear. Tal procedimento, porém, depende da velocidade V_0 em que o carro trafega e da desaceleração máxima α fornecida pelos freios.

a) Determine o intervalo de tempo $T_0,$ em segundos, necessário para que o carro pare completamente, percorrendo a distância D referida.
b) Represente, no sistema de eixos a seguir, a variação da desaceleração a em função da velocidade $V_0,$ para situações em que o carro para completamente em um intervalo T_0 (determinado no item anterior).
c) Considerando que a desaceleração a depende principalmente do coeficiente de atrito μ entre os pneus e o asfalto, sendo $0{,}6$ o valor de $\mu,$ determine, a partir do gráfico, o valor máximo de velocidade $V_M,$ em $m/s,$ para o qual a Regra dos dois segundos permanece válida.



Gabarito:

Resposta da questão 1:
Dados:
Comprimento de cada volta: **L** = 27 km; **c** = 3×10^5 km/s; **n** = 11×10^3 voltas; Δ**t** = 1 s.

a) $v = \dfrac{\Delta S}{\Delta t} = \dfrac{n\,L}{\Delta t} = \dfrac{11.000\ (27)}{1} \Rightarrow$

v = $2{,}97 \times 10^5$ km/s.

b) A razão percentual dessa velocidade em relação à velocidade da luz é:

$r_P = \dfrac{v}{c} \times 100 = \dfrac{2{,}97 \times 10^5}{3 \times 10^5} \times 100 \Rightarrow$

r_P = 99%.

c) Sabemos da corrida em busca de novas armas envolvendo tecnologias nucleares. Portanto, um primeiro interesse das nações envolvidas é bélico. Além disso, a descoberta de novas tecnologias também pode ser aproveitada no desenvolvimento de novos produtos, ou mesmo na redução dos custos de produção, melhorando o poder aquisitivo e a qualidade de vida das pessoas. Há ainda um outro interesse que é a busca por novas fontes para produção de energia.

Resposta da questão 2:
a) Dados: $1\,\text{ano} = 3 \times 10^7\ \text{s};\ \Delta t = 9{,}5\,\text{anos} = 9{,}5 \times 3 \times 10^7 = 2{,}85 \times 10^8\ \text{s};\ \Delta S = 5 \times 10^{12}\,\text{m}.$

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{5 \times 10^{12}}{2{,}85 \times 10^8} \Rightarrow \boxed{v = 1{,}75 \times 10^4\ \text{m/s.}}$$

b) Dado: $c = 3 \times 10^8\ \text{m/s.}$

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{c} = \frac{5 \times 10^{12}}{3 \times 10^8}\ \text{m/s} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 1{,}7 \times 10^4\ \text{s.}}$$

c) Teremos:

$$\text{Plutão} \begin{cases} \text{Velocidade média: } v = 4{,}7\ \text{km/s} \\ \text{Perímetro da órbita: } d = 35{,}4 \times 10^9\ \text{km} \\ \text{Período da órbita: T} \end{cases}$$

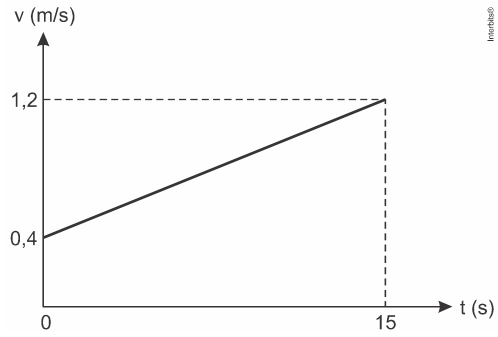
$$T = \frac{d}{v} = \frac{7{,}5 \times 10^9}{4{,}7} = 7{,}53 \times 10^9\ \text{s} = \frac{7{,}5 \times 10^9}{3 \times 10^7} = 251\,\text{anos.}$$

Como esse planeta foi descoberto em 1930, ele completará uma volta em torno do Sol no ano t: $t = 1\,930 + 251 \Rightarrow t = 2181.$

Resposta da questão 3:
a) Aplicando a equação de Torricelli, obtemos:

$$\begin{aligned} &v^2 = v_0{}^2 + 2ad \\ &1{,}5^2 = 0{,}5^2 + 2a \cdot 20 \\ &2{,}25 = 0{,}25 + 40a \\ &2 = 40a \\ &\therefore a = 5 \cdot 10^{-2}\ \text{m/s}^2 \end{aligned}$$

b) Gráfico $v \times t$:



Cálculo da largura L da avenida:
$L \cong$ área sob o gráfico

$$L = \frac{(1,2+0,4)\cdot 15}{2}$$
$$\therefore L = 12\ \text{m}$$

Resposta da questão 4:
a) Dados: $\Delta S = 1.200\ \text{km} = 1.200 \times 10^3\ \text{m};\ \Delta t = 800\ \text{s}.$

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{1.200\times 10^3}{800} \Rightarrow \boxed{v_m = 1.500\ \text{m/s}.}$$

b) Dados: $S = 32\ \text{km} = 32.000\ \text{m};\ S_0 = 0;\ v_0 = 0;\ t = 80\ \text{s}.$

$$S = S_0 + v_0\, t + \frac{a_R}{2}t^2 \Rightarrow 32.000 = \frac{a_R}{2}80^2 \Rightarrow \boxed{a_R = 10\ \text{m/s}^2.}$$

Resposta da questão 5:
a) No trecho BC, a velocidade varia linearmente com o tempo, sendo constante a aceleração escalar.

$$a_{BC} = \frac{\Delta v_{BC}}{\Delta t_{BC}} = \frac{10-20}{14-6} = \frac{-10}{8} \Rightarrow \boxed{a_{BC} = -1,25\,\text{m/s}^2}$$

Aplicando o teorema da energia cinética entre os pontos A e D:

$$\tau_{\vec{R}_{AD}} = \frac{m v_D^2}{2} - \frac{m v_A^2}{2} \Rightarrow \tau_{\vec{R}_{AD}} = \frac{1.000(10)^2}{2} - \frac{1.000(20)^2}{2} \Rightarrow$$
$$\tau_{\vec{R}_{AD}} = \frac{10^5 - 4\times 10^5}{2} = \frac{-3\times 10^5}{2} \Rightarrow \boxed{\tau_{\vec{R}_{AD}} = -1,5\times 10^5\ \text{J}}$$

b) De acordo com a figura e com o enunciado, o espaço percorrido nos trechos AB e CD são iguais. Como nesses trechos os movimentos são uniformes:

$$\Delta S_{AB} = \Delta S_{CD} \Rightarrow v_{AB}\,\Delta t_{AB} = v_{CD}\,\Delta t_{CD} \Rightarrow 2\cancel{0}(6-0) = 1\cancel{0}(t_D - 14) \Rightarrow$$
$$12 + 14 = t_D \Rightarrow \boxed{t_D = 26\,\text{s}}$$

Aplicando Torricelli no trecho BC:

$$v_C^2 = V_B^2 + 2a_{BC}\,\Delta S_{BC} \Rightarrow 10^2 = 20^2 - 2\cdot 1,25\,\Delta S_{BC} \Rightarrow$$
$$2,5\,\Delta S_{BC} = 300 \Rightarrow \boxed{\Delta S_{BC} = 120\,\text{m}}$$

Usando a proporcionalidade entre arcos e ângulos:

$$\frac{\Delta S_{BC}}{\cancel{60°}} = \frac{\cancel{2}\,\pi R}{\cancel{360°}} \Rightarrow \frac{120}{1} = \frac{\pi R}{3} \Rightarrow R = \frac{120\cdot\cancel{3}}{\cancel{\pi}} \Rightarrow \boxed{R = 120\,\text{m}}$$

Resposta da questão 6:
a) Calculando a área sob o gráfico de v para $0\ \text{s} \le t \le 14\ \text{s},$ temos:

$$A = \frac{(10+3)\cdot 4}{2} = 26$$

Como o móvel partiu de $s_0 = 0\ m,$ no instante $t = 10\ s$ ele estará na posição $26\ m.$

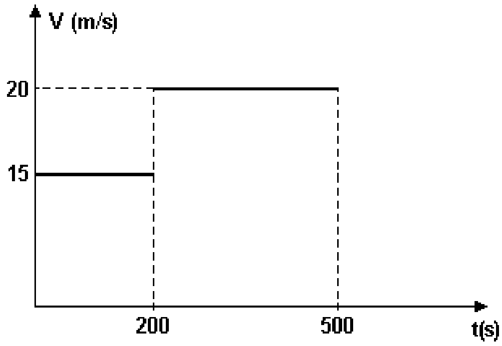
b) Aceleração do corpo para $6\ s \le t \le 12\ s$ (equivalente a calcular para $5\ s \le t \le 10\ s$):

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0-4}{10-5} \Rightarrow a = -0{,}8\ m/s^2$$

Logo, o módulo da força resultante será de:

$$|F_R| = m \cdot |a| = 8 \cdot |-0{,}8|$$
$$\therefore |F_R| = 6{,}4\ N$$

Resposta da questão 7:
a) 18 m/s.
b) Observe a figura a seguir.



Resposta da questão 8:
a) Dados: $\mathbf{d_1}$ = 1 km = 1.000 m; $\mathbf{v_2}$ = 7,2 km/h = 2 m/s; $\Delta t_2 = 2 min = 120 s.$
A distância total (**d**) percorrida nas 8 vezes é:

$$d = 8(d_1 + d_2) = 8(d_1 + v_2\ \Delta t_2) = 8(1.000 + 2 \cdot 120) = 8(1.240) \Rightarrow$$

$$\boxed{d = 9.920\ m.}$$

b) Dados: $\mathbf{v_0}$ = 0; $\mathbf{v_1}$ = 10,8 km/h = 3 m/s; $\Delta S = 3 m.$
Aplicando a equação de Torricelli:

$$v_1^2 = v_0^2 + 2\ a\ \Delta S \Rightarrow a = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2\ \Delta s} = \frac{3^2 - 0}{2 \cdot 3} = \frac{9}{6} \Rightarrow$$

$$\boxed{a = 1{,}5\ m/s^2.}$$

Resposta da questão 9:
a) Sabendo que em um gráfico da velocidade pelo tempo, tem-se que:

$$\text{Área} = \Delta S$$

Assim, podemos calcular o deslocamento escalar dos dois veículos durante o intervalo de tempo total:

$$\Delta S_A = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{120 \cdot 20}{2}$$
$$\Delta S_A = 1200\ m$$
$$\Delta S_B = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{120 \cdot 20}{2}$$
$$\Delta S_B = 1200\ m$$

Como o intervalo de tempo e o deslocamento é o mesmo para os dois veículos, as velocidades médias deles também são iguais. Assim,

$$v_1 = v_2 = \frac{\Delta S_2}{\Delta t_2} = \frac{1200}{120}$$
$$v_1 = v_2 = 10\ m/s$$

b) Para encontrarmos a distância entre os veículos é necessário encontrar o espaço que eles ocupam no instante 60 segundos.
Para tanto, é necessário encontrar a velocidade dos móveis nesse ponto.
Analisando o veículo A, temos que:

$$a_A = \frac{\Delta V_a}{\Delta t} = \frac{0-20}{100}$$
$$a_A = -0{,}2\ m/s^2$$

Com o valor da aceleração, podemos encontrar a velocidade do veículo A:

$$v_{a_{60}} = v_{a_{20}} + a_A \cdot t$$
$$v_{a_{60}} = 20 + (-0{,}2)40$$
$$v_{a_{60}} = 12\ m/s$$

Note que, em comparação ao veículo A, a aceleração do veículo B tem mesmo módulo e sentido contrário e a velocidade tem o mesmo módulo.

Assim,

$$\Delta S_A' = A_{Triangulo} + A_{trapézio}$$
$$\Delta S_A' = \frac{20 \cdot 20}{2} + \frac{(20+12)\cdot 40}{2}$$
$$\Delta S_A' = 200 + 640$$
$$\Delta S_A' == 840\ m$$

e

$$\Delta S_B' = A_{Triangulo} = \frac{60 \cdot 12}{2}$$
$$\Delta S_B' = 360\ m$$

Sendo d a distância entre os veículos no instante 60 segundos,

$$d = \Delta S_A' - \Delta S_B' = 840 - 360$$
$$d = 480\ m$$

Resposta da questão 10:

a) No gráfico, nota-se que o movimento de Batista é uniformemente variado. Entendendo como aceleração o módulo da componente tangencial da aceleração ou a aceleração escalar, tem-se:

$$a_B = \frac{\Delta v_B}{\Delta t_B} = \frac{4-0}{20-0} = \frac{4}{20} = \frac{1}{5} \quad \Rightarrow \quad \boxed{a_B = 0{,}2\ m/s^2.}$$

b) No gráfico **velocidade x tempo**, a distância percorrida é numericamente igual à "área" entre a linha do gráfico e o eixo dos tempos.

Assim:

$$\begin{cases} d_A = \dfrac{50 \times 5}{2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{d_A = 125\ m.} \\ d_B = \dfrac{50+30}{2} \times 4 \quad \Rightarrow \quad \boxed{d_B = 160\ m.} \end{cases}$$

c) A velocidade escalar média de Arnaldo no intervalo pedido é:

$$v_A = \frac{d_A}{\Delta t_A} = \frac{125}{50} \quad \Rightarrow \quad \boxed{v_A = 2{,}5\ m/s.}$$

Resposta da questão 11:

a) Trabalhando a expressão dada e substituindo B = 4:

$$V = 0{,}836B^{1,5} \Rightarrow V = 0{,}836B^{3/2} \Rightarrow V = 0{,}836\sqrt{B^3} \Rightarrow$$
$$V = 0{,}836\sqrt{4^3} = 0{,}836\sqrt{64} = 0{,}836 \cdot 8 \Rightarrow \boxed{V = 6{,}668\ m/s}$$

Usando análise dimensional:

$$V = \left[0{,}836B^{1{,}5}\ \cancel{m/s}\right] \times \left[\frac{3{,}6\ \cancel{km/h}}{\cancel{1m/s}}\right] \times \left[\frac{1\ \text{nó}}{1{,}852\ \cancel{km/h}}\right] \Rightarrow$$

$$V = \left(\frac{0{,}836 \cdot 3{,}6}{1{,}852}\right) B^{1{,}5} \Rightarrow \boxed{V = 1{,}625B^{1{,}5}\,[\text{nó}]}$$

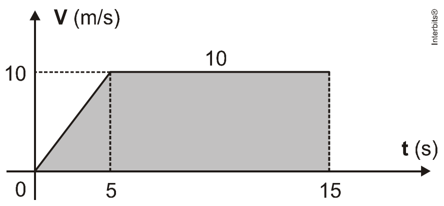
b) Substituindo o valor dado:

$$V = 0{,}836B^{3/2} \Rightarrow 29{,}26 = 0{,}836B^{3/2} \Rightarrow B^{3/2} = \frac{29{,}26}{0{,}836} \Rightarrow$$

$$B^{3/2} = 35 \Rightarrow \left(B^{3/2}\right)^{2/3} = 35^{2/3} \Rightarrow \boxed{B = \sqrt[3]{35^2}}$$

Resposta da questão 12:

Calculando o deslocamento (Δx_A) do móvel *A* até o instante **t** = 15 s.

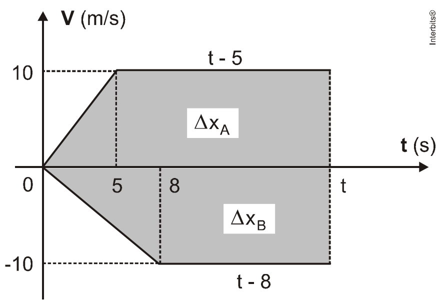


Da propriedade do gráfico $v \times t$.

$$\Delta x_A = \text{"área"} = \frac{15+10}{2} \cdot 10 \Rightarrow \Delta x_A = 25 \cdot 5 \Rightarrow$$

$$\Delta x_A = 125\ \text{m}.$$

Calculando o instante em que a distância entre os móveis é igual a 332 m, usando novamente a propriedade anterior:



$$\Delta x_A = \frac{t+(t-5)}{2} \times 10 = (2\ t - 5)\ 5 \Rightarrow \Delta x_A = 10\ t - 25.$$

Sendo $x_{0A} = 0,$ temos:

$$x_A = x_{0A} + \Delta x_A = 0 + 10\ t - 25 \Rightarrow x_A = 10\ t - 25.$$

$$\Delta x_B = -\left(\frac{t+(t-8)}{2}\right) \times 10 = -(2\ t - 8)\ 5 \Rightarrow \Delta x_B = -10\ t + 40.$$

Sendo $x_{0B} = 3\ \text{m},$ temos:

$$x_B = x_{0B} + \Delta x_A = 3 - 10\ t + 40 \Rightarrow x_B = -10\ t + 43.$$

No instante **t** a distância entre os móveis (D_{AB}) deve ser 332 m.

$$D_{AB} = x_A - x_B \Rightarrow 332 = 10\,t - 25 - (-10\,t + 43) \Rightarrow 332 = 20\,t - 68 \Rightarrow 20\,t = 400 \Rightarrow$$

$$t = 20\ \text{s.}$$

Resposta da questão 13:
a) A aceleração do ônibus entre os instantes zero e dez segundos é:

$$a_{\text{ônibus}} = \frac{\Delta v_{\text{ônibus}}}{\Delta t} \Rightarrow a_{\text{ônibus}} = \frac{(25-10)\ \text{m/s}}{10\ \text{s}} = \frac{15\ \text{m/s}}{10\ \text{s}} \therefore a_{\text{ônibus}} = 1{,}5\ \text{m/s}^2$$

Para esse mesmo intervalo de tempo, os dois móveis realizam um movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) e as equações horárias das posições e das velocidades do ônibus para qualquer tempo dentro deste intervalo são:

Equação horária das posições (SI):

$$s_{\text{ônibus}} = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2$$

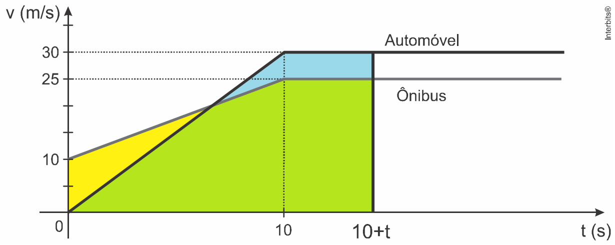
$$s_{\text{ônibus}} = 0 + 10t + \frac{1{,}5}{2} t^2 \therefore \boxed{s_{\text{ônibus}} = 10t + 0{,}75t^2}$$

Equação horária das velocidades (SI):

$$v_{\text{ônibus}} = v_0 + a \cdot t$$

$$\boxed{v_{\text{ônibus}} = 10 + 1{,}5t}$$

b) Para o automóvel alcançar o ônibus é necessário que a posição dos mesmos seja a mesma na estrada considerando como origem das posições a cabine de pedágio onde até os 10 segundos iniciais temos um MRUV e após ambos os móveis se deslocam com velocidades constantes (MRU), mas é possível, e bem mais fácil, calcular pela área do gráfico de velocidade pelo tempo, que representa a distância percorrida pelos móveis, de acordo com as regiões hachuradas do gráfico abaixo.



Supondo que os dois móveis se encontrarão no tempo $(10 + t)\ \text{s},$ sendo que neste momento as áreas de cada um devem ser iguais. No gráfico temos as áreas em azul e verde para o automóvel e amarelo e verde para o ônibus em que o verde foi considerado para áreas comuns (mistura de cores amarelo e azul).

Para o ônibus, somamos as áreas do trapézio e do retângulo:

$$s_{\text{ônibus}} = (10 + 25) \cdot \frac{10}{2} + 25(10 + t - 10)$$

$$\boxed{s_{\text{ônibus}} = 175 + 25t}$$

Para o automóvel, somando as áreas do triângulo e do retângulo:

$$s_{\text{automóvel}} = \frac{10 \cdot 30}{2} + 30(10 + t - 10)$$

$$\boxed{s_{\text{automóvel}} = 150 + 30t}$$

Igualando as duas equações das posições, descobrimos o tempo que eles se encontram após os primeiros dez segundos.

$$s_{\text{automóvel}} = s_{\text{ônibus}}$$
$$150 + 30t = 175 + 25t$$
$$30t - 25t = 175 - 150$$
$$5t = 25 \Rightarrow t = \frac{25}{5} \therefore t = 5\ \text{s}$$

Assim, com o tempo de encontro após os dez segundos iniciais e substituindo-o em qualquer uma equação horária das posições temos a distância total percorrida pelo carro até o encontro com o ônibus.

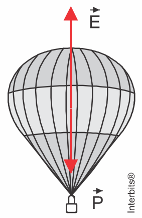
$$s_{\text{encontro}} = 150 + 30 \cdot 5 \Rightarrow s_{\text{encontro}} = 150 + 150 \therefore \boxed{s_{\text{encontro}} = 300\ \text{m}}$$

Logo, os móveis se encontram depois de andarem 300 m após a cabine de pedágio.

Resposta da questão 14:
a) 50 m

b) 3,125 m/s^2 (em módulo)

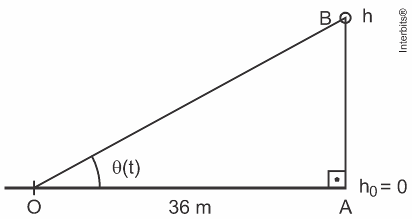
Resposta da questão 15:
a) A figura mostra as forças mencionadas no enunciado.



Como o balão sobe em movimento acelerado, $E > P.$ Aplicando o Princípio Fundamental da Dinâmica:

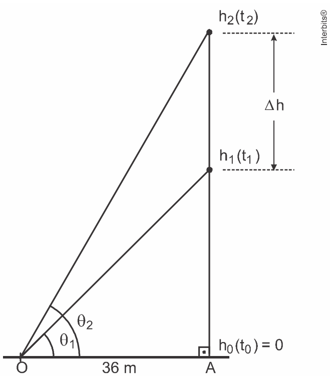
$$E - P = m\,a \Rightarrow d_{ar}Vg - mg = ma \Rightarrow V = \frac{m(a+g)}{d_{ar}\,g} = \frac{90(2+10)}{1{,}2 \times 10} \Rightarrow \boxed{V = 90\text{ m}^3.}$$

b) Adotando origem de altura no solo e considerando velocidade inicial nula, a relação entre a altura h do balão e o ângulo $\theta,$ num instante t é:



$$\begin{cases} tg\theta = \dfrac{h - h_0}{36} \quad \Rightarrow \quad h = 36\ tg\theta. \quad (I) \\ h = h_0 + v_0 t + \dfrac{a}{2}t^2 \quad \Rightarrow \quad h = \dfrac{2}{2}t^2 \Rightarrow h = t^2 \Rightarrow t = \sqrt{h}. \quad (II) \end{cases}$$

A figura mostra as posições do balão nos instante t_1 e t_2.



Em (I):

$$h = 36\ tg\theta \begin{cases} \theta_1 = \dfrac{\pi}{4} \quad \Rightarrow \quad h_1 = 36\,tg\dfrac{\pi}{4} \Rightarrow h_1 = 36\text{ m}. \\ \theta_2 = \dfrac{\pi}{3} \quad \Rightarrow \quad h_2 = 36\,tg\dfrac{\pi}{3} \Rightarrow h_2 = 36\sqrt{3}\text{ m}. \end{cases}$$

Em (II):

$$t=\sqrt{h}\begin{cases} t_1=\sqrt{36}\Rightarrow t_1=6\text{ s.}\\ t_2=\sqrt{36\sqrt{3}}\Rightarrow t_2=6\sqrt[4]{3}\text{ s.}\end{cases}$$

A velocidade média é dada por:

$$v_m=\frac{\Delta h}{\Delta t}=\frac{36\sqrt{3}-36}{6\sqrt[4]{3}-6}=\frac{36\left(\sqrt{3}-1\right)}{6\left(\sqrt[4]{3}-1\right)}\Rightarrow v_m=\frac{6\left(\sqrt{3}-1\right)}{\left(\sqrt[4]{3}-1\right)}.$$

Racionalizando a expressão acima:

$$v_m=\frac{6\left(\sqrt{3}-1\right)}{\left(\sqrt[4]{3}-1\right)}\times\frac{\left(\sqrt[4]{3}+1\right)}{\left(\sqrt[4]{3}+1\right)}=\frac{6\left(\sqrt{3}-1\right)\times\left(\sqrt[4]{3}+1\right)}{\sqrt{3}-1}\Rightarrow v_m=6\left(\sqrt[4]{3}+1\right)\text{m/s.}$$

Aproximando os valores:

$$v_m=6\left(1{,}32+1\right)\Rightarrow\boxed{v_m=13{,}9\text{ m/s.}}$$

Resposta da questão 16:
a) Teremos:

$$\left.\begin{cases} S_A=\frac{a}{2}t^2\ \Rightarrow\ S_A=\frac{2}{2}t^2\ \Rightarrow\ S_A=t^2\\ S_B=S_0+v\,t\ \Rightarrow\ S_B=100-15\,t\end{cases}\right\rangle S_A=S_B\ \Rightarrow\ t^2=100-15\,t\ \Rightarrow$$

$$t^2+15t-100=0\ \Rightarrow\ t=\frac{-15\pm\sqrt{15^2-4(1)(-100)}}{2(1)}\ \Rightarrow\ t=\frac{-15\pm\sqrt{625}}{2}\ \Rightarrow$$

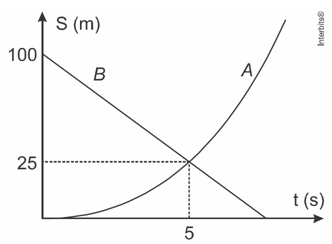
$$t=\frac{-15\pm25}{2}\ \Rightarrow$$

$$\left.\begin{cases} t=-20\text{ s (não convém);}\\ t\ =5\text{ s.}\end{cases}\right\rangle\Rightarrow\boxed{t_{enc}=5\text{ s.}}$$

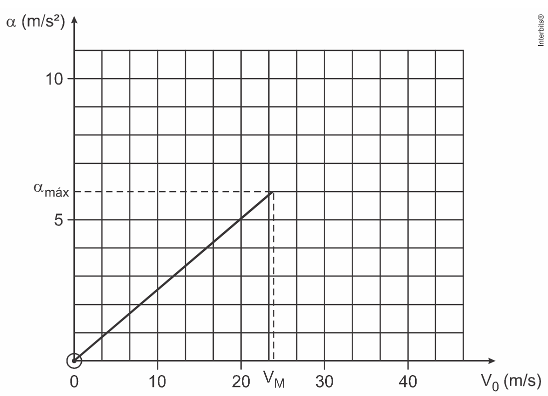
b) Determinando a posição de encontro:

$$t=5\text{ s}\ \Rightarrow\left.\begin{cases} S_A=5^2=25\text{ m.}\\ S_B=100-15(5)=25\text{ m.}\end{cases}\right\rangle\ \boxed{S_{enc}=25\text{ m}.}$$

c) o gráfico da posição versus tempo do movimento dos dois objetos é dado por:



Resposta da questão 17:
a) $T_0=4\text{ s}$ b) Observe o gráfico a seguir:



c) $24\text{ m/s}.$