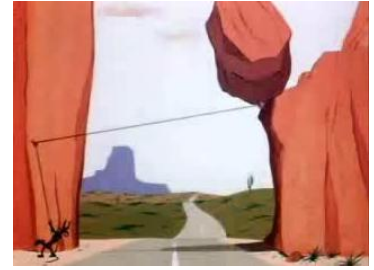


**Unimonte, Engenharia. Prof. Marco Simões**  
**Física Mecânica, Cinemática**

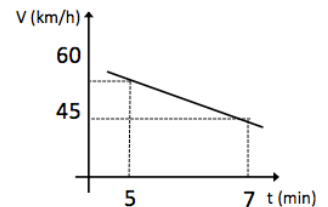
1. André está no km 30 de uma estrada, a uma velocidade constante de 60 km/h. Ele liga para Carlos que está no km 20 e pede que o encontre no instante em que ele (André) chegar ao km 150. Supondo que Carlos parta nesse instante com velocidade constante, calcule que velocidade (km/h) ele deve desenvolver e em quanto tempo (horas) eles se encontrarão. Resposta:  $v = 65 \text{ km/h}$ ;  $\Delta t = 2 \text{ h}$ .
2. Um corpo na posição 5,0 metros tem uma velocidade de 2,0 m/s, e na posição 15 metros, sua velocidade é de 6,0 m/s. Calcule sua aceleração, e, supondo que esta foi mantida constante, seu deslocamento nos dois primeiros minutos da corrida, e sua velocidade no final desses dois minutos. Resposta:  $a = 1,6 \frac{m}{s^2}$ ;  $v = 194 \frac{m}{s}$ ;  $\Delta x = 1,18 \times 10^4 \text{ m}$ .
3. Um carro passa por um posto policial a uma velocidade constante de 130 km/h. Os policiais saem em perseguição, partindo do repouso com uma aceleração constante de 1,2 m/s<sup>2</sup>. Em quanto tempo os policiais alcançarão o carro? Que distância terão percorrido? Resposta:  $\Delta t = 60,2 \text{ s}$ ;  $\Delta x = 2,17 \times 10^3 \text{ m}$
4. Um paraquedista está num helicóptero a 200 metros de altura, e deve saltar sobre um barco. Suponha que ele cairá com velocidade constante de 10 m/s. Um barco desenvolve uma velocidade constante de 18 km/h no sentido do ponto em que o paraquedista cairá. Para que ele caia exatamente sobre o barco, ele deve esperar que o barco esteja a que distância do ponto de encontro? Resposta:  $x = 100 \text{ m}$ .
5. Um carro passa pelo km 10 de uma estrada a 36 km/h, e passa pelo km 11 a 72 km/h. Supondo que sua aceleração é mantida constante, calcule o valor da aceleração (em m/s<sup>2</sup>), em quanto tempo (em segundos) ele atingirá o km 31 (contando a partir da marca de 11 km), e qual será sua velocidade (em km/h) ao chegar. Resposta:  $a = 0,15 \text{ m/s}^2$ ;  $\Delta t = 400 \text{ s}$ ;  $v = 80 \text{ m/s} = 288 \text{ km/h}$ .
6. Um elevador de construção sobe a com velocidade constante de 2 m/s a partir do piso do térreo. Por acidente, um martelo cai no poço do elevador de uma altura de 20 metros. A quantos metros do piso ele atingirá o elevador? Qual a velocidade do martelo no momento do impacto? Usar  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . Resposta:  $x = 3,7 \text{ m}$ ;  $v = 18,0 \text{ m/s}$ .
7. Um corpo A parte da posição 35 m com velocidade constante de 3,0 m/s. No mesmo instante, um segundo B corpo parte da posição 5,0 m, com velocidade também constante de 6 m/s. Pergunta-se: (a) em que momento eles se encontrarão? (b) Em que posição estarão no encontro? (c) Qual o deslocamento total de cada um até o encontro? Resposta:  $\Delta t = 10 \text{ s}$ ;  $x_2 = 65 \text{ m}$ ;  $\Delta x_A = 30 \text{ m}$  e  $\Delta x_B = 60 \text{ m}$ .
8. Um carro, no instante inicial, está a uma velocidade de 90 km/h. Depois de 25 segundos, sua velocidade é de 72 km/h. Calcule sua aceleração (supor aceleração constante) e seu deslocamento após dois minutos nesse regime. Resposta:  $a = -0,2 \frac{m}{s^2}$ ;  $\Delta x = 1,6 \times 10^3 \text{ m}$ .

9. O Coiote, em mais uma de suas armadilhas, planeja lançar uma pedra sobre o Papa-Léguas. A pedra está situada a uma altura de 50 m em relação à estrada. O Papa-Léguas está correndo a uma velocidade constante de 72 km/h, e está a uma distância de 100 metros da armadilha. Quanto tempo o Coiote deve esperar antes de lançar a pedra para que ela caia exatamente sobre o Papa-Léguas? Resposta:  $t = 1,8 \text{ s}$ .



10. Um arqueiro dispara uma flecha que sai do arco com velocidade constante de 65 m/s. Um cronômetro é acionado nesse instante e registra um tempo de 2,0 segundos até que se ouça o som da flecha ter atingido o alvo. Considere a velocidade do som  $v = 340 \text{ m/s}$ . A que distância estava o alvo? Resposta: 109 m.

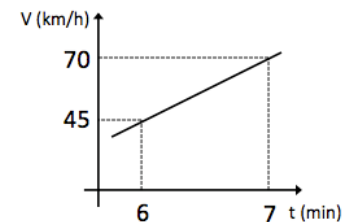
11. O movimento de um carro está descrito ao lado. Com base no gráfico, calcule (a) a aceleração do carro em  $\text{m/s}^2$  e (b) quantos metros ele percorrerá até sua parada total a partir de  $t = 7,0 \text{ min}$ . Resposta:  $a = -3,5 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2$ ;  $\Delta x = 2,23 \times 10^3 \text{ m}$ .



12. Duas estações, A e B estão distantes 2,0 km uma da outra. Um trem passa na cidade A, indo em direção à cidade B, com uma velocidade constante de 72 km/h. Nesse instante, um outro trem, partirá da cidade A em direção a B com aceleração constante. (a) Qual deve ser o valor da aceleração do trem de B em  $\text{m/s}^2$  para que eles se encontrem exatamente no meio do caminho? (b) Qual a velocidade do trem que partiu de B em km/h no momento do encontro? Resposta:  $a = -0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ;  $v = -144 \text{ km/h}$ .

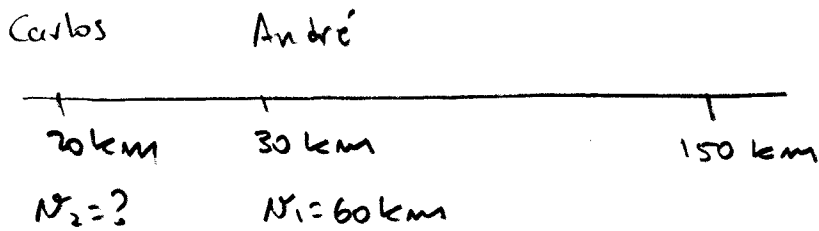
13. Um balde é lançado num poço, e, pelo atrito da roldana, cai com velocidade constante de 5,0 m/s. No instante em que ele é lançado um cronômetro é disparado e marca 20 segundos até se ouvir o som do impacto do balde com a água. Qual é a profundidade do poço? Considere a velocidade do som como 340 m/s. Resposta: 99 m

14. O movimento de um carro está descrito no gráfico ao lado. Com base nessas informações, calcule (a) sua aceleração, (b) seu deslocamento entre os instantes  $t=5 \text{ min}$  e  $t=10 \text{ min}$ . Resposta:  $a = 0,12 \text{ m/s}^2$ ;  $\Delta x = 7,0 \times 10^3 \text{ m}$ .



15. Um espião está fugindo e está no 4 andar de um edifício, a uma altura de 15 metros do chão. Ele vê um caminhão de lixo se aproximar, e acha que poderá pular sobre ele. O caminhão está a uma velocidade constante de 40 km/h, e está a 50 metros do prédio. Quanto tempo o espião deve esperar para saltar, se quiser cair exatamente dentro do caminhão? Considerar  $g=9,81 \text{ m/s}^2$ . Resposta: 2,7 s

①



André  $\Rightarrow$

$$x_{2A} = x_{1A} + N_A \Delta t$$

$$150 = 30 + 60 \Delta t$$

$$150 - 30 = 60 \Delta t$$

$$\frac{120}{60} = \Delta t \quad \Rightarrow \quad \boxed{\Delta t = 2 \text{ h}}$$

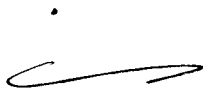
Carlos  $\Rightarrow$

$$x_{2C} = x_{1C} + N_C \Delta t$$

$$150 = 20 + N_C \cdot 2$$

$$150 - 20 = 2N_C$$

$$\frac{130}{2} = N_C \quad \Rightarrow \quad \boxed{N_C = 65 \text{ km/h}}$$



②

|                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| $x_1 = 5,0 \text{ m}$   | $x_2 = 15 \text{ m}$    |
| $N_1 = 2,0 \text{ m/s}$ | $N_2 = 6,0 \text{ m/s}$ |

$$x_2 - x_1 = \frac{N_1 + N_2}{2} \cdot \Delta t \quad \Rightarrow \quad 15 - 5 = \frac{2,0 + 6,0}{2} \cdot \Delta t$$

$$10 = 4 \cdot \Delta t \quad \Rightarrow \quad \Delta t = \frac{10}{4} \quad \Rightarrow \quad \Delta t = 2,5 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta N}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad a = \frac{6 - 2}{2,5} \quad \Rightarrow \quad \boxed{a = 1,6 \text{ m/s}^2}$$

$$N \text{ p/ } t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$$

$$N_2 = N_1 + a \Delta t \quad \Rightarrow \quad N_2 = 2,0 + 1,6 \times 2,5$$

$$\boxed{N_2 = 194 \text{ m/s}}$$

② continuação

$$x_2 - x_1 = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot \Delta t \quad ; \quad \Delta x = x_2 - x_1$$

$$\Delta x = \frac{30 + 194}{2} \cdot 120$$

$$\Delta x = \frac{196}{2} \cdot 120 = 11800 \Rightarrow \boxed{\Delta x = 1,18 \times 10^4 \text{ m}}$$

③

carro:

$$v = 130 \text{ km/h}$$

$$v = \frac{130}{3,6} = 36,1 \text{ m/s}$$

polícia:

$$v_1 = 0 \text{ m/s}$$

$$a = 1,2 \text{ m/s}^2$$

$$x_2 = x_1 + v \Delta t$$

$$x_2 = 0 + 36,1 \times \Delta t$$

$$x_2 = 36,1 \times \Delta t$$

$$x_2 = x_1 + v_1 \Delta t + \frac{a \Delta t^2}{2}$$

$$x_2 = 0 + 0 \times \Delta t + \frac{1,2 \cdot \Delta t^2}{2}$$

$$x_2 = 0,6 \Delta t^2$$

$$\text{Encontro} \Rightarrow 36,1 \times \Delta t = 0,6 \times \Delta t^2$$

$$0,6 \Delta t^2 - 36,1 \Delta t = 0$$

$$\Delta t (0,6 \Delta t - 36,1) = 0$$

$$\Delta t = 0 \quad \text{ou}$$

$$0,6 \Delta t - 36,1 = 0 \Rightarrow \Delta t = \frac{36,1}{0,6}$$

$$\boxed{\Delta t = 60,2 \text{ s}}$$

③ continuação

Posição  $\Rightarrow (x_1 = 0)$

$$\text{Polícia} \Rightarrow x_2 = x_1 + v \cdot \Delta t + \frac{a \Delta t^2}{2}$$

$$x_2 = 0 + 0 \cdot 60,2 + \frac{1,2 \cdot 60,2^2}{2}$$

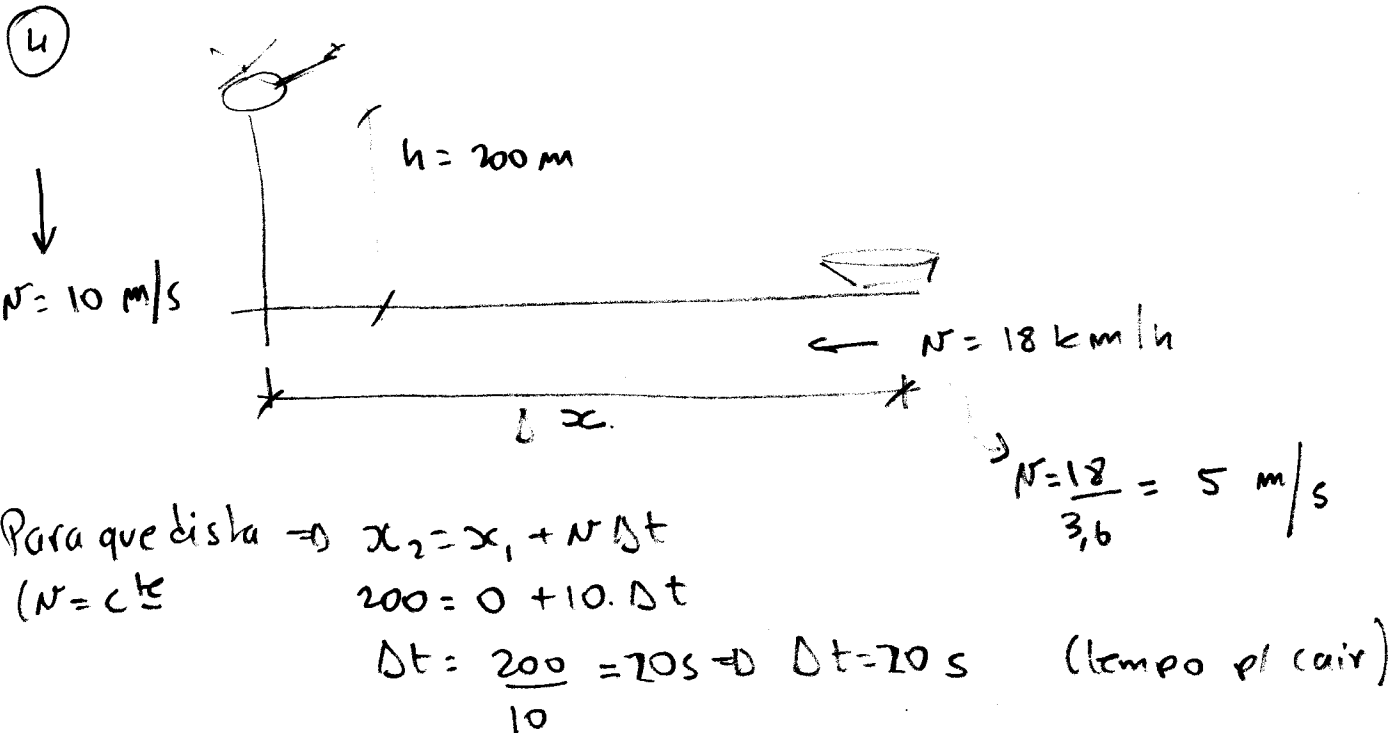
$$x_2 = 2,17 \times 10^3 \text{ m}$$

ou, Carro  $\Rightarrow x_2 = x_1 + v \cdot \Delta t$

$$x_2 = 0 + 36,1 \times 60,2$$

$$x_2 = 2,17 \times 10^3 \text{ m}$$

$$\therefore \Delta x = x_2 - x_1 \Rightarrow \Delta x = 2,17 \times 10^3 - 0 \Rightarrow \boxed{\Delta x = 2,17 \times 10^3 \text{ m}}$$



Barco  $\Rightarrow x_2 = x_1 + v \Delta t$

$$x_2 = 0 + 5 \cdot 20$$

$$x_2 = 100 \text{ m} \therefore$$

$\boxed{\text{O barco deve estar a } 100 \text{ m}}$

$$\textcircled{5} \quad x_1 = 10 \text{ km} = 1,0 \times 10^4 \text{ m}$$

$$v_1 = 36 \text{ km/h} = \frac{36}{3,6} = 10 \Rightarrow v_1 = 10 \text{ m/s}$$

$$x_2 = 11 \text{ km} = 1,1 \times 10^4 \text{ m}$$

$$v_2 = 72 \text{ km/h} = \frac{72}{3,6} = 20 \Rightarrow v_2 = 20 \text{ m/s}$$

Aceleraçāo usando fórmulas básicas:

$$x_2 - x_1 = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot \Delta t$$

$$1,1 \times 10^4 - 1,0 \times 10^4 = \frac{10 + 20}{2} \cdot \Delta t$$

$$1,0 \times 10^3 = 15 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{1,0 \times 10^3}{15} \Rightarrow \Delta t = 67 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{20 - 10}{67} \Rightarrow \boxed{a = 0,15 \text{ m/s}^2}$$

$$\text{OU} \Rightarrow x_2 = x_1 + v_1 \Delta t + \frac{a \Delta t^2}{2}$$

$$1,1 \times 10^4 = 1,0 \times 10^4 + 10 \times 67 + \frac{a \cdot 67^2}{2}$$

$$1,0 \times 10^3 - 670 = 2,24 \times 10^3 \cdot a$$

$$\boxed{a = 0,15 \text{ m/s}^2}$$

Aceleraçāo usando fórmula de Torricelli

$$v_2^2 = v_1^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$$

$$20^2 = 10^2 + 2 \cdot a \cdot (1,1 \times 10^4 - 1,0 \times 10^4)$$

$$400 - 100 = 2,0 \times 10^3 \cdot a$$

$$a = \frac{300}{2,0 \times 10^3} \Rightarrow$$

$$\boxed{a = 0,15 \text{ m/s}^2}$$

5) Continuação

Tempo p/ atingir o km 31:

$$x_2 = x_1 + v_1 \Delta t + \frac{a \Delta t^2}{2}$$

$$3,1 \times 10^4 = 1,1 \times 10^4 + 20 \cdot \Delta t + \frac{0,15 \times \Delta t^2}{2}$$

$$2,0 \times 10^4 = 20 \times \Delta t + 0,075 \times \Delta t^2$$

$$0,075 \Delta t^2 + 20 \Delta t - 2,0 \times 10^4 = 0$$

$$\Delta t = \frac{-20 \pm \sqrt{20^2 + 4 \times 0,075 \times 2,0 \times 10^4}}{2 \times 0,075}$$

$$\Delta t = 400 \text{ s}$$

$$\Delta t = -667 \text{ s (n \u00e9 v\u00e1lido)}$$

Velocidade ao chegar no km 31

$$v_2 = v_1 + a \Delta t$$

$$v_2 = 20 + 0,15 \times 400$$

$$v_2 = 80 \text{ m/s} \Rightarrow v_2 = 80 \times 3,6 \Rightarrow v_2 = 288 \text{ km/h}$$

$$v_1 = 20 \text{ m/s} \text{ Velocidade no km 11}$$

$$\Delta t = 400 \text{ s} \Rightarrow \text{tempo entre km 11 e km 31}$$

6) Martelo



Martelo

Elevador

$$v = 2 \frac{m}{s}$$

20 m

1- Elevador; (MRU)

$$x_2 = x_1 + v \Delta t$$

$$x_2 = 0 + 2 \cdot \Delta t = 2 \Delta t$$

2- Martelo: (MRUV)

$$x_2 = x_1 + v_1 \Delta t + \frac{a \Delta t^2}{2}$$

$$x_2 = 20 + 0 \cdot \Delta t - \frac{9,81 \Delta t^2}{2}$$

$$x_2 = 20 - 4,9 \Delta t^2$$

3- Encontro:

$$2 \Delta t = 20 - 4,9 \Delta t^2$$

$$4,9 \Delta t^2 + 2 \Delta t - 20 = 0$$

$$\Delta t = \frac{-2 \pm \sqrt{2^2 + 4 \times 4,9 \times 20}}{2 \times 4,9}$$

$$\Delta t = -2,23 \text{ s} \\ (\text{n\u00e3o v\u00e1lido})$$

$$\Delta t = 1,83 \text{ s}$$

4- Posi\u00e7\u00e3o no encontro

Elevador  $\Rightarrow$

$$x_2 = 2 \Delta t \Rightarrow x_2 = 2 \times 1,83 \Rightarrow$$

$$x_2 = 3,7 \text{ m}$$

OU

Martelo  $\Rightarrow$

$$x_2 = 20 - 4,9 \times \Delta t^2$$

$$x_2 = 20 - 4,9 \times 1,83^2 \Rightarrow$$

$$x_2 = 3,6 \text{ m}$$

5- Velocidade do martelo

$$v_2 = v_1 + a \Delta t$$

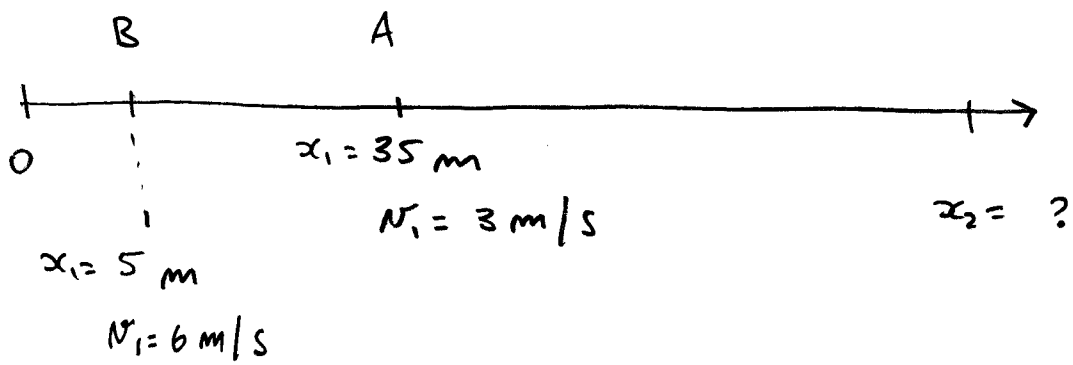
$$v_2 = 0 - 9,81 \times 1,83$$

$$v_2 = 18,0 \text{ m/s}$$

$$v = 18,0 \text{ m/s}$$



7



$$\text{Corpo A} \Rightarrow \begin{aligned} x_2 &= x_1 + v_1 \Delta t \\ x_2 &= 35 + 3 \Delta t \end{aligned}$$

$$\text{Corpo B} \Rightarrow x_2 = 5 + 6 \cdot \Delta t$$

$$\begin{aligned} \text{Encontro} \Rightarrow \quad 35 + 3 \Delta t &= 5 + 6 \Delta t \\ 35 - 5 &= 6 \Delta t - 3 \Delta t \\ 30 &= 3 \Delta t \Rightarrow \boxed{\Delta t = 10 \text{ s}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Posição do encontro} \Rightarrow \text{A} \Rightarrow x_2 &= 35 + 3 \cdot 10 = 65 \text{ m} \\ \text{OU} \\ \text{B} \Rightarrow x_2 &= 5 + 6 \cdot 10 = 65 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\therefore \boxed{x_2 = 65 \text{ m}}$$

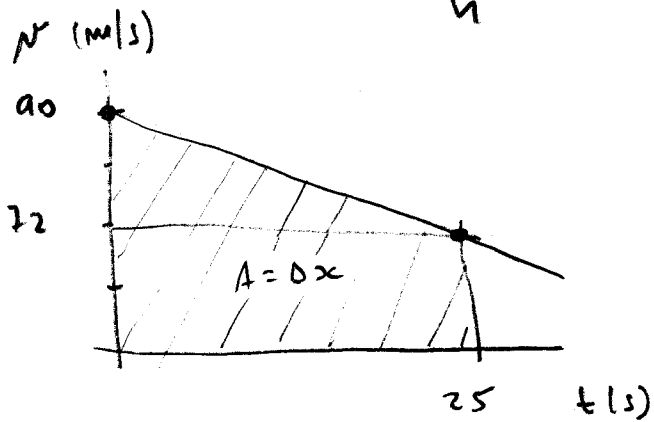
Distância entre eles:

$$\begin{aligned} \text{A} \Rightarrow \Delta x &= x_2 - x_1 \\ \Delta x &= 65 - 35 \Rightarrow \boxed{\text{A} \Rightarrow \Delta x = 30 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{B} \Rightarrow \Delta x &= 65 - 5 \Rightarrow \boxed{\text{B} \Rightarrow \Delta x = 60 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$8) \quad v_1 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} \Rightarrow v_1 = \frac{90}{3,6} \Rightarrow v_1 = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \Rightarrow v_2 = \frac{72}{3,6} \Rightarrow v_2 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 25}{25}$$

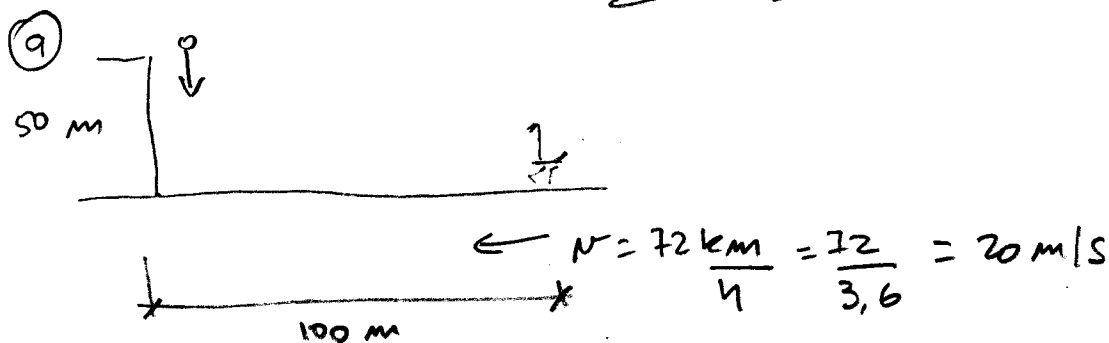
$$a = -0,2 \text{ m/s}^2$$

Deslocamento p/  $\Delta t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$

$$v_2 = v_1 + a \Delta t \Rightarrow v_2 = 25 - 0,2 \cdot 120 \Rightarrow v_2 = 1 \text{ m/s}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 \Rightarrow x_2 - x_1 = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot \Delta t$$

$$\Delta x = \frac{25 + 1}{2} \cdot 120 \Rightarrow \Delta x = 1,6 \times 10^3 \text{ m}$$



$$\text{Tempo p/ pedra cair} \Rightarrow x_2 = x_1 + v_1 \Delta t + \frac{a \Delta t^2}{2}$$

$$\text{considerando piso como "0"} \Rightarrow x_1 = 50 \text{ m}$$

$$x_2 = 0 \text{ m}$$

9) Continuação

$$0 = 50 + 0 \cdot \Delta t - \frac{9,81 \cdot \Delta t^2}{2}$$

$$-50 = -4,9 \cdot \Delta t^2 \Rightarrow \Delta t = \sqrt{\frac{-50}{-4,9}} \Rightarrow \Delta t = 3,2 \text{ s}$$

Tempo el Papa-Léguas chegar

Considerando  $x_1 = 0 \text{ m}$  e  $x_2 = 100 \text{ m}$

$$x_2 = x_1 + v \Delta t$$

$$100 = 0 + 20 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = 5 \text{ s}$$

$$\text{Tempo de espera} = 5,0 - 3,2 = 1,8$$

$$t_{\text{esp}} = 1,8 \text{ s}$$

10)

Flecha (MmV)  $\Rightarrow x_2 = x_1 + v \Delta t_f$

$$x_2 = 0 + 65 \cdot \Delta t_f$$

$$x_2 = 65 \Delta t_f$$

Som (MmV)  $\Rightarrow x_2 = x_1 + v \Delta t_s$

$$x_2 = 0 + 340 \cdot \Delta t_s$$

$$x_2 = 340 \Delta t_s$$

O tempo total é:  $\Delta t = \Delta t_f + \Delta t_s \Rightarrow 2 = \Delta t_f + \Delta t_s$

O espaço percorrido pela flecha é o mesmo do som

$$\therefore 65 \Delta t_f = 340 \Delta t_s \quad \text{como } 2 = \Delta t_f + \Delta t_s \Rightarrow \Delta t_f = 2 - \Delta t_s$$

$$65(2 - \Delta t_s) = 340 \Delta t_s$$

$$130 - 65 \Delta t_s = 340 \Delta t_s$$

$$130 = 340 \Delta t_s + 65 \Delta t_s$$

$$130 = 405 \Delta t_s \Rightarrow \Delta t_s = 0,32 \text{ s}$$

10) continuação

Deslocamento:  $Som \Rightarrow x_2 = x_1 + v \Delta t$

$$x_2 = 0 + 340 \times 0,32$$

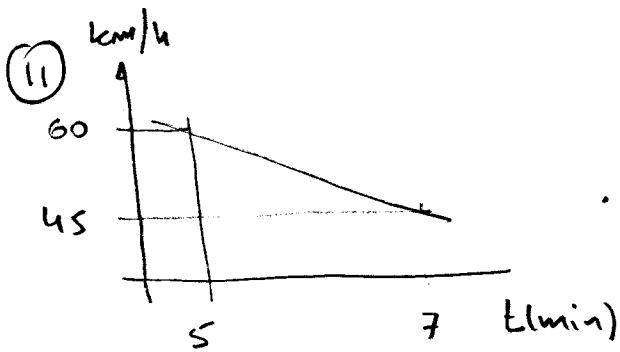
$$x_2 = 109 \text{ m}$$

Flecha  $\Rightarrow \Delta t_f = 2 - \Delta t_s \Rightarrow \Delta t_f = 2 - 0,32 = 1,68 \text{ s}$

$$x_2 = x_1 + v \Delta t$$

$$x_2 = 0 + 65 \times 1,68 \Rightarrow$$

$$x_2 = 109 \text{ m}$$



$$v_1 = \frac{60}{3,6} \Rightarrow v_1 = 16,7 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{45}{3,6} \Rightarrow v_2 = 12,5 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 7 - 5 = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{12,5 - 16,7}{120} \Rightarrow a = -3,50 \times 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Distância da posição em  $t = 7 \text{ min}$  até parada total:

$$v_2 = 0 \text{ m/s} \quad v_1 = 12,5 \text{ m/s} \quad (\text{velocidade qdo } t = 7 \text{ min})$$

Método 1  $\Rightarrow v_2 = v_1 + a \Delta t$

$$0 = 12,5 - 3,5 \times 10^{-2} \times \Delta t$$

$$-12,5 = -3,5 \times 10^{-2} \times \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{-12,5}{-3,5 \times 10^{-2}} \Rightarrow \Delta t = 357 \text{ s}$$

11) Continuação

$$\Delta x = x_2 - x_1; \quad x_2 - x_1 = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot \Delta t$$

$$\Delta x = \frac{12,5 + 0}{2} \cdot 357$$

$$\Delta x = 2,23 \times 10^3 \text{ m}$$

Método 2, Torricelli:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$$

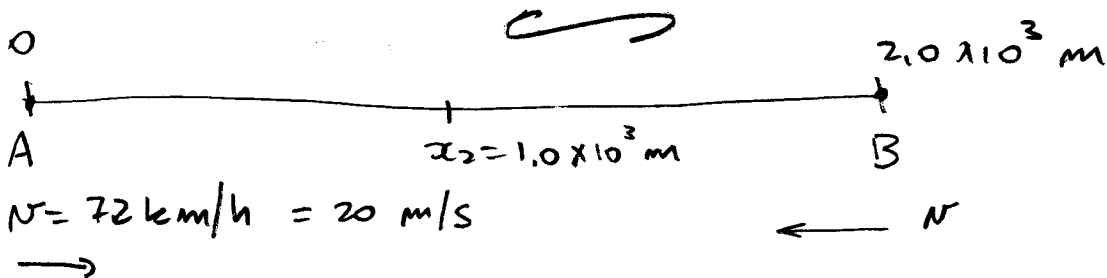
$$0^2 = 12,5^2 + 2 \times (-3,5 \times 10^{-2}) \cdot \Delta x$$

$$0^2 - 12,5^2 = -7,0 \times 10^{-2} \cdot \Delta x$$

$$\Delta x = \frac{-12,5^2}{-7,0 \times 10^{-2}}$$

$$\Delta x = 2,23 \times 10^3 \text{ m}$$

12)



Em A  $\Rightarrow x_2 = x_1 + v \Delta t \Rightarrow 1,0 \times 10^3 = 0 + 20 \Delta t$   
 $\Delta t = 50 \text{ s}$

Em B  $\Rightarrow x_2 = x_1 + v_1 \Delta t + \frac{a \Delta t^2}{2}$   
 $1,0 \times 10^3 = 2,0 \times 10^3 + 0 \cdot 50 + \frac{a \cdot 50^2}{2}$

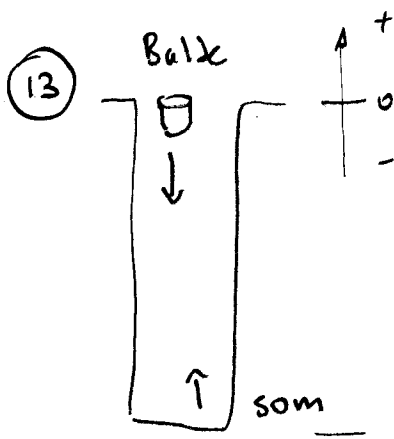
$$-1,0 \times 10^3 = \frac{a \cdot 50^2}{2}$$

$$a = \frac{-2,0 \times 10^3}{50^2} \Rightarrow a = -0,8 \text{ m/s}^2$$

$$v_{2B} = v_{1B} + a \Delta t$$

$$v_{2B} = 0 - 0,8 \times 50 = -40 \text{ m/s} \times 3,6 = -144 \text{ km/h}$$

$$v_{2B} = 144 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$



$$v_{\text{balde}} = -5 \text{ m/s} \quad (\text{MRU})$$

$$v_{\text{som}} = +340 \text{ m/s} \quad (\text{MRU})$$

$$\Delta t = 20 \text{ s} \Rightarrow \Delta t = \Delta t_{\text{balde}} + \Delta t_{\text{som}}$$

$$\text{Balde} \Rightarrow x_2 = x_1 + v \Delta t \Rightarrow x_2 = 0 - 5 \Delta t_{\text{balde}}$$

$$x_2 = -5 \Delta t_b$$

$$\text{Som} \Rightarrow 0 = x_1 + 340 \Delta t_s$$

$$x_1 = -340 \Delta t_s$$

Pos. final do balde = Pos. inicial do som

$$\therefore -5 \Delta t_b = -340 \cdot \Delta t_s$$

$$\text{mas } \Delta t = \Delta t_b + \Delta t_s \Rightarrow 20 = \Delta t_b + \Delta t_s$$

$$\therefore \Delta t_b = 20 - \Delta t_s$$

$$\text{Assim} \Rightarrow -5 (20 - \Delta t_s) = -340 \Delta t_s$$

$$-100 + 5 \Delta t_s = -340 \Delta t_s$$

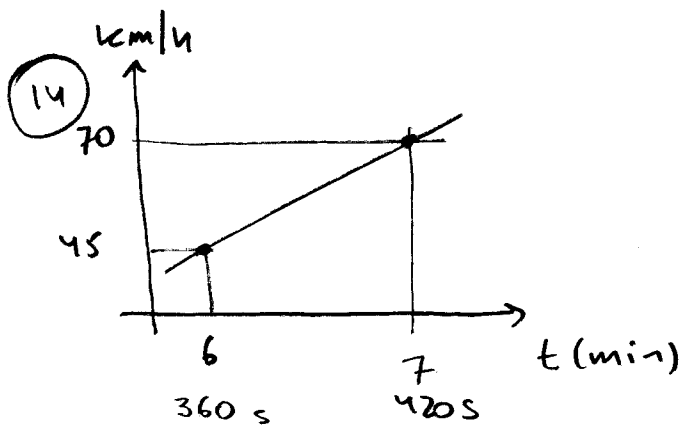
$$100 = 345 \Delta t_s \Rightarrow \Delta t_s = 0,29 \text{ s}$$

$$\text{Profundidade} = 0 \quad \text{Som} \Rightarrow x_1 = -340 \times 0,29 \Rightarrow x_1 = -98,6 \text{ m}$$

$$\text{Balde} \Rightarrow \Delta t_b = 20 - 0,29 = 19,7 \text{ s}$$

$$x_2 = -5 \times 19,7 \Rightarrow x_2 = -98,5 \text{ m}$$

$$\text{Profundidade} \approx 99 \text{ m}$$



$$v_1 = \frac{45}{3,6} = 12,5 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{70}{3,6} = 19,4 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 7 - 6 = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{19,4 - 12,5}{60} \Rightarrow a = 0,12 \text{ m/s}^2$$

Deslocamento entre  $t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$  e  $t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$

Velocidade em  $t = 300 \text{ s} \Rightarrow$

$$v_2 = v_1 + a \Delta t$$

$$12,5 = v_1 + 0,12 (360 - 300)$$

$$12,5 = v_1 + 7,2$$

$$v_1 = 12,5 - 7,2 = 5,3 \text{ m/s}$$

Velocidade em  $t = 600 \text{ s} \Rightarrow$

$$v_2 = v_1 + a \Delta t$$

$$v_2 = 12,5 + 0,12 \cdot (600 - 360)$$

$$v_2 = 41,3 \text{ m/s}$$

Deslocamento:  $\Delta x = x_2 - x_1$

$$x_2 - x_1 = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot \Delta t$$

$$\Delta x = \frac{5,3 + 41,3}{2} \cdot (600 - 300) = 7,0 \times 10^3 \text{ m}$$

$$\Delta x = 7,0 \times 10^3 \text{ m}$$

15 Espião (MRUV; queda livre)

$$x_2 = x_1 + v_1 \Delta t + \frac{a \Delta t^2}{2} \quad (x_2 = \text{piso})$$

$$0 = 15 + 0 \cdot \Delta t - \frac{9,81 \cdot \Delta t^2}{2}$$

$$-15 = -4,9 \times \Delta t^2 \Rightarrow \Delta t^2 = \frac{-15}{-4,9}$$

$$\Delta t = 1,8 \text{ s}$$

Caminhão (MRU)

$$x_2 = x_1 + v \cdot \Delta t$$

$$v = \frac{40}{3,6} = 11 \text{ m/s}$$

$$50 = 0 + 11 \times \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{50}{11} \Rightarrow \Delta t = 4,5 \text{ s}$$

$$\text{Tempo de espera} = 4,5 - 1,8 \Rightarrow$$

$$t_c = 2,7 \text{ s}$$