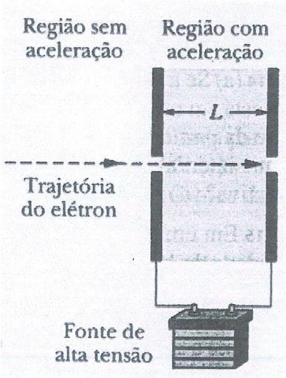
Fenômenos Mecânicos
Tópico 01: Movimento Unidimensional

1. Um múon (uma partícula elementar) entra em uma região com uma velocidade de 5×10^6 m/s e passa a ser desacelerada a uma taxa de $1,25 \times 10^{14}$ m/s^2.

   (a) Qual é a distância percorrida pelo múon até parar?

   (b) Trace os gráficos de x em função do tempo t e da velocidade v em função do tempo t.

2. Um elétron com velocidade inicial $v_0 = 1,50 \times 10^5$ m/s penetra em uma região de comprimento $L = 1,00$ cm. Nesta região o elétron é eletricamente acelerado (veja Figura abaixo), saindo com uma velocidade $v = 5,70 \times 10^6$ m/s. Qual é a sua aceleração?



3. Dois carros, A e B, se movem no mesmo sentido em pistas paralelas. A posição x do carro A é esquematizada pela Figura abaixo. Trata-se do seu movimento desde o instante $t = 0$ até $t = 7$ s. Em $t = 0$, o carro B está em $x = 0$, com uma velocidade de 12 m/s e uma aceleração negativa a_B. Determine:

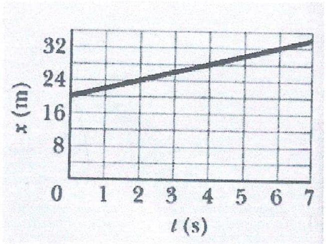
   (a) O valor de a_B de modo que os carros estejam lado a lado (com o mesmo valor de x) em $t = 4$ s.

   (b) O número de vezes que os carros ficam lado a lado para este valor de a_B.

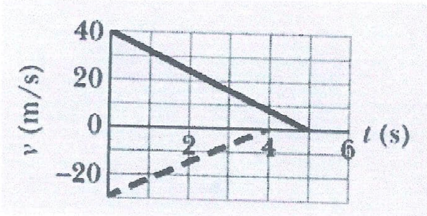
   (c) Esboce, na Figura abaixo, a posição x do carro B em função do tempo t.

   (d) O número de vezes que os carros ficam lado a lado se o módulo da aceleração é maior que o valor de a_B do item (a).

   (e) Repita o item (d) se o módulo da aceleração é menor que o valor de a_B.

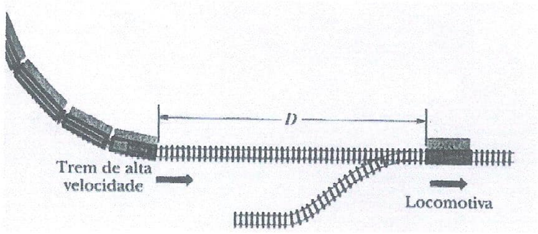


4. Dois trens se movem sobre um mesmo trilho quando seus condutores subitamente notam que eles estão indo um de encontro ao outro. A Figura abaixo fornece suas velocidades v em função do tempo t na medida que os condutores desaceleram os trens. O processo de desaceleração começa quando os trens estão separados por uma distância de 200 m. Qual é a separação entre os trens quando ambos tiverem parados?



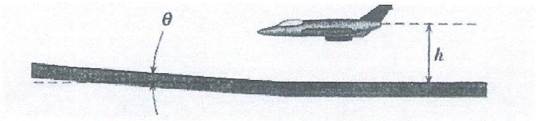
5. Quando um Trem de Alta Velocidade (TAV) viajando a 161 km/h faz uma curva, o maquinista vê uma locomotiva que entrou indevidamente a sua frente. A locomotiva está se movendo a apenas 29 km/h e se encontra a uma distância $D = 676$ m do TAV (veja Figura abaixo). O maquinista do TAV aciona os freios imediatamente. Determine o módulo da desaceleração constante mínima do TAV para que não haja colisão. Suponha que o maquinista do TAV está em $x = 0$ quando, em $t = 0$,

ele vê a locomotiva. Esboce as curvas $x(t)$ dos dois trens para os casos em que há e não há colisão.



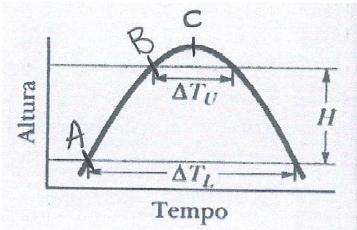
6. Uma bola de chumbo cai de um trampolim que está 5,20 metros acima de um lago. A bola bate na água com uma dada velocidade constante e segue até o fundo do lago com esta mesma velocidade. Ela atinge o fundo 4,8 segundos após ter sido solta do trampolim. (a) Qual é a profundidade do lago? Quais são o (b) módulo e (c) o sentido (para cima ou para baixo) de velocidade média da bola por toda sua trajetória? Suponha agora que toda a água do lago é drenada e a bola é *lançada* do trampolim de maneira a atingir novamente o fundo do lago em 4,80 segundos. Quais são (d) o módulo e (e) o sentido da velocidade inicial da bola?

7. Um piloto voa horizontalmente a 1300 km/h e, inicialmente, a uma altura $h = 35$ m acima do nível do solo. Entretanto, no tempo $t = 0$, o piloto começa a sobrevoar um terreno inclinado para cima de um ângulo $\theta = 4,3^o$ (veja Figura abaixo). Se o piloto não mudar a direção do avião, em que instante t o avião se chocará com o solo?



8. No Laboratório Nacional de Física na Inglaterra, uma medida da aceleração de queda livre g foi feita lançando-se uma bola de vidro para cima em um tubo evacuado e deixando-a retornar. Seja ΔT_L na Figura abaixo o intervalo de tempo entre duas passagens da bola através de um certo nível inferior, ΔT_U o intervalo de tempo entre as duas passagens por um nível superior e H a distância entre os dois níveis. Mostre que

$$g = \frac{8H}{(\Delta T_L)^2 - (\Delta T_U)^2}\,.$$



Fenômenos Mecânicos

30/03/2016

Lista de exercícios 1

Tópico 1 : Movimento Unidimensional

1.
a) $a = -(1,25 \cdot 10^{14})\ m \cdot s^{-2}$; $V = 0\ m \cdot s^{-1}$, $V_0 = 5 \cdot 10^{6}\ m \cdot s^{-1}$

$V^2 = V_0^2 + 2a\Delta S$

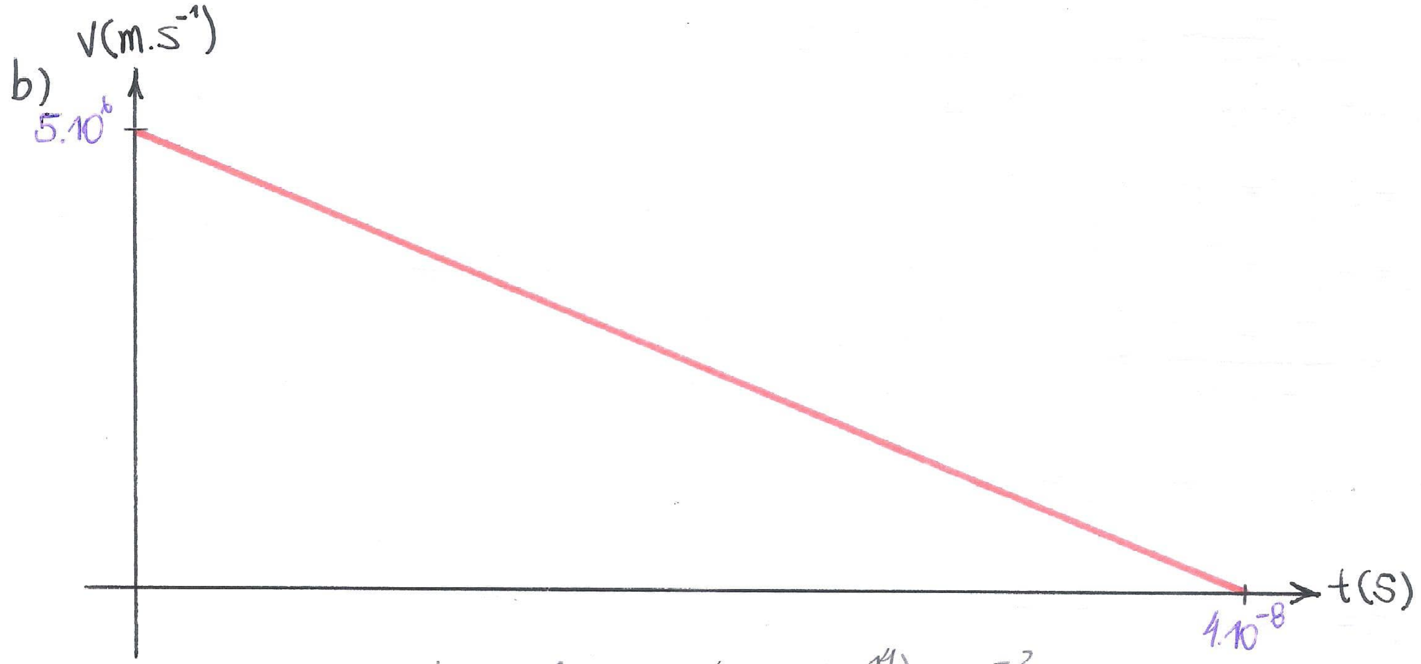
$0^2 = (5 \cdot 10^{6})^2 + 2(-1,25 \cdot 10^{14}) \cdot \Delta S$

$0 = 25 \cdot 10^{12} - 2,5 \cdot 10^{14} \cdot \Delta S$

$-25 \cdot 10^{12} = -2,5 \cdot 10^{14} \cdot \Delta S$

$\boxed{\Delta S = 1,0 \cdot 10^{-1}\ m}$

b)



$V = 0\ m \cdot s^{-1}$; $V_0 = 5 \cdot 10^{6}\ m \cdot s^{-1}$, $a = -(1,25 \cdot 10^{14})\ m \cdot s^{-2}$

$V = V_0 + at$

$0 = 5 \cdot 10^{6} + (-1,25 \cdot 10^{14})t$

$1,25 \cdot 10^{14} t = 5 \cdot 10^{6}$

$t = 4,0 \cdot 10^{-8}\ s$

2. $V_0 = 1{,}5 . 10^5 \ m . s^{-1}$; $V = 5{,}70 . 10^6 \ m . s^{-1}$

$$V^2 = V_0^2 + 2a . \Delta S$$

$$(5{,}7 . 10^6)^2 = (1{,}5 . 10^5)^2 + 2 . a . (1 . 10^{-2})$$

$$32{,}49 . 10^{12} = 2{,}25 . 10^{10} + 2a . 10^{-2}$$

$$32{,}49 . 10^{12} - 2{,}25 . 10^{10} = 2a . 10^{-2}$$

$$3249 . 10^{10} - 2{,}25 . 10^{10} = 2a . 10^{-2}$$

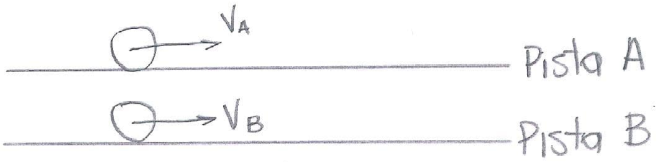
$$3246{,}75 . 10^{10} = 2a . 10^{-2}$$

$$2a = 324675 . 10^{10}$$

$$a = 162337{,}5 . 10^{10}$$

$$\boxed{a = 1{,}62 . 10^{15} \ m . s^{-2}}$$

3.



Equação horária do carro A

$t = 0$; $S = 20m$

$t = 7$; $S = 34m$

$$V_m = \frac{34 - 20}{7 - 0} = 2{,}0 m . s^{-1}$$

$$S = S_0 + Vt \Rightarrow S = 20 + 2{,}0t$$

Equação horária do carro B

$S_0 = 0$; $V_0 = 12$

$$S = S_0 + V_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow S = 0 + 12t - \frac{a_b t^2}{2}$$

a) $t = 4s$; $S_A = S_B$

$$20 + 2{,}0t = 12t - \frac{a_b t^2}{2}$$

$$20 + 2{,}0(4) = 12(4) - \frac{a_b (4)^2}{2}$$

$$28 = 48 - a_b 8$$

$$\Rightarrow 28 - 48 = -a_b 8$$

$$\boxed{a_b = 2{,}5 \ m . s^{-2}}$$

b) $S_A = S_B$

$20 + 2t = 12t - 1{,}25t^2$

$1{,}25t^2 - 10t + 20$

$\Delta = b^2 - 4ac$

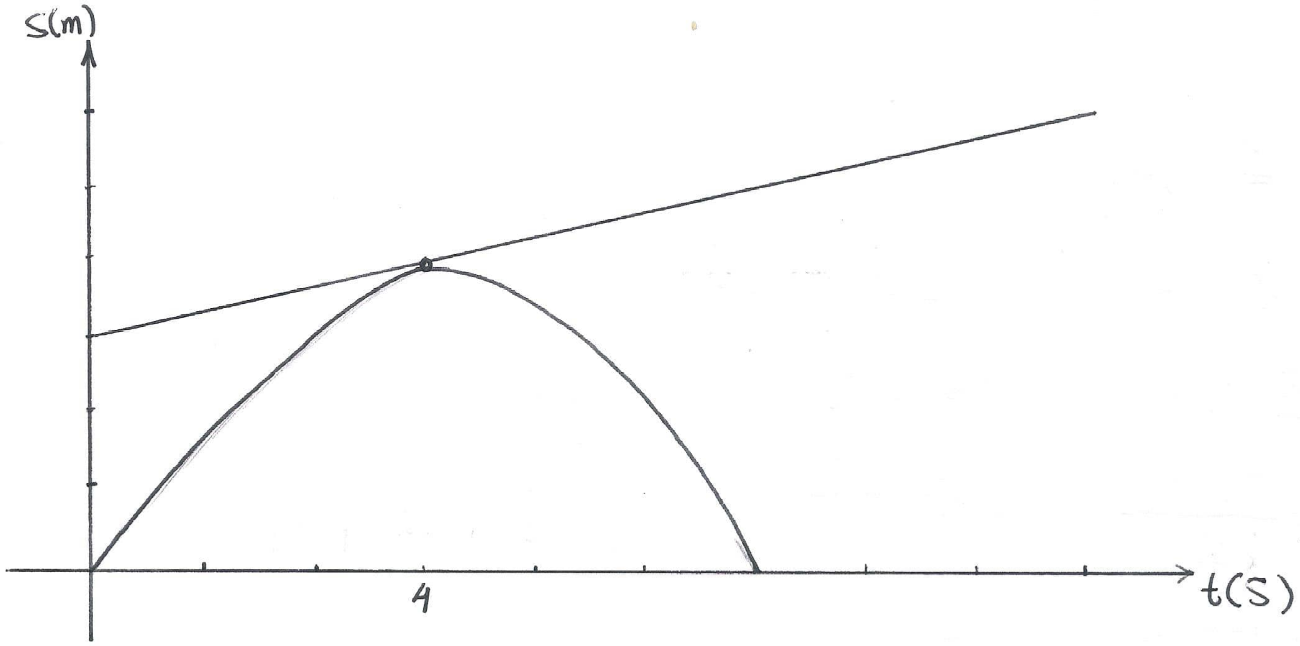
$\Delta = 100 - 4(1{,}25)(20)$

$\Delta = 100 - 100$

$\Delta = 0$

Os carros se encontram em apenas um ponto, em $t = 4s$.

c)



d) se a_b fosse $-3{,}0\ m.s^{-2}$

$3{,}0t^2 - 10t + 20 = 0$

$\Delta = b^2 - 4ac$

$\Delta = 100 - 4(3)(20)$

$\Delta = -140$; $\nexists$ solução em $\mathbb{R}$

e) Se $a_b = 1{,}0$

$$1{,}0t^2 - 10t + 20 = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

$$\Delta = 100 - 4(1)(20)$$

$$\Delta = 100 - 80$$

$$\Delta = 20 \; ;$$

$\Delta > 0$; Se encontrariam duas vezes.

4. $S \overset{N}{=} V \times t$

trem 1

$$S \overset{N}{=} V \times t$$

$$S = \frac{5 . 40}{2}$$

$$S = 100\,m$$

trem 2

$$S \overset{N}{=} V \times t$$

$$S = \frac{4 . -20}{2}$$

$$S = -40\,m$$

$$|\Delta S_1| + |\Delta S_2| = 140\,m$$

A distância final entre os trens é de 60 m

5. Transformando os dados do problema para unidades do SI temos:

$$29\,km.h^{-1} = 8{,}06\,m.s^{-1}$$

$$161\,km.h^{-1} = 44{,}72\,m.s^{-1}$$

Pela equação de Torricelli descrevemos o movimento do TAV a partir do momento que inicia a frenagem:

$$V^2 = V_0^2 + 2.a.\Delta S$$

$$V^2 = V_0^2 + 2.a(S - \cancel{S_0}^{\,0}) \Rightarrow V^2 = V_0^2 + 2a.S \; ; \; Eq\; I$$

Usaremos a equação horária da velocidade, também a partir do momento da frenagem.

$$V = V_0 + at$$

$$V = 44{,}72 + at \; ; \; Eq.\ II$$

Para o movimento da locomotiva da locomotiva, em movimento Uniforme, usaremos a seguinte equação horária.

$$S' = S'_0 + V't$$

$$S' = 676 + 8{,}06 . t \; ; \; Eq\ III$$

Encontraremos o valor de tempo que o TAV leva para parar.

$$V = V_0 + at$$

$$V = 44{,}72 + at \; ; \; Eq\ II$$

$$0 = 44{,}72 + at$$

$$t = -\frac{44{,}72}{a} \quad Eq\ IV$$

Durante esse tempo, a locomotiva terá percorrido a distância S'

$$S' = 676 + 8{,}06t \; ; \; Eq\ III$$

$$S' = 676 + 8{,}06\left(-\frac{44{,}72}{a}\right)$$

$$S' = 676 + \frac{360{,}44}{a} \; ; \; Eq\ V$$

Simultaneamente o TAV, com o freio acionado terá percorrido a distância S

$$V^2 = V_0^2 + 2aS \text{ , Eq 1}$$

$$0^2 = (44{,}72)^2 + 2aS$$

$$0 = 1999{,}878 + 2aS$$

$$S \cong -\frac{1000}{a}$$ (distância percorrida pelo TAV antes de parar)

$$S' = S$$

$$676 - \frac{360{,}44}{a} = \frac{-1000}{a}$$

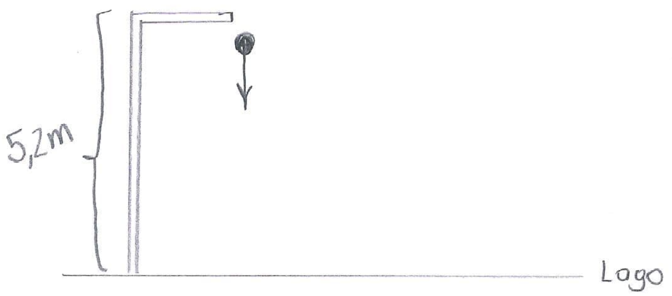
$$676a - 360{,}44 = -1000$$

$$676a = -1000 + 360{,}44$$

$$676a = -639{,}499$$

$$\boxed{a \cong -0{,}9460\ m.s^{-2}}$$

6.



$$|\vec{g}| = 10\,m.s^{-2}$$

Pela equação de Torricelli encontramos a velocidade final da bola

$$V^2 = V_0^2 + 2a\Delta S$$

$$V^2 = 0^2 + 2.(10).5{,}2$$

$$V^2 = 104$$

$$V = 10{,}1980\ m.s^{-1}$$

a) A equação horária da bola quando está na água é dado por:

$$S = S_0 + Vt$$

$$S = 10,198t \quad Eq\ 1.$$

o tempo ate atingir a água é dado por

$$\Delta S = V_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$5,2 = 0 + \frac{10t^2}{2}$$

$$10,4 = 10t^2$$

$$t^2 = 1,04$$

$$t \cong 1,01\ s$$

Descontando o tempo para atingir a superfície do lago e aplicando na Eq 1. temos

$$\Delta t = 4,8 - 1,01$$

$$\Delta t = 3,79$$

$$S = 10,198(3,79)$$

$$\boxed{S = 38,6504\ m}$$

b) $|V| = 10,198\ m\ s^{-1}$

c) mesmo sentido da aceleração gravitacional

d) $\Delta S = \cancel{V_0 t} + \frac{gt^2}{2}$

$$\Delta S = \frac{10.(4,8)^2}{2} = 115,2\ m$$

Pelo equação de Torricelli temos:

$$V^2 = \cancel{V_0^2}^{\,0} + 2a\,\Delta S$$

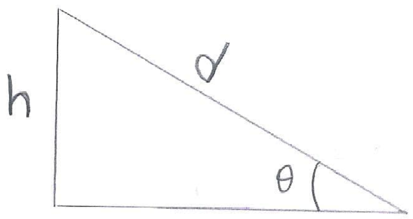
$$V^2 = 2.(10).(115,2)$$

$$V^2 = 2304$$

$$\boxed{V = 48\ m.s^{-1}}$$

e) mesmo sentido da aceleração gravitacional.

7.

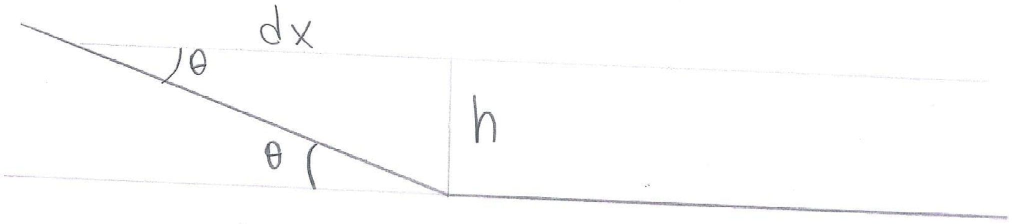


$\theta = 4,3^\circ$

$h = 35\ m$

Transformando os dados do problema em unidades do SI temos:

$$1300\ Km.h^{-1} = 361,111\ m.s^{-1}$$



$$\cos\theta = \frac{dx}{h}$$

$$\cos 4,3^\circ . h = dx$$

$$0,9971 . 35 = dx$$

$$dx = 34,9014\ m$$

Equação horária do jato

$$S = S_0 + Vt$$

$$34,9014 = 361,111\ t$$

$$\boxed{t = 9,665 . 10^{-2}\ s}$$

a) A equação horária da bola quando está na água é dado por:

$$S = S_0 + Vt$$

$$S = 10,198t \quad Eq\ 1.$$

o tempo ate atingir a água é dado por

$$\Delta S = V_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$5,2 = 0 + \frac{10t^2}{2}$$

$$10,4 = 10t^2$$

$$t^2 = 1,04$$

$$t \cong 1,01\ s$$

Descontando o tempo para atingir a superfície do lago e aplicando na Eq 1. temos

$$\Delta t = 4,8 - 1,01$$

$$\Delta t = 3,79$$

$$S = 10,198(3,79)$$

$$\boxed{S = 38,6504\ m}$$

b) $|V| = 10,198\ m \cdot s^{-1}$

c) mesmo sentido da aceleração gravitacional

d) $\Delta S = \cancel{V_0 t}^{0} + \frac{gt^2}{2}$

$$\Delta S = \frac{10 \cdot (4,8)^2}{2} = 115,2\ m$$

Pela equação de Torricelli temos:

$$V^2 = \cancel{V_0^2}^{\,0} + 2a\,\Delta S$$

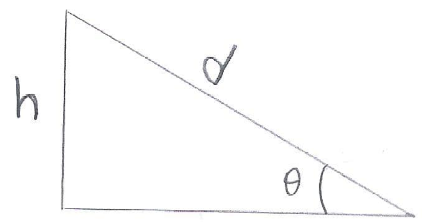
$$V^2 = 2.(10).(115,2)$$

$$V^2 = 2304$$

$$\boxed{V = 48\ m.s^{-1}}$$

e) mesmo sentido da aceleração gravitacional.

7.

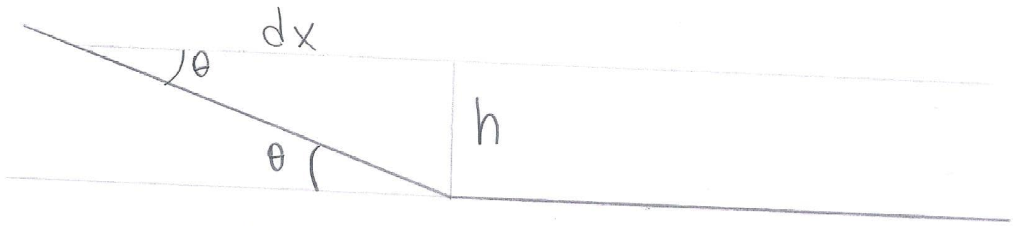


$\theta = 4,3^\circ$

$h = 35\ m$

Transformando os dados do problema em unidades do SI temos:

$$1300\ km.h^{-1} = 361,111\ m.s^{-1}$$



$$\cos\theta = \frac{dx}{h}$$

$$\cos 4,3^\circ . h = dx$$

$$0,9971 . 35 = dx$$

$$dx = 34,9014\ m$$

Equação horária do jato

$$S = S_0 + Vt$$

$$34,9014 = 361,111\,t$$

$$\boxed{t = 9,665 . 10^{-2}\ s}$$

8. O movimento da bola de vidro a partir do instante de lançamento até a altura máxima é dado por:

$$y - y_0 = Vt - \frac{1}{2} a t^2$$

$$y_C - y_A = V_C . t - \frac{1}{2} (-g) t^2$$

no ponto C a velocidade é zero

$$y_C - y_A = 0 + \frac{1}{2} g \left(\frac{\Delta T_L}{2}\right)^2$$

$$y_C - y_A = \frac{\Delta T_L^2 . g}{8} ; \; Eq\,1$$

De maneira idêntica, o movimento do ponto B ao ponto C é dado por:

$$y_C - y_B = \frac{1}{8} g . \Delta t_U^2 ; \; Eq\,2$$

Subtraindo a Eq 2 da Eq 1 temos

$$(y_C - y_A) - (y_C - y_B) = y_B - y_A = H = \frac{1}{8} g (\Delta t_L^2 - \Delta t_U^2)$$

$\therefore$

$$\boxed{g = \frac{8H}{\Delta t_L^2 - \Delta t_U^2}}$$