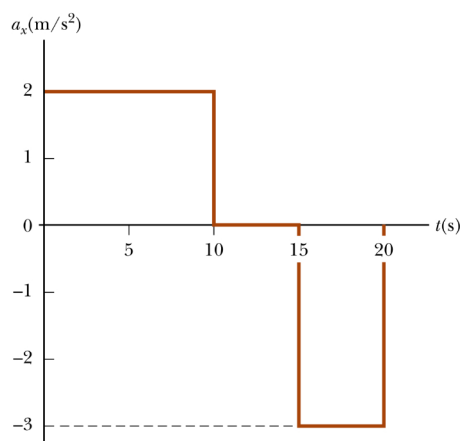


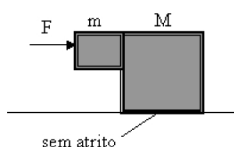
Questão 1) [2,5] (a) Explicar a diferença entre Velocidade Média e velocidade escalar média; e (b) entre as componentes tangencial e normal da aceleração. Ilustrar com exemplos.

Questão 2) [2,5] Uma partícula parte do repouso e é acelerada como mostrado no gráfico ao lado. Determine: (a) a velocidade da partícula em $t = 10\text{s}$ e em $t = 20\text{s}$, e (b) a distância percorrida nos primeiros 20s.



Questão 3) [2,5] (a) Explicar o processo físico associado às forças de atrito estático e cinético. Obs: Descreva o comportamento das forças de atrito com $\vec{F}$ variando desde $\vec{F} = 0$ até $F \gg f_{\text{atrito estático}}$.

Questão 4) [2,5] Os dois blocos de massas $m=16\text{ kg}$ e $M=88\text{ kg}$ mostrados na figura abaixo estão livres para se mover. O coeficiente de atrito estático entre os blocos é $\mu_{es} = 0,38$, mas a superfície abaixo de M é lisa, sem atrito. Qual é a força mínima horizontal F necessária para segurar m contra M ?

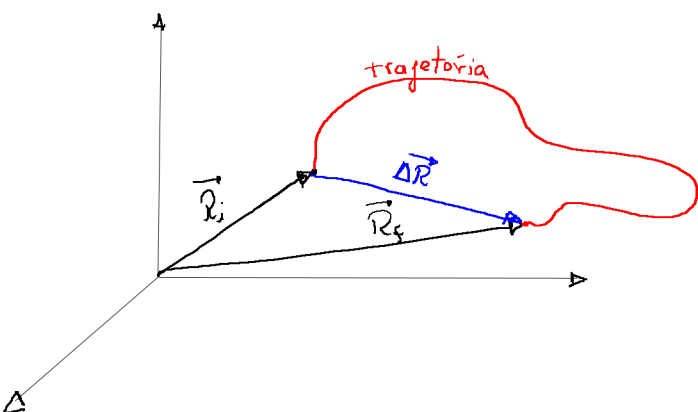


Gabarito

Questão 1)

(a) Velocidade média é definida como a distância direta entre o ponto inicial e final, ou seja,

$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{R}}{\Delta t} = \frac{\vec{R}_f - \vec{R}_i}{\Delta t}$; Sendo assim $\vec{v}_m$ não depende da trajetória mas apenas dos pontos de partida e chegada podendo, por exemplo, ser zero se após uma "viagem" voltar-se ao ponto inicial.



A velocidade escalar média, por outro lado, considera o comprimento efetivo da trajetória S , tal que

$$v_{em} = \frac{S}{\Delta t} = \frac{\int_{t_0}^t v(t) dt}{\Delta t}. \text{ Neste caso } S \text{ nunca}$$

será nulo mesmo voltando ao ponto inicial.

Questão 2

(a) Durante os primeiros 10s $a = 2 \text{ m/s}^2 \rightarrow$ constante.

$$v(2) = \cancel{v_0} + 2 \cdot 10$$

repouso

$$v(2) = 20 \text{ m/s}.$$

(b) Vamos compor o movimento por partes.

$$P/ \quad 0 \leq t \leq 10 \quad \rightarrow \quad a = 2 \text{ m/s}^2 \quad \text{MRUV}$$

$$P/ \quad 10 < t \leq 15 \quad \rightarrow \quad a = \text{zero} \quad \text{MRU}$$

$$P/ \quad 15 \leq t \leq 20 \quad \rightarrow \quad a = -3 \text{ m/s}^2 \quad \text{MRUV}$$

$$v(20) = \underbrace{\cancel{v_0} + 2 \cdot 10}_{v'_0 \text{ para a segunda parte}}$$

$$\text{2ª parte} \quad v(15) = \cancel{v'_0} + \cancel{0.5} \quad \text{zero}$$

$$v(15) = v'_0 = 20 \text{ m/s}$$

20 m/s é a velocidade inicial para a terceira parte

3ª parte

$$\begin{aligned} v(20) &= v(15) - 3.5 \\ &= 20 \text{ m/s} - 15 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\boxed{v(20) = 5 \text{ m/s}}$$

Ou em uma única conta.

$$v(20) = \underbrace{2 \cdot 10}_{1ª P} + \underbrace{0.5}_{2ª P} - \underbrace{3.5}_{3ª P} = 5 \text{ m/s}.$$

(c) Distância percorrida.

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3$$

$$\Delta S_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$$

$$\Delta S_2 = v_{02} \cdot t_2 + \frac{1}{2} a_2 t^2$$

$$\Delta S_3 = v_{03} \cdot t_3 + \frac{1}{2} a_3 t^2$$

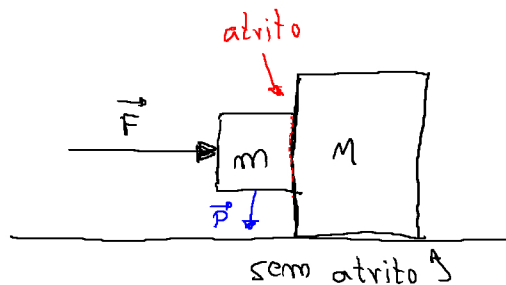
$$\Delta S = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^2 + 20 \cdot 5 + \frac{1}{2} \cdot 0 \cdot 5^2 + 20 \cdot 5 - \frac{3}{2} \cdot 5^2$$

$$\Delta S = 100 + 100 + \text{zero} + 100 - 37,5$$

$$\Delta S = 262,5 \text{ m}$$

Questão 3) Resposta nas notas de aulas.

Questão 4



A força promove aceleração no conjunto $m+M$, tal que

$$F = (M+m) \cdot a$$

$$a = \frac{F}{M+m}$$

m vai se manter sem deslizar enquanto o peso for menor que a força de atrito $\mu_e \cdot N$. A questão é:

Qual o valor da normal?

Afinal, para uma mesma $\vec{F} \Rightarrow$ a normal varia dependendo

se M está ou não livre. Em outras palavras, m ser acelerado para a direita não produzirá normal caso M possua uma aceleração maior ou igual a de m .

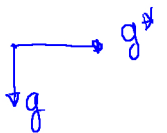
$\Rightarrow$ O M possui aceleração $a = \frac{F}{M+m}$. Se m estiver só $\Rightarrow$ sofreria uma aceleração $a' = \frac{F}{m}$. Note que $a' > a \Rightarrow m$ encosta em M e a Normal é proporcional à diferença de aceleração, como se essa diferença fizesse um papel de aceleração da gravidade (pseudogravidade) g^* .

$g^* = a' - a$ "Note que se $a' = a \Rightarrow g^* = 0$."
ou se $a' < a \Rightarrow g^* < 0 \Rightarrow m$ se afasta de M como se tivesse uma gravidade relativa a M invertida" (pense nisso).

$$g^* = \frac{F}{m} - \frac{F}{M+m}$$

Portanto a Normal é dada por $N = m \cdot g^*$

Queremos então que $\cancel{M \cdot m \cdot g^*} = \cancel{mg}$



$$M \cdot F \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{M+m} \right) = mg$$

$$\frac{M \cdot F}{m} \left(1 - \frac{m}{M+m} \right) = mg$$

$$\frac{\mu_e F}{m} \left(1 - \frac{m}{M+m} \right) = g$$

$$\Rightarrow F = \frac{mg}{\mu_e} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{m}{M+m} \right)} = \frac{mg}{\mu_e} \cdot \left(\frac{M+m}{\cancel{m} + M - \cancel{m}} \right)$$

$$F = \frac{mg}{\mu_e} \left(\frac{M+m}{M} \right)$$

$$\text{ou } F = \frac{mg}{\mu_e} \left(\frac{m}{M} + 1 \right)$$

Introduzindo valores:

$$F = \frac{16 \times 9,8}{0,38} \left(\frac{16}{88} + 1 \right)$$

$$F = 487,7 \text{ N}$$

Fim