



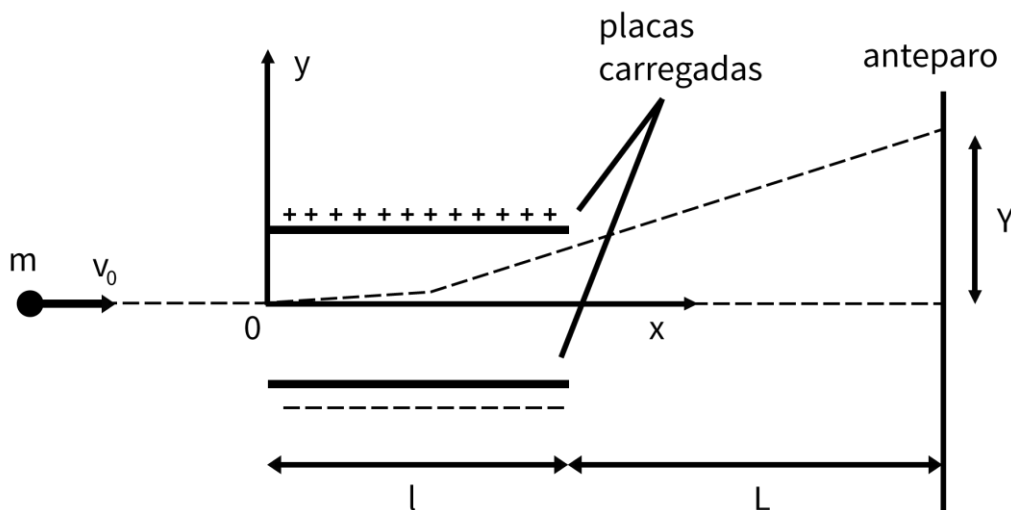
www.estudar.com.br

P1 2013 Poli USP
Adaptada
Exercício 3a Cinemática
Vetorial
Explicação





3. A chegada da televisão mudou o dia-a-dia de muitas famílias. Seu princípio de seu funcionamento, pelo menos no início, residia na ejeção de elétrons no televisor do lado de dentro. Uma partícula de massa m (muito pequena) e velocidade horizontal v_0 incide em uma região entre duas placas paralelas eletricamente carregadas, conforme mostra a figura abaixo. Ao percorrer essa região, por possuir certa carga, a partícula é submetida a uma força vertical F , constante, para cima. Sabendo-se que o comprimento das placas é igual a l e desprezando o efeito da aceleração da gravidade frente à ação da força F , determine:



a. O vetor posição da partícula $\vec{r}(t)$ em função do tempo, quando esta se encontra entre as placas paralelas eletricamente carregadas. Considere que a origem do sistema de coordenadas é o lado esquerdo das placas e que a partícula passa pela origem do sistema de coordenadas no instante $t = 0$ s, conforme mostra a figura. Expresse o resultado em termos de m, v_0, F e t .

O vetor posição da partícula em função do tempo $\vec{r}(t)$ é a variação através do tempo de um **vetor** que liga a partícula à **origem** do sistema de coordenadas,



escrito em função dos versores desse sistema (\hat{i} na direção de x , horizontal e \hat{j} na direção de y , vertical). Sendo assim, podemos indicá-lo desse modo:

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_x(t) + \vec{r}_y(t) = \Delta S_x \hat{i} + \Delta S_y \hat{j}$$

Aplicando isso no exercício vemos que no **eixo x** (horizontal) não há atuação de forças ($\vec{R}_x = \mathbf{0}$) e, portanto, o **movimento é uniforme**. Logo, a variação do espaço da partícula, na horizontal (ΔS_x), é dada apenas em função de v_0 . Isso implica que a componente do vetor posição no eixo x (a variação do espaço vetorial na direção de \hat{i}) varia do mesmo modo. Adotando que a posição inicial é zero em $t = 0s$, temos:

$$\Delta S_x = v_0 t \Rightarrow \vec{r}_x(t) = (v_0 t) \hat{i}$$

Por outro lado, no **eixo y** , há a **ação da força F** , constante, então o movimento nesse eixo é **uniformemente acelerado**. Por conta disso a variação do espaço no eixo y (ΔS_y) fica:

$$\Delta S_y = \frac{at^2}{2}$$

Já que $v_{0y} = 0$, pois a variação do espaço no eixo y só começa após entrar na região das placas ($t = 0$). Pela **segunda lei de Newton**, aplicada no **eixo y** :

$$\vec{R}_y = \vec{F} = m \vec{a}$$

Adotando também o sentido para cima do eixo y como positivo, e pondo módulo dos dois lados na equação acima, podemos substituir a por $\frac{F}{m}$ na equação do ΔS_y :

$$\Delta S_y = \frac{Ft^2}{m2}$$



$$\vec{r}_y(t) = \Delta S_y \hat{j} \Rightarrow \vec{r}_y(t) = \left(\frac{Ft^2}{2m} \right) \hat{j}$$

Como $\vec{r}(t) = \vec{r}_x(t) + \vec{r}_y(t)$ (ou seja, o vetor posição é a soma de suas componentes horizontais e verticais), ficamos com:

$$\vec{r}(t) = (v_0 t) \hat{i} + \left(\frac{Ft^2}{2m} \right) \hat{j}$$

Resposta esperada: $\vec{r}(t) = (v_0 t) \hat{i} + \left(\frac{Ft^2}{2m} \right) \hat{j}$