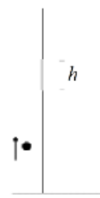
**1.** *(2.5 val.)* Uma janela tem altura *h*. Uma bola é lançada verticalmente a partir da rua. Um observador que se encontra no interior do edifício, junto à janela, verifica que a bola demora o intervalo de tempo *T* a percorrer a região da janela (desde a parte de baixo até à parte de cima). Determine a altura máxima acima da parte superior da janela que é atingida pela bola, expressa em função de *h*, *T* e *g* (aceleração da gravidade).




# 1.

**Encontrar velocidade inicial com que chega à janela.**

$$h = v_0 T - \frac{1}{2} g T^2 \Leftrightarrow v_0 = \frac{h + \frac{1}{2} g T^2}{T}$$

**Encontrar velocidade com sai da janela.**

$$v = v_0 - gT$$

$$v = \frac{h + \frac{1}{2} g T^2}{T} - gT \Leftrightarrow v = \frac{h - \frac{1}{2} g T^2}{T}$$

**Encontrar altura máxima da janela.**
Primeiro encontrar o tempo quando v=0.

$$0 = v - gt \Leftrightarrow t = \frac{v}{g}$$

$$t = \frac{h - \frac{1}{2} g T^2}{gT}$$

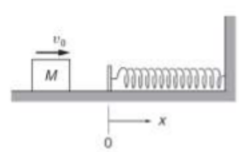
Altura máxima.

$$h_{max} = (\frac{h - \frac{1}{2} g T^2}{T})(\frac{h - \frac{1}{2} g T^2}{gT}) - \frac{1}{2} g (\frac{h - \frac{1}{2} g T^2}{gT})^2 = \frac{(h - \frac{1}{2} g T^2)^2}{2gT^2} -$$

**3.** (*3.5 val.*) Um bloco de massa *M* desliza numa mesa horizontal com velocidade $v_0$. Em *x*=0 colide com uma mola de constante elástica *k*. Determine a distância *L* percorrida pelo bloco desde que embate na mola e até parar para os seguintes dois casos:

a) Não há atrito entre o bloco e a mesa. Exprima o resultado em função de *M*, $v_0$ e *k*.

b) O bloco fica sujeito a atrito a partir do momento em que embate na mola, sendo o coeficiente de atrito variável dado por $\mu = bx$. Exprima o resultado em função de *M*, $v_0$, *k*, *b* e *g* (aceleração da gravidade).



## 3.

### a)

**Pela conservação da energia mecânica.**

Como x=0.

$$\cancel{\frac{1}{2}}Mv_0 = \cancel{\frac{1}{2}}kL^2$$

$$L = \sqrt{\frac{Mv_0^2}{k}}$$

### b)

**Pelas Leis de Newton.**

$$\begin{cases} N - P = 0 \Leftrightarrow N = P \Leftrightarrow = Mg \\ F - F_r = Ma \\ F_r = N\mu \Leftrightarrow F_r = Mgbx \end{cases}$$

$$kx + bMgx = Ma \Leftrightarrow x(bMg + k) = Ma$$

$$L = \sqrt{\frac{Mv_0^2}{bMg + k}}$$