

Uma mola real (massiva) é equivalente a uma cadeia de massas m ligadas por molas ideais (de constante k e comprimento a no equilíbrio) no limite em que $a \rightarrow 0$ e em que a massa total e o comprimento da cadeia são constantes.

Neste problema vamos considerar uma mola real — caracterizada pelo seu comprimento natural (o seu comprimento na ausência de forças aplicadas) l , pela sua constante de Hooke K e pela sua densidade linear de massa (a sua massa por unidade de comprimento) ρ_l — colocada na horizontal com um dos extremos ($x = 0$) fixo a uma parede. No outro extremo da mola está preso um bloco de massa M que se pode deslocar sem atrito na horizontal.

- (i) Determine os modos normais do sistema. *[sugestão: comece por determinar os modos normais de uma cadeia infinita de massas ligadas por molas; tome o limite contínuo da cadeia; tenha em conta as condições fronteira notando que o bloco em $x = l$ tem que satisfazer a segunda lei de Newton.]*
- (ii) Mostre que quando $\epsilon = \frac{\rho_l l}{M}$ é pequeno apenas um modo normal sobrevive. A que corresponde esse modo normal? Comente o significado físico deste resultado.