

Num laboratório do Departamento de Física, um cristal de massa  $M$  é suportado por 4 molas em paralelo, cada uma com constante elástica  $k$ . O sistema é posto numa mesa. Quando um aluno de FEX move a mesa, surge uma força efetiva vertical descrita por  $F = MA_0 \cos(\omega_d t)$  na masa  $M$ .

- (i) Seja  $x$  o deslocamento vertical do cristal em relação à sua posição de equilíbrio. Escreva as equações do movimento do instrumento.
- (ii) Encontre as amplitudes de vibração do cristal na situação estacionária (*steady state*).
- (iii) Para reduzir a amplitude de vibração do cristal na primeira alínea por um fator de 10, como alteraria as 4 molas? Quão mais curtas/compridas terim que ser? (Assuma  $k/M \gg \omega_d^2$ )
- (iv) Uma forma melhor de reduzir a amplitude de vibração seria colocar um pequeno colchão entre o cristal e a mesa, em paralelo com as molas. Assumindo que o colchão produz uma força dissipativa proporcional à velocidade da massa, derive uma equação que permita determinar o valor de  $b$  em termos de  $k$ ,  $M$ ,  $\omega_d$ . Resolva esta equação para  $b$  no limite  $k/M \gg \omega_d^2$ .