

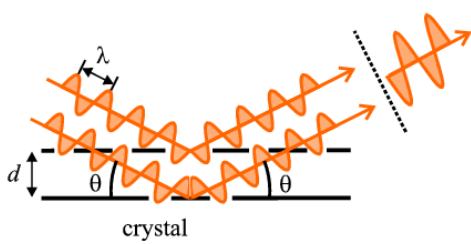
# PROVA RECUPERAÇÃO - FÍSICA ONDULATÓRIA (2.2017)

Prof. Herculano Martinho

## ORIENTAÇÕES:

1. Resoluções sem demonstração serão desconsideradas.
2. Resoluções idênticas de alunos diferentes serão anuladas para ambos os alunos.
3. Somente serão aceitas resoluções escritas à mão.
4. A prova deve ser entregue impreterivelmente até ao **meio-dia** de **21/08/2017** (2ª-feira) na sala 1048 (bloco B).

**1.[1 ponto]** Quando uma onda plana incide num sólido cristalino, cada átomo produz uma onda espalhada, direcionada coerentemente (Fig. 1). Os átomos da rede cristalina podem ser arrançados em muitos conjuntos possíveis de planos paralelos. Escolha um conjunto particular destes planos com espaçamento  $d$ .



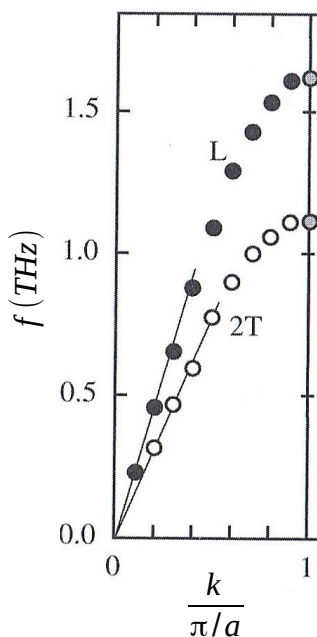
**Figura 1.**

um plano adjacente quando  $2d \sin \theta = m\lambda$ , onde  $m$  é um inteiro. Esta é a chamada condição de Bragg para interferência.

a) Se as separações atômicas são da ordem do comprimento de onda, mostre geometricamente que as ondas espalhadas pelos átomos de um plano interferem construtivamente em uma direção tal que o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência.

b) Mostre geometricamente que a onda refletida por um plano interfere construtivamente com aquela de

**2.[1 ponto]** Gases nobres costumam cristalizar em estruturas cristalinas do tipo cúbico de face centrada. As interações entre segundos vizinhos nestes casos são muito fracas. As interações interatômicas podem ser aproximadas considerando-se apenas as interações entre os planos. A Fig. 2 apresenta a relação de dispersão para os modos vibracionais do Neônio.



**Figura 2.** Relação de dispersão para o Neônio.

a) Derive uma expressão para as interações entre primeiros vizinhos, utilizando coordenadas esféricas.

b) Obtenha uma estimativa para a constante de interação interatômica  $K$  para os primeiros vizinhos.

c) Assumindo que a interação entre os átomos pode ser representada por um potencial do tipo Lennard-Jones

$$V_{ij} = -4\epsilon \left[ \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 - \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} \right],$$

mostre que  $K = \frac{72\epsilon}{2^{1/3}\sigma^2}$ .

3. [1 ponto] A descrição de uma cadeia monoatômica linear pode ser estendida incluindo-se uma interação local para cada átomo da forma  $E_{loc}(u) = \frac{1}{2} \alpha u^2$ . Encontre o efeito deste potencial local na curva de dispersão dos modos vibracionais.
4. [1 ponto] Uma turbina de exaustão é montada sobre uma mesa com isolamento vibracional constituído por molas e sistema de amortecimento. A massa da centrífuga e da mesa é de 1 ton. O comprimento livre das molas é de 1 cm. Por conta de um desbalanço nas hélices da turbina, o sistema oscila na direção vertical. A velocidade de rotação é de 1200 rpm e o fator de amortecimento  $\gamma = 0.15$ . A amplitude da componente da força vertical devido ao desbalanço é 0.1% da altura total do sistema. a) Qual é a amplitude em estado estacionário do sistema? b) Qual será a amplitude se dobrarmos o número de molas?
5. [1 ponto] Com os conhecimentos adquiridos no curso, apresente um projeto de um sismógrafo, incluindo a dedução das equações de movimento envolvidas.
6. [1 ponto] É possível que ocorra batimentos entre as soluções transiente e estacionária para o caso do oscilador harmônico forçado. Determine o valor de  $\gamma$  acima do qual a diferença entre o máximo da amplitude e o subsequente mínimo do batimento é  $< 20\%$ .
7. [1 ponto] Considere uma placa delgada infinita no plano  $xy$ , constituída por material de módulo de Young  $Y$ . Uma tensão uniforme longitudinal  $\sigma_x$  é aplicada na direção  $x$ . Mostre que a compressão correspondente  $\epsilon_x$  é dada por  $\sigma_x / \epsilon_x = Y / (1 - \mu^2)$ , onde  $\mu$  é a razão de Poisson. Determine também a velocidade da correspondente onda longitudinal e compare o resultado com a velocidade de uma onda longitudinal em um bastão fino bem como no sólido massivo extenso.
8. [3 pontos] Entregue todas as listas de exercícios resolvidas.