

Puede usar: calculadora no programable; libro de fórmulas y tablas matemáticas (sin anotaciones ni añadidos). Cada pregunta se puntúa hasta 2,5 puntos. Es necesario aprobar cuestiones y problemas por separado. La evaluación del examen es global.

CUESTIONES. Conteste razonando, ajustándose a las preguntas y explicando lo que haga.

C1.- (a) Enuncie y explique con detalle la formulación de Laue para la difracción.

(b) Indique cómo se interpretan los planos de Bragg dentro de dicha formulación.

Haga esquemas gráficos para ayudar a que la explicación sea más clara.

C2.- (a) Haga un breve resumen, sin desarrollos matemáticos pero explicando con claridad las aproximaciones físicas que se llevan a cabo, del modelo de Debye.

(b) Indique las consecuencias fundamentales de dicho modelo, y en particular cómo se compara con los resultados experimentales.

(c) Haga una breve exposición de la importancia de las consecuencias físicas de la introducción de los términos anarmónicos en la descripción de los fenómenos vibratorios de las redes cristalinas. ¿Cuáles son las magnitudes físicas que requieren de dichos términos para ser explicadas?

PROBLEMAS. No debe decir cómo se podrían resolver, ni poner la posible solución, sino **resolverlos realmente, explicar con claridad los pasos y discutir los resultados**. Defina todas las variables que use y **explique** aproximaciones, notación y fórmulas.

Obtenga una expresión algebraica y entonces estime numéricamente órdenes de magnitud.

P1.- Queremos estudiar la dinámica de la red de una cadena unidimensional monoatómica que tiene una constante de red a . Los átomos tienen masa M , y su interacción es a primeros vecinos y está descrita por una constante de fuerza K .

(a) Calcular la frecuencia máxima $\omega_{\max}$ de los fonones del sistema.

(b) Calcular la densidad de estados $\mathcal{D}(\omega)$ de modos de los fonones por unidad de frecuencia (esto es igual que decir la *densidad de estados de los fonones*) para dicha cadena.

(c) Evaluar los límites de dicha densidad de estados para $\omega \rightarrow 0$ y $\omega \rightarrow \omega_{\max}$

P2.- Los vectores unidad de una red bidimensional hexagonal centrada son

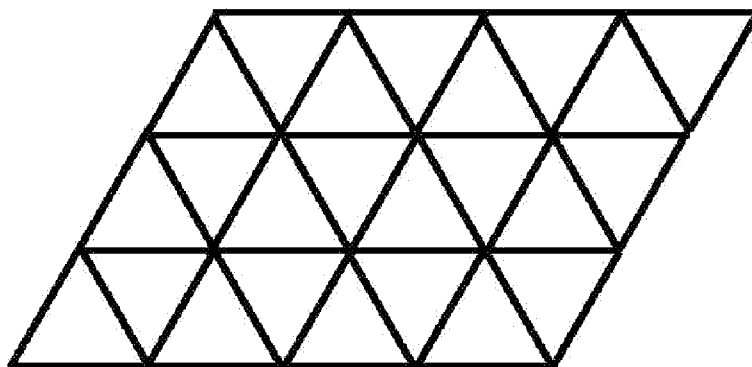
$$\begin{aligned} \mathbf{a}_1 &= a\hat{\mathbf{x}} \\ \mathbf{a}_2 &= a\left(\frac{1}{2}\hat{\mathbf{x}} + \frac{\sqrt{3}}{2}\hat{\mathbf{y}}\right). \end{aligned}$$

Los átomos se encuentran ocupando los vértices de la red formando un entramado que también se conoce como red triangular.

Calcular las relaciones de dispersión en un modelo de enlace fuerte a primeros vecinos de la forma

$$E = \epsilon - t \sum_m e^{i\mathbf{k} \cdot \mathbf{r}_m},$$

haciendo m referencia a los vecinos más próximos.



Datos: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$, $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $R_\infty = 109737 \text{ cm}^{-1}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $N_A = 60,2 \cdot 10^{22} \text{ mol}^{-1}$, $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $\mu_b = e\hbar / (2m_e) = 9,27 \cdot 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$, $a_o = 4\pi\epsilon_o\hbar^2 / me^2 \simeq 0,52 \text{ Å}$, $1/(4\pi\epsilon_o) = 9 \cdot 10^9 \text{ m}^3 \text{ kg s}^{-2} \text{ C}^{-2}$, $\lambda_C = h / (m_e c) = 0,024 \text{ Å}$.