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 razonadamente, ajustándose a las preguntas y explicando lo que haga.

Problemas: debe resolverlos, no decir sólo cómo se podrían resolver, ni poner la solución, sino que **hay que resolverlos realmente, explicar con claridad los pasos y discutir los resultados**.

Recuerde definir **todas** las variables que use y **explicar** aproximaciones, notación y fórmulas.

No haga números hasta haber obtenido una expresión algebraica (estime entonces en órdenes de magnitud).

CUESTIONES

C1.- Haga un bosquejo, explicando todos los detalles, de la forma de las relaciones de dispersión $\varepsilon(\mathbf{k})$ de un semiconductor cerca del máximo de la banda de valencia, y del mínimo de la banda de conducción, para el caso en que el semiconductor tenga por una parte *huecos pesados*, y por otra *electrones ligeros*.

C2.- Explique cómo varía el calor específico experimental en una red cristalina, comentando cómo se comporta en los límites de temperaturas bajas y altas, así como para temperaturas intermedias.

Plantee con concisión los modelos de Einstein y Debye, detallando qué explica y qué no explica cada uno de los modelos.

PROBLEMAS

P1.- Supongamos una molécula para la que la carga electrónica $\rho(\mathbf{r})$ está distribuida de manera uniforme sobre una corteza esférica cuyo espesor d es mucho menor que el radio R de la esfera.

(a) Sabiendo que el factor de forma viene dado por $f_G = \int_{\text{todo el espacio}} dV\ \rho(\mathbf{r})\ e^{-i\mathbf{r}\cdot\mathbf{G}}$, obtener la expresión general del *factor de forma* (de difracción) para esa molécula.

(b) En el límite $d \to 0$, el espesor de la corteza sería infinitesimal y la densidad estaría representada por una delta de Dirac. Obtener el factor de forma en ese caso.

(c) Supongamos que la molécula citada cristaliza como un sólido, con una estructura FCC. Usando el resultado obtenido en (b), calcular el factor de forma para los haces de difracción (111) y (200).

(d) Aplicar los resultados del apartado (c) al caso de una estructura FCC, de constante de red 14 Å, de estas moléculas, suponiendo que $R = 3{,}5$ Å.

P2.- El cociente de la conductividad térmica de un metal y del producto de la temperatura por la conductividad eléctrica recibe el nombre de ***número de Lorentz***, $L \equiv \kappa/(\sigma_0 T)$

(a) Usando el modelo de Drude-Sommerfeld, calcule el número de Lorentz.

(b) A una temperatura de 293 K se mide la resistencia de un alambre de cobre de sección uniforme, cuya longitud es de 50 cm y diámetro 0.3 mm, resultando ser de 0.12 Ω.

También se ha medido la conductividad térmica del alambre, y es de 390 W m^{-1} K^{-1} a dicha temperatura.

Calcular el número de Lorentz que se obtendría a partir de los resultados experimentales.

(c) Compare los valores experimental y teórico, comentando el resultado obtenido.

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