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

Cuestión 1.- Se ha observado que las conductividades eléctricas de los sólidos varían en un rango de órdenes de magnitud muy grande. De hecho, esa variación cubre un rango de variación mucho mayor que la variación que se mide para el caso de la conductividad térmica de los sólidos. Explique, detallando los procesos físicos más relevantes, el por qué de esa diferencia.

Cuestión 2.- (a) Haga una breve descripción de los siguientes conceptos:
– Red cristalina y red recíproca de un cristal.
– Celda de Wigner-Seitz. Zonas de Brillouin.
(b) Se ha observado que en el diagrama de difracción de un cristal de vanadio, que está orientado con su plano (110) perpendicularmente a un haz monocromático de rayos X, que el pico de difracción de primer orden se mide a un ángulo de Bragg de 20,2°. Estime la longitud de onda de los rayos X del mencionado haz.

PROBLEMAS

P1.- Se sabe que, en un semiconductor intrínseco, el valor del potencial químico $\mu_i(T)$ es aproximadamente igual a la energía correspondiente al centro del *gap* de energías.
(a) Supongamos que la anchura del *gap* de energías cumple que $E_g \gg k_B T$. Demostrar que si suponemos que la la concentración de electrones $n_c(T)$ en la banda de conducción de un semiconductor o aislante es proporcional a la probabilidad de encontrar ocupado el nivel de energía E a temperatura T (que es la distribución de Fermi-Dirac), entonces se cumple que $n_c(T) \simeq \mathrm{C} \times e^{-E_g/(2k_B T)}$, donde C es una constante.

$T = 300$ K	n (m^{-3})	E_g (eV)
Ge	$n_c = 3 \times 10^{19}$	0,67
Si	$n_c = 10^{16}$	1,11
Ga As	$n_c = 2 \times 10^{13}$	1,43

(b) Usando los datos de la tabla, calcule el valor de la constante C en los distintos materiales. Comente los resultados que obtenga.
(c) Suponiendo que la constante C del diamante es $C = 10^{25}$ m^{-3}, calcular el número de electrones de conducción que hay en un 1 cm^3 de volumen de un cristal de diamante ($E_g = 5{,}5$ eV) a una temperatura de 300 K.

P2.- Se tiene una cadena lineal de átomos idénticos, separados una distancia a.
(a) Demuestre que en el límite continuo, para el que la relación de los fonones en una dimensión es $\omega^2(k) = (\gamma/m)\left[1 - \cos(ka)\right]$, se pueden propagar ondas acústicas en dicha cadena lineal.
(b) Utilizando la aproximación de dicho límite continuo, evalúe la temperatura de Debye para la cadena.

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