FACULTAD DE QUÍMICA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Química
Dirección Académica
Santiago, 01 de octubre de 2025

QUÍMICA PARA INGENIERÍA

Pauta Interrogación I 2025-2

Notas para los ayudantes correctores:

- En las preguntas de desarrollo considere en las respuestas un margen de error de ±5%
- Si la respuesta no incluye unidades de medida descuente 1 punto del puntaje asociado a la pregunta
- Si la respuesta tiene el signo erróneo, descuente 2 puntos del puntaje total de la pregunta.
- En algunos casos, las preguntas pueden resolverse de varias formas diferentes, si el estudiante tiene correcto el resultado final se le debe asignar todo el puntaje de la pregunta.

Pregunta 1: Selección Múltiple (32 puntos)

1.- En relación con las fuerzas intermoleculares, ¿Cuál de estas afirmaciones es **VERDADERA**?

a) La distancia de equilibrio entre los átomos de un enlace corresponde al estado de fuerza y energía igual a cero.
b) La distancia de equilibrio entre los átomos de un enlace corresponde al estado de mínima energía y fuerza.
c) La distancia de equilibrio entre los átomos de un enlace corresponde al estado de mínima energía y fuerza igual a cero.
d) La distancia de equilibrio entre los átomos de un enlace corresponde al estado de mínima fuerza y energía igual a cero.
e) Ninguna de las anteriores

2.- De acuerdo con los sitios intersticiales es **VERDADERO** afirmar que:

I Son los espacios vacíos o huecos que se forman en una red cristalina
II Un sitio intersticial tetraédrico está rodeado por 4 átomos
III Un sitio intersticial octaédrico está rodeado por 8 átomos
IV En una celda FCC es posible que estén todos los sitios tetraédricos y octaédricos ocupados

a) I, II y III
b) II, III y IV
c) I, II y IV
d) I, III y IV
e) Todas las anteriores

3.- Un proceso será espontáneo a cualquier temperatura si:

a) ΔH y $\Delta S > 0$
b) $\Delta H < 0$ y $\Delta S > 0$
c) ΔH y $\Delta S < 0$
d) $\Delta H > 0$ y $\Delta S < 0$
e) Ninguna de las anteriores

4.- El hierro puede presentar diferentes estructuras cristalinas cúbicas, dependiendo a la temperatura en que se encuentre. El hierro alfa (α) existe desde -270 °C a 912 °C y tiene una estructura BCC, mientras que el hierro gamma (γ) existe desde 912 °C a 1.394 °C y tiene la estructura cristalina FCC. Al respecto, indique cuál de las siguientes afirmaciones son **VERDADERAS**:

I Al aumentar la temperatura de 900°C a 1200°C el hierro tiende a aumentar el factor de empaquetamiento de la celda unitaria.
II Al aumentar la temperatura de 100°C a 1000°C el hierro aumenta el parámetro de red (a) de la celda unitaria.
III Al trazar el plano (010) en ambas estructuras del hierro, habrá más átomos en el plano de la estructura alfa que en el plano de la estructura gamma.
IV Si se trazaran los conjuntos de planos (131) en ambas celdas unitarias del hierro, se puede inferir que la mayor distancia interplanar se obtiene al aumentar la temperatura.

a) I, II, III
b) I, II, IV
c) II, III, IV
d) I, III, IV
e) III, IV

5.- Con respecto a la entropía es correcto afirmar que:

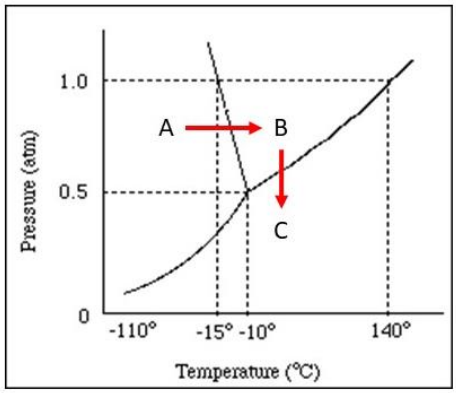
I Es una medida cuantitativa del número de microestados disponibles para una molécula en un sistema
II Da cuenta de la cantidad de calor que se desprende de un proceso
III Para un proceso espontáneo $\Delta S_{universo} < 0$
IV Es una función de estado

a) II y III
b) I y III
c) I y IV
d) I, III y IV
e) Todas son correctas

6.- En relación con los sistemas indique cuál de las siguientes afirmaciones es **FALSA**

a) En un sistema aislado no es posible la transferencia de energía
b) Un sistema cerrado puede intercambiar energía
c) Una transferencia de energía entre un sistema y su entorno solo es posible mientras ocurre un cambio de estado
d) Calor y trabajo son funciones de estado
e) Todas son verdaderas

7.- Considere el siguiente diagrama de fases:

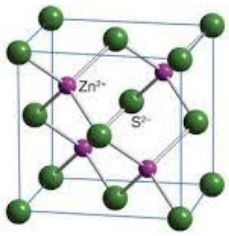


Indique cual/es de las siguientes afirmaciones es/son **VERDADERAS**:

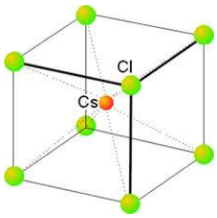
I El paso A → B corresponde a la ebullición normal del líquido
II El punto de congelación normal es de -15 °C
III El paso B → C corresponde al paso de líquido a vapor a temperatura constante
IV El diagrama representa el diagrama de fases del agua
V El punto triple ocurre a 0,5 atm y -10 °C

a) Sólo II
b) II y V
c) I, III y V
d) II, IV y V
e) II, III y V

8.- De acuerdo a las siguientes estructuras cristalinas, ¿Cuál(es) de esta (s) afirmaciones es/son **VERDADERAS**?



ZnS



CsCl

I El Zn está en posiciones tetraédricas en la estructura cristalina del ZnS
II El ZnS presenta una estructura FCC
III El CsCl tiene una estructura BCC
IV El Cs está en una posición octaédrica en la estructura del CsCl

a) I y II
b) I, III
c) I, III y IV
d) I, II y IV
e) Todas son verdaderas

Pegunta 2: Química del estado sólido (24 puntos)

El Platino (Pt) es un elemento químico cuya masa atómica es de 195,08 g mol^{-1} y su densidad teórica es de 21,45 g cm^{-3}. Es resistente a la corrosión por lo que es utilizado principalmente en convertidores catalíticos, joyería y dispositivos electrónicos. El Platino es extremadamente raro en la corteza terrestre y se estima que su abundancia promedio es de 5 ppm, lo que explica que su producción mundial en 2024 fue de 174 toneladas.

Sobre su estructura, se sabe que cristaliza en un sistema cúbico y su patrón de difracción de rayos X (orden = 1; radiación monocromática con longitud de onda 0,0711 nm) se muestra en la tabla a continuación.

Plano	Ángulo de difracción (2θ)
(111)	18,06°
(200)	20,88°
(220)	26,66°
(311)	31,37°

Con la información proporcionada determine qué tipo de sistema cúbico (SC, BCC o FCC) forma el Platino. Justifique con cálculos.

Desarrollo:

Con la información del experimento de rayos X es posible determinar, primeramente, la distancia interplanar.

Utilizando el plano (110) se tiene que:

$$n\lambda = 2d \cdot sen\theta$$

$1 * 0{,}0711\ nm = 2d\ sen\ 9{,}03$ **(2 Puntos)**

$d_{(111)} = 0{,}2265\ nm$ **(3 Puntos)**

Luego es posible determinar el parámetro de red:

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{(h^2+k^2+l^2)}}$$

$0{,}2265\ nm = \frac{a}{\sqrt{(1^2+1^2+1^2)}}$ **(2 Puntos)**

$a = 0{,}3923\ nm$ **(4 Puntos)**

El volumen de la celda unitaria será:

$a^3 = 0{,}0604\, nm^3 = 6{,}04 * 10^{-23} cm^3$ **(2 Puntos)**

A partir de la densidad teórica, es posible determinar cuántos átomos por celda existen:

$$\rho_{Pt} = \frac{(átomos\ por\ celda)(MM)}{(V_{celda})(N_{avogadro})}$$

$$(átomos\ por\ celda) = \frac{21{,}45\ \frac{g}{cm^3} * 6{,}04 * 10^{-23} cm^3 * 6{,}02 * 10^{23} \frac{átomos}{mol}}{195{,}08 \frac{g}{mol}}$$ **(3 Puntos)**

Átomos por celda = 4 **(3 Puntos)**

Por lo tanto, se puede concluir que la estructura cúbica que forma el platino es FCC ya que tiene 4 átomos por celda.

(5 Puntos)

Nota: Cualquier otro plano que se hubiese utilizado conduce al mismo resultado.

Pregunta 3: Calorimetría (22 puntos)

Un meteorito de 500 kg de masa compuesto principalmente de hierro (Fe) y cuya temperatura inicial es de -150 ºC, se acerca a la Tierra con una velocidad de 14 km/s. Se estima que el impacto con la tierra libera una cantidad de energía de 1,10 * 10^{11} J y que se reparte por igual entre el planeta y el meteorito. ¿Cuál es la temperatura final del meteorito?

Asuma que el meteorito es de hierro, no se desintegra y que la energía que recibe es en forma de calor.

Datos:

C Fe(s) 0,45 cal/g °C
C Fe (l) 0,82 cal/g °C
C Fe (g) 0,11 cal/g °C
$L_{Fusión}$: 70,02 J/g
$L_{Vaporización}$: 6300 J/g
$T_{Fusión}$: 1530 °C
$T_{Ebullición}$: 3050 °C

Desarrollo:

La energía que recibe el meteorito, en forma de calor será: 1,0*10^{11} J/2 = 5,5 *10^{10} J **(1 Punto)**

Calor necesario para llevar los 500 kg de Fe desde -150 a 1530 °C:

$$q = 500000\ g * 0{,}45\ \frac{cal}{g\ °C} * (1530\ °C - \ -150\ °C) = 3{,}78 * 10^8 cal$$

(2 Puntos)

Transformando a Joules $3{,}78 * 10^8 cal * \frac{4{,}184\ J}{1\ cal} = 1{,}58 * 10^9\ J$ **(1 Punto)**

Esto indica que aún queda calor para seguir calentando el hierro.

Calor necesario para fundir el hierro:

$$q = 500000\ g * 70{,}02\ \frac{J}{g} = 3{,}50 * 10^7\ J$$ **(2 Puntos)**

Calor necesario para llevar el hierro líquido desde 1530 a 3050 °C

$$q = 500000\ g * 0{,}82\ \frac{cal}{g\ °C} * (3050\ °C - 1530\ °C) = 6{,}23 * 10^8 cal = 2{,}61 * 10^9\ J$$

(2 Puntos)

Al sumar los valores anteriores se obtiene que en llevar el meteorito hasta su punto de ebullición se han gastado 4,22 $*10^9$ J de energía en forma de calor. Por lo tanto, el meteorito comenzará a vaporizarse.

(2 Puntos)

Calor necesario para vaporizar el hierro:

$q = 500000\ g * 6300 \frac{J}{g} = 3{,}15 * 10^9\ J$ **(2 Puntos)**

La suma de los valores anteriores da como resultado 7,37*10^9 J invertidos. Por lo tanto, una vez transformado en vapor, el meteorito se seguirá calentando. La energía disponible para esto será:

5,5*10^{10} J – 7,37*10^9 J = 4,76 *10^{10} J = 1,14 * 10^{10} cal **(2 Puntos)**

$1{,}14 * 10^{10} J = 500000\ g * 0{,}11\ \frac{cal}{g\ °C} * (T_f - 3050\ °C)$ **(4 Puntos)**

$T_f \cong 2{,}10 * 10^5\ °C$ **(4 Puntos)**

Pregunta 4: Termodinámica (22 puntos)

La fermentación es un proceso metabólico en el que microorganismos (como levaduras, bacterias y mohos) descomponen compuestos orgánicos, como azúcares y almidones, en otras sustancias más simples (como alcohol, ácidos o gases) para generar energía o cumplir funciones vitales. Cuando los productos de fermentación corresponden a etanol (C_2H_6O) y dióxido de carbono (CO_2), se denomina fermentación alcohólica y se estima que los seres humanos la han empleado aproximadamente desde hace 9000 años con diversos fines tales como la conservación de alimentos o la producción de bebidas.

La reacción química **no balanceada** de la fermentación de la glucosa se detalla a continuación.

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_2H_6O + CO_2$$

Teniendo en consideración las siguientes reacciones de combustión, y los datos proporcionados al final de la pregunta, determine:

$C_6H_{12}O_6\,(s) + 6\,O_2\,(g) \rightarrow 6\,CO_2\,(g) + 6\,H_2O\,(l)$ $\quad\quad$ $\Delta H° = -3{,}74$ kcal/g

$C_2H_6O\,(l) + 3\,O_2\,(g) \rightarrow 2\,CO_2\,(g) + 3\,H_2O\,(l)$ $\quad\quad$ $\Delta H° = -7{,}11$ kcal/g

a) Si el proceso de fermentación de la glucosa es espontáneo en condiciones estándares de presión y temperatura (1 atm, 25 °C). Justifique con cálculos. **(16 Puntos)**

b) La temperatura a la cuál la reacción estaría en condición de equilibrio. **(6 Puntos)**

Datos:

M $C_6H_{12}O_6 = 180\ g\cdot mol^{-1}$

M $C_2H_6O = 46\ g\cdot mol^{-1}$

Sº $C_6H_{12}O_6\,(s) = 212{,}0\ J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}$

Sº $C_2H_6O\,(l) = 160{,}7\ J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}$

Sº $CO_2\,(g) = 213{,}7\ J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}$

Desarrollo:

a) Cálculo de los ΔH° de combustión.

$C_6H_{12}O_6$: $-3.74\ \frac{kcal}{g} * 180 \frac{g}{mol} = -673{,}2\ \frac{kcal}{mol}$

C_2H_6O: $-7.11\ \frac{kcal}{g} * 46 \frac{g}{mol} = -327{,}06\ \frac{kcal}{mol}$

(2 Puntos)

Aplicando ley de Hess: La combustión de la glucosa permanece sin cambios y la del etanol se invierte y multiplica por dos.

$C_6H_{12}O_6$ (s) + 6 O_2 (g) → 6 CO_2 (g) + 6 H_2O (l) ΔH° = -673.2 kcal/mol

4 CO_2 (g) + 6 H_2O (l) → 2 C_2H_6O (l) + 6 O_2 (g) ΔH° = -2 * -327,06 kcal/mol

(3 Puntos)

La ecuación final queda:

$C_6H_{12}O_6$ (s) → 2 C_2H_6O (l) + 2 CO_2 (g) ΔH° = -19,08 kcal/mol = -79,83 kJ

(3 Puntos)

Determinación de la espontaneidad: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

ΔS^o = 2 · S^o CO_2 (g) + 2 · S^o C_2H_6O (l) - [S^o $C_6H_{12}O_6$ (s)]

(2 Puntos)

ΔS^o = 2 · 213,7 + 2 ·160,7 – 212,0

ΔS^o = 536,8 J/K **(2 Puntos)**

Reemplazando ΔH° = -79830 J y T = 298,15 K:

$\Delta G = -79830\ J - 298{,}15\ K * 536{,}8\ \frac{J}{K}$ **(2 Puntos)**

$\Delta G = -239877\ J \cong -239{,}9\ kJ$ **(4 Puntos)**

Nota: También sería válido el resultado expresado en calorías: -57332 cal

b) En condición de equilibrio $\Delta G = 0 = \Delta H - T\Delta S$, por lo tanto:

$T = \frac{\Delta H}{\Delta S} = \frac{-239877\ J}{536{,}8 \frac{J}{K}} = -446{,}9\ K$

Como ΔH y ΔS son negativos, la reacción siempre será espontánea por lo que no es posible una temperatura a la cual se alcance la condición de equilibro.

(4 Puntos)