Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Química
Dirección Académica
Santiago, 18 de marzo de 2018

QUÍMICA GENERAL PARA INGENIERÍA

Interrogación 1

PAUTA

$$Nota = \left[\frac{Ptos.Obtenidos}{Ptos.Total\ Interrogación}\ x\ 6{,}0\right] +\ 1{,}0\ (pto.base)$$

P.1: 40,0 ptos. P.2: 25,0 ptos. P.3: 10,0 ptos. P.4: 25,0 ptos.

NOTAS:

a) Las preguntas se deben responder sólo en la Hoja de Respuesta y de forma ordenada. Cualquier cálculo que esté sin su respectivo y/o ilegible NO SERÁ CORREGIDO.
b) **Sólo se responden consultas en voz alta** y son al inicio y cuando ha transcurrido la mitad del tiempo de la interrogación.
c) Pegue el Sticker que le será entregado en la primera página de la hoja de respuestas.
d) Coloque su nombre y RUT en todos los encabezados de las hojas de respuesta.

Datos:

Elemento	Masas Atómicas (g/mol)	Elemento	Masas Atómicas
H	1,0	Pd	106,4
N	14,0	Au	197,0
O	16,0	Cl	35.5
C	12,0	Xe	131.3

1,00 [atm] = 760 [mmHg]; K = 273 + °C; 1,000 [cal] = 4,184 [J]; R = 0,082 [atm L / mol K];
1000 [mg] = 1,000 [g]; Na=6,022x10^{23} [1/mol]; V (esfera) = 4/3 πr^3;
ΔE = q + W
q = m C ΔT
w= - PΔV
F.E= $\frac{V\ ocupado}{V\ celda}$
nλ = 2 d sen θ
ρ_p = (átomos en el plano)/ área del plano
ρ= (átomos/celda)(masa atómica)/ (volumen celda unitaria) (N_{av})

P.1. Selección múltiple (40,0 ptos)

1.1. En un sistema **abierto**:

a. No existe transferencia de masa pero sí de energía con el medio ambiente
b. No existe transferencia de masa ni de energía con el medio ambiente
c. Existe transferencia de masa pero no de energía con el medio ambiente
d. Existe transferencia de energía y masa con el medio ambiente

1.2. La mejor definición de capacidad calorífica específica es:

a. Cantidad de calor necesaria para elevar en 1 grado Celsius o Kelvin la temperatura de 1 gramo de una sustancia.
b. Cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una sustancia 1 grado Celsius o Kelvin
c. Cantidad de calor necesaria para elevar en 1 grado Celsius o Kelvin la temperatura de 1 mol de sustancia.
d. Cantidad de energía térmica que se transfiere a un material o sustancia.

1.3. La energía interna (ΔE) es:

a. Una función de trayectoria
b. Una variable intensiva
c. Una función de estado
d. Una magnitud Vectorial

1.4. ¿Cuál de las siguientes moléculas se esperaría que tuviera ***el mayor*** punto de ebullición?:

a. NH_3
b. PH_3
c. Cl_2
d. Xe
e. O_2

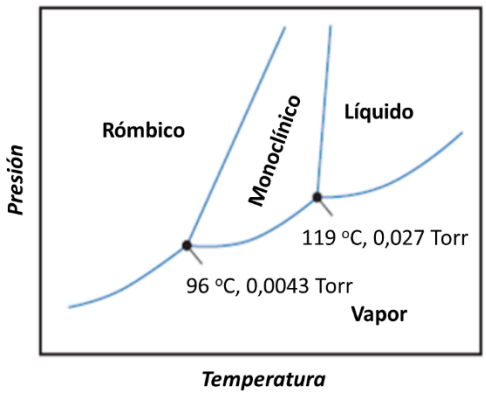
1.5. Con respecto al enlace metálico cuál de las siguientes afirmaciones es falsa:

a. Se comparten electrones colectivamente
b. Lo forman metales y no metales
c. Tienen conducción de energía eléctrica
d. La conducción de energía eléctrica se puede explicar por los modelos de mar de electrones
e. Es un enlace bastante fuerte

1.6. De las siguientes interacciones ¿Cuál se considera más débil?

a. Puentes de hidrógeno
b. Ión-dipolo
c. Dipolo-Dipolo
d. Dispersión de London
e. Ninguna de las anteriores

1.7. El elemento azufre presenta un complejo equilibrio que incluye 2 fases sólidas (rómbica y monoclínica), además de sus fases líquida y vapor. Un diagrama de fases simplificado se muestra más abajo. Basado en este diagrama, cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera:



a. A 119 °C y 0,027 Torr, las fases rómbica, líquida y vapor coexisten simultáneamente
b. El azufre rómbico está en equilibrio con el azufre líquido
c. Bajo 0,0043 Torr de presión el azufre sublimará
d. Hay 5 puntos triples en el diagrama
e. Ninguna de las anteriores

1.8. Para la celda unitaria una estructura cúbica centrada en las caras (FCC), cuál de estas afirmaciones es verdadera:

a. Existen el mismo número de huecos octaédricos y huecos tetraédricos
b. Existen el doble de huecos tetraédricos en comparación a huecos octaédricos
c. Existen el doble de huecos octaédricos en comparación a huecos tetraédricos
d. No hay huecos octaédricos en una estructura FCC
e. Ninguna de las anteriores

P.2. Un ingeniero analiza una pieza metálica de paladio (Pd) cuya estructura cristalina es FCC y determina que su densidad es de 12,0 [g/cm^3]. Determine:

a. El radio atómico del átomo de paladio
b. Determine la densidad planar del plano [111] del cristal de Paladio

(25,0 ptos)

P.3. Un ingeniero necesita analizar una aleación de Au (0,130 J/g°C) y Cu (0,397 J/g°C). Para realizar, decide realizar un experimento de calorimetría donde toma 100 g de la aleación y la calienta hasta 75,5 °C, enseguida lo introduce en un calorímetro junto con 502 g de agua y a 25°C. Finalmente, encuentra que la temperatura final de equilibrio fue de 25,5°C.

De acuerdo a lo realizado por este ingeniero, calcule la composición porcentual de cada elemento en la aleación, despreciando el calor adsorbido por el calorímetro.

(10,0 ptos)

P.4. El proceso Ostwald es un proceso industrial químico que se usa comercialmente para producir ácido nítrico (HNO_3), a través de la oxidación de amoníaco (NH_3) con oxígeno. El proceso ocurre de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

(i) $4NH_3\,(g) + 5O_2\,(g) \longrightarrow 4NO\,(g) + 6H_2O\,(g)$

(ii) $2NO\,(g) + O_2\,(g) \longrightarrow 2NO_2\,(g)$

(iii) $3NO_2\,(g) + H_2O\,(l) \longrightarrow 2HNO_3\,(ac) + NO\,(g)$

a. Utilizando los valores de ΔH^o proporcionados en la tabla 1, calcule el valor de la entalpía estándar (ΔH^o) para cada una de las reacciones anteriores

b. La reacción global para el proceso Ostwald es representada por la siguiente ecuación:

$12\,NH_3(g) + 21\,O_2(g)\;\; 8\,HNO_3(ac) + 4NO(g) + 14\,H_2O(g)$

Utilizando la ley de Hess, obtenga la reacción global a través de las ecuaciones dadas en el enunciado del problema y determine la entalpía estándar para este proceso. ¿Es el proceso Ostwald exotérmico o endotérmico?

c. Si 10 g de amoníaco (NH_3) reaccionan con exceso de oxígeno molecular (O_2) en la reacción global descrita en b), ¿cuánta energía se libera en el proceso?

Datos:

I.-Calor de Vaporización del agua: $H_2O\,(l) \rightarrow H_2O\,(g)\;\; \Delta H° = 44$ kJ/mol

II.- Tabla 1

Compuesto	ΔH° [kJ/mol]
$NH_3(g)$	45,94
NO(g)	90,40
$H_2O(g)$	-241,80
$NO_2(g)$	33,80
$HNO_3(ac)$	-207,40
$H_2O(l)$	-285,80

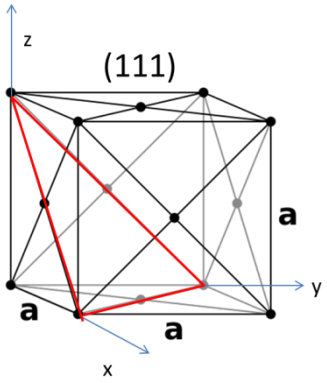
(25,0 ptos)

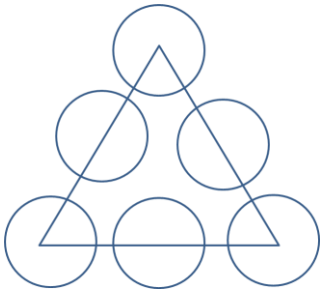
PAUTA

PREGUNTA.1

1.1	d	1 pto
1.2	a	1 pto
1.3	c	1 pto
1.4	a	1 pto
1.5	b	1 pto
1.6	d	1 pto
1.7	c	1 pto
1.8	d	1 pto

PREGUNTA.2





a) Calculo del radio atómico del paladio

Densidad = número de átomos * masa atómica / volumen de la celda * Nav

Hay 4 átomos de metal en una celda FCC

12,0 g /cm^3 = 4 átomos * 106,4 g/mol / a^3 * 6,022*10 ^{23} átomos /mol

a^3 = 2,945 *10 $^{-23}$ cm^3

a = 3,088 *10^{-8} cm^3

a = 0,389 nm (3,89*10^{-8} cm) **(5 puntos)**

Relación entre radio y parámetro de celda de la estructura FCC es: $a = 4\,\mathrm{r} / \sqrt{2}$

Por lo tanto el valor de **r = 0,137 nm (1,37 *10^{-10} cm)** **(5 puntos)**

Parte B)

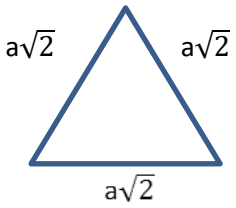
Cada átomo de la esquina del triángulo equivale a 1/6 de átomo

Cada átomo de los lados del triángulo corresponde a ½ de átomo.

Por lo tanto, hay **2 átomos dentro del plano (111).** **(5 puntos)**

La diagonal del cubo es: $a^2 + a^2 = x^2$ $\quad 2a^2 = x^2$

$x = a\sqrt{2}$



La altura del triángulo es: $(a\sqrt{2})^2 = (\frac{a\sqrt{2}}{2})^2 + h^2$

$h = \sqrt{\frac{3}{2}}\, a$

Área del triángulo = ½ * base* altura

Área del triángulo = ½ * $a\sqrt{2}$ * $\sqrt{\frac{3}{2}}\, a = \frac{\sqrt{3}}{2}\, a^2$ **(5 puntos)**

Densidad planar = 2 átomos / ($\frac{\sqrt{3}}{2}\, a^2$) = 2/ ($\frac{\sqrt{3}}{2}\, (0.389\ nm)^2$)= **15.26 átomos/nm²** (1.**53*10¹⁵ átomos/cm²**) **(5 puntos)**

PREGUNTA.3

$Q_{\text{aleación Cu-Au}} + Q_{\text{agua}} = 0$

$m_{H20} * c_{H2O} * (T_f - T_i) + m_{Au} * c_{Au} (T_f - T_i) + m_{Cu} * c_{Cu} * (T_f - T_i) = 0$

502 g *4,180 J/g °C *(25,5 °C – 25°C) + m_{Acu}*0,397 J/g °C* (25,5 °C – 75,5 °C) + m_{Au}*0,130 J/g °C *(25,5 °C- 75,5 °C) = 0 **(5 puntos)**

1049,18 - 19.85* m_{Cu} – 6,5* m_{Au} = 0

19.85 *m_{Cu} + 6,5* m_{Au} = 1049,18

$m_{Au} + m_{Cu} = 100$

19,85 * m_{Cu} + 6,5 m_{Cu} *(100 - m_{Cu}) = 1049,18

19,85 * m_{Cu} + 650 - 6,5 * m_{Cu} = 1049,18

m_{Cu} = 30 g **(5 puntos)**

m_{Au} = 70 g

Pregunta 4

Parte a

i) $4\ NH_3(g) + 5\ O_2(g) \rightarrow 4\ NO(g) + 6\ H_2O(g)$ $\Delta H_1° = ?$
$\Delta H_1° = [(4 * 90,4) + (6*(-241,8))] – [(5*0) + (4*45,94)]$
$\Delta H_1° = -1273$ kJ

ii) $2\ NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ NO_2(g)$ $\Delta H_2° = ?$
$\Delta H_2° = (2*33,8) – [(2*90,4) + (1*0)]$
$\Delta H_2° = -113,2$ kJ

iii) $3\ NO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow 2\ HNO_3(ac) + NO(g)$ $\Delta H_3° = ?$
$\Delta H_3° = [(2*(-207,4)) + (1*90,4)] – [(3*33,8) + (1*(-285,8))$
$\Delta H_3° = -140$ kJ

3 ptos **3 ptos** **3 ptos**

Si todas están buenas 1 pto adicional

Parte b

$12\ NH_3(g) + 21\ O_2(g) \rightarrow 8\ HNO_3(ac) + 4\ NO(g) + 14\ H_2O(g)$

De la parte a)

i) $4\ NH_3(g) + 5\ O_2(g) \rightarrow 4\ NO(g) + 6\ H_2O(g)$ $\Delta H_1° = -1273$ kJ
ii) $2\ NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ NO_2(g)$ $\Delta H_2° = -113,2$ kJ
iii) $3\ NO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow 2\ HNO_3(ac) + NO(g)$ $\Delta H_3° = -140$ kJ

multiplicamos i) *3

$12\ NH_3(g) + 15\ O_2(g) \rightarrow 12\ NO(g) + 18\ H_2O(g)$ $\Delta H_1° = -3819$ kJ **1,5 ptos**

multiplicamos iii) *4

$12\ NO_2(g) + 4\ H_2O(l) \rightarrow 8\ HNO_3(ac) + 4\ NO(g)$ $\Delta H_3° = -560$ kJ **1,5 ptos**

Sumando i) + iii)

$12NH_3(g) + 15O_2(g) + 12\ NO_2(g) + 4\ H_2O(l) \rightarrow 16\ NO(g) + 18\ H_2O(g) + 8\ HNO_3(ac)$ $\Delta H_4° = -4379$ kJ 1,5 ptos

multiplicamos ii) *6

$12\ NO(g) + 6\ O_2(g) \rightarrow 12\ NO_2(g)$ $\Delta H_2° = -679,2$ kJ **1,5 ptos**

Sumando y simplificando

$12\ NH_3(g) + 21\ O_2(g) + 4H_2O(l) \rightarrow 4\ NO(g) + 18\ H_2O(g) + 8\ HNO_3(ac)$ $\Delta H_2° = -5058$ kJ **1,0 pto**

$H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$ $\Delta H°=44$ kJ /*4 e invertimos } **1,0 pto**

$4\ H_2O(g) \rightarrow 4\ H_2O(l)$ $\Delta H°= -176$ kJ

Sumando a la última ecuación tenemos:

$12\ NH_3(g) + 21\ O_2(g) \rightarrow 4\ NO(g) + 14\ H_2O(g) + 8\ HNO_3(ac)$ **$\Delta H°=(-5058 -176)$ kJ = -5234 kJ** **1,0 pto**

Por lo tanto, como es negativo, el proceso de ostwald es exotérmico **1,0 pto**

Parte c

Mol (NH_3) = (10 g) / (17 g/mol) = 0,59 mol NH_3

12 mol NH_3 $\rightarrow$ -5234 kJ
0,59 mol NH_3 $\rightarrow$ X

X=-257 kJ $\Rightarrow$ se libera energía

} **5,0 ptos**