

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ
ESTUDIOS GENERALES CIENCIAS

PRIMER EXAMEN DE QUÍMICA 1

1er. Período 2008

Duración del Examen: **3 horas**

Elaborado por los profesores del curso

INSTRUCCIONES

- I. La prueba consta de 6 preguntas obligatorias (1, 2, 3, 4, 6 y 7) y 1 pregunta electiva (5). En la pregunta electiva (5) debe resolver sólo **A** o **B**, teniendo en cuenta que:
 - Para completar puntaje, **no** puede desarrollar **parcialmente** ninguna pregunta.
 - Responda cada pregunta de forma limpia, ordenada y legible, dándose el espacio suficiente para su desarrollo.
 - Toda la información auxiliar necesaria se encuentra al final del tema de examen
- II. Está prohibido el uso de corrector líquido y celulares así como el préstamo de calculadoras, lápices, borradores, etc.
- III. EL INCUMPLIMIENTO DE ESTAS INSTRUCCIONES INVALIDARÁ SU POSTERIOR RECLAMO

1. (2,5ptos.) Para los siguientes elementos ficticios:

Aa: tiene un número atómico 9

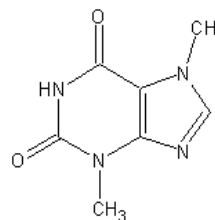
Bb: es el elemento más grande en su periodo

Cc: tiene la mayor carga nuclear efectiva en su periodo

- a. (0,75p) Ubique el grupo de la Tabla Periódica al que pertenece cada uno de ellos.
- b. (0,25p) ¿Cuál de estos elementos tendrá mayor carácter metálico?
- c. (0,25p) ¿Cuál de los tres elementos tendrá la mayor electronegatividad?
- d. (0,5p) Proponga la fórmula de un compuesto formado por dos de estos elementos que conduzca la electricidad cuando se disuelve en agua
- e. (0,5p) Proponga la estructura de Lewis de una molécula apolar que contenga alguno(s) de estos elementos.
- f. (0,25p) Si colocara 100 g de Cc en una botella de 1 L y la cerrara, ¿cuánto del envase ocuparía: todo, la mitad o sólo el 10%? Justifique su respuesta.

2. (4,0ptos.) La empresa *Cacao-Cola*, ha inaugurado una planta procesadora de bebidas gaseosas, totalmente automatizada, el primer producto que lanzarán a la venta es la gaseosa **Chocogas**. La nueva gaseosa tendrá sabor a chocolate y contendrá entre otras cosas vitamina C. Se venderá en latas de aluminio de 330 mL de capacidad y tendrá un color marrón similar a las otras colas.

La fuerza de venta está centrada en que esta nueva bebida no tiene colorantes ni saborizantes sintéticos, estos son de origen natural. La gaseosa **Chocogas** tiene sabor a chocolate, que se obtiene de extractos de cacao. Cada lata contiene 0,3 g de chocolate negro. El chocolate negro contiene aproximadamente 15 mg de **teobromina** por gramo.



teobromina

La teobromina es un alcaloide que se obtiene macerando las semillas de cacao seco, fermentándolas (al aire) y moliéndolas con etanol, C₂H₅OH. Sobre este extracto se realiza lavados con soda cáustica, NaOH. Una vez que se neutraliza estas soluciones se procede a la extracción con solvente orgánico. El solvente empleado se conoce industrialmente como **R101**. El proceso de extracción se repite varias veces, hasta que finalmente se obtiene una mezcla en la que se observan dos fases, una acuosa y una orgánica. La fase orgánica se separa y retira el exceso de agua, agregándole sulfato de sodio anhidro (Na₂SO₄). Posteriormente, se deja evaporar el **R101**, y se obtiene la teobromina en cristales blancos en forma de agujas.

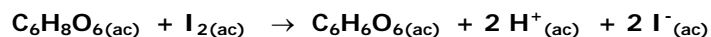
- a. (0,75p) En el texto se hace referencia a algunas sustancias puras, cambios químicos y cambios físicos. Señale un ejemplo de cada uno de ellos.

- b. (0,5p) El nitrógeno, átomo que forma parte de la estructura de la teobromina, tiene dos isótopos: $^{14}_7\text{N}$ (masa atómica = 14,0031 uma) y $^{15}_7\text{N}$ (masa atómica = 15,0001 uma). Si su masa atómica promedio es 14,0082 uma, ¿cuáles serán las abundancias de cada isótopo? Justifique su respuesta con cálculos.
- c. (0,75p) El solvente **R101**, para la extracción de teobromina, tiene la siguiente composición porcentual: 14,12% de C, 2,35% de H y 83,53% de Cl. Halle la fórmula molecular del **R101**. Considere que para este caso las fórmulas molecular y empírica son iguales.

Haciendo uso de la fórmula estructural de la teobromina, que se proporciona en el párrafo anterior, determine lo siguiente:

- d. (0,5p) Fórmula global de la teobromina.
- e. (0,5p) Composición porcentual en masa de C, N, H y O en la fórmula de la teobromina.
- f. (0,5p) Cantidad en moles de teobromina presente en cada lata de **Chocogas**.
- g. (0,5p) Número de átomos de nitrógeno presentes en la cantidad de teobromina de una lata del refresco.

3. (3,0ptos.) En los laboratorios de *Cacao-Cola* han considerado que **Chocogas** debe contener una cantidad de vitamina C (Vit. C, conocida también como ácido ascórbico $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) similar a la que contienen los jugos de frutas y otras bebidas gaseosas de la competencia. El rango de Vit. C en estas bebidas está entre 0,1060 – 0,1075 g. La empresa acaba de producir dos lotes importantes de **Chocotas**: el **lote A** que piensan enviar al norte del país y el **lote B** que se distribuirá en el sur. Estos lotes servirán como muestra de introducción en el mercado. Antes de su distribución el laboratorio de control de calidad de la empresa debe analizar el contenido de ácido ascórbico. El método que ellos emplean para determinar el contenido de ácido ascórbico es tratar la muestra con una solución de yodo (I_2), según la reacción:



Para ello eligieron una lata del **lote A** y otra del **lote B**. A ambas muestras se añadió una solución acuosa que contiene **0,66 g de yodo** (I_2) y se dejaron reposar por unos minutos para completar la reacción. Finalmente analizaron las muestras y se encontró lo siguiente:

➤ **Lote A:** $6,05 \times 10^{-4}$ mol de $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$

➤ **Lote B:** $5,75 \times 10^{-4}$ mol de $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$

(Datos: Masas molares (g/mol): $\text{I}_2 = 254$; Vit. C = 176)

- a. (1,0p) En el ensayo con el lote A, identifique la sustancia que se comporta como reactivo limitante, determine los moles que no reaccionan del reactivo en exceso. Justifique su respuesta.
- b. (1,0p) Determine la cantidad, en moles y en gramos, del ácido ascórbico presente en cada uno de los lotes.
- c. (0,5p) El contenido de Vit. C en ambos lotes ¿está en el rango reportado?
- d. (0,5p) Determine, para la muestra que está en el rango, el número de moles de iones yoduro, $\text{I}^-(\text{ac})$, producido.

4. (2,0ptos.) En las últimas fases de la producción de bebidas gaseosas, es necesario realizar la carbonatación del agua que se mezclará con el jarabe que contiene los saborizantes, colorantes, endulzantes, estabilizadores, etc. La carbonatación del agua se produce a presiones elevadas y habitualmente a bajas temperaturas, poniéndola en contacto con dióxido de carbono gaseoso (CO_2).

- a. (0,75p) El agua absorbe un volumen de $\text{CO}_{2(\text{g})}$, es decir, 1 L de agua absorberá a esas condiciones 1 L de CO_2 (medido a 1 atm y 21°C). Al reducir la temperatura y aumentar la presión en el proceso de carbonatación, se logra duplicar la cantidad de CO_2 absorbido. ¿Cuántos gramos de CO_2 habrá en cada lata de bebida de 330 mL luego de la carbonatación?

- b. (0,75p) Si se sabe que al interior de la lata existe un volumen no ocupado por el líquido de aproximadamente 22 mL ¿cuál será la presión en atmósferas que ejercen 237,7 mg de CO₂ no disuelto que ocupan este volumen, si la temperatura es de 25°C?
- c. (0,5p) En la planta se ha planificado producir inicialmente **500 latas de bebida por hora**, con un volumen de 330 mL cada una. La planta piloto **operará 10 horas diarias**. Si se dispone de cilindros de CO₂ de 25 kg ¿Cuántos días rendirá cada cilindro?

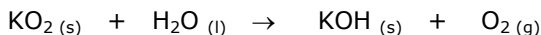
5. (2,0ptos.) Responda sólo una de las electivas (A o B):

Electiva A:

- a. Una vez preparada la bebida gaseosa, los del departamento de diseño de *Cacao-Cola* tuvieron que determinar el tipo de material que emplearían como envase. Una alternativa era usar el vidrio que es transparente, frágil y aislante. La segunda alternativa era usar aluminio ya que este metal puede comprarse en láminas y después moldearse fácilmente en la forma de una lata, posee un brillo atractivo y es resistente a los golpes. Considerando además que los inversionistas tienen proyectado a futuro exportar la gaseosa hacia un mercado externo, el departamento de diseño decidió utilizar latas de aluminio como envase para **Chocogas**
- i. (0,5p) Explique mediante un modelo teórico, la razón por la cual el aluminio puede ser moldeado en la forma de una lata.
- ii. (0,5p) Aplicando la Teoría de Bandas y mediante un dibujo, explique por qué el aluminio es un material conductor y el vidrio es un aislante.
- b. Para facilitar la lectura de los códigos de barra en los envases de gaseosa, los ingenieros encargados de la calidad del producto proponen colocar en la etiqueta de los envases una pequeña placa semiconductor a base de germanio (³²Ge) la cual debe ser dopada con otro elemento para que sea fácilmente leída a través de un dispositivo láser. Si para el dopaje se dispone de los siguientes elementos:
¹¹Na, ³¹Ga, ¹⁵P, ⁵B. Nota: ³¹Ga : [Ar] 4s² 3d¹⁰ 4p¹
- i. (0,5p) ¿Qué elemento(s) se utilizarían para preparar los semiconductores tipo "p". Justifique su respuesta empleando la teoría de bandas. Sugerencia: Utilizar además un dibujo.
- ii. (0,5p) Utilizando la teoría de bandas y mediante un dibujo, represente como actúa el semiconductor tipo "n" para crear las características electrónicas deseadas. ¿Qué elemento(s) se puede(n) usar para tener un semiconductor tipo "n" ?

Electiva B:

El superóxido de potasio (KO₂) es una rara sal que se utiliza en máscaras generadoras de oxígeno en naves espaciales (por ejemplo en la nave rusa Soyuz) y en sistemas de rescate para emergencias mineras e incendios. El oxígeno se forma mediante la siguiente reacción:



- a. Haga el balance de la ecuación.
- b. Determine el reactivo limitante si se hacen reaccionar 120,0 g de KO₂ y 47,0 g de H₂O?
- c. ¿Cuántos moles de oxígeno se deberían obtener con las masas dadas en b.?
- d. ¿Cuál es el porcentaje de rendimiento si se obtienen sólo 35,2 g de O₂ ?

6. (4,0ptos.) Los nitruros son compuestos iónicos que contienen iones de N (Z = 7) con diversos metales y metaloides. Su principal utilidad es la del endurecimiento de superficies dada la alta dureza y resistencia al fuego y altas temperaturas que presentan.

- a. (0,5p) Prediga las fórmulas químicas de los nitruros de Rb y Al con ayuda de la siguiente información:
 Rb: configuración electrónica: [Kr]5s¹

Al: números cuánticos del electrón diferenciador:

n	l	m _l	s
3	1	-1	+ 1/2

- b. (0,5p) ¿Cuál de estos compuestos tendrá un mayor punto de fusión? Justifique su respuesta.

- c. (1p) Indique si los siguientes enunciados son verdaderos (V) o falsos (F) y justifique brevemente su respuesta (máximo 2 líneas por cada enunciado):
- En el enlace iónico, los electrones son compartidos por ambos iones, pero el anión los atrae un poco más fuertemente que el catión.
 - Dado que los nitruros se componen de especies cargadas, conducen la electricidad en sus tres estados (sólido, líquido y gaseoso).
 - La fuerza que mantiene unidos a los iones es la atracción electrostática.
 - Un requisito para que se dé un enlace iónico entre dos átomos es que uno de ellos tenga una alta afinidad electrónica y el otro una energía de ionización relativamente baja.
- d. (2p) El nitruro de aluminio es un semiconductor y es utilizado en artefactos electro-ópticos como los BLU-RAY y HD-DVD debido a que un salto electrónico desde la Banda de Conducción hacia la Banda de Valencia implica un fotón de luz azul de longitud de onda igual a 405 nm.
- (0,75p) Determine la energía de un mol de fotones del BLU-RAY.
 - (1,25p) Imagine que un mol de fotones del BLU-RAY incide sobre un mineral fluorescente. El mineral absorbe 90 kJ de esta luz y se calienta. La energía restante del haz original es emitida nuevamente por el mineral como un haz de luz verde que contiene 0,9 moles de fotones. ¿Cuál será la longitud de onda, en nanómetros, de los fotones verdes?

7. (2,5ptos.) a. (1p) Explique por qué el CCl_4 tiene un momento dipolar igual a cero ($\mu = 0$), mientras que el CH_2Cl_2 tiene $\mu = 1,14$ D.
- b. (1,5p) Para la molécula de NOCl (el nitrógeno es el átomo central), dibuje su estructura de Lewis, señalando:
- los enlaces σ y π .
 - la hibridación (hibridización) del átomo central
 - los electrones no enlazantes
 - las cargas formales de cada átomo
 - la geometría molecular

DATOS

${}_1\text{H}$ ${}_6\text{C}$ ${}_7\text{N}$ ${}_8\text{O}$ ${}_{17}\text{Cl}$

masas atómicas (uma): C = 12, O = 16, N = 14, H = 1 K = 39

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$c = \lambda \nu$$

$$c = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{Número de Avogadro} = 6,022 \times 10^{23}$$

$$1 \text{ Hz} = \text{s}^{-1} = 1/\text{s}$$

$$E_{\text{fotón}} = h\nu$$

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$1 \text{ mol} = 6,022 \times 10^{23}$$

$$1 \text{ kJ} = 10^3 \text{ J}$$

$$PV = nRT$$

$$R = 0,082 \text{ L}\cdot\text{atm} / \text{mol K}$$

Lima, 19 de mayo del 2008.