

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ
ESTUDIOS GENERALES CIENCIAS
PRIMER EXAMEN DE QUÍMICA 1
1er. Período 2009

Duración del Examen: **3 horas**

Elaborado por los profesores del curso

INSTRUCCIONES

- I. La prueba consta de 6 preguntas obligatorias (1, 2, 3, 5, 6 y 7) y 1 pregunta electiva (4). En la pregunta electiva (4) debe resolver sólo la parte **A** o **B**. Tenga en cuenta que:
 - Para completar puntajes, **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. (4 p) En el año 2004, se realizó una expedición espacial en la cual se lanzó al satélite Aura desde la base de Vandenberg, EE.UU. Este satélite fue equipado con diferentes instrumentos que permiten monitorear algunos gases involucrados en el calentamiento global: ozono (O_3), monóxido de carbono (CO), clorofluorocarbonos ($CFCl_3$), dióxido de nitrógeno (NO_2), y dióxido de azufre (SO_2). Con los datos obtenidos por el satélite, se obtiene información de gran importancia que muestra la calidad del aire, el estado del ozono estratosférico y el cambio de clima en la Tierra.
 - a) (1 p) Luego de varias investigaciones, se descubrieron “agujeros” y un adelgazamiento en la capa de ozono. Este efecto fue a causa, por ejemplo, del uso despreocupado de ciertos clorofluorocarbonos (CFC) utilizados como refrigerantes, propelentes para aerosoles, disolventes, etc. Estos CFC son moléculas estables que al llegar a la estratósfera se descomponen por la radiación ultravioleta ($\lambda = 180 \text{ nm}$) alterando la formación del ozono y con ello disminuyendo su concentración. ¿Cuál será la frecuencia y la energía asociada a esta longitud de onda?
 - b) (1 p) Para los átomos contenidos en el clorofluorocarbono $CClF_3$, conocido como *freón-11*,
 - i. indique el grupo y periodo en el que se encuentran en la tabla periódica.
 - ii. indique los cuatro números cuánticos (n , l , m_l y s) para su electrón diferenciador.
 - c) (1 p) Para el átomo de oxígeno contenido en la molécula de ozono (O_3),
 - i. indique si es paramagnético o diamagnético y justifique su respuesta.
 - ii. dibuje el diagrama de energía de sus orbitales atómicos.
 - d) (1 p) Si se sabe que existen 3 isótopos naturales del oxígeno: el ^{16}O (15,99491 uma), el ^{17}O (16,99913 uma) y el ^{18}O (17,99916 uma), ¿cuál sería la mayor masa posible de una molécula de ozono?

2. (2 p) La forma como se expresa la concentración de ozono en la estratósfera no es convencional. La unidad de medida se llama Dobsin (DU); un DU corresponde a 27 millones de moléculas sobre un centímetro cuadrado de superficie terrestre. Si en un momento dado, la concentración de ozono sobre el Perú es de 300 DU,
- a) (1 p) calcule el número de moléculas de ozono que habrá sobre una superficie de 100 m^2 .
 - b) (0,5 p) ¿cuántos moles de átomos de oxígeno corresponden a las moléculas calculadas en (a)?
 - c) (0,5 p) ¿cuál será la masa, en gramos, de esta cantidad de ozono que se encuentra sobre 100 m^2 ?
3. (2 p) Entre los CFC que se utilizaron el siglo pasado y afectaron a la capa de ozono, está el *Halon-2402*, cuya composición en masa es de 61,51% de bromo, 29,25% de flúor y el resto carbono. Determine la fórmula empírica y la molecular del *Halon-2402*, sabiendo además que su masa molar es 259,8 g.

4. (2 p) Responda sólo una de las electivas (A o B):

Electiva A:

- a) (1 p) Las radiaciones con λ entre 200 y 300 nm son capaces de romper los enlaces en la molécula de ozono. Si el electrón de un átomo de hidrógeno realiza una transición electrónica desde el nivel dos hacia el nivel seis, ¿se emitirá o absorberá energía? ¿Será esta energía capaz de romper los enlaces del ozono?
- b) (1 p) Para los siguientes elementos: $_{13}\text{Al}$, $_{15}\text{P}$ y $_{14}\text{Si}$,
 - i. ordénelos de manera creciente según su tamaño atómico. **Justifique su respuesta.**
 - ii. indique cuál de ellos tendrá mayor carácter metálico. **Justifique su respuesta.**

Electiva B:

- a) (1 p) El Sol se encuentra a una distancia promedio de $1,5 \times 10^8 \text{ m}$ de la Tierra y la energía liberada por esta estrella es de $3,827 \times 10^{26} \text{ J}$ por segundo. Calcule la energía liberada en el período que se propaga la radiación desde el Sol hacia la Tierra.
Nota: tenga en cuenta que las ondas electromagnéticas se propagan en el vacío a la velocidad de $3 \times 10^8 \text{ m/s}$.
- b) (1 p) Para los siguientes elementos: $_{13}\text{Al}$, $_{15}\text{P}$ y $_{14}\text{Si}$,
 - i. indique cuál de ellos tendrá la más baja energía de ionización y escriba la ecuación que representa la tercera energía de ionización para este elemento.
 - ii. indique el número atómico del elemento ubicado en el mismo periodo ($n=3$) que gana más fácilmente un electrón. **Justifique su respuesta.**

5. (3,5 p) La NASA está abocada a reiniciar los viajes a la Luna y lugares más alejados aun en el espacio. Por ello, se encuentra en pleno desarrollo un nuevo diseño de nave espacial: “Orión”. Una de las condiciones que se debe tener en cuenta en su diseño es las altas temperaturas a las que estará sometida la nave. En uno de los dispositivos electrónicos de la nave, se debe colocar una sustancia sólida que, además de ser aislante eléctrico, debe soportar altas temperaturas sin fundirse. Para este fin se cuenta con las siguientes sustancias sólidas: NI_3 , CsCl , I_2PPI_2 y MgO .
- a) (2 p) Analice las características de las sustancias mencionadas y seleccione aquellas que podrían cumplir con el objetivo planteado. Luego, de las sustancias seleccionadas por Ud., elija la más recomendable, justificando su decisión.
- b) (0,5 p) Identifique el compuesto iónico de menor punto de fusión de las sustancias sólidas mencionadas y represente la ecuación de formación de este compuesto haciendo uso de simbología de Lewis.
- c) (1 p) En la construcción de naves espaciales como Orión se utilizan también sofisticadas aleaciones metálicas de ${}_{22}\text{Ti}$ (grupo 4B) y ${}_{24}\text{Cr}$ (grupo 6B) y, en su equipamiento electrónico, diferentes tipos de semiconductores.
- i. De acuerdo a la teoría del mar de electrones, explique cuál de los metales mencionados tiene un enlace metálico más fuerte.
- ii. Si se cuenta con los siguientes materiales: ${}_{32}\text{Ge}$, ${}_{13}\text{Al}$, ${}_{15}\text{P}$ y ${}_{33}\text{As}$, elija la matriz e impureza (agente dopante) adecuada para la preparación de un semiconductor dopado del tipo p.
6. (2,5 p) Otro aspecto en el que se viene trabajando es el de combustibles potenciales. Así, se ha estado probando la descomposición catalítica del óxido nitroso (N_2O) como un combustible alternativo en el sistema de propulsión de las naves espaciales.
- a) (0,75 p) Proponga dos estructuras de Lewis para esta molécula aplicando el criterio de cargas formales (considere que el átomo central es un N).
- b) (0,5 p) Para cualquiera de las estructuras de Lewis propuestas en (a), indique cuántos enlaces σ y π posee la molécula.
- c) (0,75 p) Experimentalmente se ha determinado que la molécula de óxido nitroso presenta un enlace entre nitrógenos de una longitud de 113 pm y un enlace entre nitrógeno y oxígeno de una longitud de 119 pm. Identifique a cuál de estas dos estructuras de Lewis correspondería esta información. Justifique su respuesta.
- d) (0,5 p) Para la estructura de Lewis identificada en el punto (c), determine la geometría electrónica (de orbitales) de la molécula, su geometría molecular y la hibridación del átomo central presente en ella.

7. **(4 p)** El óxido nitroso (N_2O) que es utilizado en el sistema de propulsión de las naves espaciales es conocido también como gas de la risa. Este gas es incoloro y presenta un olor dulce y ligeramente tóxico. El N_2O se obtiene en el laboratorio por la termólisis controlada del nitrato de amonio (NH_4NO_3) según la siguiente reacción:



- a) **(1 p)** Balancee la ecuación y determine cuántos kilogramos de nitrato de amonio serán necesarios procesar para obtener 1,0 kg de óxido nitroso si el rendimiento de la reacción alcanza sólo el 90%?
- b) **(3 p)** Por otro lado, se sabe que el óxido nitroso (N_2O) es un gas muy inestable y se descompone rápidamente en presencia de monóxido de carbono (CO) para formar nitrógeno gaseoso (N_2) y dióxido de carbono (CO_2). Si se hace reaccionar 1,0 kg de óxido nitroso (N_2O) con 560 gramos de monóxido de carbono (CO),
- (0,5 p)** escriba la ecuación para esta reacción.
 - (1 p)** determine el reactivo limitante y el reactivo en exceso.
 - (1 p)** determine los gramos de cada producto que se esperaría obtener.
 - (0,5 p)** calcule el rendimiento de la reacción, si se obtuvo 480g de N_2 .

Datos:

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

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

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$$

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

$$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$$

$$R_H = 2,18 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$c = \lambda \nu$$

$$E_{\text{fotón}} = h \nu$$

$$\Delta E = -R_H \left(\frac{1}{n_{\text{final}}^2} - \frac{1}{n_{\text{inicial}}^2} \right)$$

$$E_{\text{red}} = k \frac{q_{\text{anión}} \cdot q_{\text{catión}}}{r}$$

Elemento	C	N	O	F	Na	Mg	P	Cl	I	Cs
Número atómico	6	7	8	9	11	12	15	17	53	55

Masas atómicas:

H 1

C 12

N 14

O 16

F 19

Br 79,9

Lima, 14 de mayo del 2009