

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESTUDIOS GENERALES CIENCIAS

Primer Examen de Química 1
2do Período 2007

Elaborado por los Profesores del Curso

Duración del examen: 3 horas

INDICACIONES

- i. El examen tiene preguntas obligatorias y preguntas electivas
- ii. Las preguntas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 son obligatorias.
- iii. Las preguntas 8 y 9 son electivas. Debe resolver sólo una versión de cada una de estas preguntas (versión A o versión B).
- iv. No está permitido el préstamo de útiles, ni el uso de correctores líquidos, ni de celulares como calculadoras.
- v. Todos los datos necesarios están incluidos en el tema del examen, por lo que no está permitido el uso de apuntes, libros o tabla periódica.

La síntesis del aspartamo, conocido también en la industria como **E-975**, comprende tres etapas: la reacción del **ácido aspártico** con la **fenilalanina**, $C_9H_{11}NO_2$, la extracción del aspartamo de la mezcla de reacción utilizando solventes y la purificación de la sustancia en forma de cristales. Los cristales de aspartamo son estables sólo hasta $30^{\circ}C$; cuando sobrepasan esta temperatura se descomponen. Uno de los productos de la descomposición térmica del aspartamo es el metanol, CH_3OH . Según algunos investigadores éste puede llegar a oxidarse hasta ácido fórmico, $HCOOH$, por acción enzimática en el organismo.

1. (2,0p) Responda lo siguiente:

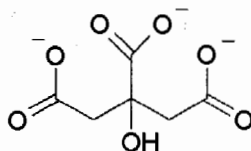
- a. (0,25p) ¿La síntesis del aspartamo es un proceso físico o químico? Explique su punto de vista.
- b. (0,25p) ¿Es la descomposición térmica de un compuesto un proceso físico? Explique su punto de vista.
- c. (0,5p) Si el carbono 13 es un isótopo del 6C , explique qué es un isótopo e indique el número de electrones, neutrones y protones del carbono 13.
- d. (0,5p) ¿Cuál es la masa, expresada en gramos, de **una molécula** de fenilalanina?
- e. (0,5p) Si la masa de un mol de $HCOOH$ es 46 g, muestre que la masa de una molécula de $HCOOH$ es 46 uma.

Cada vez son mayores las evidencias de que el aspartamo, edulcorante artificial utilizado en la mayoría de los productos dietéticos, trae problemas para la salud. Aunque esto no esté totalmente demostrado, la incertidumbre en el usuario crece. Aprovechando esta coyuntura, la empresa Sulka S.A. ha decidido realizar investigaciones que le permitan encontrar un nuevo edulcorante artificial con características similares al aspartamo.

(3,0p) El grupo de investigación de Sulka S.A ha logrado obtener en el laboratorio **150 g del E-999**, de fórmula molecular $C_{13}H_{16}N_2O_5$ (280 g/mol), al hacer reaccionar bajo ciertas condiciones **150 g de fenilalanina**, $C_9H_{11}NO_2$, con **150 g de $C_4H_7NO_4$** , una sustancia conocida como E-300. Como producto secundario de reacción, también se obtiene **agua**.

- a. (0,5p) Escriba la reacción balanceada de la obtención del **E-999**.
- b. (1,0p) Indique claramente cuál es el reactivo limitante y cuál es la cantidad, expresada en gramos, del reactivo en exceso que queda al terminar la reacción. Justifique su respuesta con cálculos.

- c. (0,5p) ¿Cuál será el rendimiento de la reacción?
- d. (1,0p) Si los investigadores no pueden mejorar el rendimiento de la reacción por el momento, ¿qué cantidad (**en gramos**) de fenilalanina necesitan utilizar para poder obtener 1,0 kg de E-999? **Considere que en esta oportunidad se estarán utilizando cantidades estequiométricas (no hay un reactivo limitante).**
3. (2,0p) La fructosa es una forma de azúcar encontrada en las frutas y en la miel. Se utiliza como edulcorante para los diabéticos ya que, tomada en dosis moderadas, no precisa insulina para ser metabolizada. La composición porcentual en masa de la fructosa es: 40% C; 6,67% H; 53,33% O.
- a. (1,0p) Halle la fórmula empírica y molecular de la fructosa, sabiendo que su masa molar es 180 g/mol. Justifique su respuesta con cálculos.
- b. (1,0p) Juan utiliza fructosa para endulzar su café. El dice que le coloca una cantidad de fructosa que contiene $2,5 \times 10^{23}$ uma de carbono **por taza**. Marcela emplea **1,5 g de fructosa** por taza de café. ¿Emplean ambos la misma cantidad de fructosa en sus tazas de café? Justifique su respuesta.
4. (3,0 p) La sacarosa (azúcar de mesa) es una fuente importante de energía para las personas en el mundo. Una etapa del control de calidad del azúcar, luego de su producción, incluye analizar su valor energético, obtenido a partir de la reacción con oxígeno gaseoso (O_2) para formar dióxido de carbono y agua. El oxígeno necesario para realizar el control se encuentra almacenado en cilindros **indeformables** de 75 L de capacidad y a 190 bar. Estos cilindros son mantenidos en ambientes a $20^\circ C$.
- Responda lo siguiente:
- a. (0,25p) ¿Qué sucedería en el interior de los cilindros si por un descuido la temperatura del almacén se incrementara hasta $40^\circ C$? Explique.
- b. (0,50p) ¿Cuál es la masa de oxígeno (en kg) que está contenida en cada cilindro? Justifique con cálculos.
- c. (0,75p) Considerando que la presión atmosférica en el almacén es de 0,98 atm:
- i. (0,25) ¿Hasta cuánto podrá descender la presión en el interior de un cilindro si se abre la válvula de escape?
- ii. (0,50) ¿Quedará algo de O_2 en el interior del cilindro cuando ya no salga más gas por la válvula? ¿Cuántas moles de O_2 quedarán? Justifique con cálculos.
- d. (0,50p) Por medidas de reducción de espacio de almacenamiento, se desea cambiar los cilindros de 75 L por otros de 30 L de capacidad. ¿Cuál sería la presión al interior de estos cilindros nuevos a $20^\circ C$, si poseen la misma cantidad de oxígeno que los cilindros originales de 75 L?
5. (3,0p) Actualmente, algunas compañías productoras de azúcar están añadiendo calcio a sus productos. Las dos formas más comunes en las que se introduce calcio en alimentos son el citrato de calcio, $Ca_3(C_6O_7H_5)_2$, y el carbonato de calcio, $CaCO_3$.



ión citrato: $[C_6O_7H_5]^{3-}$

- a. (0,50p) Proponga una explicación al hecho de que el punto de fusión del $Ca_3(C_6O_7H_5)_2$ es $120^\circ C$, mientras que el $CaCO_3$ se funde a $825^\circ C$.
- b. (1,50p) Escriba la estructura de Lewis del carbonato de calcio y determine la hibridación del **átomo de carbono en el ión carbonato** y la geometría **alrededor de este átomo de carbono**.

c. (1,00p) Indique el número de enlaces sigma (σ) y pi (π) que existen en el ión citrato. Escriba en su cuadernillo la estructura del ión e indique la hibridación de cada uno de los átomos de carbono del mismo.

6. (2,0p) Si uno se encuentra en una habitación oscura y mastica un caramelo mientras se observa en un espejo, puede darse cuenta de que este proceso produce una luz muy tenue y de corta duración. Este fenómeno se conoce como triboluminiscencia.

La triboluminiscencia es básicamente luz que se produce por fricción. En el caso del caramelo, cuando los cristales de azúcar rozan entre sí violentamente, se genera energía. Esta energía pasa luego a los electrones de las moléculas de nitrógeno (N_2) del aire y los excita. Cuando los electrones del N_2 regresan al estado basal, se emite radiación con una energía de 300,0 kJ/mol. Algunos científicos piensan que este mismo fenómeno fue el responsable del resplandor que se observó en el cielo de Lima el día del terremoto de agosto pasado.

Si se mastica un "Wint O Green Life Saver" (caramelos conocidos como "salvavidas"), se observa una luz de color verde. Esto se debe a la presencia de un salicilato utilizado como saborizante en esta variedad de caramelos, que absorbe parte de la energía generada por fricción y luego la emite como radiación.

- a. (0,75p) Basándose en la información anterior y en los datos adicionales que se le dan a continuación, indique de qué color será la luz observada al masticar un caramelo que no contiene salicilato. Justifique su respuesta con cálculos.

Longitud de onda (nm)	380-430	430-480	480-560	560-620	620-780
Color observado	violeta	azul	verde	Amarillo-naranja	Rojo

- b. (0,25p) Indique si la luz mencionada en a) tiene mayor o menor energía que aquella emitida por los caramelos que sí contienen salicilato.
- c. (1,00p) Determine mediante cálculos si la radiación asociada a la transición electrónica del nivel 3 al nivel 1 en el hidrógeno es de mayor o menor frecuencia que aquella mencionada en a).

7. (4,0p) Una de las formas de energía renovable con gran potencial es la radiación solar. Una manera de convertir la radiación solar en energía eléctrica es utilizando celdas fotoeléctricas. Este tipo de celdas necesita un elemento que emita electrones fácilmente al ser irradiado con luz.

Usted dispone de los elementos Q, X, Y, Z, que tienen las siguientes características:

Q	Se encuentra en el 4° período, $l = 1$ y el ión más estable que forma tiene carga +3
X	Es el elemento de mayor radio en el quinto período
Y	Su último electrón tiene los números cuánticos $n = 4$, $l = 0$ y $s = -\frac{1}{2}$
Z	Es el más paramagnético de los elementos del segundo período

- a. (0,75p) Escriba la configuración electrónica del elemento X y la del ión más estable que forma este elemento.
- b. (1,00p) Entre los elementos Q, X, Y, Z,
- (0,5p) ¿cuál tiene la mayor afinidad electrónica?
 - (0,5p) ¿cuál tiene la menor carga nuclear efectiva?
- c. (0,75p) ¿Cuál de los elementos de la tabla anterior sería el más adecuado para construir una celda solar? Justifique su respuesta.

- d. (0,50p) Proponga la fórmula del compuesto iónico formado entre el elemento X y alguno de los otros elementos de la tabla anterior.
- e. (1,00p) Explique por qué el compuesto iónico anterior es más frágil (se rompe fácilmente) que un metal.

Una manera alternativa de aprovechar la energía solar son las celdas solares, que capturan la energía radiante y la convierten en energía eléctrica. Algunas celdas están formadas por un dispositivo que utiliza semiconductores tipo p y tipo n.

Usted debe construir celdas solares y para ello dispone solamente de ^{16}S , ^{15}P , ^{31}Ga y ^{26}Fe .

Responda **sólo una** de las versiones de la pregunta 8 (A o B):

- 8A. (1,0p) ¿Qué elementos de la lista anterior podría utilizar como dopante del ^{14}Si si quisiera fabricar un semiconductor tipo p y uno tipo n? Justifique su respuesta.
- 8B. (1,0p) ¿De qué elemento podrían fabricarse los cables que conectan las celdas solares con los dispositivos de almacenamiento? Justifique su elección con la teoría apropiada.

Responda **sólo una** de las versiones de la pregunta 9 (A o B):

- 9A. (1,0p) El etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) es utilizado como combustible para automóviles en algunos países. Se utiliza solo o mezclado con gasolina en cantidades variables para reducir el consumo de derivados del petróleo. La reacción de etanol con oxígeno gaseoso (O_2) produce dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O).
- a. (0,25p) Escriba la ecuación balanceada de la reacción del etanol con oxígeno.
- b. (0,75p) Si se hacen reaccionar 230 g de etanol con 0,6 kg de oxígeno:
- ¿Cuál será el reactivo en exceso? ¿Cuántas moles de ese reactivo quedarán sin reaccionar? Justifique con cálculos.
 - ¿Cuántos gramos de agua se formarán? Justifique con cálculos.
- 9B. (1,0p) El Ing. Valdez ha sido contratado recientemente por la dirección de un parque de diversiones para supervisar la atracción principal: el "Castillo del Horror". Tres de las escenas requieren compuestos químicos para su ejecución, según la siguiente ficha técnica:

ESCENA RECREADA	DESCRIPCIÓN DEL COMPUESTO QUÍMICO	USO
Hoguera	Compuesto molecular apolar	Combustible para recreación de las llamas.
Silla eléctrica	Sólido blanco	Se prepara una solución conductora de la electricidad para un mejor contacto entre los electrodos de la silla.
Cámara de gas	Compuesto molecular polar	Sirve para recrear el gas dentro de la cámara.

El ingeniero ha recibido hoy un cargamento con tres compuestos químicos: óxido de calcio (CaO), formaldehído (H_2CO) y acetileno (HCCH) (en los dos últimos casos, el átomo central es el átomo de carbono). Según la información proporcionada, ¿qué compuesto deberá utilizar para cada escena? Justifique adecuadamente su elección.

Números atómicos: ${}_1\text{H}$, ${}_6\text{C}$, ${}_8\text{O}$, ${}_{20}\text{Ca}$, ${}_{10}\text{Ne}$, ${}_{18}\text{Ar}$, ${}_{36}\text{Kr}$

Masa en uma: $\text{H} = 1$, $\text{C} = 12$, $\text{N} = 14$, $\text{O} = 16$

$$1\text{uma} = 1,661 \times 10^{-24}\text{g}$$

$$1\text{ bar} = 0,987\text{ atm}$$

$$N_A = 6,022 \times 10^{23}$$

$$c = 3,0 \times 10^8\text{m/s}$$

$$h = 6,62 \times 10^{-34}\text{J.s}$$

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

$$E = h\nu$$

$$c = \lambda\nu$$

$$E = \left| \frac{Q_1 Q_2}{d} \right|$$

$$PV = nRT$$

$$E_n = - \frac{2,18 \times 10^{-18}\text{ J}}{n^2} \quad (\text{para el H})$$

San Miguel, 18 de octubre del 2007