

OLIMPIADA HONDUREÑA DE QUÍMICA EXAMEN DE SELECCIÓN PARA LA OLIMPIADA IBEROAMERICANA DE QUÍMICA

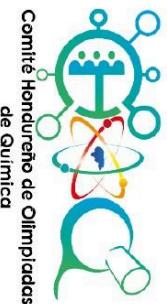
Autores: Adal Martínez, Bryan Martínez Monzón,
Marcio Rodriguez Vaquedano, Saul Soto Zúñiga, y Adrián Gallardo Loya

Nombre del estudiante: _____ **Puntaje:** ____ /360

INSTRUCCIONES PARA EL EXAMEN:

1. Debes escribir **tu información** dentro del espacio indicado en esta primera página del examen.
2. Cuentas con **SEIS HORAS** para trabajar en los problemas. **No leas las preguntas** hasta que se indique el comienzo del examen.
3. Deberás **verificar que el exámen cuente con todas las 19 páginas de preguntas**, en caso de que falten páginas notifica al supervisor. En caso de tener **DUDAS** sobre los problemas debes solicitar la ayuda del **supervisor**, que se comunicará con los autores de los ejercicios para ayudarte en caso de ser pertinente.
4. Escribe los **PROCEDIMIENTOS** en las **hojas blancas** proporcionadas, si requieres más hojas, puedes solicitarlas. **Indica claramente el número, área e inciso** de cada pregunta que se responde, mostrando tus **procedimientos y circulando tu RESULTADO FINAL**, el cual debe estar escrito con **tinta**. **ENUMERA** todas las hojas en orden y escribe el **NOMBRE DEL ÁREA** del problema (orgánica, inorgánica, analítica, etc.). Cualquier inciso contestado de manera desordenada **podría ser omitido** al momento de evaluar. La evaluación de la respuesta de las preguntas **tomará en cuenta el procedimiento**. Escribe en la **parte superior tu nombre completo en CADA HOJA usada**. **SEPARA** los problemas de cada área en hojas usadas sólamente para estas, no debe haber hojas con problemas de **más de un área**.
5. Los resultados numéricos carecen de significado si no tienen **UNIDADES**. **Es importante que indiques las unidades en todas tus respuestas y procedimientos, de otro modo NO SE TOMARÁN EN CUENTA**.
6. Requieres utilizar una **calculadora científica NO programable** sin función de graficar. **Se decomisará cualquier calculadora con funciones no permitidas**. Usar **TABLAS PERIÓDICAS AJENAS** a las incluidas en el examen **NO** está permitido.
7. **Sugerimos MUY FUERTEMENTE** que empieces con las preguntas que te parezcan **MÁS FÁCILES**. Aprovecha el periodo de revisión para **identificar** las preguntas que **más facilidad** tengas para resolver.
8. Debes **DEJAR de trabajar** inmediatamente cuando se dé la señal de finalización. Cualquier demora en hacerlo puede resultar en **tu DESCALIFICACIÓN**.

Tabla Periódica de los Elementos Químicos



**Ciencia,
Tecnología
e Innovación**
Gobierno de la República

Nombre del Elemento	Número Atómico	Símbolo	Masa Molar
---------------------	----------------	---------	------------

Hidrógeno	H	Helio	He
1.00794	Berilio	4.002602	Ne
3	Li	Neón	Ne
6.941	Be	10	Ne
9.012182	Sodio	18.9984	20.1797
11	Magnesio	Azufre	Cloro
12	Na	15.9994	17
22.98977	Mg	18.9984	18
24.3050	Potasio	19.9984	Argón
19	Calcio	20.1797	
20	K	22.98977	
39.0983	Ca	23.98977	
40.078	Escandio	24.98977	
37	Sc	25.98977	
39.0983	Titánio	26.98977	
38	Ti	27.98977	
40.078	Vanadio	28.98977	
39	V	29.98977	
44.95591	Cromo	30.98977	
24	Cr	31.98977	
54.93805	Manganoso	32.98977	
25	Mn	33.98977	
54.93805	Hierro	34.98977	
26	Fe	35.98977	
55.845	Cobalto	36.98977	
27	Co	37.98977	
58.9332	Níquel	38.98977	
28	Ni	39.98977	
58.9332	Cobre	40.98977	
29	Cu	41.98977	
63.546	Zinc	42.98977	
30	Zn	43.98977	
65.409	Gálio	44.98977	
31	Ga	45.98977	
72.64	Germanio	46.98977	
32	Ge	47.98977	
74.9216	Níquel	48.98977	
33	As	49.98977	
78.96	Antimonio	50.98977	
34	Se	51.98977	
79.904	Teonio	52.98977	
35	Br	53.98977	
83.798	Yodo	54.98977	
36	Kr	55.98977	
83.9045	Selenio	56.98977	
37	Rb	57.98977	
83.9045	Bromo	58.98977	
83.9045	Kripton	59.98977	
40	Sr	60.98977	
83.9045	Cadmio	61.98977	
41	Y	62.98977	
83.9045	Indio	63.98977	
42	Zr	64.98977	
83.9045	Rutenio	65.98977	
43	Tc	66.98977	
83.9045	Rhodium	67.98977	
44	Ru	68.98977	
83.9045	Paladio	69.98977	
45	Rh	70.98977	
83.9045	Plata	71.98977	
46	Pd	72.98977	
83.9045	Platino	73.98977	
47	Ag	74.98977	
83.9045	Oro	75.98977	
48	Cd	76.98977	
83.9045	Mercúrio	77.98977	
49	In	78.98977	
83.9045	Talio	79.98977	
50	Sn	80.98977	
83.9045	Plomo	81.98977	
51	Sb	82.98977	
83.9045	Bismuto	83.98977	
52	Te	84.98977	
83.9045	Polonio	85.98977	
53	I	86.98977	
83.9045	Astatio	87.98977	
54	Xe	88.98977	
83.9045	Radón	89.98977	
132.90545	Lantano	90.98977	
132.90545	Cerio	91.98977	
138.9055	Praseodimio	92.98977	
138.9055	Neodimio	93.98977	
140.116	Prometio	94.98977	
140.116	Samario	95.98977	
140.116	Eurobio	96.98977	
144.24	Gadolino	97.98977	
144.24	Terbio	98.98977	
145	Dysprosio	99.98977	
150.36	Holmio	100.98977	
151.964	Erbio	101.98977	
157.25	Tulio	102.98977	
158.9253	Yterbio	103.98977	
162.50	Fluor	104.98977	
164.930	Neón	105.98977	
167.259	Argón	106.98977	
168.934	Méndelesio	107.98977	
173.04	Nobelio	108.98977	
173.04	Oganesson	109.98977	
173.04	Tensio	110.98977	
173.04	Livermorio	111.98977	
173.04	Moscovio	112.98977	
173.04	Livermonio	113.98977	
173.04	Flerovio	114.98977	
173.04	Livermorio	115.98977	
173.04	Tsungsteno	116.98977	
173.04	Livermonio	117.98977	
173.04	Livermonio	118.98977	
173.04	Livermonio	119.98977	
173.04	Livermonio	120.98977	
173.04	Livermonio	121.98977	
173.04	Livermonio	122.98977	
173.04	Livermonio	123.98977	
173.04	Livermonio	124.98977	
173.04	Livermonio	125.98977	
173.04	Livermonio	126.98977	
173.04	Livermonio	127.98977	
173.04	Livermonio	128.98977	
173.04	Livermonio	129.98977	
173.04	Livermonio	130.98977	
173.04	Livermonio	131.98977	
173.04	Livermonio	132.98977	
173.04	Livermonio	133.98977	
173.04	Livermonio	134.98977	
173.04	Livermonio	135.98977	
173.04	Livermonio	136.98977	
173.04	Livermonio	137.98977	
173.04	Livermonio	138.98977	
173.04	Livermonio	139.98977	
173.04	Livermonio	140.98977	
173.04	Livermonio	141.98977	
173.04	Livermonio	142.98977	
173.04	Livermonio	143.98977	
173.04	Livermonio	144.98977	
173.04	Livermonio	145.98977	
173.04	Livermonio	146.98977	
173.04	Livermonio	147.98977	
173.04	Livermonio	148.98977	
173.04	Livermonio	149.98977	
173.04	Livermonio	150.98977	
173.04	Livermonio	151.98977	
173.04	Livermonio	152.98977	
173.04	Livermonio	153.98977	
173.04	Livermonio	154.98977	
173.04	Livermonio	155.98977	
173.04	Livermonio	156.98977	
173.04	Livermonio	157.98977	
173.04	Livermonio	158.98977	
173.04	Livermonio	159.98977	
173.04	Livermonio	160.98977	
173.04	Livermonio	161.98977	
173.04	Livermonio	162.98977	
173.04	Livermonio	163.98977	
173.04	Livermonio	164.98977	
173.04	Livermonio	165.98977	
173.04	Livermonio	166.98977	
173.04	Livermonio	167.98977	
173.04	Livermonio	168.98977	
173.04	Livermonio	169.98977	
173.04	Livermonio	170.98977	
173.04	Livermonio	171.98977	
173.04	Livermonio	172.98977	
173.04	Livermonio	173.98977	
173.04	Livermonio	174.98977	
173.04	Livermonio	175.98977	
173.04	Livermonio	176.98977	
173.04	Livermonio	177.98977	
173.04	Livermonio	178.98977	
173.04	Livermonio	179.98977	
173.04	Livermonio	180.98977	
173.04	Livermonio	181.98977	
173.04	Livermonio	182.98977	
173.04	Livermonio	183.98977	
173.04	Livermonio	184.98977	
173.04	Livermonio	185.98977	
173.04	Livermonio	186.98977	
173.04	Livermonio	187.98977	
173.04	Livermonio	188.98977	
173.04	Livermonio	189.98977	
173.04	Livermonio	190.98977	
173.04	Livermonio	191.98977	
173.04	Livermonio	192.98977	
173.04	Livermonio	193.98977	
173.04	Livermonio	194.98977	
173.04	Livermonio	195.98977	
173.04	Livermonio	196.98977	
173.04	Livermonio	197.98977	
173.04	Livermonio	198.98977	
173.04	Livermonio	199.98977	
173.04	Livermonio	200.98977	
173.04	Livermonio	201.98977	
173.04	Livermonio	202.98977	
173.04	Livermonio	203.98977	
173.04	Livermonio	204.98977	
173.04	Livermonio	205.98977	
173.04	Livermonio	206.98977	
173.04	Livermonio	207.98977	
173.04	Livermonio	208.98977	
173.04	Livermonio	209.98977	
173.04	Livermonio	210.98977	
173.04	Livermonio	211.98977	
173.04	Livermonio	212.98977	
173.04	Livermonio	213.98977	
173.04	Livermonio	214.98977	
173.04	Livermonio	215.98977	
173.04	Livermonio	216.98977	
173.04	Livermonio	217.98977	
173.04	Livermonio	218.98977	
173.04	Livermonio	219.98977	
173.04	Livermonio	220.98977	
173.04	Livermonio	221.98977	
173.04	Livermonio	222.98977	
173.04	Livermonio	223.98977	
173.04	Livermonio	224.98977	
173.04	Livermonio	225.98977	
173.04	Livermonio	226.98977	
173.04	Livermonio	227.98977	
173.04	Livermonio	228.98977	
173.04	Livermonio	229.98977	
173.04	Livermonio	230.98977	
173.04	Livermonio	231.98977	
173.04	Livermonio	232.98977	
173.04	Livermonio	233.98977	
173.04	Livermonio	234.98977	
173.04	Livermonio	235.98977	
173.04	Livermonio	236.98977	
173.04	Livermonio	237.98977	
173.04	Livermonio	238.98977	
173.04	Livermonio	239.98977	
173.04	Livermonio	240.98977	
173.04	Livermonio	241.98977	
173.04	Livermonio	242.98977	
173.04	Livermonio	243.98977	
173.04	Livermonio	244.98977	
173.04	Livermonio	245.98977	
173.04	Livermonio	246.98977	
173.04	Livermonio	247.98977	
173.04	Livermonio	248.98977	
173.04	Livermonio	249.98977	
173.04	Livermonio	250.98977	
173.04	Livermonio	251.98977	
173.04	Livermonio	252.98977	
173.04	Livermonio	253.98977	
173.04	Livermonio	254.98977	
173.04	Livermonio	255.98977	
173.04	Livermonio	256.98977	
173.04	Livermonio	257.98977	
173.04	Livermonio	258.98977	
173.04	Livermonio	259.98977	
173.04	Livermonio	260.98977	
173.04	Livermonio	261.98977	
173.04	Livermonio	262.98977	
173.04	Livermonio	263.98977	
173.04	Livermonio	264.98977	
173.04	Livermonio	265.98977	
173.04	Livermonio	266.98977	
173.04	Livermonio	267.98977	
173.04	Livermonio	268.98977	
173.04	Livermonio	269.98977	
173.04	Livermonio	270.98977	
173.04	Livermonio	271.98977	
173.04	Livermonio	272.98977	
173.04	Livermonio	273.98977	
173.04	Livermonio	274.98977	
173.04	Livermonio	275.98977	
173.04	Livermonio	276.98977	
173.04	Livermonio	277.98977	
173.04			

QUÍMICA ORGÁNICA (60 puntos)

Problema QO.1. Escribe la estructura de lewis de las siguientes moléculas o iones:

a) HCO^+ 1p

b) $\text{H}_2\text{O}_4\text{U}$ 1p

c) HS_2O_8^- 1p

d) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 1p

Problema QO.2. Indica la geometría atómica y electrónica de las siguientes especies químicas:

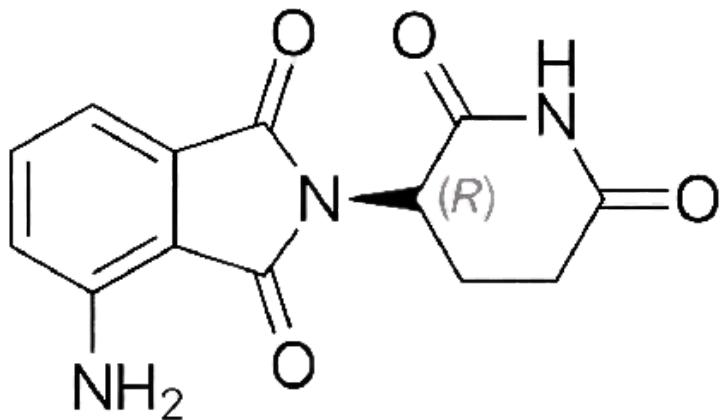
a) Ozono 1p

b) Formaldehído 1p

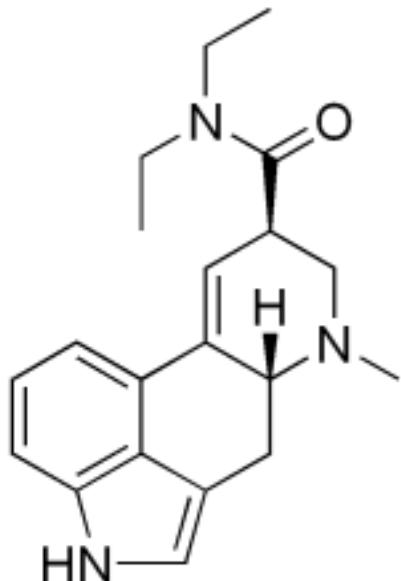
c) Anión Aziduro (N_3^-) 1p

Problema QO.3. Dibuja 3 ciclos aromáticos distintos al benceno. 3p

Problema QO.4. Indica un mecanismo por el cual se puede racemizar la talidomida en agua. 2p



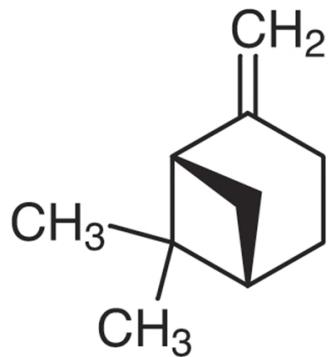
Problema QO.5. A continuación se muestra la molécula de LSD, tiene dos centros estereogénicos, indica la configuración estereoquímica de cada uno. **2p en total**



Problema QO.6. Dibuja la estructura de una molécula meso, e indica si tendría actividad óptica o no. **2p**

Problema QO.7. Haz el diagrama de energía libre vs ángulo diedral para la monoetanolamina (2-aminoetanol). Recuerda escribir la estructura de Newman para cada confórmero notable. **3p**

Problema QO.8. El pineno es una molécula presente en ciertos aceites esenciales. Este alqueno se puede hidrogenar con un catalizador de rodio, e hidrógeno molecular para producir dos moléculas. Indica la relación estereoquímica entre los dos productos (si son enantiómeros o diastereómeros entre ellos) y escribe la estructura del producto mayoritario. **2p**



Problema QO.9. Escribe la estructura de los siguientes compuestos químicos:

a) hexadecano **1p**

b) (*4E*)-octa-1,4,7-trieno-3,6-diona **1p**

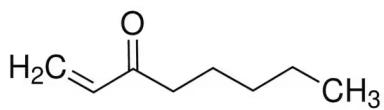
c) 3-bromociclohexanona **1p**

d) dietilamonio (dietilamina protonada) **1p**

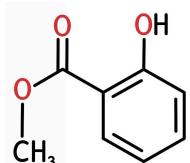
e) p-nitrofenol. **1p**

Problema QO.10. Escribe el nombre de los siguientes compuestos químicos: **7p**

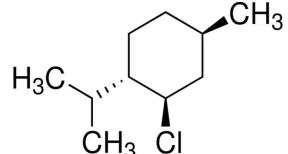
a)



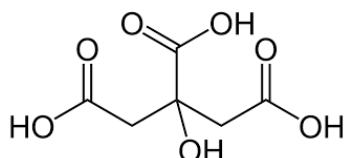
b)



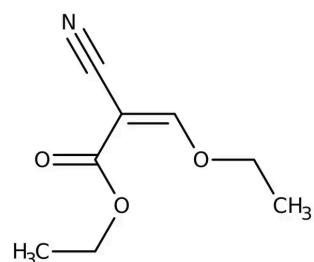
c)



d)



e)



Problema QO.11. Escribe el mecanismo de reacción para la formación de alcohol tertbutílico (tertbutanol) a partir de bromuro de tertbutilo y agua. **3p**

Problema QO.12. Se hace reaccionar 3-etil-2-metilfenol con cloro molecular y luz ultravioleta, indica el producto principal de la reacción. **2p**

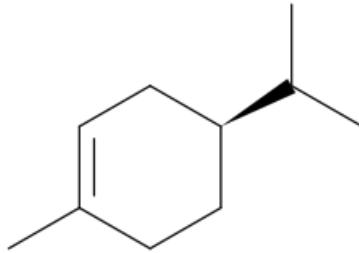
Problema QO.13. Hace 2 años tú compraste un frasco de 2,2-dimetil-1-yodopropano, sin embargo cuando lo usaste el día de hoy la sustancia no tenía esta estructura y se convirtió en otra distinta, 2-metil-2-yodobutano, indica el mecanismo para explicar su formación. **3p**

Problema QO.14. De las siguientes tres moléculas indica cual es la más ácida:
a) 1,1,1-trifluoroetano **b)** isopropanol **c)** 1,1-dinitropropan-2-ona. **2p**

Problema QO.15. Se hace reaccionar cloruro de vinilo (1-cloroeteno) puro y gaseoso con luz ultravioleta, indica la estructura del polímero formado. **1p**

Problema QO.16. Se tiene el compuesto químico llamado menteno, el cual se hace reaccionar en los medios mencionados en cada inciso. Indica el o los productos formados, mencionando cuál es el principal en caso de formarse varios.

- a)** HBr en benceno con peróxido de acetilo a 80°C
- b)** Ozono disuelto en DCM (diclorometano) a -78 °C, seguido por sulfuro de dimetilo
- c)** HCl diluido en agua
- d)** B₂H₆ (diborano) previamente burbujeado en dietiléter, seguido por una mezcla de agua oxigenada con hidróxido de potasio. **4p**



Problema QO.17. Se hace reaccionar cinamaldehido (3-fenilprop-2-enal) con butadieno en presencia de calor. Indicar la estructura del producto formado. **1p**

Problema QO.18. Indicar medio de reacción necesario para hacer 1-bromo-2-metoxipropano a partir de propileno (propeno). **1p**

Problema QO.19. Indica si es necesario agregar hidróxido de sodio a una reacción entre cloruro de tertbutilo y agua con el propósito de hacer que la reacción ocurra más rápido o si no tendría ningún efecto importante sobre la velocidad de la reacción química. **2p**

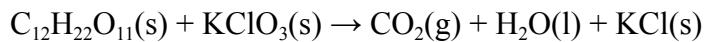
Problema QO.20. Se tiene una halohidrina producida a partir del ciclohexeno usando bromo disuelto en agua, indica si ésta halohidrina puede reaccionar después consigo misma en un medio básico mediante una sustitución nucleofílica intramolecular para formar un epóxido. **3p**

Problema QO.21. Se tiene una disolución equimolar de metanotiolato (MeS^-) y metóxido (MeO^-) en ACN (acetonitrilo), se agrega yoduro de etilo (yodoetano) a la disolución. Indica cuál será el producto mayoritario de la reacción. **2p**

Problema QO.22. La 4-hidroxi-4-metilpentan-2-ona es un aldol formado por la condensación de dos moléculas de acetona (propan-2-ona), en medio básico ocurre una eliminación que resulta en la formación de óxido de mesitilo (4-metilpent-3-en-2-ona). Indica la clasificación del mecanismo de eliminación (E_1 , E_2 o $E_1\text{BC}$) por el cual ocurre esta eliminación. **3p**

FISICOQUÍMICA (60 puntos)

Problema QF.1. Un oso de goma contiene 2.67 g de sacarosa, $C_{12}H_{22}O_{11}$. Cuando reacciona con 7.19 g de clorato de potasio, $KClO_3$, se producen 43.7 kJ de calor. Escriba una ecuación termoquímica para la reacción de un mol de sacarosa: **5p**



Problema QF.2. Un buzo observa una burbuja de aire que sube del fondo de un lago que está a 0 m sobre el nivel del mar a la superficie, al fondo de este lago la presión absoluta es de 3.5 atm. La temperatura en el fondo es de 4 °C, y en la superficie, de 23 °C.

- a) Calcule cuántas veces creció el volumen la burbuja para cuando a la superficie. **5p**
- b) ¿Puede el buzo detener su respiración, sin exhalar mientras sube del fondo del lago a la superficie? ¿Por qué sí o por qué no? **5p**

Problema QF.3. Tres mol de un gas ideal están en una caja cúbica rígida que mide 20 cm por cada lado.

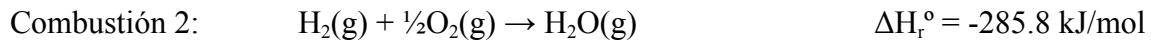
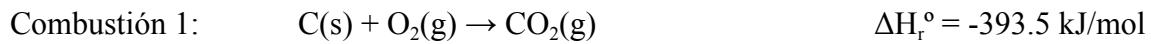
- a) ¿Qué fuerza ejerce el gas sobre cada una de las seis caras de la caja cuando su temperatura es de 20 °C? **5p**
- b) ¿Qué fuerza ejerce si su temperatura se aumenta a 100 °C? **5p**

Problema QF.4. A partir de la ecuación de Arrhenius: $k = Ae^{(-E_a/RT)}$ deduzca la ecuación de Van't Hoff: $\ln(K_2/K_1) = -(\Delta H_f^\circ/R) \cdot (1/T_1 - 1/T_2)$ debido a la variación de la constante de equilibrio con la temperatura. Considera que la constante de equilibrio “K” se puede relacionar con el punto en el que la velocidad de las reacción en ambos sentidos es la misma, lo cual en si depende de la constante cinética “k”. **13p**

Problema QF.5. Se desea conocer el cambio de entalpía para la formación del metano en estado gaseoso a partir del grafito e hidrógeno gaseoso.

- a) Escriba la ecuación balanceada de esta reacción. **2p**

b) El cambio de entalpía para esta reacción no puede ser medida en el laboratorio debido a que la reacción es muy lenta. Sin embargo, podemos medir el cambio de entalpía para la combustión del carbono, hidrógeno y metano. Calcula el cambio de entalpía de reacción para la formación del metano a partir de sus elementos. **8p**



Problema QF.6. En una fábrica se genera fosgeno ($COCl_2$) mediante la cloración del monóxido de carbono. La reacción global para este proceso es la siguiente: $Cl_2(g) + CO(g) \rightarrow COCl_2(g)$. La reacción sigue un mecanismo radicalario, que se muestra a continuación.

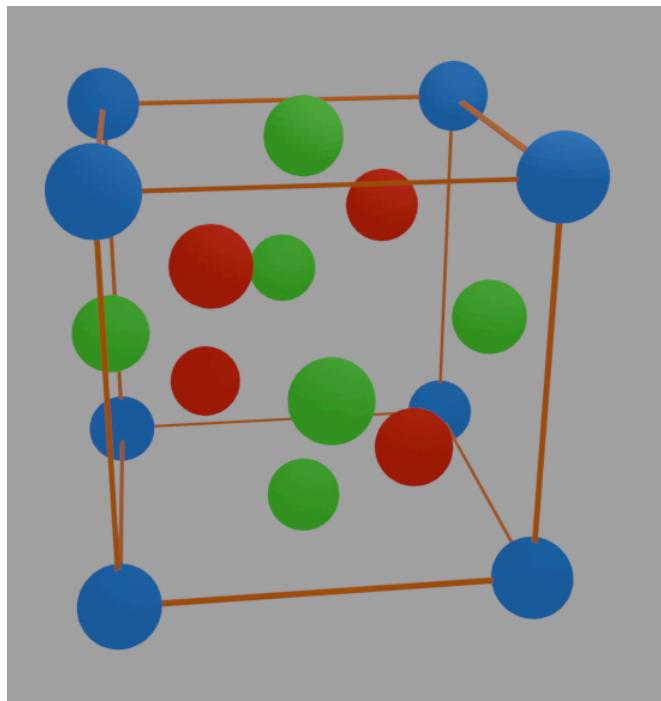


a) Utilice la aproximación del estado estacionario para calcular la ecuación de velocidad correspondiente a este mecanismo. **10p**

b) Suponga que los pasos 1-2 son mucho más rápidos que el paso 3. Explíquese cómo puede simplificarse en este caso la ecuación de velocidad. **2p**

QUÍMICA INORGÁNICA (60 puntos)

Problema QI.1. Un grupo de químicos fabricaron un cristal de silicio (Si) constituido únicamente de ^{28}Si , este cristal tiene una estructura de tipo diamante con la celda unitaria cúbica en la figura. En la estructura hay átomos en distintas posiciones, los rojos están dentro de la celda, los verdes están posicionados en las caras de la celda, y los azules están colocados en las esquinas.



- a) Determina el número de átomos de silicio, “ n ”, que forman parte de la celda unitaria. **5p**
- b) Se quiere calcular la densidad “ ρ ” de la esfera a partir de los parámetros básicos de la celda unitaria, los cuales son, la longitud de la arista “ a ”, el número de átomos “ n ”. Es importante recordar que la masa atómica de cada átomo afecta la masa total de la celda unitaria. en particular la masa atómica del ^{28}Si es 28.09 uma. Desarrolla una ecuación que relacione la densidad, con la longitud de la arista de la celda unitaria, el número de átomos, y la masa atómica. **5p**
- c) El diámetro, “ d ”, de la esfera de silicio es de 9.38 cm. Se determinó que la masa “ m ” de la esfera es de 1.00 Kg. Finalmente, la longitud de la arista de la celda unitaria se midió usando un análisis de difracción de rayos X y resultó ser de 5.43 Å. Calcular el número de Avogadro “ N_A ” con tres cifras significativas. Considera que $1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$. **10p**

Problema QI.2. El silicio se relaciona con otros elementos y mediante reacciones químicas entre ellos están:

- a) El silicio tiene varios isótopos, estables e inestables, pero uno de estos tiene en su núcleo 18 neutrones y una vida media de 153 años. Indica de qué isótopo se está hablando. **2p**
- b) El isótopo mencionado en el inciso anterior puede sufrir un decaimiento radiactivo de tipo β^- . Indica qué elemento se forma tras esta descomposición. **2p**
- c) A altas temperaturas el silicio reacciona con un elemento que se encuentra en el segundo periodo de la tabla periódica, y dentro de la familia de los anfígenos (calcógenos). Indica el nombre del elemento en cuestión. **2p**
- d) En la industria de semiconductores se usa como aditivo un elemento, que funciona como un dopante tipo p, se encuentra en el mismo bloque del elemento anterior y en su estado fundamental tiene tres electrones de valencia. Indica el símbolo atómico de este elemento **2p**
- e) Un elemento en particular se usa mucho durante el proceso de purificación del silicio, y tiene una afinidad electrónica mayor que el elemento que está debajo de él, dentro de su grupo. Además este es el elemento con la mayor electronegatividad, y es una de las dos excepciones de la tendencia de la afinidad electrónica en la tabla periódica. **2p**

Problema QI.3. Usando la ecuación de Born-Lande mostrada debajo, determine la energía de red (U_L). Los radios estimados para los iones Ca^+ y Cl^- son 120 pm y 167 pm respectivamente, el exponente de Born es $n = 9$ y el valor de A es 1.74756 para el hipotético CaCl . **5p**

$$U_L = -1.3891 \times 10^5 \text{ kJ pm/mol} \times \left(\frac{A \cdot Z_+ \cdot Z_-}{r_+ + r_-} \right) \times \left(1 - \frac{1}{n} \right)$$

Problema QI.4. Usando el ciclo de Born-Haber, calcula la entalpía de formación de CaCl_2 . **10p**

Calor latente de fusión del calcio	$\text{Ca(s)} \rightarrow \text{Ca(l)}$	9 kJ/mol
Primera energía de ionización	$\text{Ca(g)} \rightarrow \text{Ca}^+(\text{g})$	590 kJ/mol
Segunda energía de ionización	$\text{Ca}^+(\text{g}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{g})$	1145 kJ/mol
Calor latente de vaporización del calcio	$\text{Ca(l)} \rightarrow \text{Ca(g)}$	150 kJ/mol
Entalpía de disociación del dicloro	$\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cl(g)}$	240 kJ/mol
Afinidad electrónica del monocloro	$\text{Cl(g)} \rightarrow \text{Cl}^-(\text{g})$	-349 kJ/mol
Energía reticular del CaCl_2	$\text{Ca}^{2+}(\text{g}) + 2\text{Cl}^-(\text{g}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{g})$	-2255 kJ/mol

Problema QI.5. La energía de red es proporcional a la carga y el tamaño de los iones de acuerdo a la ley de Coulomb, sabiendo que existen interacciones eléctricas atractivas y repulsivas. La energía de red también tiene un impacto fundamental sobre la estabilidad de los iones disociados en disolución, a mayor energía de red, es más difícil que el disolvente separe los iones, haciendo que el compuesto sea menos soluble. Se tienen diferentes sales: LiF, KF, NaF, CaCl_2 y MgCl_2 .

a) ¿Cuál tiene la mayor energía de la red? **5p**

b) ¿Cuál es la sal más soluble? **5p**

Problema QI.6. Calcula desde qué nivel saltó el electrón de un átomo de hidrógeno para llegar al segundo nivel (dentro de las llamadas transiciones de la serie de Balmer). Durante esta transición se emitió luz con una longitud de onda de 434.0 nm. **5p**

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad R_H = 10973731.6 \text{ m}^{-1} \quad 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

QUÍMICA ANALÍTICA (60 puntos)

Problema QA.1.1. Calcula la concentración molar y en g/L de 1.0 L de una disolución de HCl grado reactivo que tiene 36% m/m. Su densidad es de 1.18 g/mL. **2p**

Problema QA.1.2. ¿Cuánto volumen de la disolución anterior se requiere diluir para obtener 50 mL de una disolución de HCl 0.50 N? **2p**

Problema QA.1.3. ¿Qué cantidad de Na₂CO₃ se requiere para preparar 2.0 L de disolución 17.7% m/m de densidad 1.19 g/mL? **2p**

Problema QA.1.4. El Na₂CO₃ presente en el laboratorio tiene un 92% de pureza. Recalcula la masa necesaria para preparar la misma disolución. **2p**

Problema QA.1.5. Calcula la molaridad, normalidad, concentración g/L, molalidad y fracción molar de la disolución obtenida en el inciso anterior. **4p**

Problema QA.1.6. 25 mL de la disolución obtenida de carbonato de sodio se titularon con la disolución preparada de HCl en el problema QA.1.2., ¿cuánto volumen total de HCl se gastó? **4p**

Problema QA.1.7. ¿Qué indicador recomiendas para esta titulación? Si tienes dudas, revisa la tabla de indicadores que se anexa a continuación. Para el ácido carbónico pK_a1=6.35 y pK_a2=10.32 . **2p**

Nombre	Rango de pH de cambio de color
Timolftaleína	9.3-10.5
Fenolftaleína	8.3-10.0
Rojo de cresol	7.2-8.8
Azul de bromotimol	6.0-7.6
Rojo de metilo	4.4-6.2
Naranja de metilo	3.1-4.4
Azul de timol	1.2-2.8

Problema QA.1.8. El volumen gastado resultó ser mayor al predicho en el inciso **QA.1.6**, por lo que se decidió analizar la muestra con dos titulaciones en secuencia, la primera para titular el carbonato y la segunda para titular el bicarbonato producido. Se encontró que en la segunda titulación se gastó mayor volumen que en la primera, cuando se esperaría que ocupara lo mismo. La hipótesis fue que el reactivo estaba contaminado con otro compuesto. ¿Se trata de NaOH o de NaHCO₃? No es necesario hacer cálculos. **2p**

Problema QA.2.1. Se analiza una tableta de un medicamento que contiene cloruro de sodio, cloruro de magnesio y 35% de un excipiente inerte. La tableta pesa 500 mg, se disuelve en 100 mL de agua desionizada y utilizando nitrato de plata se genera un precipitado de cloruro de plata, que al filtrarse y secarse pesa 898 mg. Determine el porcentaje de NaCl y MgCl₂ en la tableta. **6p**

Problema QA.2.2. Calcula la solubilidad molar (s) del yodato de cerio III. Su constante de solubilidad es $K_s = 3.5 \times 10^{-10}$. **3p**

Problema QA.2.3. Con el fin de demostrar que los sulfatos de metales alcalinotérreos son insolubles en agua, se disolvieron 20 g de Ba(NO₃)₂ con suficiente agua hasta obtener 400 mL de disolución. A la disolución resultante se le agregaron 250 mL de otra disolución 0.08 N de Na₂SO₄, formándose el precipitado de BaSO₄. Determine:

- a) La ecuación química balanceada de la reacción de precipitación. **1p**
- b) La normalidad de las especies presentes en la disolución final. **4p**
- c) La masa de BaSO₄ obtenida, en gramos. **2p**

Problema QA.2.4. Calcula el pH del agua pura a 0°C y a 100°C. Se cuenta con la siguiente información. **4p**

Temperatura (°C)	K _w
0	1.15×10^{-15}
25	1.01×10^{-14}
100	5.43×10^{-13}

Problema QA.2.5. Al valorar 100.0 mL de un ácido débil (HA) con NaOH 0.0938 M se precisan 27.63 mL para alcanzar el punto de equivalencia. El pH en el punto de equivalencia es 10.99. ¿Cuál fue el pH cuando se añadieron 19.47 mL de NaOH? **8p**

Problema QA.2.6. Rubén necesitaba hacer un experimento en el que requería una disolución con un valor de pH=2.0. Encontró en el laboratorio 1.0 L de disolución de ácido fórmico en agua cuya etiqueta decía tener ese pH. El ácido fórmico es un ácido monoprótico de fórmula HCOOH (que para simplificar denotó como HA). Tomó 100.0 ml de esta disolución y comprobó que su pH no era el esperado; sin embargo, al añadirle 1.065 g de ácido fórmico puro, logró obtener el pH deseado de 2.0. Calcula la concentración analítica del ácido fórmico requerida para que el pH sea de 2.0. El pKa de este ácido es de 3.74. **4p**

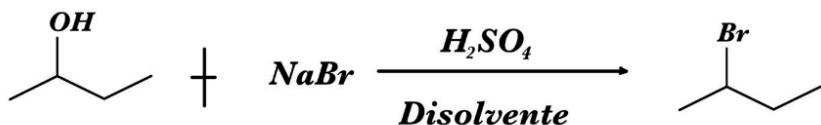
Problema QA.2.7. Calcula los gramos de ácido fórmico que contenía el litro que se encontraba en el laboratorio y el valor de pH que Rubén midió antes de añadir los 1.065 g del ácido puro. Considera que el cambio de volumen al adicionar el sólido fue despreciable. **4p**

Problema QA.2.8. Se cuenta con tres disoluciones acuosas diluidas y consideramos que todas tienen una densidad igual a la del agua. La disolución “A” es de NaCl al 10% m/m. La disolución “B” es de NaCl al 25% m/m. La disolución “C” es de cloruro de potasio al 35% m/m. Si hacemos una mezcla con la misma cantidad de las tres disoluciones. ¿Cuál será el porcentaje en masa de sodio de la disolución resultante? **4p**

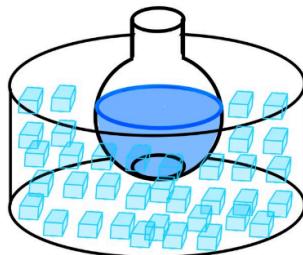
QUÍMICA EXPERIMENTAL (60 puntos)

Problema QE.1. Lea con atención el siguiente procedimiento experimental y responda las preguntas. El procedimiento experimental se ha dividido en puntos para facilitar su lectura.

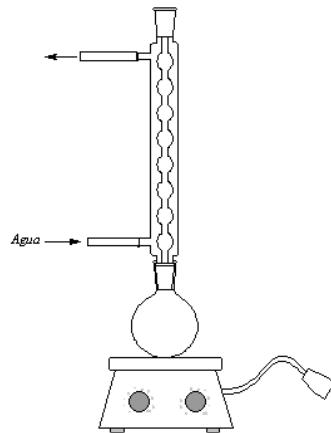
a) Reacción general.



- b) Se coloca un matraz bola de fondo plano de 25 mL sobre una parrilla de agitación magnética, el matraz contiene en su interior una barra de agitación magnética; dentro de este, se agregan 5 g de bromuro de sodio, 4 mL del disolvente y 5 mL de 2-butanol.
- c) Pasados unos minutos, se coloca al matraz bola dentro de un recipiente con hielo (Como se muestra en la imagen), y al medio de reacción se agregan 4 mL de ácido sulfúrico concentrado gota a gota. Terminada la adición, se retira el matraz bola del baño de hielo.



- d) El matraz bola se coloca sobre una parrilla de agitación magnética, adaptando un refrigerante en posición de reflujo (como se muestra en la imagen). Se mantiene un reflujo controlado durante 40 minutos; una vez finalizado ese tiempo, se distinguen claramente dos fases en el medio de reacción. Una de las fases tiene la apariencia de un aceite.
- e) La mezcla de reacción, se separa mediante el uso de una destilación, recolectando completamente la fracción aceitosa, la cual comenzó a evaporarse a una temperatura menor a la otra fase.
- f) Se le realizan tres lavados consecutivos a la fase aceitosa, utilizando agua en un embudo de separación.
- g) Una vez recolectada la fase aceitosa, se le agrega sulfato de sodio y se decanta el producto final para recolectarse.



Datos adicionales: ρ (2-butanol) = 0.81 g/ml; ρ (2-bromobutano) = 1.27 g/ml.

Problema QE.1.1. Considerando las fuerzas intermoleculares de los reactivos, indica un disolvente en el que todos sean solubles y la reacción pueda llevarse a cabo como se indica en el punto “a”. **5p**

Problema QE.1.2. ¿Por qué se utiliza un matraz bola de fondo plano como medio de reacción? **5p**

Problema QE.1.3. La reacción descrita en el procedimiento experimental, se ve favorecida por el uso de un medio ácido; motivo por el cual se adiciona en el punto “c”.

a) ¿Por qué se añade el ácido gota a gota? **5p**

b) ¿Qué función cumple el baño de hielo? **5p**

c) En el paso “d” se omitió el uso de un instrumento de laboratorio necesario para evitar la intoxicación por la liberación de vapores tóxicos. ¿Qué le añadirías al procedimiento experimental en este punto? **5p**

Problema QE.1.4. En el punto “d” se describe la aparición de dos fases inmiscibles.

a) ¿Cuál es el componente principal de cada una de estas fases? **5p**

b) ¿Esperarías tener uno o varios productos secundarios, ya sean inorgánicos u orgánicos, solubilizados en alguna de las fases? Y si es así ¿Qué esperarías encontrar solubilizado en cada fase? **5p**

Problema QE.1.5. En el punto “e” se indica el uso de una destilación para separar las fases de la mezcla de reacción, debido a que la diferencia en el punto de ebullición permite el uso de esta técnica.

a) ¿Es posible separar el producto de interés de la mezcla de reacción mediante el uso de una técnica diferente? Y si es así, indica dos. **5p**

b) Indicando las fuerzas intermoleculares de cada sustancia, explica el motivo por el cual la fase aceitosa se evaporó primero. **5p**

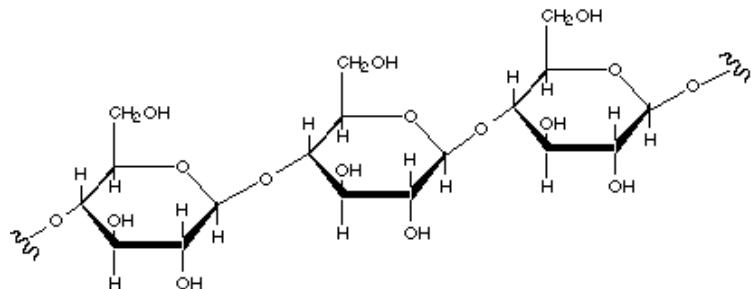
Problema QE.1.6. Cuando se añade agua a la fase aceitosa durante los lavados ¿Qué fase esperarías observar en la parte inferior del embudo de separación? **5p**

Problema QE.1.7. ¿Cuál es la función del sulfato de sodio? **5p**

Problema QE.1.8. Si para el procedimiento descrito se obtuvo un rendimiento de reacción del 47.5 % ¿Qué masa de 2-bromobutano se obtuvo? **5p**

BIOQUÍMICA (60 puntos)

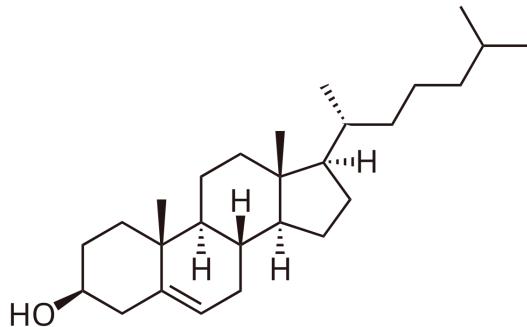
Problema BQ.1. Describe el tipo de enlace y su función entre los monómeros del siguiente polímero. **15p**



Problema BQ.2. Un tipo de esteroide es el colesterol cuya estructura se muestra en la imagen.

a) ¿Qué peso de este esteroide se requiere para producir 11 gramos de CO₂ por combustión completa? **10p**

b) ¿De qué compuesto cíclico se derivan los esteroides? **5p**

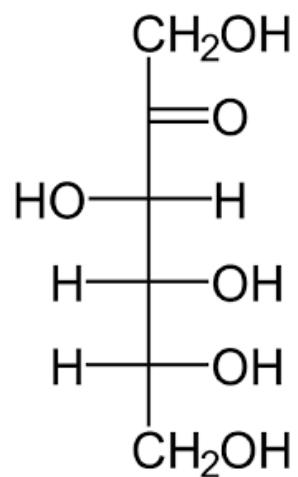


Problema BQ.3. Forma un triglicérido con la reacción del glicerol más 3 ácidos grasos (uno de 10 carbonos saturado, uno de 18 carbonos con una insaturación, y otro de 20 carbonos saturado).

15p

Problema BQ.4. De la fructosa:

- a) Encierre y nombre el grupo funcional. **2p**
- b) Identifique el carbono preterminal. **2p**
- c) Convierta dicha estructura en su proyección de Haworth. **4p**
- d) Nombre la estructura en proyección Haworth. **2p**
- e) Identifique que tipo de enlace glucosídico tendrá este monómero. **2p**
- f) Dibuje los estereoisómeros de la fructosa. **3p**



FIN DEL EXÁMEN