

XXIII Olimpiada Departamental de Química (7/9/2019) - Nivel 3

Datos del estudiante

Nombre	
Cédula de identidad	
Ciudad y departamento donde toma la prueba	
Institución a la que pertenece	
Año que cursa	

1) Completa el siguiente cuadro (la primera línea se muestra como ejemplo)

Nombre	Fórmula
Cloruro de sodio	NaCl
Hidróxido de litio	LiOH
Sulfato de níquel(II)	NiSO ₄
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄
Perclorato de calcio	Ca(ClO ₄) ₂
Bromuro de cobalto (II)	CoBr ₂
Bicarbonato de potasio	KHCO ₃

2) Las siguientes preguntas se refieren a compuestos de fósforo.

a) Determina el peso molecular del pentacloruro de fósforo.

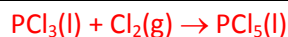
PCl₅, PF = 208.22

b) Determina los porcentajes de cloro y fósforo en dicho compuesto.

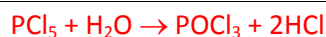
% Cl = $5 \times 35.45 / 208.22 \times 100 = 85.1\%$

% P = 14.9%

c) El pentacloruro de fósforo líquido puede obtenerse como único producto de la reacción del tricloruro de fósforo líquido con cloro gaseoso. Escribe la ecuación química balanceada para dicha reacción.



d) El pentacloruro de fósforo reacciona con agua en frío para dar POCl_3 (oxicloruro de fósforo). Escribe la ecuación balanceada, sabiendo que al completarse disminuye el pH de la solución final.



e) Ordena los dos cloruros de fósforo (pentacloruro y tricloruro) y el oxicloruro en función del porcentaje de cloruro creciente.

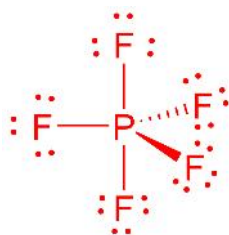


f) Dibuja la estructura de Lewis de las siguientes especies e indica la geometría molecular y su polaridad. El elemento subrayado es el átomo central.

a) P F_5

Geometría molecular: **bipirámide trigonal**

Estructura Lewis:

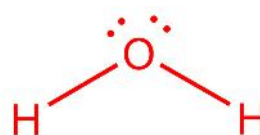


no polar

b) H $_2\text{O}$

Geometría molecular: **angular**

Estructura Lewis:

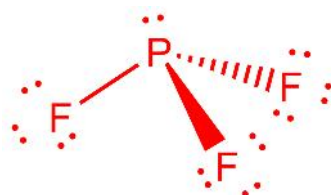


polar

c) P F_3

Geometría molecular: **piramidal trigonal**

Estructura Lewis:

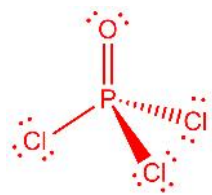


polar

d) P OCl_3

Geometría molecular: **tetraédrica**

Estructura Lewis:

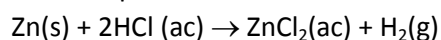


polar

3) Completa el siguiente cuadro de reacciones de neutralización (la primera línea se muestra como ejemplo):

Ácido	Base	Sal
HCl	NaOH	Cloruro de sodio
HNO_3	KOH	Nitrato de potasio
H_2SO_4	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	Sulfato de plomo(II)
H_2CO_3	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Carbonato de calcio
H_3PO_4	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	Fosfato de hierro(III)

4) El Zn metálico es atacado rápidamente por el ácido clorhídrico de acuerdo a la siguiente reacción:



a) Si se tiene una muestra de 2,10 g de Zn puro, determina la mínima masa de HCl necesaria para atacar todo el Zn.

$$2.10/63.57 = 0,033 \text{ mol}$$

$$\text{PF HCl} = 36,45$$

$$0,033 \times 2 \times 36.45 = 2.408\text{g HCl}$$

b) Si el HCl proviene de una solución acuosa de concentración 37 % m/m y densidad 1,184 g/mL, determina el volumen de solución que contiene la masa calculada en la parte (a). [Si no pudiste resolver la parte (a) toma como válida una masa de HCl de 3,0 g].

$$2,408 \text{ g} \times 100 / 37 = 6,5 \text{ g de disol}$$

$$V = 6,5/1,184 = 5,5 \text{ mL}$$

c) Calcula el número de átomos de hidrógeno que se producen al reaccionar totalmente 2,10 g de Zn.

$$2.10/63.57 \times 2 \times 6.02\text{E}(23) = 3.98 \times 10^{22} \text{ átomos}$$

d) Suponiendo que por la misma reacción se producen 4,36 g de ZnCl_2 y el volumen final de la solución es de 50,0 mL, indica si esta sal quedará totalmente disuelta. (La solubilidad del ZnCl_2 en estas condiciones vale 452 g/100 mL).

☐ Sí ☒ No

5) Las siguientes preguntas se refieren al elemento Fe ($Z = 26$).

a) ¿A qué grupo de elementos pertenece? Selecciona la opción correcta.

☐ alcalinos
 ☐ alcalino-térreos
 ☐ bloque s
 ☒ bloque d
 ☐ bloque p

b) Escribe su configuración electrónica.

[Ar] 3d⁶ 4s²

c) Indica otro elemento de la tabla periódica que tenga una configuración de valencia equivalente a la del Fe.

Ru, Os (cualquiera)

d) El siguiente cuadro se refiere a un electrón en diferentes orbitales del átomo de hierro. Completa el conjunto de números cuánticos, la subcapa, e indica si en el estado fundamental del átomo estará ocupado o no.

Subcapa	Números cuánticos	¿Estará ocupado?
1s	$n = 1, \ell = 0, m_\ell = 0$	Sí
2s	$n=2, \ell=0, m_\ell=0$	Sí
4p	$n = 4, \ell = 1, m_\ell = -1$	No
3d	$n=3, \ell=2, m_\ell=0,\pm1,\pm2$	Sí

e) Escribe la configuración electrónica del Fe³⁺.

[Ar] 3d⁵

f) El ⁵⁷Fe es uno de los isótopos menos abundantes del hierro. Para el ⁵⁷Fe³⁺, indica:

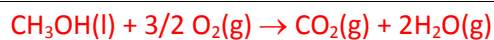
Número de protones	26
Número de neutrones	31
Número de electrones	23

6) Tanto el HNO₃ como el H₂SO₄ pueden considerarse como ácidos fuertes en agua. Por el contrario, el CH₃COOH (ácido acético) es un ácido débil con $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$. Se dispone de tres soluciones, HNO₃ 0,100 M, H₂SO₄ 0,090 M y ácido acético 0,3 M. Ordena las soluciones en función de su pH.

Menor pH	→ →	Mayor pH
H ₂ SO ₄	HNO ₃	CH ₃ COOH

7) El metanol, de fórmula CH_3OH , es el más sencillo de los alcoholes y es líquido a temperatura ambiente.

a) Escribe la ecuación química balanceada correspondiente a la combustión del metanol.



b) El calor de combustión del metanol vale $-726,4 \text{ kJ/mol}$. Calcula el calor desprendido al quemar medio litro de solución de alcohol de mechero, que tiene una densidad de $0,79 \text{ g/mL}$ y un 95 % en masa de alcohol (el 5% restante es agua, que puedes suponer que no interviene en la combustión).

$$\text{Masa de metanol} = 95 \times 0.79 \times 500 / 100 = 375 \text{ g}$$

$$\text{PM} = 32$$

$$\text{Moles de metanol} = 375 / 32 = 11.72 \text{ moles}$$

$$\text{Calor} = 11.72 \times (-726.4) = -8513.4 \text{ kJ}$$

8) El carbonato de calcio se descompone espontáneamente al ser calentado para dar óxido de calcio y dióxido de carbono.

a) Escribe la ecuación química balanceada correspondiente a dicha reacción.



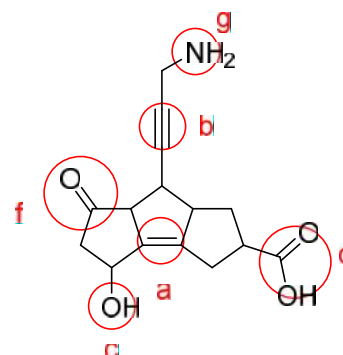
b) En base a los datos de la tabla adjunta, determina el ΔH de descomposición del carbonato de calcio.

$$\Delta H_{\text{descomp}} = \Delta H_f(\text{CO}_2) + \Delta H_f(\text{CaO}) - \Delta H_f(\text{CaCO}_3) = -393.5 - 635.1 + 1206.9 = 178.3 \text{ kJ/mol}$$

Compuestos inorgánicos	ΔH_f° kJ/mol	Compuestos orgánicos	ΔH_f° kJ/mol
H ₂ O (g)	-241,8	Metano	CH ₄ (g) -74,9
H ₂ O (l)	-285,8	Etano	C ₂ H ₆ (g) -83,9
HF (g)	-268,6	Eteno/Etileno	C ₂ H ₄ (g) +52,5
HCl (g)	-92,3	Etino/Acetileno	C ₂ H ₂ (g) +227,5
NaCl (s)	-411,0	Propano	C ₃ H ₈ (g) -104,7
CaO (s)	-635,1	n-Butano	C ₄ H ₁₀ (g) -125,7
CaCO ₃ (s)	-1 206,9	n-Hexano	C ₆ H ₁₄ (l) -167,2
CO (g)	-110,5	Benceno	C ₆ H ₆ (l) +49,1
CO ₂ (g)	-393,5	Metanol	CH ₃ OH (l) -238,7
NO (g)	+90,3	Etanol	C ₂ H ₅ OH (l) -277,7
NH ₃ (g)	-46,1	Ac. fórmico	HCOOH (l) -409,2
SO ₂ (g)	-296,8	Ac. acético	CH ₃ COOH (l) -484,5
SO ₃ (g)	-395,7	Cloroformo	CHCl ₃ (l) -131,8

- 9) Marca con un círculo los grupos funcionales que están presentes en la molécula, indicando con la letra correspondiente de acuerdo al listado.

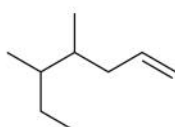
- a) alqueno e) aldehído
b) alquino f) cetona
c) alcohol g) amina
d) ácido carboxílico



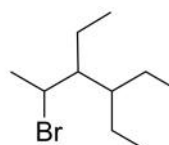
- 10) a) Para un compuesto orgánico de fórmula C₆H₁₂. Indicar cuál/es de los siguientes nombres le podría corresponder.

a. ciclohexano	X
b. hexeno	X
c. hexano	
d. 1-metilciclopentano	X
e. 2-metilhexano	

- b) Nombra los siguientes compuestos según reglas IUPAC.

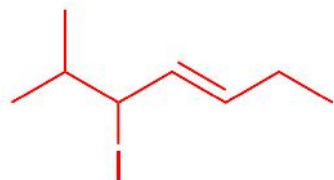
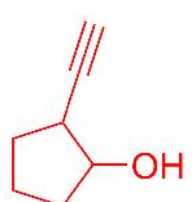


4,5-Dimetilhept-1-eno
4,5-Dimetil-1-hepteno

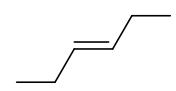
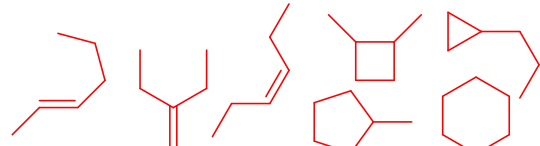


2-Bromo-3,4-diethylhexano

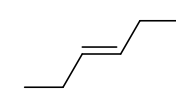
c) Representa la estructura de los siguientes compuestos.

<i>trans</i> -5-iodo-6-metilhept-3-eno	2-etinilciclopentan-1-ol
	

11) a) Desarrolla la estructura de tres isómeros del *trans*-hex-3-eno.

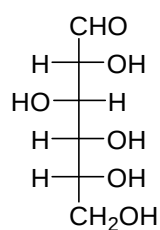
 <i>trans</i> -Hex-3-eno	Cualquier C ₆ con un grado de insaturación 
--	---

b) Escribe e iguala la ecuación de **combustión completa** del *trans*-hex-3-eno.

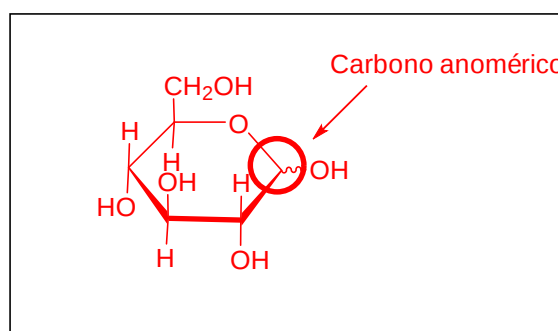
 <i>trans</i> -Hex-3-eno	$\text{C}_6\text{H}_{12} + 9 \text{O}_2 \longrightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
--	---

12) Considerando la estructura de la D-glucosa:

- Representa la D-glucosa en forma piranósica en proyección de Haworth.
- Indica cuál es el carbono anomérico en la estructura.



D-Glucosa



- 13) Considerando los aminoácidos alanina (Ala), fenilalanina (Phe) y glicina (Gly), desarrolla la estructura del tripéptido Phe-Ala-Gly con sus correspondientes enlaces peptídicos.

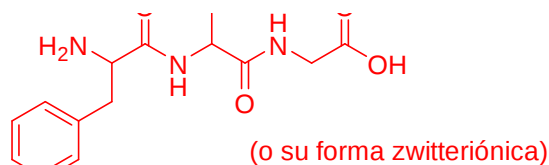
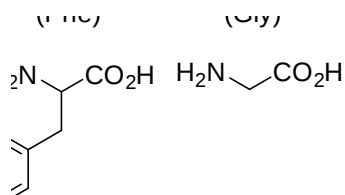


Tabla periódica de los elementos

1																	18														
1 H 1.008	2																									13	14	15	16	17	18 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01																5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18									
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95														
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80														
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc -	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29														
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po -	85 At -	86 Rn -														
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -																					
			57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm -	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97														
			89 Ac -	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -														