

## EXAMEN DE CUESTIONES



### HOJA IDENTIFICATIVA

Nombre y Apellidos

Fecha de nacimiento

Centro

Universidad

**NOTA: ESTA PRUEBA CONSTA DE 48 CUESTIONES. TODAS ELLAS CON EL MISMO VALOR DE PUNTUACIÓN.**

**EL CONJUNTO DE TODAS ELLAS CONSTITUYE EL 40% DE LA NOTA DE LA PRUEBA TOTAL.**

**CADA RESPUESTA INCORRECTA SE PENALIZARÁ CON  $\frac{1}{4}$  (UN CUARTO) DEL VALOR UNITARIO OTORGADO A CADA CUESTIÓN.**

**LA RESPUESTA EN BLANCO NO SE PENALIZARÁ.**

### CONSTANTES Y FÓRMULAS

Constante de Avogadro,  $N_A = 6,0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Constante de Boltzmann,  $k_B = 1,3807 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

Constante Universal de los gases,  $R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0,08205 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Velocidad de la luz,  $c = 2.9979 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Constante de Planck,  $h = 6,6261 \times 10^{-34} \text{ J s}$

Constante de Faraday,  $F = 9,64853399 \times 10^4 \text{ C}$

Masa del electrón,  $m_e = 9,10938215 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Presión Estándar,  $P = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

Presión atmosférica,  $P_{\text{atm}} = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$

Cero de la escala Celsius,  $273,15 \text{ K}$

1 picometro (pm) =  $10^{-12} \text{ m}$ ;  $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ; nanometro (nm) =  $10^{-9} \text{ m}$

1 eV =  $1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$

1 uma =  $1,66053904 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Ecuación de los gases ideales:  $PV = nRT$

Entalpía:  $H = U - PV$

Energía de Gibbs:  $G = H - TS$        $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$        $\Delta G^\circ = -RT \ln K = -nFE_{\text{cell}}^\circ$

Variación de Entropía:  $\Delta S = \frac{q_{\text{rev}}}{T}$ , donde  $q_{\text{rev}}$  es el calor para un proceso reversibles

$$\Delta S = nR \ln \frac{V_2}{V_1} \text{ (para la expansión isoterma de un gas ideal)}$$

Ecuación de Nernst:  $E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{C_{\text{ox}}}{C_{\text{red}}}$

Energía de un fotón:  $E = \frac{hc}{\lambda}$       Ley de Lambert-Beer:  $A = \log \frac{I_0}{I} = \epsilon bC$

Ecuaciones de velocidad o Leyes diferenciales de velocidad:

Orden Cero       $[A] = [A]_0 - kt$       Primer Orden       $\ln [A] = \ln [A]_0 - kt$

Segundo Orden       $\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$

Ecuación de Arrhenius  $k = Ae^{-E_a/RT}$

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H Hidrógeno (1.007)	2 He Helio (4.003)	3 Li Litio (6.941)	4 Be Berilio (9.012)	5 B Boro (10.81)	6 C Carbono (12.01)	7 N Nitrógeno (14.01)	8 O Oxígeno (15.99)	9 F Fluor (18.99)	10 Ne Neón (20.18)	11 Na Sodio (22.99)	12 Mg Magnesio (24.30)	13 Al Aluminio (26.98)	14 Si Silicio (28.08)	15 P Fósforo (30.97)	16 S Azufre (32.06)	17 Cl Cloro (35.45)	18 Ar Argón (39.95)
19 K Potasio (39.10)	20 Ca Calcio (40.08)	21 Sc Escandio (44.96)	22 Ti Titanio (47.87)	23 V Vanadio (50.94)	24 Cr Cromo (52.00)	25 Mn Manganeso (54.94)	26 Fe Hierro (55.85)	27 Co Cobalto (58.93)	28 Ni Níquel (58.69)	29 Cu Cobre (63.55)	30 Zn Zinc (65.38)	31 Ga Galio (69.72)	32 Ge Germanio (72.63)	33 As Arsénico (74.92)	34 Se Selenio (78.97)	35 Br Bromo (79.90)	36 Kr Kriptón (83.80)
37 Rb Rubidio (85.47)	38 Sr Estroncio (87.62)	39 Y Ytrio (88.91)	40 Zr Zirconio (91.22)	41 Nb Níobio (92.91)	42 Mo Molibdeno (95.94)	43 Tc Tecnecio	44 Ru Rutenio (101.1)	45 Rh Rodio (102.9)	46 Pd Paladio (106.4)	47 Ag Plata (107.9)	48 Cd Cadmio (112.4)	49 In Indio (114.8)	50 Sn Estado (118.7)	51 Sb Antimonio (121.8)	52 Te Teluro (127.6)	53 I Yodo (126.9)	54 Xe Xenón (131.3)
55 Cs Cesio (132.9)	56 Ba Bario (137.3)	57-71 Lantánidos	72 Hf Hafnio (178.5)	73 Ta Tantalo (180.9)	74 W Wolframio (183.8)	75 Re Reniuro (186.2)	76 Os Osmio (190.2)	77 Ir Iridio (192.2)	78 Pt Platino (195.1)	79 Au Oro (197.0)	80 Hg Mercurio (200.6)	81 Tl Teluro (204.4)	82 Pb Plomo (207.2)	83 Bi Bismuto (209.0)	84 Po Polonio	85 At Astato	86 Rn Radón
87 Fr Francio	88 Ra Radio	89-103 Actínidos	104 Rf Rutherfordio (261)	105 Db Dubnio (268)	106 Sg Seaborgio (269)	107 Bh Bohrio (269)	108 Hs Hassium (277)	109 Mt Meitnerio (276)	110 Ds Darmstadtio (281)	111 Rg Roentgenio (280)	112 Cn Copernicio (285)	113 Nh Nihonio (284)	114 Fl Flerovio (289)	115 Mc Moscovio (289)	116 Lv Livermorio (293)	117 Ts Tennessio (293)	118 Og Oganesson (294)
57 La Lantano (138.9)	58 Ce Cerio (140.1)	59 Pr Praseodimio (140.9)	60 Nd Neodimio (144.2)	61 Pm Prometio	62 Sm Samario (150.4)	63 Eu Europio (152.0)	64 Gd Gadolinio (157.3)	65 Tb Terbio (158.9)	66 Dy Disproscio (162.5)	67 Ho Holmio (164.9)	68 Er Erbio (167.3)	69 Tm Terbio (168.9)	70 Yb Yterbio (173.0)	71 Lu Lutecio (175.0)	72 Hf Hafnio (178.5)	73 Ta Tantalo (180.9)	74 W Wolframio (183.8)
89 Ac Actinio	90 Th Torio (232.0)	91 Pa Protactinio (231.0)	92 U Uranio (238.0)	93 Np Neptunio	94 Pu Plutonio	95 Am Americio	96 Cm Curio	97 Bk Berkelio	98 Cf Californio	99 Es Einsteinio	100 Fm Fermio	101 Md Mendelevio	102 No Nobelio	103 Lr Lawrencio	104 Rf Rutherfordio (261)	105 Db Dubnio (268)	106 Sg Seaborgio (269)

Si lo puedes soñar, lo puedes hacer realidad\* W. D.

1.- El espectro de emisión atómica del He se asemeja más al del:

- a) H
- b) Na
- c)  $\text{Li}^+$
- d)  $\text{He}^+$

2.- Teniendo en cuenta exclusivamente la información de la siguiente tabla, indique qué afirmación es la correcta:

Elemento	Hg	Zr	Au	Mo	K	Fr
# de electrones	80	40	79	42	19	87
# de neutrones	121	50	121	52	21	134
# de protones	80	40	79	42	19	87

- a) El mercurio se obtiene cuando el oro emite radiactivamente un protón.
- b) El oro se puede transformar en mercurio por pérdida de una partícula beta (de  ${}_{-1}^0\beta$ ).
- c) Si el circonio se desintegra radiactivamente emitiendo una partícula alfa ( ${}^4_2\alpha$ ) se transforma en molibdeno.
- d) El francio puede representarse mediante la forma  ${}^{134}_{87}\text{Fr}$ .

3.- ¿Cuál de los siguientes juegos de números cuánticos  $n$ ,  $l$ ,  $m$  y  $s$  no es válido?

- a) 1, 1, 0, -1/2
- b) 2, 0, 0, +1/2
- c) 3, 1, 0, +1/2
- d) 4, 3, 2, -1/2

4.- La primera energía de ionización del cesio es  $6,24 \times 10^{-19}$  J/átomo. ¿Cuál es la frecuencia de mínima de radiación que se requiere para ionizar un átomo de cesio?

- a)  $1,06 \times 10^{-15} \text{ s}^{-1}$
- b)  $4,13 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$
- c)  $9,42 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$
- d)  $1,60 \times 10^{18} \text{ s}^{-1}$

5.- ¿Qué proceso desprende más energía?

- a)  $\text{Mg}^{2+}(\text{g}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Mg}^{+}(\text{g})$
- b)  $\text{Mg}^{+}(\text{g}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Mg}(\text{g})$
- c)  $\text{Na}^{2+}(\text{g}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Na}^{+}(\text{g})$
- d)  $\text{Na}^{+}(\text{g}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Na}(\text{g})$

6.- ¿En cuál de las siguientes opciones los iones están dispuestos correctamente en orden creciente de tamaño?

- a)  $\text{F}^{-} < \text{S}^{2-} < \text{Al}^{3+} < \text{Mg}^{2+}$
- b)  $\text{F}^{-} < \text{S}^{2-} < \text{Mg}^{2+} < \text{Al}^{3+}$
- c)  $\text{Mg}^{2+} < \text{F}^{-} < \text{Al}^{3+} < \text{S}^{2-}$
- d)  $\text{Al}^{3+} < \text{Mg}^{2+} < \text{F}^{-} < \text{S}^{2-}$

7.- ¿Cuál de las siguientes moléculas/especies cumple con la "regla del octeto" según la notación de Lewis?

- a)  $\text{SiO}_2$
- b)  $\text{H}_2\text{S}$
- c)  $\text{SO}_2$
- d)  $\text{H}_2\text{O}$

8.- Indicar qué geometrías son posibles para compuestos con hibridación  $sp^3$ .

- a) Tetraédrica, piramidal trigonal y angular.
- b) Tetraédrica, angular y bipirámide trigonal.
- c) Tetraédrica, lineal y angular.
- d) Tetraédrica, trigonal plana y lineal.

9.- ¿Cuál/es de las siguientes especies es polar o son polares?

I. SF<sub>2</sub>                      II. SF<sub>4</sub>                      III. SF<sub>6</sub>

- a) Sólo I.
- b) Sólo III.
- c) Sólo I y II.
- d) Sólo II y III.

10.- ¿Cuál es la energía reticular,  $U$ , del NaCl (s)?

Datos:

$\Delta_{\text{disociación}}H^{\circ}(\text{Cl}_2)$	244 600 J mol <sup>-1</sup>
Afinidad electrónica del Cl	- 345 500 J mol <sup>-1</sup>
$\Delta_{\text{sub}}H^{\circ}(\text{Na})$	109 000 J mol <sup>-1</sup>
$\Delta_f H^{\circ}(\text{NaCl})$	- 411 000 J mol <sup>-1</sup>
Energía de ionización del Na	495 700 J mol <sup>-1</sup>

- a) 1481,7 kJ mol<sup>-1</sup>
- b) - 1136,5 kJ mol<sup>-1</sup>
- c) 1257,3 kJ mol<sup>-1</sup>
- d) - 792,5 kJ mol<sup>-1</sup>

11.- El sodio metálico tiene una celda unidad cúbica centrada en el cuerpo. ¿Cuántos átomos están contenidos en la celda unidad?

- a) 5
- b) 2
- c) 4
- d) 9

12.- El níquel se ordena en una red cúbica centrada en las caras y su densidad es 8,9 g/cm<sup>-3</sup> a 25°C. ¿Cuál es la longitud de la arista de la celda unidad?

- a) 340 pm.
- b) 372 pm.
- c) 352 pm.
- d) 330 pm.

13.- Si la combustión del ácido benzoico se realiza en una bomba calorimétrica a volumen constante y 25°C, ¿qué se verifica?

- a)  $Q < 0, W = 0, \Delta U < 0$
- b)  $Q = 0, W = 0, \Delta U = 0$
- c)  $Q < 0, W < 0, \Delta U > 0$
- d)  $Q < 0, W > 0, \Delta U < 0$

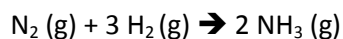
14.- El ácido etanóico o ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) en fase vapor está parcialmente dimerizado (Dímero: molécula compuesta por dos unidades similares o monómeros enlazados). A una presión total de 0,200 atm y 298 K, el ácido etanóico está en un 92,0 % dimerizado. ¿Cuál es la energía de Gibbs del proceso? [Nota: supóngase comportamiento ideal de las moléculas de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  y de las del dímero]

- a)  $-13,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
- b)  $-12,3 \text{ kJ mol}^{-1}$
- c)  $-9,5 \text{ kJ mol}^{-1}$
- d)  $-0,6 \text{ kJ mol}^{-1}$

15.- El bromo hierve a 59°C con una  $\Delta_{\text{vap}}H^0 = 29,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ . ¿Cuál es el valor de  $\Delta_{\text{vap}}S^0$  en  $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ?

- a) 11,2
- b) 89,2
- c) 501
- d) 1750

16.- Usa las energías de enlace dadas para estimar el valor de  $\Delta_r H^0$  para la reacción:



Energías de enlace $\text{kJ mol}^{-1}$	
H-H	- 436
H-N	- 386
N-N	- 193
N=N	- 418
N≡N	- 941

- a)  $-995 \text{ kJ mol}^{-1}$
- b)  $-590 \text{ kJ mol}^{-1}$
- c)  $-67 \text{ kJ mol}^{-1}$
- d)  $815 \text{ kJ mol}^{-1}$



---

17.- ¿Cuánta energía debe ser suministrada para pasar 36 g de hielo a 0°C, a agua a temperatura y presión ambiente?

Datos para el agua:  $\Delta_{fus}H^0 = 6,01 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $c_p^0, [\text{H}_2\text{O}(l)] = 4,18 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$

- a) 12 kJ
- b) 16 kJ
- c) 19 kJ
- d) 22 kJ

---

18.- ¿Cuál es el signo de  $\Delta_rH$  y  $\Delta_rS$  para la siguiente reacción?  $2\text{C}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{CO}(g)$

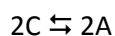
	<u><math>\Delta_rH</math></u>	<u><math>\Delta_rS</math></u>
a)	-	-
b)	-	+
c)	+	+
d)	+	-

---

19.- La constante termodinámica, K, para las siguientes reacciones hipotéticas que se encuentran en equilibrio, viene indicada para cada proceso:

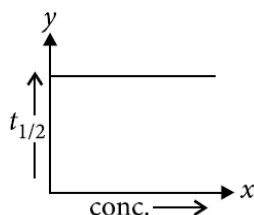


¿Cuál es el valor de K para la reacción siguiente?



- a) 2500
- b) 50
- c) 25
- d)  $4,0 \times 10^{-4}$

20.- Dada la gráfica de  $t_{1/2}$  frente a la concentración de reactivo ( $x$ ) que se muestra a continuación:

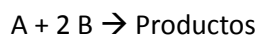


Se puede afirmar que la reacción es de orden:

(NOTA:  $t_{1/2}$ , es el tiempo necesario para que la concentración inicial del reactivo se reduzca a la mitad.)

- a) 0
- b) 1
- c) 2
- d) ninguna de las anteriores.

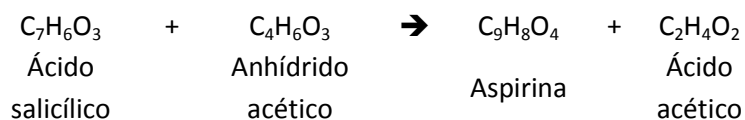
21.- ¿Cuál es la ley de velocidad de la siguiente reacción?



[A] <sub>0</sub> , M	[B] <sub>0</sub> , M	Velocidad inicial, M·s <sup>-1</sup>
0,050	0,100	0,085
0,050	0,200	0,170
0,100	0,300	0,510

- a) Velocidad=  $k [A]$
- b) Velocidad=  $k [B]$
- c) Velocidad=  $k [A] \cdot [B]$
- d) Velocidad=  $k [A] \cdot [B]^2$

22.- Dada la siguiente reacción:



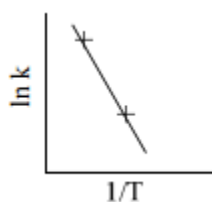
¿Cuál es el rendimiento de reacción expresado en porcentaje, si en la reacción de 1,00 g de ácido salicílico con exceso de anhídrido acético se forman 0,85 g de de aspirina?

- a) 91 %
- b) 77 %
- c) 85 %
- d) 65 %

23.- El pentacloruro de antimonio gaseoso se disocia en un 29,2 % en a 182°C y 1 bar, en tricloruro de antimonio gaseoso y cloro gaseoso. ¿Cuál es la  $K_c$  a dicha temperatura?

- a)  $1,2 \cdot 10^{-3}$
- b)  $2,5 \cdot 10^{-3}$
- c)  $5,0 \cdot 10^{-3}$
- d)  $7,5 \cdot 10^{-3}$

24.- El valor de la constante de la velocidad,  $k$ , para una reacción ha sido determinada a dos temperaturas diferentes y representado en la gráfica siguiente:



¿Cuál es la relación entre la pendiente de la gráfica y la energía de activación,  $E_a$ ?

- a) pendiente =  $E_a$
- b) pendiente =  $-E_a$
- c) pendiente =  $-E_a/R$
- d) pendiente =  $E_a/R$

25.- ¿Qué masa de  $\text{Sr}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  en gramos ( $M=265,76$ ) se necesita para preparar 250 mL de disolución, de tal manera que la  $[\text{OH}^-]$  en disolución sea de 0,100 M? NOTA: El  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  es una base fuerte.

- a) 3,32 g
- b) 6,64 g
- c) 9,97 g
- d) 1,52 g

26.- El ácido nitroso,  $\text{HNO}_2$ , tiene una  $K_a = 4,5 \times 10^{-4}$ . De las siguientes descripciones del sistema, ¿cuál es la que mejor describe las especies presentes en una disolución acuosa 0,1 M de ácido nitroso?

- a) El  $\text{HNO}_2(aq)$  es la especie predominante; y en mucha menor cantidad también existen  $\text{H}^+(aq)$  y  $\text{NO}_2^-(aq)$ .
- b) Los  $\text{H}^+(aq)$  y los  $\text{NO}_2^-(aq)$  son las especies predominantes; y en mucha menor cantidad también existe el  $\text{HNO}_2(aq)$ .
- c) Sólo los  $\text{H}^+(aq)$  y los  $\text{NO}_2^-(aq)$  están presentes en cantidades apreciables.
- d) El  $\text{HNO}_2(aq)$ , los  $\text{H}^+(aq)$  y los  $\text{NO}_2^-(aq)$  están todos ellos presentes en cantidades comparables.

27.- Un volumen de 20 mL de una disolución de etilamina aproximadamente al 10%,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ , es valorada con una disolución acuosa 0,3000 M de HCl. ¿Cuál indicador de los siguientes sería el más adecuado para utilizar en la valoración? NOTA: el valor de  $pK_a$  de  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+$  es 10,75.

- a) Azul de timol, que tiene un cambio de color entre  $pH = 1,2$  y  $2,8$ .
- b) Verde de bromocresol, que tiene un cambio de color entre  $pH = 4,0$  y  $5,6$ .
- c) Fenolftaleína, que tiene un cambio de color entre  $pH = 8,0$  y  $10,0$ .
- d) Amarillo de Alizarina R, que tiene un cambio de color entre  $pH = 10,0$  y  $12,0$ .

28.- Sabiendo que una disolución saturada de  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  tiene un pH de 9,45. ¿Cuál es el valor de la constante de solubilidad,  $K_s$ , de la especie?

- a)  $8,97 \cdot 10^{-14}$
- b)  $2,82 \cdot 10^{-5}$
- c)  $2,80 \cdot 10^{-15}$
- d)  $1,12 \cdot 10^{-14}$

29.- Para el ión  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  el  $pK_a$  es 7,21. Calcular el pH de 1 L de una disolución reguladora que contiene 0,50 moles de  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  y 0,50 moles de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , después de la adición de 0,05 moles de KOH.

- a) 7,12
- b) 7,29
- c) 7,75
- d) 7,01

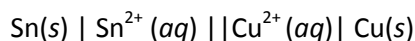
30.- Se utiliza una disolución de  $\text{HNO}_3$  0,3 M para valorar 25,0 mL de una disolución de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  0,250 M. ¿Cuántos mL de disolución del ácido son necesarios?

- a) 41,7 mL
- b) 20,8 mL
- c) 3,75 mL
- d) 10,4 mL

31.- Se puede producir yodo aplicando corriente eléctrica a una solución de yoduro de potasio. Calcule el tiempo necesario para que una corriente de 10,0 A produzca 6,0 g de yodo. ( $F = 96485$  C/mol)

- a) 3,8 s.
- b) 7,6 min.
- c) 11,4 min.
- d) 3,8 horas.

32.- En la celda galvánica



el potencial estándar es 0,48 V. Considerando que se comienza con concentraciones estándar, ¿cuáles son las concentraciones de  $\text{Sn}^{2+}$  y  $\text{Cu}^{2+}$  cuando la celda se ha descargado con el potencial 0,45 V?

- a)  $[\text{Sn}^{2+}] = 0,47$  M y  $[\text{Cu}^{2+}] = 1,53$  M
- b)  $[\text{Sn}^{2+}] = [\text{Cu}^{2+}] = 1,00$  M
- c)  $[\text{Sn}^{2+}] = 1,53$  M y  $[\text{Cu}^{2+}] = 0,47$  M
- d)  $[\text{Sn}^{2+}] = 1,85$  M y  $[\text{Cu}^{2+}] = 0,15$  M

33.- ¿Cuál es la constante de equilibrio para la siguiente reacción a 25 °C?



Semi-reacción	$E^0, \text{V}$
$\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} (\text{s})$	+ 0,80
$\text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu} (\text{s})$	+ 0,34

- a)  $6,0 \times 10^7$
- b)  $3,6 \times 10^{15}$
- c)  $3,6 \times 10^{38}$
- d)  $4,2 \times 10^{42}$

34.- ¿Cuál de las siguientes reacciones es una reacción rédox?

- a)  $4\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CCH}_3 + \text{LiAlH}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{CH}_3\overset{\text{OH}}{\mid}\text{CHCH}_3 + \text{LiOH} + \text{Al}(\text{OH})_3$
- b)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- c)  $\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}\text{COH} + \text{CH}_3\text{NH}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CO}^- + \text{CH}_3\text{NH}_3^+$
- d) Ninguna de las anteriores.

35.- ¿Cuál es el signo de  $\Delta G^0$  y el valor de  $K$  para una celda electroquímica con  $E_{\text{celda}}^0 = 0,80 \text{ V}$  en el equilibrio?

- |    | $\Delta G^0$ | $K$ |
|----|--------------|-----|
| a) | -            | > 1 |
| b) | +            | > 1 |
| c) | +            | < 1 |
| d) | -            | < 1 |

36.- Calcula el potencial de electrodo, E, para el electrodo de plata-cloruro de plata  $KCl(aq)$  0,800 M a 25 °C.

DATOS:  $[Ag^+ + e^- \rightarrow Ag, E^0 = 0,79 V; K_s = 1,8 \cdot 10^{-10}]$

- a) 1,37 V
- b) 0,80 V
- c) 0,57 V
- d) 0,23 V

37.- ¿Cuántos alcoholes diferentes (sin incluir isómeros ópticos) tiene la fórmula molecular  $C_4H_{10}O$ ?

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5

38.- ¿Cuáles de los siguientes compuestos orgánicos en su forma líquida

1) éteres; 2) alcoholes; 3) cetonas; 4) ácidos carboxílicos; 5) aminas primarias, formarán, los denominados “enlaces de hidrógeno” entre moléculas de la misma especie?

- a) 1, 2, 4 y 5
- b) 2, 3 y 4
- c) 1, 2 y 5
- d) 2, 4 y 5

39.- La reacción global de hidrólisis en medio ácido de un mono-éster da lugar a:

- a) un éter y un alcohol.
- b) un ácido y un alcohol.
- c) un alcohol y un aldehído.
- d) un éter y un ácido.

40.- ¿Qué establece la regla empírica de Markovnikov respecto a la adición de un halogenuro de hidrógeno a un doble enlace C=C? Indica la afirmación correcta.

- a) El protón del halogenuro que se adiciona se une al carbono del doble enlace que está más hidrogenado.
- b) El protón del halógeno se adiciona al carbono contiguo al doble enlace más sustituido.
- c) Un protón nunca se adiciona a un doble enlace.
- d) El protón del halogenuro que se adiciona se une al carbono del doble enlace que está menos hidrogenado.

41.- ¿Cuál de las siguientes sustancias tiene mayor valor de presión de vapor a 25°C?

- a) metanol, CH<sub>3</sub>OH
- b) etanol, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH
- c) 1-propanol, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH
- d) 1-butanol, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH

42.- Un co-polímero regular de etileno (CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub>) y cloruro de vinilo (CH<sub>2</sub>=CHCl) contiene de manera alternada a dichos monómeros. ¿Cuál es el peso en porcentaje de etileno en este co-polímero?

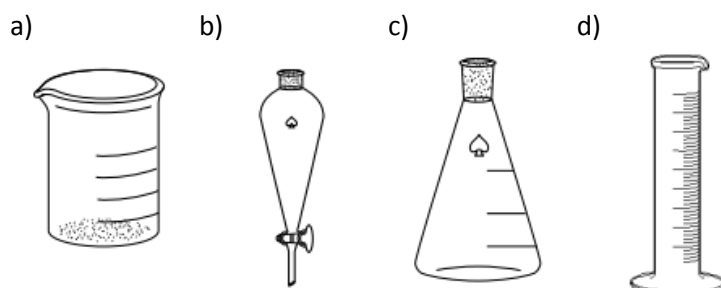
- a) 56
- b) 90,5
- c) 62,5
- d) 30,9

43.- Si se sabe que las masas de cada isótopo estable de cloro son <sup>35</sup>Cl = 34,9688 u y <sup>37</sup>Cl = 36,9659 u, indique cuál será la abundancia de cada isótopo.

- a) <sup>35</sup>Cl = 24,2 % y <sup>37</sup>Cl = 75,8 %
- b) <sup>35</sup>Cl = 75,8 % y <sup>37</sup>Cl = 24,2 %
- c) <sup>35</sup>Cl = 35,0 % y <sup>37</sup>Cl = 65,0 %
- d) <sup>35</sup>Cl = 78,5 % y <sup>37</sup>Cl = 21,5 %



44.- ¿Cuál de los siguientes recipientes sería el más recomendable de usar para medir 37 mL de agua destilada en una práctica de laboratorio?



45.- Una muestra de 10 g de un compuesto contiene solamente carbón, hidrógeno y oxígeno, dando lugar a 23,98 g de  $\text{CO}_2$  y 4,91 g de  $\text{H}_2\text{O}$ , cuando es sometido a combustión completa. ¿Cuál es la fórmula empírica del compuesto?

- a)  $\text{C}_2\text{HO}$
- b)  $\text{C}_3\text{H}_3\text{O}$
- c)  $\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_2$
- d)  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$

46.- ¿Cuál es el producto que se obtiene cuando el isótopo de uranio-238 emite una partícula alfa?

- a)  $^{232}\text{Th}$
- b)  $^{234}\text{Th}$
- c)  $^{237}\text{Np}$
- d)  $^{231}\text{Pa}$

47.- ¿Cuál es la velocidad promedio de las moléculas de  $\text{H}_2$  a 100 K, relativa a su velocidad a 50 K?

- a) 2,00 veces la velocidad a 50 K.
- b) 1,41 veces la velocidad a 50 K.
- c) 0,71 veces la velocidad a 50 K.
- d) 0,50 veces la velocidad a 50 K.

48.- Los polisacáridos son moléculas bioquímicas que consisten en polímeros de moléculas de monosacáridos (azúcares simples). Todas las sustancias siguientes son considerados polisacáridos o macromoléculas de sacáridos excepto:

- a) Celulosa.
- b) Fructosa.
- c) Glucógeno.
- d) Almidón.

## HOJA DE RESPUESTAS

Marque con una cruz (X) la casilla correspondiente a la respuesta correcta.

Nº	A	B	C	D
1			X	
2		X		
3	X			
4			X	
5			X	
6				X
7	X			
8	X			
9			X	
10				X
11		X		
12			X	
13	X			
14	X			
15		X		
16			X	

Nº	A	B	C	D
17		X		
18		X		
19	X			
20		X		
21			X	
22				X
23		X		
24			X	
25	X			
26	X			
27		X		
28				X
29		X		
30	X			
31		X		
32				X

Nº	A	B	C	D
33		X		
34	X			
35	X			
36				X
37			X	
38				X
39		X		
40	X			
41	X			
42				X
43		X		
44				X
45		X		
46		X		
47		X		
48		X		

# EXAMEN DE PROBLEMAS

## ENUNCIADOS





**XXX OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA**  
El Escorial, 5 a 7 de mayo de 2017  
**EXAMEN DE PROBLEMAS**

Número de  
identificación

**NOTA: EL EXAMEN DE PROBLEMAS CONSTA DE 4 EJERCICIOS, CON UNA PUNTUACIÓN DE 1,5 PUNTOS CADA UNO DE ELLOS. EL CONJUNTO DE LOS CUATRO PROBLEMAS CONSTITUYE EL 60% DE LA NOTA DE LA PRUEBA TOTAL.**



### CONSTANTES Y FÓRMULAS

Constante de Avogadro,  $N_A = 6,0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Constante de Boltzmann,  $k_B = 1,3807 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

Constante Universal de los gases,  $R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0,08205 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Velocidad de la luz,  $c = 2.9979 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Constante de Planck,  $h = 6,6261 \times 10^{-34} \text{ J s}$

Constante de Faraday,  $F = 9,64853399 \times 10^4 \text{ C}$

Masa del electrón,  $m_e = 9,10938215 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Presión Estándar,  $P = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

Presión atmosférica,  $P_{\text{atm}} = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$

Cero de la escala Celsius,  $273,15 \text{ K}$

1 picometro (pm) =  $10^{-12} \text{ m}$ ;  $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ; nanometro (nm) =  $10^{-9} \text{ m}$

1 eV =  $1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$

1 uma =  $1,66053904 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Ecuación de los gases ideales:  $PV = nRT$

Entalpía:  $H = U - PV$

Energía de Gibbs:  $G = H - TS$        $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$        $\Delta G^\circ = -RT \ln K = -nFE_{\text{cell}}^\circ$

Variación de Entropía:  $\Delta S = \frac{q_{\text{rev}}}{T}$ , donde  $q_{\text{rev}}$  es el calor para un proceso reversibles

$$\Delta S = nR \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (\text{para la expansión isoterma de un gas ideal})$$

Ecuación de Nernst:  $E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{C_{\text{ox}}}{C_{\text{red}}}$

Energía de un fotón:  $E = \frac{hc}{\lambda}$       Ley de Lambert-Beer:  $A = \log \frac{I_0}{I} = \epsilon bC$

Ecuaciones de velocidad o Leyes diferenciales de velocidad:

Orden Cero       $[A] = [A]_0 - kt$       Primer Orden       $\ln [A] = \ln [A]_0 - kt$

Segundo Orden       $\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$

Ecuación de Arrhenius       $k = Ae^{-E_a/RT}$

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

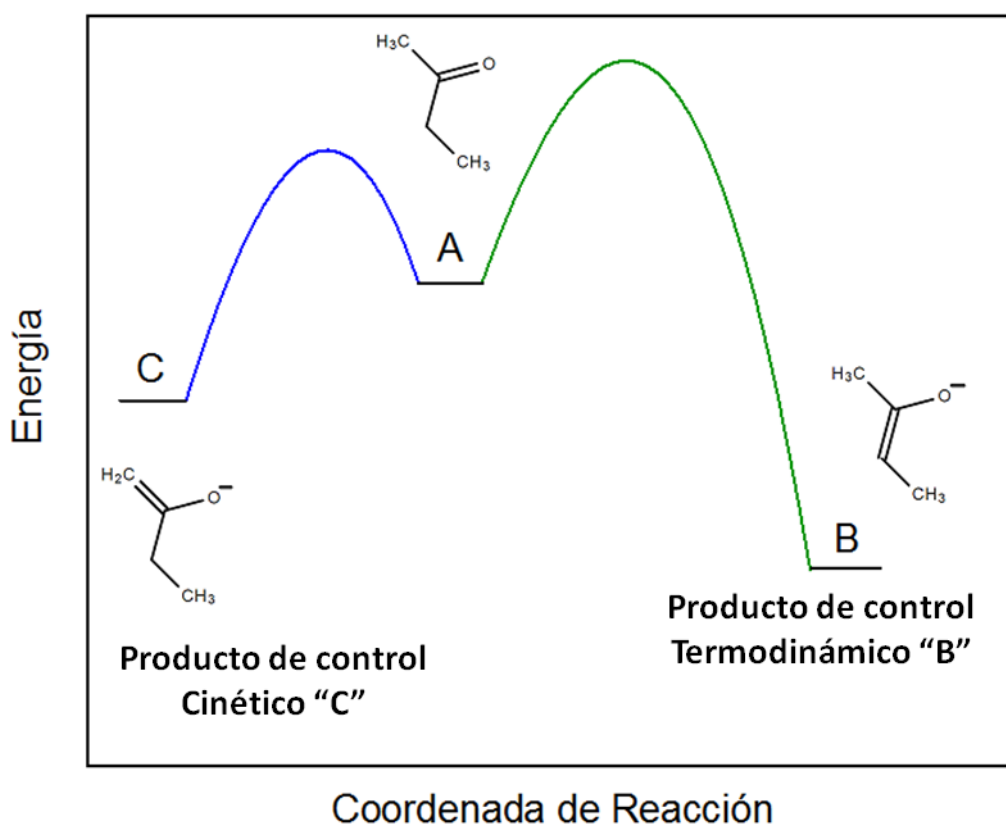
1	1																2	18																	
1	H																	2	He																
3	Li	4	Be																	10	Ne														
11	Na	12	Mg																	18	Ar														
19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe
55	Cs	56	Ba	57-71	Lantánidos	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn
87	Fr	88	Ra	89-103	Actínidos	104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Ds	111	Rg	112	Cn	113	Nh	114	Fl	115	Mc	116	Lv	117	Ts	118	Og
				57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu		
				89	Ac	90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Md	102	No	103	Lr		

Si lo puedes soñar, lo puedes hacer realidad" W. D.

**PROBLEMA 1. (1,5 Puntos) CONTROL DE LA SELECTIVIDAD DE UNA REACCIÓN MEDIANTE LA CINÉTICA Y LA TERMODINÁMICA.**

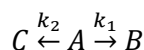
Las reacciones químicas sencillas están gobernadas por dos consideraciones fundamentales: La termodinámica que se ocupa de los cambios energéticos entre reactivos y productos en el equilibrio, y la cinética que se ocupa de la velocidad a la que ocurre la reacción química. Aunque en general, las reacciones termodinámicamente favorables son más rápidas que las menos favorables, existen reacciones químicas que son más rápidas que otras aun conduciendo a productos menos estables. Una reacción que dé lugar a la formación del producto más estable se dice que está bajo control termodinámico, mientras que una reacción que esté controlada por la formación del producto que se forma más rápido, se dice que está controlada cinéticamente.

Un ejemplo de este tipo de reacciones es la desprotonación de cetonas asimétricas.



El mecanismo de reacción de la desprotonación de cetonas asimétricas se puede simplificar como un mecanismo de reacción paralela. En la cual el compuesto "A" da lugar a la formación de los compuestos "B" y "C" mediante dos reacciones elementales. A tiempos cortos de reacción el sistema se encuentra bajo control cinético y, por tanto, podemos asumir que ambos procesos son irreversibles.





La velocidad de reacción global ( $v_g$ ) de desprotonación de "A" bajo estas condiciones se define como la suma de las velocidades de las dos reacciones elementales ( $v_1$  y  $v_2$ ).

$$v_g = -\frac{d[A]}{dt} = v_1 + v_2$$

- a) **(40 %)** Calcule la constante de velocidad total y el tiempo de vida medio de la reacción de desprotonación.

Tiempo (s)	[A] $10^2$ (mol dm <sup>-3</sup> )
0	1
100	0,86
200	0,74
400	0,55
600	0,41
800	0,30
1000	0,22

La selectividad instantánea de la reacción ( $S_i$ ) se define como el cociente entre las velocidades de reacción de las etapas elementales entre el producto deseado y los no deseados  $v_{deseado}/v_{No\ deseado}$ . Suponiendo que el producto deseado de este proceso es "B", calcule las constantes de velocidad de los procesos elementales  $k_1$  y  $k_2$ , así como sus unidades sabiendo que  $S_i=1/2$ .

- b) **(30 %)** Entre las maneras de controlar la selectividad instantánea de una reacción química, los métodos más usados son, modificación de las concentraciones de los reactivos y/o la temperatura.

b<sub>1</sub>) Razone para este caso, si hay una concentración de "A" que optimice la selectividad instantánea de esta reacción.

b<sub>2</sub>) Cuando las reacciones de conversión de "A" en "B" y de "A" en "C" presentaran unos ordenes de reacción  $\alpha$  y  $\beta$  (distintos de 1). Determine la dependencia de la selectividad instantánea con la concentración.

b<sub>3</sub>) Sabiendo que la selectividad instantánea de la reacción del apartado b<sub>1</sub> varia con la temperatura según los datos de la siguiente tabla. Calcule la diferencia entre las

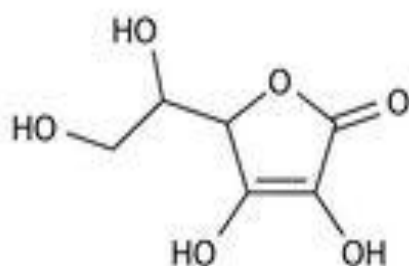
energías de activación ( $E_a$ ) de los procesos de conversión de "A" en "B" y de "A" en "C".

Temperatura (K)	$S_i$
180	0,017
250	0,50
270	0,95
320	3,31
400	12,80
500	37,80
600	77,78

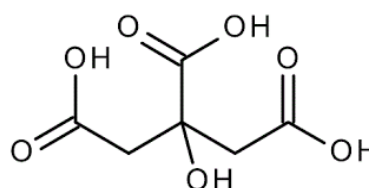
- c) **(30%)** Cuando el sistema ha alcanzado las condiciones de control termodinámico (condiciones de equilibrio), se sabe que la energía Gibbs de conversión de "A" en "B" es de  $\Delta_r G^0_{AB} = -80 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  y que la constante de equilibrio de conversión de "B" en "C" ( $B \rightleftharpoons C$ ) es de  $4 \cdot 10^{-8}$ . Calcule la constante de equilibrio y la constante de velocidad inversa de la reacción de conversión de "A" en "C" ( $A \rightleftharpoons C$ ).

**PROBLEMA 2. (1,5 Puntos) DETERMINACIÓN DE ANTIOXIDANTES EN BEBIDAS REFRESCANTES.**

La mayoría de las bebidas refrescantes contienen *ácido ascórbico*, que es un antioxidante natural y *ácido cítrico* (excepto las de cola, que contienen ácido fosfórico) que proporciona acidez.



**Ácido ascórbico**



**Ácido cítrico**

Se quiere determinar la cantidad de ácido ascórbico ( $C_6H_8O_6$ ) y de ácido cítrico ( $C_6H_8O_7$ ) de una bebida refrescante. Para ello se realizan dos valoraciones distintas:

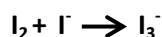
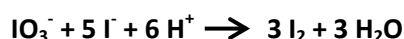
- A) El ácido ascórbico se determina mediante una valoración redox.
- B) El contenido total de ácidos se determina utilizando una valoración ácido-base.

El procedimiento es el siguiente:

**A) Determinación del ácido ascórbico.**

50,00 cm<sup>3</sup> de una bebida refrescante se transfieren a un matraz Erlenmeyer. A continuación, se añaden 1 gramo de KI, 5 cm<sup>3</sup> de HCl (1 mol dm<sup>-3</sup>) y 3 cm<sup>3</sup> de una disolución de almidón. La cantidad de ácido ascórbico se determina valorando con KIO<sub>3</sub> (0,001 mol dm<sup>-3</sup>) consumiendo un volumen de 15,00 cm<sup>3</sup>. El punto final de la valoración se observa cuando se forma un complejo azul entre el almidón y el I<sub>3</sub><sup>-</sup>.

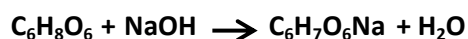
Las reacciones que se producen son las siguientes:



**B) Determinación del contenido total de ácidos.**

10,00 cm<sup>3</sup> de la bebida refrescante se transfieren a un matraz Erlenmeyer. Se añaden 2-3 gotas de fenolftaleína (indicador ácido/base), y se valoran con NaOH (0,10 mol dm<sup>-3</sup>) gastándose 7,80 cm<sup>3</sup> hasta el cambio de color del indicador de incoloro a rosa.

Las reacciones que se producen son las siguientes:



- a) **(50%)** Calcula el contenido de ácido ascórbico (**en mg**) que hay en 100 cm<sup>3</sup> de la muestra de bebida refrescante.
- b) **(50%)** Calcula el contenido de ácido cítrico (**en g**) que hay en 100 cm<sup>3</sup> de la muestra de bebida refrescante.

*Datos: Masas molares*

$$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 = 176,12 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{C}_3\text{H}_5\text{O}(\text{COOH})_3 = 192,13 \text{ g mol}^{-1}$$

**PROBLEMA 3. (1,5 Puntos) SOLUBILIDAD Y PRODUCTO DE SOLUBILIDAD.**

El arseniato de calcio es una sustancia pulverulenta inodora, de color blanco, que se utiliza para el tratamiento de la madera, actuando como fungicida, herbicida e insecticida. Se pide:

a) **(50%)** Calcular la solubilidad del arseniato de calcio en agua sabiendo que su producto de solubilidad es  $K_{ps} = 10^{-18,2}$ . ¿Cuánto vale la concentración de ion calcio? ¿Y la de arseniato?

b) **(50%)** Deducir si se formará precipitado al mezclar 10,0 mL de nitrato de calcio 0,001 M con 30,0 mL de arseniato sódico 0,002 M.

**PROBLEMA 4. (1,5 puntos) DISPOSICIÓN ESPACIAL.**

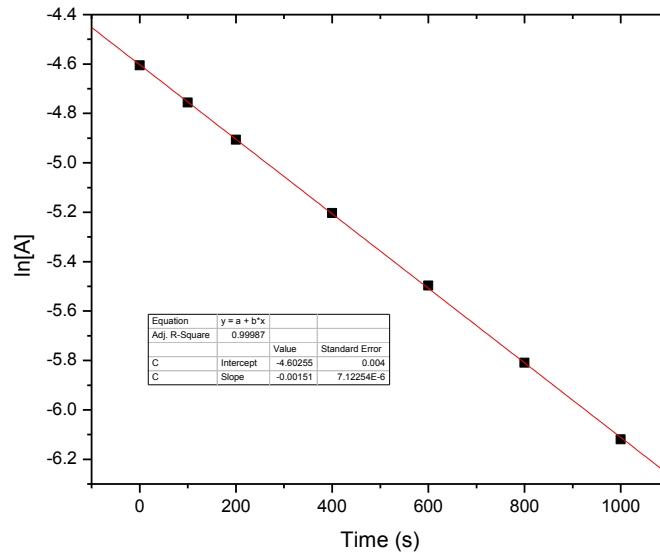
Existen cuatro isómeros estructurales con la fórmula  $C_4H_9Cl$ , uno de los cuales es ópticamente activo.

- a) **(20%)** Escriba las fórmulas estructurales para estos cuatro isómeros.
- b) **(20%)** Identifique el isómero que puede existir en forma de estereoisómero. A continuación, describa brevemente la principal diferencia de comportamiento respecto a su actividad óptica, de las formas estereoisómeras en que se puede presentar.
- c) Cada uno de estos isómeros reacciona con el ión  $OH^-$  para eliminar una molécula de HCl.
- c1) **(10%)** ¿Cuál es el nombre de esta familia de compuestos que se forma en la reacción de eliminación? ¿Cuál es la fórmula molecular?
- c2) **(20%)** Escriba la fórmula estructural de los productos de eliminación, que se obtendrían a partir de los cuatro isómeros iniciales.
- c3) **(20%)** Identifique el producto de eliminación que puede dar lugar a isómeros geométricos diferentes. Dibuje la estructura de estas formas.
- c4) **(10%)** Nombre el mecanismo que conduciría a una macromolécula partiendo de los productos de eliminación del apartado anterior.

**PROBLEMA 1. (1,5 PUNTOS) ¿CONTROLA LA SELECTIVIDAD LA CINÉTICA O LA TERMODINÁMICA?**

**Soluciones:**

a) La reacción es de orden 1



La pendiente de la recta es la constante de velocidad.

$$k = 1.51 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

El tiempo de vida medio de la reacción es:

$$t_{1/2} = \frac{\ln\left(\frac{1}{2}\right)}{k} = 459 \text{ s}$$

La selectividad instantánea suponiendo que el producto B es el deseado es:

$$S_i = \frac{r_1}{r_2} = \frac{k_1[A]}{k_2[A]} = \frac{k_1}{k_2} = \frac{1}{2}$$

Por otro lado, sabiendo que la velocidad de reacción global es la suma de las velocidades de reacción de las etapas elementales, tenemos:

$$r_g = -\frac{d[A]}{dt} = r_1 + r_2 = (k_1 + k_2)[A] = k_g[A]$$

Donde  $k_g$  es la constante de velocidad obtenida en el apartado a.

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

$$k_1 + k_2 = 1.51 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{1}{2}$$

$$k_2 = 1.01 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$k_1 = 5.03 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

b1) Para este caso la selectividad instantánea no depende de la concentración del reactivo A ya que ambos procesos son de orden 1.

$$S_i = \frac{r_1}{r_2} = \frac{k_1[A]}{k_2[A]} = \frac{k_1}{k_2}$$

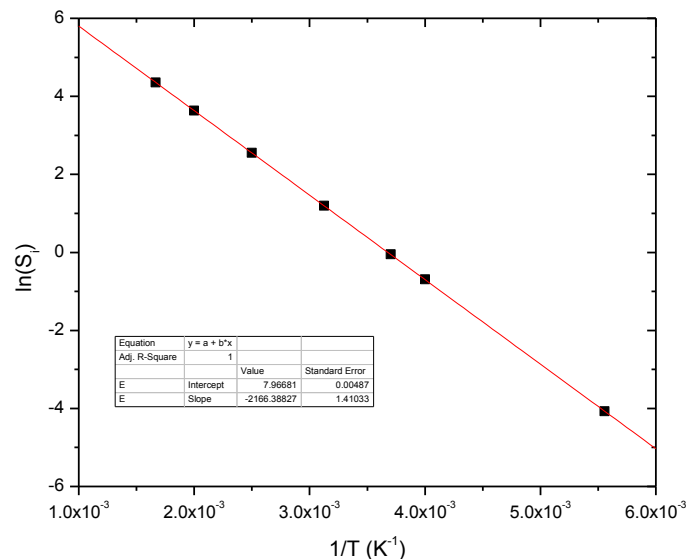
b2) La selectividad instantánea para dos etapas elementales con órdenes de reacción  $\alpha$  y  $\beta$  es:

$$S_i = \frac{r_1}{r_2} = \frac{k_1[A]^\alpha}{k_2[A]^\beta} = \frac{k_1}{k_2} [A]^{\alpha-\beta}$$

b3) Aplicando la ecuación de Arrhenius obtenemos:

$$S_i = \frac{r_1}{r_2} = \frac{A_1 e^{-\frac{E_{a1}}{RT}}}{A_2 e^{-\frac{E_{a2}}{RT}}}$$

$$\ln(S_i) = \ln\left(\frac{A_1}{A_2}\right) - \frac{E_{a1} - E_{a2}}{RT}$$

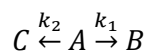


De la pendiente obtenemos

$$\frac{E_{a1} - E_{a2}}{R} = 2166.38$$

$$E_{a1} - E_{a2} = 18.011 \text{ kJ mol}^{-1}$$

c) Dado que estamos en condiciones de equilibrio



$$\Delta^0 G_{rBC} = \Delta^0 G_{rAB} - \Delta^0 G_{rAC}$$

$$\Delta^0 G_{rBC} = -RT \ln K_{BC}$$

Siendo  $K_{BC}$  la constante de equilibrio de conversión de B en C



$$\Delta^0 G_{rBC} = 42.203 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Despejando obtenemos:

$$\Delta^0 G_{rAC} = \Delta^0 G_{rAB} + \Delta^0 G_{rBC} = -80 + 42.03 = -37.97 \text{ kJ mol}^{-1}$$

La constante de equilibrio de conversión de A en C es:

$$K_{AC} = e^{\frac{-\Delta^0 G_{rAC}}{RT}} = e^{\frac{37.97 \cdot 10^3}{8.314 \cdot 298}} = 4.52 \cdot 10^6$$

Y por tanto la velocidad inversa de reacción es:

$$k_{-2} = \frac{k_2}{K_{AC}} = \frac{1.01 \cdot 10^{-3}}{4.52 \cdot 10^6} = 2.2345 \cdot 10^{-10}$$

**PROBLEMA 2. (1,5 puntos) DETERMINACIÓN DE ANTIOXIDANTES EN BEBIDAS REFRESCANTES.**

**A) Cálculo del contenido de ácido ascórbico ( en mg) en 100 cm<sup>3</sup> de muestra de bebida refrescante**

- Moles de ácido ascórbico en 50,00 mL de muestra

$$[15 \text{ mL}] \left[ \frac{0,001 \text{ mol } KIO_3}{1 \text{ L } KIO_3} \right] \left[ \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \right] \left[ \frac{3 \text{ mol } I_2}{1 \text{ mol } KIO_3} \right] \left[ \frac{1 \text{ mol } C_6H_8O_6}{1 \text{ mol } I_2} \right]$$

$$= 4,5 \times 10^{-5} \text{ moles } C_6H_8O_6$$

- Moles de ácido ascórbico en 10,00 mL de muestra

$$= \frac{4,5 \times 10^{-5} \text{ moles}}{5} = 0,9 \times 10^{-5} \frac{\text{moles}}{10 \text{ mL}}$$

- Moles de ácido ascórbico en 100,00 mL de bebida refrescante

$$= (0,9 \times 10^{-5} \text{ mol}) \times 10 = 0,9 \times 10^{-4} \text{ moles}$$

- mg de ácido ascórbico en 100,00 mL de bebida refrescante

$$= (0,9 \times 10^{-4} \text{ moles}) \left( \frac{176,12 \text{ g } C_6H_8O_6}{1 \text{ mol } C_6H_8O_6} \right)$$

$$= 158,50 \times 10^{-4} \text{ g de ácido ascórbico en 100 mL refresco}$$

$$= \mathbf{15,85 \text{ mg de ácido ascórbico en 100 mL refresco}}$$

**B) Cálculo del contenido de ácido cítrico ( en g) en 100 cm<sup>3</sup> de muestra de bebida refrescante**

- Moles de NaOH usados en la valoración en 10 mL de muestra

$$[7,80 \text{ mL}] \left[ \frac{0,10 \text{ mol } NaOH}{1 \text{ L } NaOH} \right] \left[ \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \right] = 7,8 \times 10^{-4} \text{ moles } NaOH$$

- Moles de NaOH para neutralizar el ácido cítrico en 10 mL de muestra

$$(7,8 \times 10^{-4} \text{ moles}) - (0,9 \times 10^{-5} \text{ moles}) =$$

$$7,71 \times 10^{-4} \text{ moles de NaOH en 10 mL bebida}$$

- Moles de ácido cítrico en 10,00 mL de muestra

$$= (7,71 \times 10^{-4} \text{ moles de NaOH}) \left( \frac{1 \text{ mol } C_3H_5O(COOH)_3}{3 \text{ mol } NaOH} \right)$$

$$= 2,57 \times 10^{-4} \text{ moles de ácido cítrico en 10 mL refresco}$$

- Moles de ácido cítrico en 100,00 mL de bebida refrescante

$$= (2,57 \times 10^{-4} \text{ mol}) \times 10 = 2,57 \times 10^{-3} \text{ moles ácido cítrico}$$

- g de ácido cítrico en 100,00 mL de bebida refrescante

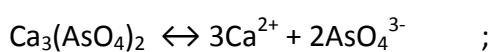
$$= (2,57 \times 10^{-3} \text{ moles}) \left( \frac{192,13 \text{ g } C_3H_5O(COOH)_3}{1 \text{ mol } C_3H_5O(COOH)_3} \right)$$

**= 0,494 g de ácido cítrico en 100 mL refresco**

**PROBLEMA 3. (1,5 PUNTOS) . SOLUBILIDAD Y PRODUCTO DE SOLUBILIDAD.**

El arseniato de calcio es una sustancia pulverulenta inodora, de color blanco, que se utiliza para el tratamiento de la madera, actuando como fungicida, herbicida e insecticida. Se pide:

a) **(50%)** Calcular la solubilidad del arseniato de calcio en agua sabiendo que su producto de solubilidad es  $K_{ps} = 10^{-18,2}$ . ¿Cuánto vale la concentración de ion calcio? ¿Y la de arseniato?



$$\text{a) } K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}]^3 [\text{AsO}_4^{3-}]^2 = (3s)^3 (2s)^2 = 108s^5; \quad s = (10^{-18,2}/108)^{0,2}$$

$$s = 8,98 \times 10^{-5} \text{ M} \quad ; \quad [\text{Ca}^{2+}] = 3s = 2,69 \times 10^{-4} \text{ M} \quad ; \quad [\text{AsO}_4^{3-}] = 2s = 1,80 \times 10^{-4} \text{ M}$$

b) **(50%)** Deducir si se formará precipitado al mezclar 10,0 mL de nitrato de calcio 0,001 M con 30,0 mL de arseniato sódico 0,002 M.

La disolución final tiene un volumen de 40,0 mL. Se añaden  $10,0 \times 0,001 = 0,01$  mmol de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $30,0 \times 0,002 = 0,06$  mmol de  $\text{AsO}_4^{3-}$ . Las concentraciones son:

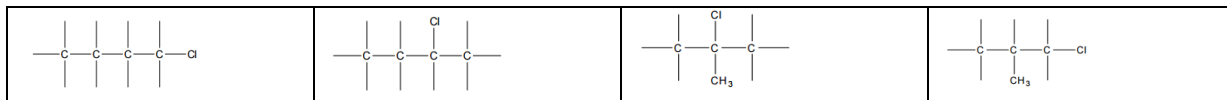
$$[\text{Ca}^{2+}] = 0,01 / 40 = 2,5 \times 10^{-4} \text{ M} ; [\text{AsO}_4^{3-}] = 0,06 / 40 = 1,5 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$(2,5 \times 10^{-4})^3 \times (1,5 \times 10^{-3})^2 = 3,5 \times 10^{-17} > 10^{-18,2}, \text{ luego se forma precipitado.}$$

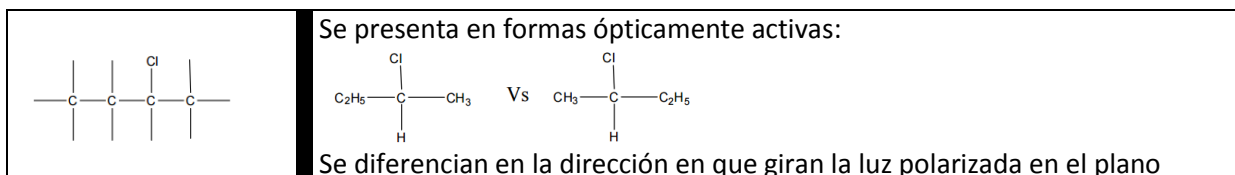
**PROBLEMA 4. (1,5 puntos) DISPOSICIÓN ESPACIAL.**

Existen cuatro isómeros estructurales con la fórmula  $C_4H_9Cl$ , uno de los cuales es ópticamente activo.

a) **(20%)** Escriba las fórmulas estructurales para estos cuatro isómeros.



b) **(20%)** Identifique el isómero que puede existir en forma de estereoisómero. A continuación, describa brevemente la principal diferencia de comportamiento respecto a su actividad óptica, de las formas estereoisómeras en que se puede presentar.

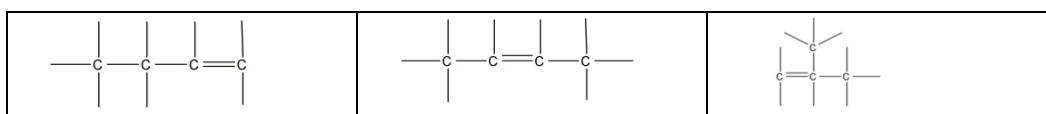


c) Cada uno de estos isómeros reacciona con el ión  $OH^-$  para eliminar una molécula de HCl.

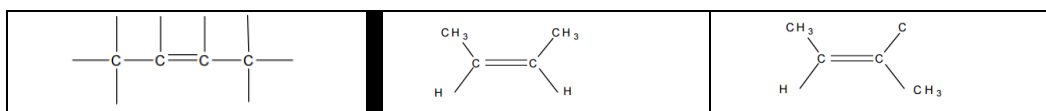
c1) **(10%)** ¿Cuál es el nombre de esta familia de compuestos que se forma en la reacción de eliminación? ¿Cuál es la fórmula molecular?

Alquenos o hidrocarburos insaturados	$C_4H_8$
--------------------------------------	----------

c2) **(20%)** Escriba la fórmula estructural de los productos de eliminación, que se obtendrían a partir de los cuatro isómeros iniciales.



c3) **(20%)** Identifique el producto de eliminación que puede dar lugar a isómeros geométricos diferentes. Dibuje la estructura de estas formas.



c4) **(10%)** Nombre el mecanismo que conduciría a una macromolécula partiendo de los productos de eliminación del apartado anterior.

Polimerización por adición (no por condensación)
--