

# XXVII Olimpiada Vasca de Química - 2014

## Examen de Cuestiones

**INSTRUCCIONES** (Se recomienda leer con atención):

- Señale con una circunferencia la respuesta que considere correcta.
- Responda a tantas preguntas como le sea posible en el tiempo máximo establecido de 100 minutos.
- Cada respuesta correcta se valorará con 1 punto, y las incorrectas restarán 0,25.

Nombre: \_\_\_\_\_  
Centro: \_\_\_\_\_

1. ¿Cuántos moles de iones se producen cuando se disuelve en agua un mol de  $K_2[Ni(CN)_4]$ ?
  - 3.
  - 4.
  - 5.
  - 6.
  - 7.
2. En relación a las unidades utilizadas en Química, son muy conocidas:
  - El mol-gramo, que es un gramo de moléculas.
  - El peso atómico, que es la fuerza con la que la gravedad terrestre atrae a los átomos.
  - La unidad de masa atómica (u), que es la doceava parte de la masa del isótopo 12 del carbono.
  - El número de Avogadro, que es la base de los logaritmos que se utilizan en los cálculos estequiométricos.
  - Ninguna de las anteriores.
3. Una muestra de 10,00 g de un compuesto que contiene C, H y O, se quema completamente para producir 14,67 g de  $CO_2$  y 6,00 g de  $H_2O$ . ¿Cuál es la fórmula empírica de este compuesto?
  - $CHO$ .
  - $CH_2O$ .
  - $CH_2O_2$ .
  - $C_2H_4O$ .
  - $C_2H_4O_3$ .
4. Las configuraciones electrónicas del cromo y del ion  $Cr^{3+}$  en su estado fundamental son, respectivamente:
  - $[Ar] 4s^2 3d^4$  y  $[Ar] 4s^2 3d^1$ .
  - $[Ar] 4s^2 3d^4$  y  $[Ar] 3d^3$ .
  - $[Ar] 4s^1 3d^5$  y  $[Ar] 4s^1 3d^2$ .
  - $[Ar] 4s^1 3d^5$  y  $[Ar] 3d^3$ .
  - $[Ar] 3d^6$  y  $[Ar] 3d^3$ .
5. ¿Cuál de los siguientes átomos tiene la segunda energía de ionización más alta?
  - K.
  - Ca.
  - Se.
  - Br.
  - Kr.



6. El elemento estable al que más fácilmente se le pueden arrancar fotoelectrones es el cesio, que tiene una longitud de onda umbral de 580 nm. Cuando se ilumina una lámina de cesio con una luz roja de 660 nm:

- El electrón emite energía cinética.
- Se consigue que se emitan fotoelectrones.
- No se produce efecto fotoeléctrico.
- Una luz roja no puede tener una longitud de onda de 660 nm.
- El electrón desciende al nivel de energía inmediatamente inferior.

7. ¿Cuál es la especie, entre las siguientes, que presenta el mayor ángulo de enlace?

- $\text{NO}_2^+$ .
- $\text{NO}_2$ .
- $\text{NO}_2^-$ .
- $\text{NO}_3^-$ .
- $\text{NO}_4^{3-}$ .

8. Cuando los compuestos HF,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  y  $\text{CH}_4$  se disponen en orden creciente de sus puntos de ebullición, el orden correcto es:

- $\text{CH}_4 < \text{NH}_3 < \text{H}_2\text{O} < \text{HF}$ .
- $\text{NH}_3 < \text{CH}_4 < \text{H}_2\text{O} < \text{HF}$ .
- $\text{HF} < \text{CH}_4 < \text{H}_2\text{O} < \text{NH}_3$ .
- $\text{CH}_4 < \text{HF} < \text{NH}_3 < \text{H}_2\text{O}$ .
- $\text{CH}_4 < \text{NH}_3 < \text{HF} < \text{H}_2\text{O}$ .

9. Si la estructura de Lewis del nitrobenzeno es la que se muestra en la figura, ¿cuál es la carga formal del nitrógeno?

- 1.
- 0.
- +1.
- +3.
- +5.

10. ¿Qué sólido iónico, entre los siguientes, tiene la mayor energía reticular?

- $\text{NaCl}$ .
- $\text{MgO}$ .
- $\text{KBr}$ .
- $\text{SrS}$ .
- $\text{CsCl}$ .

11. ¿Cuál es la geometría del ión  $\text{ICl}_4^-$ ?

- Plana, cuadrada.
- Octaédrica.
- Tetraédrica.
- Bipirámide trigonal.
- Pirámide cuadrada.

12. Se conoce la entalpía estándar de las dos reacciones siguientes:



¿Cuál es la entalpía estándar de la reacción:  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{C} + 2 \text{H}_2\text{O}$ ?

- A. -1285 kJ/mol.
- B. -495 kJ/mol.
- C. +1285 kJ/mol.
- D. -351550 kJ/mol.
- E. +495 kJ/mol.

13. La formación de amoniaco ocurre a través de la siguiente reacción exotérmica:  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$ . Una vez alcanzado el equilibrio, si se sube la temperatura del sistema:

- A. La concentración de amoniaco aumentará.
- B. La concentración de amoniaco disminuirá.
- C. Todas las concentraciones se mantendrán constantes.
- D. La concentración de hidrógeno disminuirá.
- E. La concentración de nitrógeno disminuirá.

14. Si la variación de entropía de una reacción química es igual a cero, significa que la reacción es:

- A. reversible.
- B. irreversible.
- C. adiabática.
- D. isotérmica.
- E. imposible.

15. Se introduce agua para producir vapor en el interior de una olla y se cierra herméticamente, de manera que no pueda escapar vapor. En el proceso de ebullición:

- A. La temperatura aumenta, pero la presión no varía.
- B. La temperatura no varía, pero la presión aumenta.
- C. Aumentan tanto la presión como la temperatura.
- D. Disminuyen tanto la presión como la temperatura.
- E. No varían ni la presión ni la temperatura.

16. Para la reacción:  $2 \text{HgO}(\text{s}) \leftrightarrow 2 \text{Hg}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ , la expresión de la constante de equilibrio es:

- A.  $K_C = [\text{O}_2] \cdot [\text{Hg}]^2 / [\text{HgO}]^2$ .
- B.  $K_C = [\text{O}_2]$ .
- C.  $K_C = [\text{Hg}]^2 / [\text{HgO}]^2$ .
- D.  $K_C = 1 / [\text{O}_2]$ .
- E.  $K_C = [\text{O}_2]^2$ .

17. La siguiente reacción es exotérmica:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$ . ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- A. Se trata de un proceso espontáneo.
- B. Se trata de un proceso no espontáneo.
- C. Se trata de un proceso espontáneo a temperatura elevada.
- D. Se trata de un proceso espontáneo a temperatura baja.
- E. No se puede prever si el proceso es espontáneo o no sin tener más datos.

18. Se prepara una disolución  $10^{-2}$  M con cada uno de los siguientes ácidos débiles: acético ( $pK_{a1} = 4,75$ ), bórico ( $pK_{a1} = 9,23$ ), carbónico ( $pK_{a1} = 6,37$ ;  $pK_{a2} = 10,31$ ), oxálico ( $pK_{a1} = 1,22$ ;  $pK_{a2} = 4,19$ ) y fosfórico ( $pK_{a1} = 2,1$ ;  $pK_{a2} = 7,2$ ;  $pK_{a3} = 12,3$ ). La disolución con un pH más bajo será:

- La de ácido acético.
- La de ácido bórico.
- La de ácido carbónico.
- La de ácido oxálico.
- La de ácido fosfórico.

19. Se desean preparar 500 mL de HCl 0,05 M a partir del reactivo comercial del 37% (m/m) y 1,19 g/mL de densidad. ¿Qué volumen de reactivo necesitamos tomar? ( $M_{\text{HCl}} = 36,5$  g/mol).

- 2,1 mL.
- 1,2 mL.
- 2,9 mL.
- 1,8 mL.
- 3,5 mL.

20. Si el producto de solubilidad del  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  es  $pK_{s0} = 18,20$ , la concentración de plata en una disolución saturada será ( $M_{\text{Ag}} = 107,9$  g/mol):

- 1,3 mg/L.
- 4,0 mg/L.
- 2,6 mg/L.
- 1,8 mg/L.
- 2,0 mg/L.

21. Al añadir un centímetro cúbico de HCl 1 M a un litro de una disolución de ácido acético 0,50 M ( $K_{a1} = 1,85 \cdot 10^{-5}$ ) y acetato sódico 0,50 M, el pH:

- Aumenta aproximadamente en una unidad.
- Aumenta aproximadamente en media unidad.
- Prácticamente no cambia.
- Disminuye aproximadamente en una unidad.
- Disminuye aproximadamente en dos unidades.

22. Se preparan dos disoluciones acuosas, una 0,055 M de  $\text{HNO}_3$  y la otra 0,025 M de KOH. El pH de cada una de las disoluciones será:

- El de la primera 1,26 y el de la segunda 1,60.
- El de la primera 2,52 y el de la segunda 12,40.
- Las dos disoluciones tendrán el mismo pH.
- El de la primera 1,26 y el de la segunda 12,40.
- El pH de la primera disolución es mayor que el de la segunda disolución.

23. Al sumergir una lámina de cobre en una disolución ligeramente ácida ( $\text{pH} = 2$ ) que tiene  $\text{AgNO}_3$  0,01 M, se observa, con el tiempo, que la disolución toma un color azul y que la lámina metálica se oscurece. Sabiendo que:  $E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34$  V,  $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80$  V,  $E^0(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,0$  V, y  $E^0(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,23$  V), este fenómeno se puede explicar:

- Por la oxidación de cobre a óxido de cobre por el medio ácido ( $\text{Cu(s)} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CuO} + \text{H}_2$ ).
- Por la reducción de plata a metal por el medio ácido ( $4 \text{Ag}^+ + 2 \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 4 \text{Ag(s)} + \text{O}_2$ ).
- Por la presencia de impurezas que, en presencia de plata, dan color azul.
- Por la reacción entre el cobre y la plata ( $\text{Cu(s)} + 2 \text{Ag}^+ \leftrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{Ag(s)}$ ).
- Ninguna de las respuestas anteriores puede explicarlo.



24. Ajustando por el método del número de oxidación la reacción de permanganato potásico con agua oxigenada en medio ácido ( $H_2SO_4$ ) se obtiene:

- A.  $2 KMnO_4 + 5 H_2O_2 + 3 H_2SO_4 \leftrightarrow 2 MnSO_4 + K_2SO_4 + 5 O_2 + 8 H_2O$ .
- B.  $2 KMnO_4 + 5 H_2O_2 \leftrightarrow 2 MnSO_4 + K_2SO_4 + 5 O_2 + 8 H_2O$ .
- C.  $KMnO_4 + 5 H_2O_2 + 3 H_2SO_4 \leftrightarrow 2 MnSO_4 + KSO_4 + 5 O_2 + 8 H_2O$ .
- D.  $KMnO_4 + 5 H_2O_2 + 3 H_2SO_4 \leftrightarrow MnSO_4 + 2 KSO_4 + 5 O_2 + 8 H_2O$ .
- E.  $2 KMnO_4 + 5 H_2O + 3 H_2SO_4 \leftrightarrow 2 MnSO_4 + K_2SO_4 + 5 O_2 + 8 H_2O$ .

25. La fuerza electromotriz de una pila:

- A. Depende de las sustancias que intervienen en las reacciones del electrodo y de sus concentraciones.
- B. No depende de la concentración.
- C. Sólo depende de la concentración.
- D. No puede descomponerse en la suma algebraica de dos potenciales parciales.
- E. No depende de las sustancias que intervienen en las reacciones de electrodo.

26. Una muestra de metal de peso atómico 157,2 se disolvió en ácido clorhídrico y se realizó la电解质溶液电解. Cuando habían pasado por la célula 3215 C, se encontró que, en el cátodo, se habían depositado 1,74 g de metal. Por lo tanto, la carga del ión metálico era:

- A. 3-.
- B. 1+.
- C. 6+.
- D. 6-.
- E. 3+.

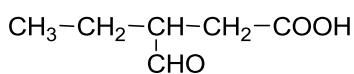
27. La oxidación suave del 2-propanol produce:

- A.  $CH_3-CO-CH_3$ .
- B.  $CH_3-COO-CH_3$ .
- C.  $CH_3-CH_2-O-CH_3$ .
- D.  $CH_3-CH_2-CHO$ .
- E.  $CH_3-CH_2-CH_3$ .

28. Se calienta una muestra de 250 g de un hidrato de  $CuSO_4$ , hasta eliminar toda el agua. Entonces, se pesa la muestra seca y el peso resulta ser de 160 g. ¿Cuál es la fórmula del hidrato? ( $M_{Cu} = 63,5$  g/mol).

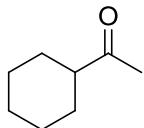
- A.  $CuSO_4 \cdot 10 H_2O$ .
- B.  $CuSO_4 \cdot 7 H_2O$ .
- C.  $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ .
- D.  $CuSO_4 \cdot 3 H_2O$ .
- E.  $CuSO_4 \cdot H_2O$ .

29. Indique el nombre IUPAC correcto para la siguiente molécula:

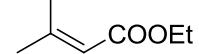
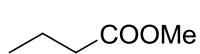
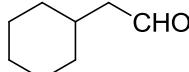


- A. Ácido 3-formil-5-pentanoico.
- B. Ácido 3-metanalpentanoico.
- C. Ácido 3-formilpentanoico.
- D. 2-etil-4-carboxibutanal.
- E. Ácido 3-formilbutanoico.

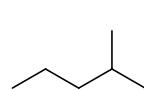
30. Asocie las siguientes parejas de estructuras con los términos que se indican:



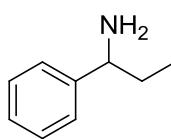
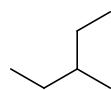
I



II



III



IV

A. Isómeros de función (\_\_\_\_).  
 B. Ésteres (\_\_\_\_).  
 C. Isómeros de posición (\_\_\_\_).  
 D. Isómeros de cadena (\_\_\_\_).

**Preguntas de Reserva (sólo se tendrán en consideración si se tuviese que anular, por cualquier error, alguna de las anteriores, en el orden que se proponen).**

R1. ¿Qué enlaces puede formar un átomo de carbono cuando presenta una hibridación  $sp^2$ ?

A. Cuatro enlaces  $\sigma$ .  
 B. Tres enlaces  $\sigma$  y un enlace  $\pi$ .  
 C. Dos enlaces  $\sigma$  y dos enlaces  $\pi$ .  
 D. Un enlace  $\sigma$  y tres enlaces  $\pi$ .  
 E. Cuatro enlaces  $\pi$ .

R2. ¿Con qué reactivos, entre los siguientes, prepararías una disolución tampón de pH alrededor de 7,0? ( $H_3PO_4$ ;  $pK_{a1} = 2,0$ ,  $pK_{a2} = 7,2$ ,  $pK_{a3} = 12,3$ ).

A.  $NaH_2PO_4$  y  $HCl$ .  
 B.  $H_3PO_4$  y  $HCl$ .  
 C.  $NaH_2PO_4$  y  $NaOH$ .  
 D.  $Na_2HPO_4$  y  $NaOH$ .  
 E.  $Na_3PO_4$  y  $Na_2HPO_4$ .

**COMPRUEBE QUE HA RESPONDIDO A TODAS LAS CUESTIONES DE ESTA PARTE DEL EXAMEN.**

## Hoja de Datos

## TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

1 H 1,008		2 He 4,003													
1 H 1,008	2 He 4,003	3 Li 6,941	4 Be 9,012	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 24,31	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 8B	10 8B	11 1B	12 2B	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,88	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 65,39	31 Ga 69,72	32 Ge 72,61	33 As 74,92	34 Se 78,96
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,92	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc (98)	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57 La 138,9	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po (209)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Cn (285)	113 (Uut) (284)	114 Fl (289)	115 (Uuo) (288)	116 Lv (293)
58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm (145)	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0		
90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)		

Abreviaturas y Símbolos			
Cantidad de sustancia	<i>n</i>	Constante de Faraday	<i>F</i>
Amperio	<i>A</i>	Energía libre	<i>G</i>
Atmósfera	atm	Frecuencia	<i>v</i>
Unidad de masa atómica	<i>u</i>	Constante de los gases	<i>R</i>
Constante de Avogadro	<i>N<sub>A</sub></i>	Gramo	<i>g</i>
Celsius	°C	Hora	<i>h</i>
Centi	c	Julio	<i>J</i>
Culombio	C	Kelvin	<i>K</i>
Densidad	ρ	Kilo	<i>k</i>
Fuerza electromotriz	<i>E</i>	Litro	<i>L</i>
Energía de activación	<i>E<sub>a</sub></i>	Unidad de presión	torr
Entalpía	<i>H</i>	Mili	<i>m</i>
Entropía	<i>S</i>	Molal	<i>m</i>
Constante de equilibrio	<i>K</i>	Molar	<i>M</i>
			Masa molecular
			<i>M</i>
			Mol
			mol
			Constante de Planck
			<i>h</i>
			Presión
			<i>P</i>
			Constante cinética
			<i>k</i>
			Cociente de reacción
			<i>Q</i>
			Segundo
			<i>s</i>
			Velocidad de la luz
			<i>c</i>
			Temperatura
			<i>T</i>
			Tiempo
			<i>t</i>
			Presión de vapor
			<i>P<sub>V</sub></i>
			Voltio
			<i>V</i>
			Volumen
			<i>V</i>

Constantes
$R = 8,314 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$
$R = 0,0821 \text{ atm}\cdot\text{L/(mol}\cdot\text{K)}$
$F = 96.500 \text{ C/mol}$
$F = 96.500 \text{ J/(V}\cdot\text{mol)}$
$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
$c = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$
$0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$
$1 \text{ atm} = 760 \text{ torr}$

Ecuaciones		
$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q$	$\ln K = \left( \frac{-\Delta H}{R} \right) \left( \frac{1}{T} \right) + \text{constante}$	$\ln \left( \frac{k_2}{k_1} \right) = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$

Tabla de Potenciales Normales de Reducción			
Semirreacción	$E^0$ (V)	Semirreacción	$E^0$ (V)
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Li}$	-3,05	$\text{MnO}_4^- + 2 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{e}^- \leftrightarrow \text{MnO}_2 + 4 \text{OH}^-$	+0,59
$\text{Rb}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Rb}$	-2,98	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \leftrightarrow 2 \text{S} + 3 \text{H}_2\text{O}$	+0,60
$\text{K}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{K}$	-2,93	$\text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{H}_2\text{O}_2$	+0,70
$\text{Cs}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Cs}$	-2,92	$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$	+0,77
$\text{Ba}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Ba}$	-2,91	$\text{Hg}_2^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow 2 \text{Hg}$	+0,80
$\text{Sr}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Sr}$	-2,89	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Ag}$	+0,80
$\text{Ca}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Ca}$	-2,76	$\text{NO}_3^- + 2 \text{H}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0,80
$\text{Na}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Na}$	-2,71	$\text{Hg}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Hg}$	+0,85
$\text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Mg}$	-2,38	$\text{MnO}_4^- + \text{H}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{HMnO}_4^-$	+0,90
$\text{H}_2 + 2 \text{e}^- \leftrightarrow 2 \text{H}^-$	-2,25	$2 \text{Hg}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Hg}_2^{2+}$	+0,91
$\text{Be}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Be}$	-1,85	$\text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \leftrightarrow \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$	+0,95
$\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Al}$	-1,68	$\text{MnO}_2 + 4 \text{H}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Mn}^{3+} + 2 \text{H}_2\text{O}$	+0,95
$\text{Ti}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Ti}$	-1,63	$\text{Br}_2 + 2 \text{e}^- \leftrightarrow 2 \text{Br}^-$	+1,09
$\text{Ti}^{3+} + 3 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Ti}$	-1,21	$\text{Ag}_2\text{O} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow 2 \text{Ag} + \text{H}_2\text{O}$	+1,17
$\text{Mn}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Mn}$	-1,18	$\text{ClO}_3^- + 2 \text{H}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1,18
$\text{V}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{V}$	-1,13	$\text{ClO}_2 + \text{H}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{HClO}_2$	+1,19
$\text{SiO}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Si} + 2 \text{H}_2\text{O}$	-0,91	$\text{ClO}_4^- + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1,20
$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	-0,83	$\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \leftrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$	+1,23
$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Zn}$	-0,76	$\text{MnO}_2 + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Mn}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$	+1,23
$\text{Cr}^{3+} + 3 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Cr}$	-0,74	$\text{CrO}_4^{2-} + 8 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Cr}^{3+} + 4 \text{H}_2\text{O}$	+1,30
$\text{S} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{S}^{2-}$	-0,51	$\text{Cl}_2 + 2 \text{e}^- \leftrightarrow 2 \text{Cl}^-$	+1,36
$\text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Fe}$	-0,44	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}^+ + 6 \text{e}^- \leftrightarrow 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$	+1,36
$2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{HOOCCHOOH}$	-0,43	$\text{CoO}_2 + 4 \text{H}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Co}^{3+} + 2 \text{H}_2\text{O}$	+1,42
$\text{Cr}^{3+} + 3 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Cr}^{2+}$	-0,42	$2 \text{HIO} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{I}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	+1,44
$\text{Cd}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Cd}$	-0,40	$\text{PbO}_2 + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Pb}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$	+1,44
$\text{PbSO}_4 + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	-0,36	$\text{BrO}_3^- + 5 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \leftrightarrow \text{HBrO} + 2 \text{H}_2\text{O}$	+1,45
$\text{Co}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Co}$	-0,28	$2 \text{BrO}_3^- + 12 \text{H}^+ + 10 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Br}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$	+1,48
$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	-0,28	$2 \text{ClO}_3^- + 12 \text{H}^+ + 10 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Cl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$	+1,49
$\text{Ni}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Ni}$	-0,25	$\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ + 5 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4 \text{H}_2\text{O}$	+1,51
$\text{MoO}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Mo} + 2 \text{H}_2\text{O}$	-0,15	$\text{Au}^{3+} + 3 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Au}$	+1,52
$\text{Sn}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Sn}$	-0,13	$\text{NiO}_2 + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Ni}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$	+1,59
$\text{Pb}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Pb}$	-0,13	$2 \text{HClO} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	+1,63
$\text{WO}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \leftrightarrow \text{W} + 2 \text{H}_2\text{O}$	-0,12	$\text{Ag}_2\text{O}_3 + 6 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \leftrightarrow 3 \text{H}_2\text{O}$	+1,67
$\text{CO}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{HCOOH}$	-0,11	$\text{HClO}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{HClO} + \text{H}_2\text{O}$	+1,67
$\text{CO}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$	-0,11	$\text{Pb}^{4+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Pb}^{2+}$	+1,69
$2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{H}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	0,00	$\text{MnO}_4^- + 4 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \leftrightarrow \text{MnO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	+1,70
$\text{C} + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \leftrightarrow \text{CH}_4$	+0,13	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$	+1,76
$\text{Sn}^{4+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Sn}^{2+}$	+0,15	$\text{AgO} + 2 \text{H}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O}$	+1,77
$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Cu}^+$	+0,16	$\text{Au}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Au}$	+1,83
$\text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	+0,17	$\text{BrO}_4^- + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{BrO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1,85
$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{Cu}$	+0,34	$\text{O}_3 + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1,90
$\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \leftrightarrow 4 \text{OH}^-$	+0,40	$\text{Co}^{3+} + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Co}^{2+}$	+1,92
$\text{CH}_3\text{OH} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$	+0,50	$\text{Ag}^{2+} + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Ag}^+$	+1,98
$\text{SO}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \leftrightarrow \text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$	+0,50	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2 \text{e}^- \leftrightarrow 2 \text{SO}_4^{2-}$	+2,07
$\text{Cu}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Cu}$	+0,52	$\text{HMnO}_4^- + 3 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{MnO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	+2,09
$\text{CO} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow \text{C} + \text{H}_2\text{O}$	+0,52	$\text{F}_2 + 2 \text{e}^- \leftrightarrow 2 \text{F}^-$	+2,87
$\text{I}_2 + 2 \text{e}^- \leftrightarrow 2 \text{I}^-$	+0,54	$\text{F}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \leftrightarrow 2 \text{HF}$	+3,05



# XXVII Olimpiada Vasca de Química - 2014

## Examen de Problemas

**INSTRUCCIONES** (Se recomienda leer con atención):

- Cada problema se calificará sobre 10 puntos.
- El tiempo máximo disponible es de una hora y cincuenta minutos.
- Al finalizar la primera hora se recogerá uno de los problemas.

Nombre: \_\_\_\_\_  
Centro: \_\_\_\_\_

### PROBLEMA 1.

Los automóviles que funcionan con motor de gasolina tienen que operar en condiciones estequiométricas de oxígeno, de modo que el catalizador situado en la corriente de salida de los gases del motor pueda operar adecuadamente. La gasolina ( $\rho = 680 \text{ g/L}$ ) se mezcla con aire y se inyecta al motor, donde tiene lugar la reacción de combustión. Aunque la gasolina es una mezcla de muchos componentes, se puede suponer, para los cálculos, que se trata de isoctano, con la siguiente fórmula:  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ .

- Escriba y ajuste la reacción de combustión ideal descrita (2 puntos).
- Determine el volumen de oxígeno, medido en condiciones normales, que sería necesario para quemar 1 L de gasolina (2 puntos).
- Dado que el automóvil no lleva un depósito de oxígeno, sino que lo toma del aire, determine el volumen de aire, en condiciones normales, que sería necesario alimentar al motor para quemar 1 L de gasolina (2 puntos).
- En revistas del motor, es habitual hablar de la relación aire/combustible. Se refiere al cociente, en peso, entre el aire y el combustible alimentado al motor. ¿Cuánto valdría este parámetro para el motor de gasolina operando en condiciones estequiométricas? (2 puntos).
- Me he comprado un coche de gasolina, y el manual me dice que consume 8,7 L a los 100 km, circulando a 90 km/h. ¿Cuántos gramos de  $\text{CO}_2$  emitirá por kilómetro recorrido? (2 puntos).

## **PROBLEMA 2.**

Un procedimiento para determinar el grado alcohólico de un licor consiste en oxidar el etanol que contiene a ácido acético mediante dicromato potásico en exceso, y valorar el exceso de dicromato añadido con una disolución de Fe(II).

En el laboratorio de calidad de una destilería de patxaran, el químico debe determinar el grado alcohólico de un licor desconocido. Para ello, y siguiendo el procedimiento, toma 5,0 mL del licor problema y los diluye hasta 50,0 mL con agua y ácido sulfúrico. De la disolución diluida, toma 10,0 mL, a los que añade 50,0 mL de una disolución de dicromato potásico 0,088 M. Finalmente, consume 18 mL de disolución de  $\text{Fe}^{2+}$  0,13 M para valorar el exceso de dicromato.

- a) Indique las semirreacciones para los dos procesos redox implicados (2,5 puntos).
- b) Escriba y ajuste las reacciones involucradas en el proceso (2,5 puntos).
- c) Determine el grado alcohólico del licor (en %, g de etanol por cada 100 mL de licor) (5 puntos).