
APLICACIONES INFORMÁTICAS EN QUÍMICA

Problemas Tema 2.1: Fórmulas sencillas en la Hoja de Cálculo(HC)

Grado en Química
1º SEMESTRE

Universitat de València
Facultad de Químicas
Departamento de Química Física



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Cualquier manipulación en una Hoja de Cálculo (HC) equivale a realizar una **programación** informática. Para poder programar hay que tener muy claro, con todo detalle, lo que se ha de hacer y cómo hacerlo paso a paso. Al programar la hoja de cálculo para realizar operaciones matemáticas, resulta útil tener a mano papel para escribir las expresiones que se deben utilizar.

- Hallar el valor de las siguientes expresiones programando cada una de ellas en una celda de una hoja de cálculo, usando únicamente los operadores básicos (+, -, *, /, ^) para los siguientes valores de a y b: a = 3, b = 5.

Práctica de los paréntesis

$$\frac{a+b}{a} \quad a + \frac{b}{a} \quad \frac{ba}{a+b} \quad \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \quad \frac{1}{a+b} - \frac{1}{a-b}$$

Res.: 2,667; 4,667; 1,875; 0,133; 0,625

Práctica del operador “^”

$$5a + 2b^2 - a^2 \quad \frac{a^2}{b^2} - \frac{b}{a} \quad \left[(5a - 2b^2)^2 - a^2 \right]^2 \quad a^b - b^a$$

Res.: 56; -1,3067; 1478656; 118

- Hallar el valor de las siguientes expresiones programando cada una de ellas en una celda de una hoja de cálculo, usando únicamente los operadores básicos (+, -, *, /, ^).

$$\frac{a+b}{c-d} \quad a + \frac{b}{c} - d \quad a + \frac{b-c}{d} \quad a + \frac{b}{c-d}$$

$$a - \frac{b}{c} \quad a - \frac{b(c-a)}{d(c+a)} \quad 3a^3 + 2b^2c - d^{-2} \quad \frac{a^{-2} + b^{-5}}{cd^{-3} - 4acb}$$

$$\sqrt{a + \frac{b}{c}} \quad \frac{\sqrt[3]{(a + \frac{b}{c})^2}}{b} \quad \frac{\sqrt[3]{a} + \sqrt{b}}{\sqrt{c+d} - a} \quad \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Tema 2.1.- Fórmulas sencillas en HC

usando los siguientes valores enteros : a = 2, b = 4, c = 1, d = 8.

Res.:

-0,86	-2,00	2,38	1,43
-22,00	2,17	55,98	-0,01
2,45	0,83	3,26	-0,29 y -1,71

NOTA: Para comprobar que al introducir y validar las expresiones anteriores la HC ha quedado programada, verifique como los resultados cambian si se usan otros valores enteros en las celdas que contienen a, b, c y d variando a entre -2 y 2, b entre 0 y 4, c entre 1 y 5 y d entre 4 y 8

En ocasiones Excel no sabe dar una solución:

¿Qué sucede, por ejemplo, si a = -2, b = 0, c = 1 y d = 4 y por qué?

¿Qué sucede si a = b = c = d = 1?

3. Calcule las siguientes funciones para un valor arbitrario de x que tomaremos como x=30:

$y = \text{sen}(x)$	$y = \text{sen}(x^2)$	$y = \cos\left(\frac{x}{\pi}\right)$	$y = \text{sen}^2(x) - \cos(x^2)$
$y = \ln(0.012x) $	$y = (0.02x^3 - 5.3x)e^{0.3x}$	$y = \frac{x^2}{\sqrt[3]{5x^4 + \frac{10}{x}}}$	$y = \text{tg}(x)0.753^{(0.001x^2 + \frac{5}{x})}$

Res.:

-0,9880	0,9978	-0,9923	0,9100
1,0217	3087274,9764	5,6462	-4,7329

Calcule las mismas funciones para $x = \pi^2$; $x = 2\pi$; $x = \pi/3$; $x = e$ disponiendo los resultados, con tres cifras decimales, en forma de tabla, en una hoja de cálculo.

x	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8
30	-0,988	0,998	-0,992	0,910	1,022	3087274,976	5,646	-4,733
π^2	-0,430	-0,020	-1,000	1,185	2,133	-638,961	2,691	0,402
2π								
$\pi/3$								
e								

4. Recuerde la fórmula clásica del movimiento de caída libre de un cuerpo de masa m:

$$h = h_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

donde h indica la altura donde se encuentra el cuerpo en el instante t , h_0 indica la altura inicial (instante $t = 0$), v_0 es la velocidad inicial del cuerpo y g es la aceleración de la gravedad (valor estándar de $g = 9,80665 \text{ m s}^{-2}$).

Programe la fórmula en la HC para obtener los valores de h para estos datos:

h_0 / m	$v_0 / \text{m s}^{-1}$	t / s	Res. / m
100,0	5	5	2,42
500,0	0	2,25	475,18
500,0	-1,25	0,001	500,00
2,0	50 km/h	1	10,99

¿Cuántos decimales hay que pedir en el tercer caso para apreciar una h diferente de h_0 ?

5. Ésta es la expresión que da la frecuencia de vibración de una masa m colgada de un muelle de constante de fuerza k :

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Las unidades, en el Sistema Internacional, para k son N m^{-1} y las de m son kg. Calcule la frecuencia de vibración si:

$k / \text{N m}^{-1}$	M / kg	Res. / s^{-1}
3,0	10	0,087
100,0	10	0,503
5,0	$1,67 \cdot 10^{-27}$	$8,71 \cdot 10^{12}$

NOTA: Este ejemplo corresponde a un enlace químico que se comporta como un muelle en el que esté ligado un átomo de hidrógeno

¿Qué frecuencia tendrá el mismo enlace moviendo un átomo de oxígeno de 15,9994 uma (unidades de masa atómica)? (1 uma = $1,66054 \cdot 10^{-27}$ kg)

Res.: $2,18 \cdot 10^{12} \text{ s}^{-1}$

6. Esta expresión reproduce la Energía Potencial V de interacción entre dos átomos de gas noble:

$$V = 4 \varepsilon \left[\left(\frac{\sigma}{R} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{R} \right)^6 \right]$$

En esta expresión R es la distancia entre los átomos en Angstrom. Programe la hoja de cálculo para calcular la energía potencial V para los casos siguientes:

ε / ue	$\sigma / \text{Å}$	$R / \text{Å}$	Res. / ue
interacción He-He			
10,22	2,556	2,5	6,637
		2,869	-10,22
		10,0	-0,0114
interacción Ne-Ne			
35,60	2,749	2,5	193,25
		3,09	-35,60
		10,0	-0,061

NOTA: 1 ue = $8,314 \cdot 10^{-3}$ kJ/mol; 1 Å = 10^{-10} m

7. Recuerde las expresiones del volumen V y la superficie S de una esfera:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \text{ y } S = 4 \pi r^2$$

Calcule V, S y el cociente S/V de una esfera de radio:

r / m	Res. / m ⁻¹
0,875 3	3,429 1

8. Las compañías eléctricas facturan el consumo en kiloWattios-hora (kWh). Esta es una unidad de trabajo, concretamente de trabajo eléctrico. Queremos saber a cuanta energía equivale el consumo de 25 kWh en Joules y en kilocalorias, expresados en notación científica con tres cifras decimales ($n,nnn \cdot 10^{nn}$).

Ayuda: $1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$ y $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$

Res.: $9,000 \cdot 10^7 \text{ J} = 2,151 \cdot 10^4 \text{ kcal}$

9. Cierta país reacio a cambiar de costumbres anteriores a la Revolución Francesa de 1789, utiliza la arcaica escala de temperaturas de Fahrenheit. 32°F equivalen a 0°C, y 212°F equivalen a 100°C. Programe la Hoja de cálculo de manera que dada una temperatura en °F obtenga su equivalente en °C con dos dígitos decimales, y viceversa.
10. Un globo meteorológico relleno con H₂ a P=1,00 atm y a 25°C tiene un diámetro de 3,00 m. Si asciende hasta regiones elevadas, el globo encontrará temperaturas y presiones más bajas. Esto afectará al volumen del gas encerrado en el globo, y por tanto al volumen del globo. Programe la Hoja de cálculo para que le dé el diámetro del globo para una t (en °C) y una presión dadas.

AYUDAS:

- Suponga comportamiento ideal del gas y globo perfectamente esférico y hermético
- Unas condiciones probables en la alta atmósfera son $t = -40^\circ\text{C}$ y $p = 0,50 \text{ atm}$. Obtenga el diámetro del globo en estas condiciones y también para ($t = -30^\circ\text{C}$ y $p = 0,60 \text{ atm}$) y para ($t = -50^\circ\text{C}$ y $p = 0,40 \text{ atm}$)
- Recuerde que para un gas ideal, $P \cdot (V/T)$ es constante si el número de moles no cambia. En problemas anteriores tiene la expresión para el volumen de una esfera

11. La constante cinética para la descomposición del dimetil-mercurio depende de la temperatura mediante la expresión de Arrhenius:

$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

En este caso, usando los valores experimentales $A = 10^{15,2} \text{ s}^{-1}$ y $E_a = 193 \text{ kJ/mol}$, se obtiene k en s^{-1} ; T es la temperatura absoluta en grados kelvin. Calcular la constante de velocidad de esta reacción química a 10, 15, 20, 25, 30 y 40 °C.

Res.:

$T / ^\circ\text{C}$	k / s^{-1}
10	$3,93 \cdot 10^{-21}$
15	$1,63 \cdot 10^{-20}$
20	$6,45 \cdot 10^{-20}$
25	$2,43 \cdot 10^{-19}$
30	$8,78 \cdot 10^{-19}$
40	$1,01 \cdot 10^{-17}$

12. Para una reacción de tipo:



Se ha medido una velocidad de $0,0247 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ a cierta temperatura para una concentración de A igual a $0,20 \text{ mol L}^{-1}$. Calcular la velocidad de esa reacción cuando la concentración de A sea $0,50 \text{ mol L}^{-1}$

a) si la reacción es de orden 0 ($v = k[A]^0$) respecto de A.

b) si es de orden 1 ($v = k[A]^1 = k[A]$) respecto de A.

c) si es de orden 2 ($v = k[A]^2$) respecto de A

Recuerde que k es una constante a T constante.

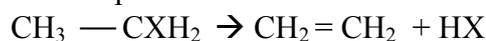
Res.: $v_{\text{orden } 0} = 0,025 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$; $v_{\text{orden } 1} = 0,062 \text{ s}^{-1}$; $v_{\text{orden } 2} = 0,154 \text{ mol}^{-1} \text{ L s}^{-1}$

13. Las reacciones de descomposición de los haluros de etilo para dar etileno siguen una cinética de primer orden respecto al reactivo que se descompone.

Por lo tanto, el tiempo de vida media de los diferentes haluros es $\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$,

donde k es la constante cinética de reacción.

Las reacciones son del tipo



- Reacción de descomposición del fluoruro de etilo, $k = 4,527 \times 10^{-20} \text{ s}^{-1}$
- Reacción de descomposición del cloruro de etilo, $k = 1,474 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$
- Reacción de descomposición del bromuro de etilo, $k = 1,043 \times 10^{-16} \text{ s}^{-1}$
- Reacción de descomposición del yoduro de etilo, $k = 1,873 \times 10^{-15} \text{ s}^{-1}$

¿Qué tiempo habrá de transcurrir hasta que la concentración de cada uno de estos haluros de etilo se haya reducido a la mitad, cualquiera que sea la concentración inicial?

NOTA: Los valores de las constantes k dadas arriba corresponden a 400 K pero este dato no es necesario para resolver este ejercicio.

Res.:

Compuesto	$\tau_{1/2} / s$
fluoruro	$1,531 \times 10^{19}$
cloruro	$4,702 \times 10^{17}$
bromuro	$6,646 \times 10^{15}$
yoduro	$3,701 \times 10^{14}$

14. ¿Cuántos g de sosa cáustica, NaOH, supuesta pura, hay que pesar para preparar 100 cm³ de disolución 0,01M?

Res.: 0,04 g

15. ¿Cuántos ml de metanol, CH₃OH, hay que pipetear para preparar 100 cm³ de disolución 0,5M? La densidad del metanol, supuesto puro, es $D_4^{20} = 0,792$.

NOTA: D_4^{20} o D 20/4 quiere decir “densidad a 20°C relativa al agua pura a 4°C que tiene una densidad de 1.000 kg/dm³”.

Res.: 2,02 ml

16. ¿Cuántos g de muestra hay que pesar para preparar 2 litros de disolución 0,25 M de FeCl₃ a partir de una muestra con riqueza 86,5%?

Res.: 93,87 g

17. ¿Cuántos g de muestra de Na₂CO₃ · 10H₂O, supuesto puro, hay que pesar para preparar 12 litros de disolución 1,50 M en Na₂CO₃?

Res.: 5148,4 g

18. ¿Cuántos ml de ácido ortofosfórico H_3PO_4 hay que pipetear para preparar 500 cm^3 de disolución 0,3M? La densidad del H_3PO_4 concentrado es 1,69 g cm^{-3} y su riqueza del 85% en peso.

Res.: 10,23 ml

19. ¿Cuántos ml de HCl concentrado hay que pipetear para preparar 500 ml de disolución 0,05M? La densidad del HCl concentrado, de riqueza 34,5% (en peso), es de 1,18 kg/dm^3 .

Res.: 2,24 ml

20. ¿Cual es la concentración molar y molal de un HNO_3 concentrado, de densidad 1,405 kg/dm^3 y riqueza 68,1%?

Res.: 15,18 M; 33,88 molal

21. ¿Cuál es la concentración molal del ácido ortofosfórico H_3PO_4 al 85% (p/p)? ¿Y su molaridad? ¿Y su fracción molar?

Res.: 57,82 molal; 14,74 M; 0,51

22. ¿Cuántos ml de formaldehído HCOH de riqueza 35% (p/v) hay que pipetear para preparar 250 ml de disolución 0,8M? La densidad del formaldehído al 35% es de 1,08 kg/dm^3 .

Res.: 17,16 ml

23. ¿Cuántos g de KNO_3 de riqueza 98% y $M_r=101,11$ hay que pesar para preparar 5 disoluciones de 100 ml cada una que sean 0,9, 0,85, 0,80, 0,75 y 0,70 M respectivamente?

Res.: 9,29 g; 8,77 g; 8,25 g; 7,74 g; 7,22 g

24. ¿Cuántos ml de acetona ($M_r=58,08$) de riqueza 99,5% (p/p) hay que pipetear para preparar 1 litro de disolución $2 \cdot 10^{-4}$ M? La densidad D 20/4 de la acetona al 99,5% es de 0,79.

Res.: 0,015 ml

25. Dé la concentración molar y molal de la acetona al 99,5% usada como soluto de partida en el ejercicio anterior. Dé también la fracción molar en acetona de este soluto de partida.

Res.: 13,53M; 3426,31 molal; 0,9840

26. ¿Cuántos g de muestra de Cobre II Sulfato pentahidrato ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), supuesto puro, hay que pesar para preparar 750 ml de disolución 2,5 M en CuSO_4 ? (Mr de la sal hidratada =249,68. Mr de la sal anhidra =159,6)

Res.: 468,15 g

27. ¿Qué volumen de ácido clorhídrico de densidad $1,185 \text{ g mL}^{-1}$ y riqueza del 38 % se necesita pipetear para preparar 400 mL de ácido clorhídrico 0,25 M? Realizar este mismo cálculo para disoluciones madre de ácido clorhídrico de riqueza 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35% y densidades respectivas $1,021$; $1,046$; $1,070$; $1,096$; $1,121$; $1,146$ y $1,171 \text{ g mL}^{-1}$

Ayuda: Es un ejemplo práctico de soluto líquido de riqueza A% en peso

Res.:

R / %	V / mL
5	71,42
10	34,86
15	22,72
20	16,63
25	13,01
30	10,61
35	8,90
40	8,10

28. Calcular la masa de agua (en kg) que hay que añadir a 150 cm^3 de una disolución de ácido clorhídrico de densidad $1,180 \text{ g cm}^{-3}$ que contiene un 36,2 % en peso de HCl para obtener una disolución de ácido que sea 2,5 M. Realizar esta misma operación para obtener disoluciones de ácido 2; 1; 0,1; 0,01 y 0,001 M. (La densidad del agua usada es de $1,020 \text{ g/cm}^3$)

Tema 2.1.- Fórmulas sencillas en HC

Ayuda: Es una variante del problema con soluto líquido de riqueza A%. El v_s es conocido en este caso. La incógnita está relacionada con el V_D

Res.:

[HCl] / M	$m_{\text{agua}} / \text{kg}$
2,5	0,564
2	0,743
1	1,640
0,1	17,772
0,01	179,100
0,001	1792,373

29. Se tiene una reserva (“stock”) de disolución de ácido sulfúrico del 44% de riqueza en peso cuya densidad es de $1,343 \text{ g cm}^{-3}$. ¿Cuántos centímetros cúbicos de ese sulfúrico de reserva se tendrán que tomar para preparar 250 cm^3 de H_2SO_4 0,5 M ? Repetir el mismo cálculo para los casos en que se preparese una disolución 1,0 ; 0,9; 0,8; 0,75; 0,6 ; 0,45; 0,3 y 0,1 M.

Ayuda: El “stock” es un soluto líquido de riqueza A% en peso conocido

Res.:

$[\text{H}_2\text{SO}_4] / \text{M}$	$V_{\text{H}_2\text{SO}_4} / \text{cm}^3$
0,5	20,75
1,0	41,49
0,9	37,34
0,8	...
0,75	...
0,6	24,90
0,45	...
0,3	...
0,1	4,15

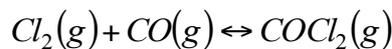
30. Para producir un fertilizante, se necesita preparar un ácido fosfórico 2,5 M a partir de un H_3PO_4 concentrado, de riqueza 80% y densidad $1,53 \text{ g/mL}$. Calcular el volumen en L de esta disolución concentrada que se necesitará para preparar 5, 10, 15, 20, 30, y 40 L del H_3PO_4 2,5 M.

Res.:

$V_{\text{preparar}} / \text{L}$	$V_{\text{H}_3\text{PO}_4} / \text{L}$
----------------------------------	--

5	1,001
10	2,002
15	3,002
20	4,003
30	6,005
40	8,006

31. La constante de equilibrio para la reacción de formación de fosgeno (un gas altamente tóxico y muy peligroso por ser completamente inodoro),



aproximada por la constante K_c en función de las concentraciones vale $5,02 \text{ M}^{-1}$ a cierta temperatura

$$K_c = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{Cl}_2][\text{CO}]} = 5,02 \text{ M}^{-1}.$$

Se producen las mezclas que se indican en distintos reactores, todos de 1L (y altamente resistentes a la presión):

	Reactor A	Reactor B	Reactor C
Moles de Cl_2	3	2	2,5
Moles de CO	4	2	2,5
Moles de COCl_2	100	80	10

- a) ¿Está cada uno de estos sistemas en equilibrio? Si no lo están, ¿en qué sentido evolucionarán?
- b) Repetir el mismo estudio para reactores idénticos de volumen 5L.

Res.: a) Reactor A y B: Hacia reactivos. Reactor C: Hacia productos.
a) Reactor A, B y C: Hacia reactivos.

32. Los datos que siguen corresponden a valores experimentales de pK_s , a 25°C , de sales muy poco solubles en agua y de estequiometría tipo AB. Usar la hoja de cálculo para obtener la solubilidad de cada sal (en moles disueltos por L de disolución).

Igualmente, obtener las solubilidades promedio de:

- a) los haluros de Cu : (CuX) ,
- b) los haluros de Ag : (AgX) ,
- c) los cloruros : (MCl) ,
- d) los bromuros : (MBr) .

AYUDA: Recuerdese que $s = (K_s)^{1/2}$

Sal	pK _s
CuBr	8,2291
AgCl	9,7399
CuCl	6,4949
AgBr	12,1135
TlCl	3,6990
CuI	11,9586
AgI	16,0809

Res.: $s_{CuX} = 2,1451 \cdot 10^{-4} \text{ M}$; $s_{AgX} = 4,7926E \cdot 10^{-6} \text{ M}$; $s_{MCl} = 4,9069 \cdot 10^{-3} \text{ M}$; $s_{MBr} = 3,8847 \cdot 10^{-5} \text{ M}$.

33. Sabiendo que la concentración molar de aniones OH^- en disolución acuosa diluida se relaciona con el pH por la expresión

$$[\text{OH}^-] = 10^{-(14-\text{pH})}$$

y que la solubilidad (molar) del $\text{Fe}(\text{OH})_3$ y del $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se relacionan con sus respectivos productos de solubilidad, K_s por las relaciones:

$$s_{\text{Fe}(\text{OH})_3} = \frac{K_s}{[\text{OH}^-]^3} \text{ M}$$

$$s_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = \frac{K_s}{[\text{OH}^-]^2} \text{ M}$$

Calcular la solubilidad del $\text{Fe}(\text{OH})_3$ y del $\text{Mg}(\text{OH})_2$ en disoluciones cuyos pH totales son 2, 3, 5, 7, 11 y 12, respectivamente.

Ayuda: $K_s(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 1,1 \cdot 10^{-36}$; $K_s(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 1,2 \cdot 10^{-11}$.

Res.:

pH	$s_{\text{Fe}(\text{OH})_3} / \text{M}$	$s_{\text{Mg}(\text{OH})_2} / \text{M}$
2	1,10	$1,20 \cdot 10^{13}$
3	$1,10 \cdot 10^{-3}$	$1,20 \cdot 10^{11}$
5	$1,10 \cdot 10^{-9}$	$1,20 \cdot 10^7$
7	$1,10 \cdot 10^{-15}$	$1,20 \cdot 10^3$
11	$1,10 \cdot 10^{-27}$	$1,20 \cdot 10^{-5}$
12	$1,10 \cdot 10^{-30}$	$1,20 \cdot 10^{-7}$

34. Se prepara una mezcla disolviendo 16,587 g de un derivado del naftaleno en 100 g de ciclohexano químicamente puro. La mezcla congela a $-14,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Estimar el peso molecular del derivado de naftaleno disuelto. (La constante crioscópica molar del ciclohexano, K_c , es $20,2\text{ }^{\circ}\text{C kg mol}^{-1}$. El ciclohexano puro congela a $6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$).

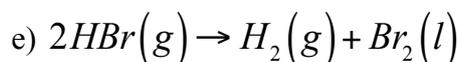
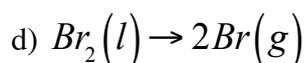
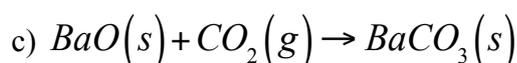
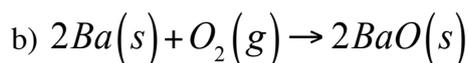
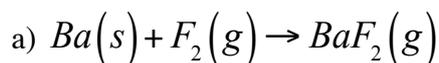
Igualmente, al disolver 0,250 g de naftaleno en 100 mL de ácido acético, (constante crioscópica $K_c = 3,90\text{ }^{\circ}\text{C kg mol}^{-1}$ y $d = 1,049\text{ g cm}^{-3}$), la temperatura de congelación del ácido acético desciende en $0,072\text{ }^{\circ}\text{C}$, ¿cuál es el peso molecular del naftaleno?

Ayuda: $\Delta T = K_c * \frac{\text{moles soluto}}{\text{kg disolvente}} = K_c \frac{n_s}{m_d}$; (m_d en kg)

Res.:

Compuesto	PM
Derivado del naftaleno	162,6
Naftaleno	128,2

35. Calcular las variaciones de entropía para las siguientes reacciones químicas a 298 K.



Datos

Especie	$S^0 / \text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
Ba	66,9
O ₂	205,0
Br ₂ (l)	152,2
HBr	198,6

BaO	70,4
BaCO ₃	112,1
BaF ₂ (g)	96,4
H ₂	130,6
Br	175,0
Br ₂ (g)	245,4
F ₂ (g)	202,7
CO ₂	213,6

Res.:

Reacción	$\Delta S^0 / \text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
a	-173,2
b	-198,0
c	-171,9
d	197,8
e	-114,4

36. El potencial de un electrodo de hidrógeno, E_H , de una disolución acuosa diluida está relacionado con el pH de forma directamente proporcional: $E_H = -0,059 \text{pH}$. Una manera de medir el pH de una disolución es medir el potencial que presenta el electrodo de hidrógeno para esa disolución. Recordando que el pH de una disolución acuosa se define como $\text{pH} = -\log_{10} a_{H^+}$, donde a_{H^+} es la *actividad* de los protones (adimensional) y que el valor de la actividad puede aproximarse, en disoluciones diluidas, por el valor numérico de la concentración molar $[H^+]$:

Determinar el pH y la $[H^+]$ de una disolución cuando los valores de E_H medidos son -0,125; -0,230; -0,399; -0,550 y -0,635 V.

Res.:

E_H / V	pH	$[H^+] / \text{M}$
-0,125	2,12	$7,609 \times 10^{-3}$
-0,230	3,90	$1,264 \times 10^{-4}$
-0,399	6,76	$1,727 \times 10^{-7}$
-0,550	9,32	$4,764 \times 10^{-10}$
-0,635	10,76	$1,727 \times 10^{-11}$