

APLICACIONES INFORMÁTICAS EN QUÍMICA

Problemes Tema 2.1: Fòrmules senzilles en el Full de Càlcul (FC)

Grau en Química

1º SEMESTRE

**Universitat de València
Facultat de Química
Departament de Química Física**



Aquesta obra està sota una [licència de Creative Commons](#)

Qualsevol manipulació en un Full de Càlcul (HC) equival a realitzar una **programa** informàtica. Per a poder programar cal tenir molt clar, amb tot detall, el que cal fer i com s'ha de fer pas a pas. Al programar el full de càlcul per a realitzar operacions matemàtiques, resulta útil tenir a mà paper per a escriure les expressions que s'han d'utilitzar.

1. Trobar el valor de les següents expressions programant cadascuna d'elles en una cel.la d'un full de càlcul, usant únicament els operadors bàsics (+, -, *, / , ^) per als següents valors d'**a** i **b**: **a = 3, b = 5**.

Pràctica dels parèntesi

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

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

Pràctica de l'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

2. Trobar el valor de les següents expressions programant cadascuna d'elles en una cel.la d'un full de càlcul, usant únicament els operadors bàsics (+, -, *, / , ^).

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

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

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

usant els següents valors enters : 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: Per a comprovar que en introduir i validar les expressions anteriors el FC ha quedat programat, verifiqueu com els resultats canvien si s'usen altres valors enters en les cel.les que contenen **a, b, c** i **d** variant **a** entre -2 i 2, **b** entre 0 i 4, **c** entre 1 i 5 i **d** entre 4 i 8

En ocasions Excel no sap donar una solució:

Què succeïx, per exemple, si $a = -2$, $b = 0$, $c = 1$ i $d = 4$ i per què?

Què succeïx si $a = b = c = d = 1$?

3. Calculeu les següents funcions per a un valor arbitrari de x que prendrem com $x=30$:

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

Res.:

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

Calculeu les mateixes funcions per a $x = \pi^2$; $x = 2\pi$; $x = \pi/3$; $x = e$ disposant els resultats, amb tres xifres decimals, en forma de taula, en un full de càlcul.

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. Recordeu la fórmula clàssica del moviment de caiguda lliure d'un cos de massa **m**:

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

on **h** indica l'altura on se troba el cos en l'instant **t**, **h₀** indica l'altura inicial on se troba el cos a l'instant **t = 0**, **v₀** és la velocitat inicial del cos i **g** és l'acceleració de la gravetat (valor estàndard de **g = 9,80665 m s⁻²**).

Programeu la fórmula en el FC per a obtenir els valors d'**h** per a aquestes dades:

h₀ / m	v₀ / m s⁻¹	t / s	Res: h / 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

Quants decimals cal demanar en el tercer cas per apreciar una **h** diferent d'**h₀**?

5. Aquesta és l'expressió que ens dona la freqüència de vibració d'una massa **m** penjada d'un moll de constant de força **k**:

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

Les unitats, en el Sistema Internacional, per a **k** són **N m⁻¹** i les de **m** són **kg**. Les de la freqüència obtinguda amb aquesta expressió es diuen hertz (Hz)

Calculeu la freqüència de vibració si:

k / N m⁻¹	m / kg	Res: ν / Hz
3,0	10	0,087
100,0	10	0,503
5,0	$1,67 \cdot 10^{-27}$	$8,71 \cdot 10^{12}$

NOTA: Aquest exemple correspon a un enllaç químic que es comporta com un moll en el qual està lligat a un àtom d'hidrogen.

Quina freqüència tindrà el mateix enllaç movent un àtom d'oxigen de 15,9994 uma (unitats de massa atòmica)? (1 uma = $1,66054 \cdot 10^{-27}$ kg)

Res.: $2,18 \cdot 10^{12}$ Hz

6. Aquesta expressió reproduïx l'Energia Potencial V d'interacció entre dos àtoms de gas noble:

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

En aquesta expressió R és la distància entre els àtoms en Angstrom, (Å). Programeu el full de càlcul per a calcular l'energia potencial V per als casos següents :

ε / ue	σ / Å	R / Å	Res: V / ue
interacció He-He			
10,22	2,556	2,5	6,637
		2,869	-10,22
		10,0	-0,0114
interacció 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. Diem "ue" per una "unitat d'energia" no convencional

7. Recordeu les expressions del volum V i la superfície S d'una esfera de radi r :

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

Calculeu V , S i el quocient S/V d'una esfera de radi:

r / m	Res: S/V / m^{-1}
0,875	3,429

8. Les companyies elèctriques facturen el consum en kiloWatts-hora (kWh). Aquesta és una unitat de treball, en aquest cas concretament de treball elèctric. Volem saber a quanta energia equival el consum de 25 kWh en Joules i en kilocalories, expressats en notació científica amb tres xifres decimals ($n,nnn \cdot 10^m$).

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

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

9. Cert país poc inclinat a canviar de costums anteriors a la Revolució Francesa de 1789, utilitza l'arcaica escala de temperatures de Fahrenheit. 32°F equivalen a 0°C , i 212°F equivalen a 100°C . Programeu el full de càlcul de manera que donada una temperatura en $^\circ\text{F}$ obtingueu el seu equivalent en $^\circ\text{C}$ amb dos dígits decimals, i viceversa.
10. Un globus meteorològic ple d'He a $P=1.00 \text{ atm}$ i a 25°C té un diàmetre igual a 3.00 m. Si ascendeix fins a regions elevades, el globus trobarà temperatures i pressions més baixes. Això afectarà al volum del gas tancat en el globus, i per tant al volum del globus. Programeu el FC per a que done el diàmetre del globus per a una t (en $^\circ\text{C}$) i una pressió donades.

AJUDES:

- Suposeu comportament ideal del gas i el globus perfectament esfèric i hermètic
- Unes condicions probables en l'alta atmosfera són $t = -40^\circ\text{C}$ i $p = 0.50 \text{ atm}$. Obtingueu el diàmetre del globus en aquestes condicions i també per a ($t=-30^\circ\text{C}$ i $p=0.60 \text{ atm}$) i per a ($t=-50^\circ\text{C}$ i $p=0.40 \text{ atm}$)
- Recordeu que per a un gas ideal, $P \cdot (V/T)$ és constant si el nombre de mols no canvia. En problemes anteriors teniu l'expressió corresponent al volum d'una esfera

11. La constant cinètica per a la descomposició del dimetil-mercuri depèn de la temperatura mitjançant l'expressió d'Arrhenius

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

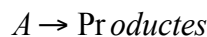
Tema 2.1.- Fòrmules senzilles en FC

En aquest cas, utilitzant els valors experimentals $A = 10^{15,2} \text{ s}^{-1}$ i $E_a = 193 \text{ kJ/mol}$, pot obtenir-se k en s^{-1} ; T és la temperatura absoluta en Kelvin. Calculeu la constant de velocitat d'aquesta reacció de descomposició a 10, 15, 20, 25, 30 i 40 °C .

Res.:

T / °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. Per a una reacció del tipus:



S'ha mesurat una velocitat de $0.0247 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ a certa temperatura i per una concentració d'A de 0.20 mol L^{-1} . Calculeu la velocitat d'aquesta reacció quan la concentració d'A siga 0.50 mol L^{-1}

- si la reacció és d'ordre 0 ($v = k[A]^0$) respecte d'A.
- si la reacció és d'ordre 1 ($v = k[A]^1 = k[A]$) respecte d'A
- si la reacció és d'ordre 2 ($v = k[A]^2$) respecte d'A.

Recordeu que k és una constant a T constant.

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

13. Les reaccions de descomposició dels halurs d'etil per donar etilè segueixen una cinètica de primer ordre respecte al reactiu que es descompon. Per tant, el

temps de vida mitjà dels diferents reactius val $\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$, on k és la constant cinètica de reacció.

Les reaccions són del tipus



- Reacció de descomposició del fluorur d'etil, $k = 4,527 \times 10^{-20} \text{ s}^{-1}$
- Reacció de descomposició del clorur d'etil, $k = 1,474 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$
- Reacció de descomposició del bromur d'etil, $k = 1,043 \times 10^{-16} \text{ s}^{-1}$
- Reacció de descomposició del iodur d'etil, $k = 1,873 \times 10^{-15} \text{ s}^{-1}$

Quin temps haurà de transcórrer fins que la concentració de cadascú d'aquests halurs d'etil s'haja reduït a la meitat, qualsevol que fos la concentració inicial?

NOTA: Els valors de les constants k donades dalt corresponen a 400 K, però aquesta dada no és necessària per a resoldre l'exercici.

Res.:

Compost	$\tau_{1/2} / s$
Fluorur	$1,531 \times 10^{19}$
Clorur	$4,702 \times 10^{17}$
Bromur	$6,646 \times 10^{15}$
Iodur	$3,701 \times 10^{14}$

14. Quants g de sosa càustica, NaOH, suposada pura, cal pesar per a preparar 100 cm³ de dissolució 0.01M?

Res.: 0,04 g

15. Quants ml de metanol, CH₃OH, caldrà pipetejar per a preparar 100 cm³ de dissolució 0.5M? La densitat del metanol, suposat pur, és $D_4^{20} = 0.792$.

NOTA: D_4^{20} o $D_{20/4}$ vol dir “ densitat a 20°C relativa a la de l'aigua pura a 4°C ” (que té una densitat de 1.000 kg/dm³).

Res.: 2,02 ml

16. Quants g de mostra cal pesar per a preparar 2 litres de dissolució 0.25 M de FeCl₃ a partir d'una mostra amb riquesa 86.5%?

Res.: 93,87 g

17. Quants g de mostra de Na₂CO₃ · 10H₂O, suposat pur, cal pesar per a preparar 12 litres de dissolució 1.50 M en Na₂CO₃?

Res.: 5148,4 g

18. Quants ml d'àcid ortofosfòric H₃PO₄ cal pipetejar per a preparar 500 cm³ de dissolució 0.3M? La densitat del H₃PO₄ concentrat és 1.69 g cm⁻³ i la seua riquesa el 85% en pes.

Res.: 10,23 ml

19. Quants ml d'HCl concentrat hem de pipetejar per a preparar 500 ml de dissolució 0.05M? La densitat de l'HCl concentrat, amb una riquesa de 34.5% (en pes), val 1.18 kg/dm³.

Res.: 2,24 ml

20. Quina és la concentració molar i la concentració molal d'un HNO₃ concentrat, de densitat 1.405 kg/dm³ i riquesa 68.1%?

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

21. Quina és la concentració molal de l'àcid ortofosfòric H₃PO₄ al 85% (p/p)?. I la seua molaritat?. I llur fracció molar? (NOTA: p/p o w/w : "pes/pes")

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

22. Quants ml de formaldehid HCOH de riquesa 35% (p/v) cal pipetejar per a preparar 250 ml de dissolució 0.8M? La densitat del formaldehid al 35% és 1.08 kg/dm³. (NOTA: p/v : "pes/volum")

Res.: 17,16 ml

23. Quants g de KNO₃ de riquesa 98% i Mr=101.11 cal pesar per a preparar 5 dissolucions de 100 ml cadascuna que siguen 0.9, 0.85, 0.80, 0.75 i 0.70 M respectivament?

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

24. Quants ml d'acetona (Mr=58.08) de riquesa 99.5% (p/p) cal pipetejar per a preparar 1 litre de dissolució $2 \cdot 10^{-4}$ M? La densitat D 20/4 de l'acetona al 99.5% és 0.79.

Res.: 0,015 ml

25. Doneu la concentració molar i molal de l'acetona al 99.5% usada com solut de partida en l'exercici anterior. Doneu també la fracció molar en acetona d'aquest solut de partida.

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

26. Quants g de mostra de Coure II Sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), suposat pur, caldrà pesar per a preparar 750 ml de dissolució 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. Quin volum d'àcid clorhídric de densitat 1.185 g mL^{-1} i riquesa del 38 % es necessita per a preparar 400 mL d'àcid clorhídric 0.25 M? Realitzeu aquest mateix càlcul per a dissolucions mare d'àcid clorhídric de riqueses 5, 10, 15, 20, 25, 30 i 35% amb densitats respectives 1,021; 1,046 ; 1,070 ; 1,096 ; 1,121; 1,146 i $1,171 \text{ g mL}^{-1}$

Ajuda: És un exemple pràctic de solut líquid de riquesa A% en pes

Res.:

Riquesa / %	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 massa d'aigua (en kg) que cal afegir a 150 cm^3 d'una dissolució d'àcid clorhídric de densitat 1.180 g cm^{-3} amb un contingut en pes de HCl del 36.2 % per a obtenir una dissolució d'àcid 2,5M. Realitzar aquesta mateixa operació per a obtenir dissolucions d'àcid 2; 1; 0,1; 0,01 i 0,001 M. (La densitat de l'aigua usada es de $1,020 \text{ g/cm}^3$.)

Tema 2.1.- Fòrmules senzilles en FC

Ajuda: Es tracta d'una variant del problema amb solut líquid de riquesa A% en pes. El v_s es conegut en aquest cas. La incògnita està relacionada amb el V_D

Res.:

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

29. Hom disposa d'una dissolució reserva ("stock") d'àcid sulfúric del 44% de riquesa i de densitat 1.343 g cm^{-3} . Quants centímetres cúbics d'aquest sulfúric de stock s'haurien de prendre per a preparar 250 cm^3 de H_2SO_4 0.5M? Repetiu el mateix tipus de càlcul en cas de preparar una dissolució 1,0 ; 0,9; 0,8; 0,75; 0,6 ; 0,45; 0,3 i 0,1 M.

Ajuda: El stock és un solut líquid de riquesa A% en pes coneguda

Res.:

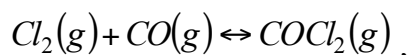
[H_2SO_4] / M	$V_{\text{H}_2\text{SO}_4} / \text{cm}^3$
0,5	20,75
1,0	41,49
0,9	37,34
0,8	...
0,75	...
0,6	24,90
0,45	...
0,3	...
0,1	4,15

30. Per a produir un fertilitzant fosfatat cal preparar un àcid fosfòric 2,5 M a partir d'una dissolució de H_3PO_4 concentrat, de riquesa 80% i densitat 1.53 g/mL . Calculeu el volum en L d'aquesta dissolució concentrada que caldrà prendre per a preparar 5, 10, 15, 20, 30, i 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 constant d'equilibri per a la reacció de formació del fosgen (un gas altament tòxic i molt perillós per ser completament inodor)



aproximada per el valor numèric de la constant en funció de les concentracions, val 5,02 a certa temperatura:

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

Se tenen les següents mescles en diferents reactors, tots d'1 L (i altament resistents a la pressió) :

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

a) Està cadascun d'aquests sistemes en equilibri? Si no ho estan, en quin sentit evolucionaran?

b) Repetiu el mateix estudi per a reactors idèntics però de volum 5 L

Res.: a) Reactor A: Cap a reactius; B: Cap a reactius; C: Cap a productes.
 a) Reactor A, B i C: Cap a reactius.

32. Les dades que segueixen corresponen a valors experimentals de pKs, a 25 °C, de sals d'estequiometria tipus AB molt poc solubles en aigua. Useu el full de càlcul per a obtenir la solubilitat, s, de cada sal (en mols dissolts per L de dissolució).

Ajuda: Recordeu que $s = (K_s)^{1/2}$

Tema 2.1.- Fòrmules senzilles en FC

Obtingueu també les solubilitats mitjanes:

- a) dels halurs de Cu (CuX).
- b) dels halurs d'Ag (AgX).
- c) dels clorurs (MCl).
- d) dels bromurs (MBr)

Sal	pKs
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. La concentració molar d'anions OH^- en dissolució aquosa diluïda es relaciona amb el pH mitjançant l'expressió

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

i la solubilitat (molar) del $\text{Fe}(\text{OH})_3$ i del $\text{Mg}(\text{OH})_2$ es relacionen amb els seus respectius productes de solubilitat, K_s per les relacions:

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

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

Calculeu la solubilitat del $\text{Fe}(\text{OH})_3$ i del $\text{Mg}(\text{OH})_2$ en dissolucions en què el pH total val 2, 3, 5, 7, 11 i 12, respectivament.

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

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	$1,10 \cdot 10^{-30}$	$1,20 \cdot 10^{-7}$

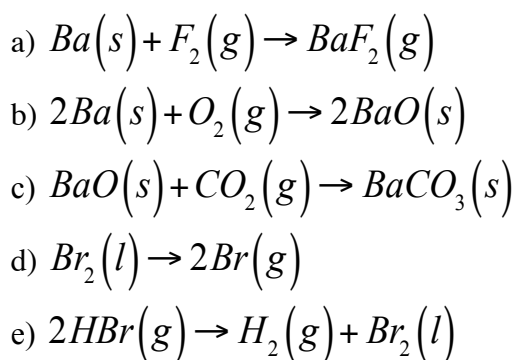
34. Es prepara una mescla dissolent 16,587 g d'un derivat del naftalè en 100 g de ciclohexà químicament pur. La mescla congela a $-14,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Estimar el pes molecular del derivat de naftalè dissolt. (La constant crioscòpica molar del ciclohexà, K_c , val $20,2\text{ }^{\circ}\text{C kg mol}^{-1}$. El ciclohexà pur congela a $6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$).
Igualment, al dissoldre 0,250 g de naftalè en 100 mL d'àcid acètic, (amb constant crioscòpica molar $K_c = 3,90\text{ }^{\circ}\text{C kg mol}^{-1}$ i densitat $d = 1,049\text{ g cm}^{-3}$), la temperatura de congelació de l'àcid acètic cau en $0,072\text{ }^{\circ}\text{C}$. Quin és el pes molecular del naftalè?

Ajuda:
$$\Delta T = K_c \frac{\text{mols solut}}{\text{kg dissolvent}} = K_c \frac{n_s}{m_d} ; (m_d \text{ en kg})$$

Res.:

Compost	Mr
Derivat del naftalè	162,6
Naftalè	128,2

35. Calculeu les variacions d'entropia per a les següents reaccions químiques a 298 K.



Ajuda:

Espècie	$S^0 / \text{cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
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.:

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

36. El potencial d'un elèctrode d'hidrogen, E_H , d'una dissolució aquosa diluïda està relacionat amb el pH de forma directament proporcional: $E_H = -0,059 \text{pH}$. Una manera de mesurar el pH d'una dissolució és mesurar el potencial que presenta l'elèctrode d'hidrogen en la dissolució mateixa.

Recordant que el pH d'una dissolució aquosa es defineix com $\text{pH} = -\log_{10} a_{H^+}$, on a_{H^+} és la *activitat* dels protons (adimensional) i que el valor de l'activitat pot aproximar-se, en dissolucions diluïdes, per el valor de la concentració molar $[H^+]$:

Determinar el pH i la $[H^+]$ d'una dissolució quan els valors de E_H mesurats són: -0,125, -0,230, -0,399, -0,550, i -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	$1,727 \times 10^{-11}$