



- **Solo algunos datos.**

1. Seleccione con el ratón un área en la que se encuentren los datos que desea borrar.
2. Pulse en el botón **Borrar datos**.
3. En el diálogo «¿Borrar los datos en el intervalo seleccionado?», pulse el botón **Aceptar**.

Para elegir una opción siga estos pasos:

1. Pulse en la celda:
2. Pulse en la flecha  para ver la lista desplegable.
3. Desplácese por la lista y elija una opción.

Para anotar una cantidad:

Pulse en la celda: , y escriba en ella a cantidad.

Si no le gusta el formato en el que se muestra un valor (por ejemplo 1,00E-01), pulse en la celda y presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (verá 0,1).

Para poner un valor en notación científica puede elegir una de estas opciones:

- Escriba el número en formato científico 0,0E-0 de la hoja de cálculo.
- Escriba el número en formato habitual 0,0·10<sup>-0</sup>.
- Seleccione el valor en otro documento, cópielo ([Ctrl]+[C]) y péguelo ([Ctrl]+[Alt]+[⇧]+[V]).

Ejemplos de escritura en formato científico:

	Escriba:	En la celda aparecerá:
Hoja de cálculo:	3E-9	<input type="text" value="3,00E-09"/>
Formato habitual:	3,00[⇧]310[⇧][^]-[Esp][⌫][⇧][^]9[←]	<input type="text" value="3,00·10&lt;sup&gt;-9&lt;/sup&gt;"/>

(Después del signo -, pulse el espaciador [Esp]. Pulse la tecla [⌫] para borrar el espacio).

Si ese número ya estaba en un documento, puede copiar y pegar siguiendo estos pasos:

1. Selecciónelo: pulse al principio del número y arrastre el ratón hasta el final o doble clic
2. Cópielo: menú: Editar → Copiar o [Ctrl]+[C]
3. Pulse en la celda:
4. Péguelo: menú: Editar → Pegado especial → Pegar texto sin formato o [Ctrl]+[Alt]+[⇧]+[V]

## ● Fórmulas químicas

Cuando tenga que escribir una fórmula química, puede hacerlo sin subíndices ni superíndices.

Pero puede escribir fórmulas químicas en las celdas de color blanco y borde verde, indicando los subíndices con «\_» y los superíndices con «^». Tiene que escribir el símbolo [ ] o [^] antes de cada carácter.

Si tiene instalada la fuente Linux Libertine G o Linux Biolinum G los superíndices se disponen sobre los subíndices como en SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. En otras fuentes el aspecto no es tan bueno: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

Desde la versión 5 de LibreOffice los subíndices y superíndices se sustituyen mientras se escribe.

Para escribir la fórmula del ión sulfato SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>:

1. Escriba: SO\_4
2. Pulse el espaciador. (y la fórmula cambia la SO<sub>4</sub>).
3. Borre el espacio.
4. Siga escribiendo: ^2
5. Pulse el espaciador. (y la fórmula cambia la SO<sub>4</sub><sup>2</sup>).
6. Siga escribiendo: ^-
7. Pulse la tecla [←] (o [↵]).

SO\_4[Esp][⌫]^2[Esp][⌫]^-[←]  
C\_4[Esp][⌫]H\_1[Esp][⌫]\_0[←]

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>  
C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>

## ● Como pegar el enunciado en la hoja de cálculo

Si el enunciado se copió de la pestaña de ejemplos de la misma hoja, solo necesita pegarlo, pulsado a la vez las teclas [Ctrl] y [V]. Para pegar de otro origen:

1. Pulse dos veces (doble clic) en la celda situada debajo de la etiqueta «Problema» la hoja de cálculo. Selecciónela:
  - O presionando a la vez las teclas [Ctrl] y [E].
  - O bien, pulsando en el menú: Editar → Seleccionar todo
2. Péguelo, presionando a la vez las teclas [Ctrl], [Alt], [⇧] y [V].

En el caso que desapareciese el formato de la celda donde va el enunciado, copie cualquier otro enunciado de la hoja de cálculo y péguelo en ella.

## ● Otros cálculos

En todas las pestañas aparecen unas celdas bajo el epígrafe: OTROS CÁLCULOS.

En ellas se pueden escribir fórmulas para hacer cálculos.

Para poner una fórmula en una celda, hay que empezar escribiendo «=» y luego poner símbolos de operaciones («+», «-» «\*» o «/») y pulsar en las celdas con las que operar.

Por ejemplo, para que la celda A3 haga la suma entre los números que hay en las celdas A1 y B1:

1. **Pulse en la celda** en la que quiere escribir la fórmula.
2. **Escriba el signo igual [=]** en la celda. Esto le indica a LibreOffice que escribe una fórmula.
3. Ahora puede seguir de cualquiera de estas maneras:
  - Pulse en la celda A1. Pulse la tecla [=] Pulse en la celda B1.
  - O escriba la fórmula:  $=A1+B1$   
donde A1 y B1 son las coordenadas de las celdas que quiere sumar.
4. **Presione la tecla [↵]** para completar la entrada.

La celda mostrará ahora el resultado de la fórmula.

Puede usar una variedad de funciones matemáticas para las fórmulas, como SUM para sumar o RAIZ para calcular la raíz cuadrada. Consulte la ayuda de LibreOffice para obtener una lista completa de las funciones disponibles.

Cuando la celda que contiene el dato está en formato científico, como  $6,67 \cdot 10^{-11}$ , tiene que emplear la función AVALOR, para que lo transforme en un número. Por ejemplo, la fórmula para calcular la velocidad en

la órbita  $v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$ , si los datos se encuentran en las celdas del cuadro (y teniendo en cuenta que  $r$  es la suma:  $R + h$ ), sería:

=RAIZ(AVALOR(J8)\*J2/(J3+J6))

	H	I	I	K
2	Masa	$M =$	$5,97E+24$	kg
3	Radio	$R =$	$6,37E+06$	m
4				
5	Masa	$m =$		kg
6	Altura	$h =$	693000	m
7				
8	Constante de la gravitación	$G =$	$6,67 \cdot 10^{-11}$	$N \cdot m^2 / kg^2$

La celda donde escribiera la fórmula, por ejemplo H22, presentaría el resultado: 7508,53966 609 457. Para obtener un aspecto más legible podría emplear la función NUMFORMA. Si en otra celda, por ejemplo J22, escribe la función =NUMFORMA(H22) lo que vería en J22 sería:  $7,51 \cdot 10^3$ .

En la pestaña «Introd» hay más información de las funciones exclusivas que puede emplear. Para verlas, haga clic en [funciones](#).

## ● Otros consejos

Haga una copia de seguridad de la hoja de cálculo.

Nunca pegue ([Ctrl]+[V]) en una celda de color naranja.

En vez de eso, pegue sin formato:

menú Editar → Pegado especial → Pegar texto sin formato o [Ctrl], [Alt] y [V].

Si ya lo hizo, pruebe a deshacerlo pulsando a la vez las teclas [Ctrl] y [Z].

Si eso no va, recupere desde la copia de seguridad o la descargue de nuevo.

Si cambió el aspecto de una celda que era de color blanco y borde azul,  pruebe a presionar a la vez las teclas [Ctrl] y [M].

Si esto no funciona, pulse en otra celda que esté bien, y cópiela pulsando a la vez las teclas [Ctrl] y [C].

Pulse en la celda que cambió de aspecto y presione a la vez las teclas [Ctrl], [Alt] y [V], y, en Preconfiguraciones, pulse en «Formatos solo»

## ● Tipos de problemas

En la página [Índice](#), aparecen los enlaces a las hojas con los tipos de problemas que puede resolver.

Para ir a alguno de ellos, mantenga pulsada la tecla [Ctrl] mientras hace clic con el ratón en el [Tema](#) que contiene el tipo de problemas deseado, o haga clic con el ratón en la pestaña inferior correspondiente.

El nombre de la pestaña de cada tipo de problemas está en la columna de **Pestaña** en la página [Índice](#).

Se pueden resolver ejercicios de los siguientes temas:

Bloque	Tema	Pestaña
<b>Cálculos elementales</b>	Fórmula empírica y molecular	Formula
	Disoluciones	Disoluc
	Estequiometría: cálculos en reacciones químicas	Esteq
<b>Termoquímica</b>	Ley de Hess	Hess
	Calorimetría	Calorim
<b>Equilibrio químico</b>	Equilibrio en fase gas	Equilibrio
	Equilibrio ácido-base	AcidoBase
	Equilibrio de solubilidad	Solub
<b>Oxidación reducción</b>	Reacciones redox	Redox
	Electrolisis	Electrolisis

## ● Ejemplos

En la columna de la derecha de la página [Índice](#), aparecen los enlaces a las hojas que contienen copias de los datos de los problemas de los tipos que puede resolver. Si quiere consultarlos, mantenga pulsada la tecla [Ctrl] mientras pulsa en el enlace [Tema](#) que contiene el tipo de problemas deseado, o pulse en la pestaña inferior correspondiente.

Note que las hojas con ejemplos comienzan por la letra D, desde [D\\_Formula](#) hasta [D\\_Electrol](#).

### ◊ Fórmula empírica y molecular

En la pestaña «Formula» se pueden resolver ejercicios de la determinación de la fórmula empírica y molecular de una sustancia. Se deben indicar los elementos que la forman y proporcionarle los datos para el análisis elemental, tales como masa, porcentaje o cantidad. Estos datos pueden ser de los elementos o de los compuestos que forman en la combustión, típicamente  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . Para el cálculo de la masa molar, se pueden dar datos del gas (volumen, densidad absoluta o relativa), o propiedades coligativas de las disoluciones (presión osmótica, descenso crioscópico o aumento ebulloscópico).

Si no le gusta el formato en el que se muestra un valor (por ejemplo 1,00E-01), en una celda de color blanco y borde azul, pulse en la celda y presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (será 0,1).

En RESULTADOS se muestran la masa en la muestra, la masa y la cantidad en un mol de compuesto y la relación entre las cantidades de cada uno de los elementos, las fórmulas empírica y molecular y los valores de la masa molar, el deducido de la fórmula y el calculado a partir de los datos.

Se puede cambiar el número prefijado (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

1. Determina:

a) La fórmula empírica.

b) La fórmula molecular de un compuesto orgánico que contiene carbono, hidrógeno y oxígeno, sabiendo que, en estado de vapor, 2 g de compuesto, recogidos sobre agua a 715 mm de Hg y 40 °C ocupan un volumen de 800 mL. Al quemar completamente 5 g de compuesto se obtienen 11,9 g de dióxido de carbono y 6,1 g de agua.

Dato: Presión de vapor de agua a 40 °C = 55 mm Hg.  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

(P.A.U. jun. 99)

Rta.: a) y b)  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

[Borre los datos.](#)

Análisis elemental				
Elem.		Compuesto	Cálculo de la masa molar	
			↓ clic	

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo ([Ctrl]+[C]).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS, escriba o pegue ([Ctrl]+[Alt]+[↵]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elija](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

En DATOS, elija la opción «Masa», en la celda situada debajo de «Análisis elemental».

Presione la tecla [ $\leftarrow$ ] y se encontrará en la celda situada debajo de la etiqueta «Elem.». Escriba los símbolos de los elementos C [ $\downarrow$ ] H [ $\leftarrow$ ] O [ $\leftarrow$ ]. En la columna siguiente escriba los valores de las masas de los compuestos. En la tercera columna, [escriba las fórmulas químicas](#) de los compuestos obtenidos en la combustión. En la última celda de la columna «Masa», escriba el valor (5) de la masa de la muestra.

Pulse en la celda de color naranja debajo de la etiqueta «↓ clic» y elija la opción «Volumen». En las celdas de color blanco debajo de «Gas», escriba los valores de las magnitudes, y elija las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Análisis elemental				
Elem.	Masa	Compuesto	Cálculo de la masa molar	
C	11,9 g	$\text{CO}_2$	Gas	
H	6,1 g	$\text{H}_2\text{O}$	Volumen	800 mL
O			Temperatura	40 °C
			Presión	660 mmHg
			Masa	2 g
Muestra	5 g			

En RESULTADOS se muestran las fórmulas empírica y molecular, que coinciden en este ejercicio, y los valores de la masa molar calculados a partir de la fórmula y de los datos, en este caso el volumen del gas.

Elementos	g	g/mol	mol/mol	relación
C	3,25	48,1	4,00	4,04
H	0,683	10,1	10,0	10,1
O	1,07	15,8	0,989	1,00
Muestra	5,00			
		empírica	molecular	
	Fórmula	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	
	Masa molar		74,1 g/mol	
	a partir de los datos <sup>a</sup> :		74,0 g/mol	
		<sup>a</sup> Volumen gas		

2. La nicotina es un líquido completamente miscible en agua a temperaturas inferiores a 60 °C. Una disolución de 1,921 g de nicotina en 48,92 g de agua congela -0,450 °C. La nicotina contiene 74,03 % de C; 8,70 % de H y el resto es N. ¿Cuál es la fórmula molecular de la nicotina?<sup>1</sup>

**Rta.:** C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>

**Borre los datos.** Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema».

En DATOS, escriba o pegue ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y **elija** las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

En DATOS, elija la opción «Porcentaje», en la celda situada debajo de «Análisis elemental».

En la columna con la etiqueta «Elem.», escriba los símbolos de los elementos. En la columna siguiente escriba los valores de los porcentajes de los elementos.

Pulse en la celda de color naranja debajo de la etiqueta «↓ clic» y elija la opción «Δt». Escriba los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco debajo de «Disolución», y elija las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Se suponen que el valor de la constante crioscópica es un dato. En la hoja de cálculo, en REFERENCIAS, se muestran los valores de algunos disolventes habituales.

Análisis elemental		Compuesto	Cálculo de la masa molar	
Elem.	Porcentaje		Disolución	
C	74,03 %		Δt	0,45 °C
H	8,7 %		Constante	1,86 K·kg/mol
N			m disolvente	48,92 g
			m soluto	1,92 g

En RESULTADOS, se muestran la masa y la cantidad en un mol de compuesto y la relación entre las cantidades de los elementos, las fórmulas empírica y molecular, y los valores de la masa molar calculados a partir de la fórmula y a partir de los datos, en este caso el descenso de la temperatura de congelación.

Elementos	%	g/mol	mol/mol	relación
C	74,0	120	10,0	5,00
H	8,70	14,1	14,0	7,00
N	17,3	28,0	2,00	1,00
Muestra	100			
		empírica	molecular	
	Fórmula	C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> N	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub>	
	Masa molar		162 g/mol	
	a partir de los datos <sup>a</sup> :		162 g/mol	
		<sup>a</sup> Δt disolución		

## ◇ Disoluciones

En la pestaña «Disoluc» se pueden resolver ejercicios para el cálculo de:

- La masa de soluto necesaria para preparar una disolución de una concentración dada.
- El volumen necesario de una disolución concentrada para preparar una disolución más diluida.
- La concentración de una disolución a partir de la masa, volumen y densidad.

Se debe [escribir la fórmula química](#) del soluto, pero no es necesario para el disolvente en el caso del agua.

Si no le gusta el formato en el que se muestra un valor (por ejemplo 1,00E-01), en una celda de color blanco y borde azul, pulse en la celda y presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (será 0,1).

En RESULTADOS se muestran las masas de soluto, disolvente y disolución y las concentraciones (porcentaje, concentración en masa ( $\text{g}/\text{dm}^3$ ), concentración ( $\text{mol}/\text{dm}^3$ ), molalidad ( $\text{mol}/\text{kg}$ ) y fracción molar) de las disoluciones original, y diluida si es el caso. Cuando tiene los datos adecuados, determina el volumen necesario de disolución concentrada para preparar la disolución diluida.

Se puede cambiar el número prefijado (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

1. Indique el material, procedimiento detallado y cálculos correspondientes necesarios para preparar en el laboratorio  $250 \text{ cm}^3$  de una disolución de cloruro de sodio de concentración  $0,50 \text{ mol}/\text{dm}^3$  a partir del producto sólido puro.

(P.A.U. jun. 09)

**Rta.:**  $m = 7,3 \text{ g NaCl}$

[Borre los datos.](#)

		Volumen	Concentración	Densidad
Soluto (s)				
¿Fórmula?				
Disolvente (d)				
H <sub>2</sub> O				
		Disolución original (D <sub>1</sub> )		
		diluida (D <sub>2</sub> )		

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo ([Ctrl]+[C]).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

Escriba la fórmula del cloruro de sodio en la celda de color blanco y borde verde debajo de «Soluto (s)».

Para la disolución original, escriba en la celda de color blanco el valor del volumen (250) y [elij](#)a la unidad ( $\text{cm}^3$ ) en la celda de color naranja debajo de «Volumen». Escriba en la celda de color blanco debajo de «Concentración» el valor de la misma (0,5) y la etiqueta cambiará a « $\text{mol}/\text{dm}^3$ ». Si no elige las unidades de concentración, la hoja supone que son  $\text{mol}/\text{dm}^3$ . Pero puede elegir las si lo desea.

		Volumen	$\text{mol}/\text{dm}^3$	Densidad
Soluto (s)		$\text{cm}^3$		
NaCl		250	0,5	
		Disolución original (D <sub>1</sub> )		

La masa de soluto se muestra en RESULTADOS.

	Masa g	Porcentaje g/100 g (D)	Conc. masa $\text{g}/\text{dm}^3(\text{D})$	Concentración $\text{mol}/\text{dm}^3(\text{D})$	Molalidad $\text{mol}/\text{kg}(\text{d})$	Fracc. molar $\text{mol}/\text{mol}(\text{D})$
D <sub>1</sub> s: NaCl	7,31		29,2	0,500		

2. En una botella de ácido clorhídrico concentrado figuran los siguientes datos: 36% en masa de HCl y densidad  $1,18 \text{ g}/\text{mL}$ . Calcula:
  - a) La concentración y el volumen de este ácido concentrado que se necesita para preparar un litro de la disolución de concentración  $2 \text{ mol}/\text{dm}^3$ .

(P.A.U. jun. 16)

**Rta.:** a)  $[\text{HCl}] = 12 \text{ mol}/\text{dm}^3$ ;  $V = 0,17 \text{ dm}^3$ .

[Borre los datos.](#) Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [péguelo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

Escriba la fórmula del ácido clorhídrico en la celda de color blanco y borde verde debajo de «Soluto (s)».

Para la disolución original, [elij](#)a la opción «% masa soluto» debajo de «Concentración», y escriba en la celda de abajo su valor (36).

Debajo de «Densidad» elija la opción « $\text{g}/\text{mL}$ », y escriba en la celda de abajo su valor (1,18).

Para la disolución diluida, elija la unidad ( $\text{mol}/\text{dm}^3$ ) debajo de «Concentración», y escriba en la celda de abajo su valor (2). En las celdas de la izquierda elija la unidad (L) y escriba debajo su valor (1).

Solutos		Disolución		Volumen	Concentración	Densidad
Soluto (s)		original ( $D_1$ )	diluida ( $D_2$ )	L	% masa soluto	$\text{g}/\text{mL}$
HCl					36	1,18
Disolvente (d)						
H <sub>2</sub> O				1	2	

En RESULTADOS se muestran: la concentración (11,7), debajo de «Concentración  $\text{mol}/\text{dm}^3(D)$ », y el volumen que se necesita ( $172 \text{ cm}^3$ ), debajo de « $D_1$  necesario para preparar  $D_2$ »

	Masa g	Porcentaje g/100 g (D)	Conc. masa g/ $\text{dm}^3(D)$	Concentración mol/ $\text{dm}^3(D)$	Molalidad mol/kg(d)	Fracc. molar mol/mol(D)
$D_1$ s: HCl		36,0 %	425	11,7	15,4	0,217
d: H <sub>2</sub> O						0,783
$D_2$ s: HCl	72,9		72,9	2,00		
d: H <sub>2</sub> O						
Disolución ( $D_2$ )						
			Disolución ( $D_2$ )	$D_1$ necesario para preparar $D_2$		
Volumen			$1,00 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$			$172 \text{ cm}^3$

3. Se tiene 1 L de una disolución de ácido sulfúrico del 98 % de riqueza y densidad  $1,84 \text{ g}/\text{cm}^3$ . Calcula:
- La concentración molar.
  - La molalidad.
  - El volumen de esa disolución de ácido sulfúrico necesario para preparar  $100 \text{ cm}^3$  de otra disolución del 20 % y densidad  $1,14 \text{ g}/\text{cm}^3$ .

(P.A.U. jun. 01)

**Rta.:** a)  $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 18,4 \text{ mol}/\text{dm}^3$ ; b)  $m = 5 \cdot 10^2 \text{ mol}/\text{kg d}$ ; c)  $V = 12,6 \text{ cm}^3$

**Borre los datos.** Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema».

Escriba la fórmula del ácido sulfúrico en la celda de color blanco y borde verde situada debajo de «Solutos (s)». **Elija** las unidades (L, % masa soluto y  $\text{g}/\text{cm}^3$ ) en las celdas de color naranja situada a la derecha de «Disolución» y escriba los valores (1, 98 y 1,84) de las magnitudes en las celdas debajo de ellas. No es necesario elegir las unidades de la disolución diluida si son las mismas que las de la original. Elija la unidad ( $\text{cm}^3$ ) de volumen de la disolución diluida y escriba los valores (100, 20 y 1,14) de las magnitudes en las celdas correspondientes.

Solutos		Disolución		Volumen	Concentración	Densidad
Soluto (s)		original ( $D_1$ )	diluida ( $D_2$ )	L	% masa soluto	$\text{g}/\text{cm}^3$
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>				1	98	1,84
Disolvente (d)						
H <sub>2</sub> O				100	20	1,14

La concentración (18,4) se muestra debajo de «Concentración  $\text{mol}/\text{dm}^3(D)$ » en RESULTADOS, y la molalidad (500) a su derecha, y el volumen que se necesita ( $12,6 \text{ cm}^3$ ) debajo de « $D_1$  necesario para preparar  $D_2$ »

	Masa g	Porcentaje g/100 g (D)	Conc. masa g/ $\text{dm}^3(D)$	Concentración mol/ $\text{dm}^3(D)$	Molalidad mol/kg(d)	Fracc. molar
$D_1$ s: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$1,80 \cdot 10^3$	98,0 %	$1,80 \cdot 10^3$	18,4	500	0,900
d: H <sub>2</sub> O	36,8					0,1000
Disolución ( $D_1$ )	$1,84 \cdot 10^3$					
$D_2$ s: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	22,8	20,0 %	228	2,32	2,55	0,0439
d: H <sub>2</sub> O	91,2					0,956
Disolución ( $D_2$ )	114					
			Disolución ( $D_2$ )	$D_1$ necesario para preparar $D_2$		
Volumen	$1,00 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$		$100 \text{ cm}^3$			$12,6 \text{ cm}^3$

4. Se mezclan 6,27 gramos de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  con 85 gramos de agua. Determine la concentración de la disolución resultante en:
- % en masa de  $\text{FeSO}_4$  anhidro.
  - Fracción molar del  $\text{FeSO}_4$  anhidro y fracción molar del agua.

(P.A.U. Set. 05)

**Rta.:** a)  $\%(\text{FeSO}_4) = 3,75\%$ ; b)  $x(\text{FeSO}_4) = 0,0046$ ;  $x(\text{H}_2\text{O}) = 0,995$

**Borre los datos.** Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema». Escriba la fórmula del hidrato en la celda de color blanco y borde verde situada debajo de «Soluta (s)». **Elija** la unidad (g) en la celda de color naranja situada a la derecha de «Soluta (s)» y escriba los valores (6,27 y 85) de las masas en las celdas debajo de ella. No es necesario elegir la unidad del disolvente si es la misma que la del soluto.

Masa		Disolución	Volumen	Concentración	Densidad
Soluta (s)	g				
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	6,27	original ( $D_1$ )			
Disolvente (d)		diluida ( $D_2$ )			
$\text{H}_2\text{O}$	85				

En RESULTADOS se muestran: el % en masa (3,75 %), debajo de «Porcentaje», y las fracciones molares (0,00460 y 0,995), debajo de «Fracc. molar».

	Masa	Porcentaje	Conc. masa	Concentración	Molalidad	Fracc. molar
	g	g/100 g (D)	g/dm <sup>3</sup> (D)	mol/dm <sup>3</sup> (D)	mol/kg(d)	mol/mol(D)
$D_1$ s: $\text{FeSO}_4$	3,43	3,75 %			0,265	0,00460
d: $\text{H}_2\text{O}$	87,8					0,995

5. Se disuelven 22,5 g de hidróxido de sodio en 50,0 cm<sup>3</sup> de agua destilado a 4 °C. La densidad de la disolución es de 1 340 kg/m<sup>3</sup>. Calcula la composición de la solución en:
- g/dm<sup>3</sup> (concentración en masa).
  - Tanto por ciento en masa.
  - mol/dm<sup>3</sup> (concentración).
  - Molalidad.
- Rta.:** a) 416 g/L; b) 31,0 %; c) 10,4 mol/L; d) 11,2 mol/kg

**Borre los datos.** Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema». Escriba la fórmula del hidróxido de sodio en la celda de color blanco y borde verde situada debajo de «Soluta (s)». **Elija** la unidad (g) en la celda de color naranja situada a la derecha de «Soluta (s)» y escriba el valor (22,5) de la masa en la celda debajo de ella. Debajo, elija la unidad (cm<sup>3</sup>) y escriba debajo su valor (50). A su derecha elija la unidad (g/cm<sup>3</sup>) de densidad y escriba debajo su valor (1). Aunque el dato es la temperatura, se da por supuesto que es para emplear el valor de la densidad máxima del agua a 4 °C. A la derecha de la «Disolución original ( $D_1$ )» escriba el valor de la densidad (1340) y elija su unidad (kg/m<sup>3</sup>) en la celda de color naranja encima de ella.

Masa		Densidad	Disolución	Volumen	Concentración	Densidad
Soluta (s)	g					kg/m <sup>3</sup>
$\text{NaOH}$	22,5		original ( $D_1$ )			1340
Disolvente (d)	cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	diluida ( $D_2$ )			
$\text{H}_2\text{O}$	50	1				

En RESULTADOS se muestran las respuestas a las cuestiones.

	Masa	Porcentaje	Conc. masa	Concentración	Molalidad	Fracc. molar
	g	g/100 g (D)	g/dm <sup>3</sup> (D)	mol/dm <sup>3</sup> (D)	mol/kg(d)	mol/mol(D)
$D_1$ s: $\text{NaOH}$	22,5	31,0 %	416	10,4	11,3	0,169
d: $\text{H}_2\text{O}$	50,0					0,831



Reactivos →					Productos								
5	Fe <sup>2+</sup>		MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	8	H <sup>+</sup>	5	Fe <sup>3+</sup>		Mn <sup>2+</sup>	4	H <sub>2</sub> O		

Calcular: a) concentración disolución Fe<sup>2+</sup> V = 20 cm<sup>3</sup>

b) c)

que se precisa para reaccionar con

18 cm<sup>3</sup> disolución MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> [MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>] = 0,02 mol/dm<sup>3</sup>

Rendimiento

En RESULTADOS se muestra el valor de la concentración del ion hierro(II), es la misma que la de FeSO<sub>4</sub>:

a)  $[Fe^{2+}] = 0,0900 \text{ mol/dm}^3 \text{ (D)}$

Si pulsa en la celda de color naranja situada encima, y elige la opción «10<sup>n</sup>», el resultado se expresa en las unidades en las que no aparezcan potencias de 10:

a)  $[Fe^{2+}] = 90,0 \text{ mmol/dm}^3 \text{ (D)}$

2. Calcula:

- El pH de una disolución de hidróxido de sodio de concentración 0,010 mol/dm<sup>3</sup>.
- El pH de una disolución de ácido clorhídrico de concentración 0,020 mol/dm<sup>3</sup>.
- El pH de la disolución obtenida al mezclar 100 mL de la disolución de hidróxido de sodio de concentración 0,010 mol/dm<sup>3</sup> con 25 mL de la disolución de ácido clorhídrico de concentración 0,020 mol/dm<sup>3</sup>.

(A.B.A.U. ord. 18)

Rta.: a) pH = 12; b) pH = 1,7; c) pH = 11,6

[Borre los datos](#). Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [péguelo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

[Escriba las fórmulas](#) de las sustancias y los coeficientes en las celdas de color blanco debajo de «Reactivos →» y «Productos».

[Elija](#) la opción pH en los tres apartados, la opción «disolución» en los apartados a) y b) pero «mezcla» en el c) y las fórmulas de los reactivos en los apartados a) y b), pero deje en blanco a sustancia del apartado c). En la celda de color blanco debajo de «que se precisa», escriba los volúmenes (100 y 25) de ambos reactivos, elija sus unidades (cm<sup>3</sup>), elija la opción «disolución» en ambos y elija las fórmulas de los reactivos. Escriba las concentraciones de las disoluciones (0,001 y 0,002) en las celdas correspondientes y elija las unidades (mol/dm<sup>3</sup>).

Reactivos →					Productos						
	HCl		NaOH		NaCl		H <sub>2</sub> O				

Calcular: a) pH disolución NaOH

b) pH disolución HCl

c) pH mezcla

que se precisa para reaccionar con

100 cm<sup>3</sup> disolución NaOH [NaOH] = 0,01 mol/dm<sup>3</sup>

25 cm<sup>3</sup> disolución HCl [HCl] = 0,02 mol/dm<sup>3</sup>

En RESULTADOS se muestran las cantidades que reaccionan y los pH de cada caso.

	HCl	+	NaOH	→	NaCl	+	H <sub>2</sub> O
mol	5,00·10 <sup>-4</sup>		5,00·10 <sup>-4</sup>		5,00·10 <sup>-4</sup>		5,00·10 <sup>-4</sup>
		a)		pH(NaOH) =		12,0 (D)	
		b)		pH(HCl) =		1,70 (D)	
		c)		pH(mezcla) =		11,6	

Marcar la opción «10<sup>3</sup>», en la celda de color naranja situada encima, hace desaparecer los pH. Si no ve los valores, pulse en la celda de color naranja, borre esa opción, presionando la tecla [Supr].

3. Una muestra comercial e impura de 0,712 g de carburo de calcio (CaC<sub>2</sub>) reacciona con exceso de agua produciendo etino e hidróxido de calcio. Si el volumen de etino (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) recogido a 25 °C y 0,98 atm (99,3 kPa) fue de 0,25 L:
- Determina la masa en gramos de hidróxido de calcio formado.
  - Calcula el porcentaje de pureza de la muestra comercial.
- Dato:  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$  (P.A.U. Set. 12)
- Rta.:** a)  $m = 0,74 \text{ g Ca(OH)}_2$ ; b)  $r = 90 \%$

**Borre los datos.** Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [péguelo](#) en la celda situada debajo de «Problema». [Escriba las fórmulas](#) de las sustancias y los coeficientes en las celdas de color blanco debajo de «Reactivos →» y «Productos».

Para el apartado a) [elija](#) la opción «masa» en la celda de color naranja situada a la derecha de «Calcular a)» y «Ca(OH)<sub>2</sub>» para la sustancia.

El dato (0,25) va debajo de la celda de color blanco situada debajo de «que se obtiene», seguido de la unidad (dm<sup>3</sup>), las opciones «gas» y «C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>» y escribiendo (99,3) y eligiendo «kPa» a la derecha de «p =» y (25) y «°C» a la derecha de «T =».

Para a apartado b) elija la opción «riqueza» en la celda de color naranja situada a la derecha de «b)», presione la tecla [ $\leftarrow$ ] (tabulador), y elija la opción «mezcla». Presione de nuevo la tecla [ $\leftarrow$ ] y elija la sustancia (CaC<sub>2</sub>). Presione la tecla [ $\leftarrow$ ] y escriba (0,712), presione otra vez en la tecla [ $\leftarrow$ ] y elija la unidad (g).

Reactivos →				Productos			
CaC <sub>2</sub>	2	H <sub>2</sub> O		C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>		
Calcular:	a) masa		Ca(OH) <sub>2</sub>	m =	0,71 g		
	b) riqueza	mezcla	CaC <sub>2</sub>				
	c)						
que se obtiene	al obtener			p =	99,3 kPa	T =	25 °C
0,25	dm <sup>3</sup>	gas	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>				

En RESULTADOS se muestran las cantidades que reaccionan, la masa de hidróxido de calcio y la riqueza.

	CaC <sub>2</sub>	+	2 H <sub>2</sub> O	→	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	+	Ca(OH) <sub>2</sub>
mol	0,0100		0,0200		0,0100		0,0100
		a)		m =	0,742 g Ca(OH) <sub>2</sub>		
		b)		r =	90,2 % CaC <sub>2</sub>		

Si pulsa en la celda de color naranja, y elige la opción «10<sup>3</sup>», la masa se expresa en mg.

		a)		m =	742 mg Ca(OH) <sub>2</sub>
					10 <sup>3</sup>



5. Se realiza el electrolisis de una disolución de cloruro de hierro(III) haciendo pasar una corriente de 10 amperios durante 3 horas. Calcula:
- Los gramos de hierro depositados en el cátodo.
  - El tiempo que tendría que pasar la corriente para que en el ánodo se desprendan 20,5 L de  $\text{Cl}_2$  gas medidos a 25 °C de temperatura y 1 atm de presión.

(A.B.A.U. ord. 18)

**Rta.:** a)  $m = 20,8$  g Fe; b)  $t = 4,5$  h.

Este problema se se pueden resolver también en la pestaña «Electrolisis».

[Borre los datos](#). Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [péguelo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

[Escriba las fórmulas](#) de las sustancias y los coeficientes en las celdas de color blanco debajo de «Reactivos →» y «Productos».

No se pueden poner varias incógnitas en el mismo ejercicio porque los datos cambian.

Para a apartado a) [elija](#) la opción «masa» en la celda de color naranja situada a la derecha de «Calcular a)» y «Fe» para la sustancia. Escriba (10) en la celda de color blanco situada debajo de «que se obtiene», seguido de la unidad (A). Termine escribiendo (3) y eligiendo «h» a la derecha de «durante».

Reactivos →				Productos			
2	FeCl <sub>3</sub>			3	Cl <sub>2</sub>	2	Fe
Calcular:	a) masa		Fe				
	b)						
	c)						
que se obtiene	al pasar			durante	3 h		
<input type="text" value="10"/>	A						

En RESULTADOS se muestran las cantidades que reaccionan y la masa.

2 FeCl <sub>3</sub>	→	3 Cl <sub>2</sub>	+	2 Fe
mol 0,373		0,560		0,373
				<input type="text" value="20,8"/>
	a)	m =		20,8 g Fe

b) En DATOS, seleccione los datos, excepto la reacción, y pulse en el botón rojo «Borrar datos».

[Elija](#) la opción «tiempo» en la celda de color naranja situada a la derecha de «Calcular a)». En la celda de color blanco situada a la derecha de «I =» escriba el valor de la intensidad (10) y elija la unidad (A).

Escriba (20,5) en la celda de color blanco situada debajo de «que se precisa», elija las unidades (dm<sup>3</sup>) y las opciones «gas» y «Cl<sub>2</sub>» y termine escribiendo (1) y eligiendo «atm» a la derecha de «p =», y (25) y «°C» a la derecha de «T =».

Calcular:	a) tiempo			I =	10 A		
	b)						
	c)						
que se precisa	para obtener			p =	1 atm	T =	25 °C
<input type="text" value="20,5"/>	dm <sup>3</sup>	gas	Cl <sub>2</sub>				

En RESULTADOS se muestra el tiempo.

a)  $t = 1,62 \cdot 10^4$  s

Si pulsa en la celda de color naranja situada encima, y elige la opción «10<sup>3</sup>», el resultado se expresa en horas:minutos:segundos.

a)  $t = 04:30:00$  h:m:s



Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo ([Ctrl]+[C]).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

[Escriba las fórmulas](#) de las sustancias en las celdas más anchas de color blanco y borde verde, empezando por la izquierda y sin dejar huecos en las celdas anchas. Escriba los coeficientes para ajustar la reacción en las celdas más estrechas de color blanco y borde azul. [Elija](#) la flecha «→», para separar reactivos de productos, en la celda de color naranja situada encima de la celda del coeficiente del C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.

Compruebe, en la celda de color naranja más abajo, que las entalpías son las de combustión.

Elija el estado (s, l, g) de las sustancias en las celdas de color naranja situadas debajo.

Para el apartado b) elija la fórmula química (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) de la sustancia en la última fila, elija la unidad (dm<sup>3</sup>) en la celda de color naranja situada a su izquierda, escriba el valor del volumen (1) debajo de la etiqueta «Volumen».

			→		
3 C		4 H <sub>2</sub>		C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	
	Entalpías de combustión			kJ/mol	
$\Delta H_c$	3 C (s)	+ 4 H <sub>2</sub> (g)		→ C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (g)	
	-393,5	-285,8		-2219,9	
	Calcular la entalpía de reacción				
	Volumen	Sustancia		p =	1 atm
	1 dm <sup>3</sup>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>		T =	0 °C

En RESULTADOS se muestran: la entalpía de la reacción cuando se forma 1 mol de propano, el calor cuando se forma 1 dm<sup>3</sup> (porque ese es el dato) y la energía liberada cuando se quema 1 L de propano. Si elige «dm<sup>3</sup>» debajo del número de cifras significativas verá los volúmenes de hidrógeno y de propano. (El de carbono no, porque no es un gas).

	3 C(s)	+	4 H <sub>2</sub> (g)	→	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (g)	
Vol.			4,000		1,000	dm <sup>3</sup>
Entalpía	Calor de reacción		de combustión			
	kJ/mol C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>		kJ/dm <sup>3</sup> C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>		kJ/dm <sup>3</sup> C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	
	$\Delta H_r = -104,6$	$q_r =$	$-4,668$	$q_c =$	$-99,01$	A presión constante

Puede pedir que aparezcan los resultados para el proceso a volumen constante eligiendo la opción « $\Delta U =$ » debajo de « $\Delta H =$ ». También Se puede cambiar las unidades a calorías o kcal.

2. Considere que la gasolina está compuesta por octano (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>) y que en el bioetanol el compuesto principal es el etanol (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH).

a) Escriba la ecuación de la reacción de combustión del etanol y calcule la entalpía estándar de formación del etanol la 25 °C.

b) ¿Cuántos litros de bioetanol se necesitan para producir la misma energía que produce 1 L de gasolina?

Datos: ( $\Delta H$  en kJ/mol)  $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,5$ ;  $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -285,8$ ;  $\Delta H_c^\circ(\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})) = -5445,3$ ;  $\Delta H_c^\circ(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})) = -1369,0$ ; densidad a 298 K del etanol  $\rho_e = 0,79$  g/mL y del octano  $\rho_o = 0,70$  g/mL. (P.A.U. Set. 14)

**Rta.:** a)  $\Delta H_f^\circ = -275,4$  kJ/mol; b)  $V = 1,43$  dm<sup>3</sup> bioetanol.

[Borre los datos](#). Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [péguelo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

[Escriba las fórmulas](#) de las sustancias en las celdas más anchas de color blanco y borde verde y los coeficientes para ajustar la reacción en las celdas más estrechas de color blanco y borde azul. [Elija](#) la flecha «→» en la celda de color naranja situada encima de la celda del coeficiente del CO<sub>2</sub>.

Cambie, en la celda de color naranja más abajo, la opción «combustión» por «formación».

Elija el estado (s, l, g) de las sustancias en las celdas de color naranja situadas debajo.

En la celda situada a la derecha de «Calcular a entalpía de» elija la opción «formación», y, en la de su derecha, elija la fórmula del etanol. Verá que desaparece su entalpía de formación. Escriba el valor de la entalpía de combustión (-1369) en la celda de color blanco situada debajo de «ΔH reacción».

		→	
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	3 O <sub>2</sub>	2 CO <sub>2</sub>	3 H <sub>2</sub> O
Entalpías de formación		kJ /mol	
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (l)	+ 3 O <sub>2</sub> (g)	→ 2 CO <sub>2</sub> (g)	3 H <sub>2</sub> O (l)
ΔH <sub>c</sub>		--393,5 <sup>a</sup>	-285,8 <sup>a</sup>
Calcular la entalpía de formación de C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH			ΔH reacción
			-1369 kJ

En RESULTADOS se muestra la entalpía formación del etanol.

Entalpía	Calor de formación
kJ /mol C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	
ΔH <sub>f</sub> = -275,5	

Para el apartado b) tiene que escribir las fórmulas siguientes en las celdas de OTROS CÁLCULOS.

Etq.:	Moles gasolina	Calor gasolina	Moles bioetanol	V(cm <sup>3</sup> ) bioetanol
Fórm.:	=1000*0,7/MASAMOL("C8H18")	=G26*5445,3	=I26/1369	=K26*MA-SAMOL(G3)/0,79

=1000\*0,7/MASAMOL("C8H18")      Calcula los moles de gasolina que hay en 1 L de gasolina.

Multiplica los cm<sup>3</sup> (1000) que hay en 1 L por la densidad, (0,7) en g/cm<sup>3</sup>, de la gasolina y lo divide entre la masa molar de la gasolina (MASAMOL("C8H18")), empleando la función MASAMOL que calcula la masa molar de una fórmula química.

$$n(\text{C}_8\text{H}_{18}) = \frac{m}{M_{\text{mol}}} = \frac{V(\text{C}_8\text{H}_{18}) \cdot \rho(\text{C}_8\text{H}_{18})}{M_{\text{mol}}(\text{C}_8\text{H}_{18})}$$

=G26\*5445,3

Calcula el calor desprendido al quemar 1 L de gasolina.

Multiplica los moles de gasolina calculados en la celda de coordenadas G26, por el calor de combustión (5445,3) en kJ/mol de la gasolina.

$$Q = n(\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})) \cdot \Delta H_c^\circ(\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}))$$

=I26/1369      o      =I25/ABS(M9)      Calcula los moles de etanol que producen el mismo calor.

Divide el calor desprendido al quemar 1 L de gasolina, calculada en la celda de coordenadas I26, entre el calor de combustión (1369 o el contenido de la celda de coordenadas M9) del etanol.

$$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})) = \frac{Q}{\Delta H_c^\circ(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l}))}$$

=K26\*MASAMOL(G3)/0,79

Calcula el volumen en cm<sup>3</sup> de etanol que ocupan esos moles.

Multiplica los moles de etanol calculados en la celda de coordenadas K26, por la masa molar del etanol (MASAMOL(G3)) empleando la función MASAMOL referida a la fórmula química situada en la celda de coordenadas G3, y dividiendo por la densidad, (0,79) en g/cm<sup>3</sup>, del etanol.

$$V(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{m}{\rho} = \frac{n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) \cdot M_{\text{mol}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})}{\rho(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})}$$

### ◇ Calorimetría

En la pestaña «Calorim» se pueden hacer cálculos de energía de reacción con las medidas del laboratorio. En DATOS, escriba o pegue ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y elija las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha. Si no le gusta el formato en el que se muestra un valor (por ejemplo 1,00E-01), en una celda de color blanco y borde azul, pulse en la celda y presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (será 0,1). En RESULTADOS, se puede cambiar el número prefijado (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

1. Calcule el valor de la entalpía de neutralización de 100 cm<sup>3</sup> de disolución de HCl de concentración 2,0 mol/dm<sup>3</sup> con 100 cm<sup>3</sup> de disolución de NaOH de concentración 2,0 mol/dm<sup>3</sup>, expresado en kJ/mol, si el incremento de temperatura que se produce es de 12 °C.

Datos:  $c_e(\text{mezcla}) = c_e(\text{agua}) = 4,18 \text{ J/g}\cdot\text{°C}$ ; densidades de las disoluciones del ácido y de la base = 1,0 g·mL<sup>-1</sup>. Considera despreciable a capacidad calorífica del calorímetro. (P.A.U. jun. 15)

**Rta.:**  $\Delta H_n^\circ = -50 \text{ kJ/mol}$ .

Borre los datos.

	Soluto		
	Masa	$m =$	
H <sub>2</sub> O	Volumen	$V =$	
	Equivalente en agua	$m_e =$	g
	Incremento de temperatura	$\Delta t =$	°C
	Densidad	$\rho =$	
	Calor específico	$c_e =$	

En DATOS, escriba los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y elija las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Debe escribir la cantidad de NaCl, que habrá que calcular:

$$n(\text{NaCl}) = n(\text{HCl}) = 2,0 \text{ mol/dm}^3 \cdot 100 \text{ cm}^3 \cdot 1 \text{ dm}^3 / 10^3 \text{ cm}^3 = 0,2 \text{ mol NaCl}$$

Elija primero las dos primeras unidades en las celdas de color naranja situadas a la derecha: (mol y cm<sup>3</sup>).

Vaya presionando la tecla [↔] (tabulador), para ir hacia delante, o, «[↑]» y [↔] a la vez para ir hacia atrás, y escribiendo valores en las celdas de color blanco o eligiendo unidades en las celdas de color naranja.

Escriba (200), suponiendo que los volúmenes son aditivos, a la derecha de «V=».

En la celda de color naranja situada a la izquierda de «Densidad» puede elegir entre «H<sub>2</sub>O» y «Disolución» para la densidad.

	Soluto		
	Cantidad	$n =$	0,2 mol
H <sub>2</sub> O	Volumen	$V =$	200 cm <sup>3</sup>
	Equivalente en agua	$m_e =$	g
	Incremento de temperatura	$\Delta t =$	12 °C
Disolución	Densidad	$\rho =$	1 g/cm <sup>3</sup>
	Calor específico	$c_e =$	4,18 J·g <sup>-1</sup> ·°C <sup>-1</sup>

En RESULTADOS se muestra el valor de la entalpía de neutralización:

	Calor ganado		
	por la disolución	$q_1 =$	10,0 kJ
	por el calorímetro	$q_2 =$	0 kJ
	Calor cedido	$Q =$	-10,0 kJ
	Cantidad	$n =$	0,200 mol
		$\Delta H =$	-50,2 kJ/mol

◊ **Equilibrio en fase gas**

En la pestaña «Equilibrio» se pueden resolver ejercicios de equilibrio químico en fase gaseosa. Se puede calcular:

- Las constantes de equilibrio en función de las concentraciones o de las presiones a partir de los datos (presión parcial, concentración, cantidad o masa) en el equilibrio o de sus valores iniciales y el grado de disociación o de algún valor en el equilibrio.
- Presión parcial, concentración, cantidad o masa de cada una de las sustancias que se muestran en la reacción a partir de la constante de equilibrio.

Escriba las fórmulas de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde debajo de «Reactivo» o «Producto», y los coeficientes para el ajuste en las celdas de color blanco y borde azul más estrechas.

Si no le gusta el formato en el que se muestra un valor (por ejemplo 1,00E-01), en una celda de color blanco y borde azul, pulse en la celda y presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (será 0,1).

Elija las unidades en las celdas de color naranja de la derecha.

En RESULTADOS, se puede cambiar el número prefijado (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

1. Para la reacción  $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ , el valor de  $K_c = 5$  a 530 °C. Si reaccionan 2,0 moles de CO(g) con 2,0 moles de H<sub>2</sub>O(g) en un reactor de 2 L:
  - a) Calcule la concentración molar de cada especie en el equilibrio a la dicha temperatura.
  - b) Determine el valor de  $K_p$  y razone como se verá afectado al equilibrio si introducimos en el reactor más cantidad de CO(g) sin variar la temperatura ni el volumen.

(A.B.A.U. extr. 23)

**Rta.:** a) [CO] = 0,309; [H<sub>2</sub>O] = 0,309; [CO<sub>2</sub>] = 0,691; [H<sub>2</sub>] = 0,691 mol/dm<sup>3</sup>; b)  $K_p = 5,00$ .

Borre los datos.

	Reactivo A +	Reactivo B	⇌	Producto C	+	Producto D	
Reacción ajustada							
Cantidad inicial							
Cantidad en equilibrio							
Temperatura	T =						← α K
Volumen	V =						
Presión total	p =						
	Calcular:						

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo ([Ctrl]+[C]).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y pegue el enunciado.

Escriba las fórmulas de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde debajo de «Reactivo» o «Producto», y los coeficientes para el ajuste en las celdas de color blanco y borde azul más estrechas.

Escriba la cantidad inicial (2) de CO y H<sub>2</sub>O, en las celdas de color blanco y borde azul debajo de las fórmulas químicas y elija la unidad (mol) en la celda de color naranja de la derecha.

Escriba los valores de la temperatura (530) y volumen (2) en las celdas de color a la derecha de «T =» y «V =», y elija las unidades (°C y L). Elija «Constante de concentraciones» en la celda de color naranja situada más abajo de «Producto C», y escriba debajo su valor (5).

	Reactivo A +	Reactivo B	⇌	Producto C	+	Producto D	
Reacción ajustada	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O		CO <sub>2</sub>		H <sub>2</sub> O	
Cantidad inicial	2	2					mol
Cantidad en equilibrio							
Temperatura	T = 530 °C			Constante de concentraciones			
Volumen	V = 2 L			$K_c =$	5		
Presión total	p =						
	Calcular:						

En RESULTADOS, elija la opción «Concentración» en la celda de color naranja situada sobre «inicial» y se mostrarán la concentración molar de cada especie en el equilibrio y el valor de  $K_p$ .

Concentración	CO(g) +	H <sub>2</sub> O(g)	⇌	CO <sub>2</sub> (g) +	H <sub>2</sub> (g)	
inicial	1,00	1,00		0	0	mol/dm <sup>3</sup>
reacciona	0,691	0,691	→	0,691	0,691	mol/dm <sup>3</sup>
equilibrio	0,309	0,309		0,691	0,691	mol/dm <sup>3</sup>
Constantes $K_c = 5,00$		(Conc. en mol/L)				
$K_p = 5,00$		(p en atm.)				

2. En un recipiente cerrado se introducen 2,0 moles de CH<sub>4</sub> y 1,0 mol de H<sub>2</sub>S a la temperatura de 727 °C, estableciéndose el siguiente equilibrio: CH<sub>4</sub>(g) + 2 H<sub>2</sub>S(g) ⇌ CS<sub>2</sub>(g) + 4 H<sub>2</sub>(g). Una vez alcanzado el equilibrio, la presión parcial del H<sub>2</sub> es 0,20 atm y la presión total es de 0,85 atm. Calcula:

- Los moles de cada sustancia en el equilibrio y el volumen del recipiente.
- El valor de  $K_c$  y  $K_p$ .

(A.B.A.U. ord. 20)

**Rta.:** a)  $n_e(\text{CH}_4) = 1,80 \text{ mol}$ ;  $n_e(\text{H}_2\text{S}) = 0,60 \text{ mol}$ ;  $n_e(\text{CS}_2) = 0,200 \text{ mol}$ ;  $n_e(\text{H}_2) = 0,800 \text{ mol}$ ;  $V = 328 \text{ dm}^3$ ;  
b)  $K_p = 0,0079$ ;  $K_c = 1,2 \cdot 10^{-6}$ .

**Borre los datos.** Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [péguelo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

**Escriba las fórmulas** de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde debajo de «Reactivo» o «Producto», y los coeficientes para el ajuste en las celdas de color blanco y borde azul más estrechas.

**Elija** la unidad (mol) en la celda de color naranja a la derecha de «Cantidad inicial», y la unidad (atm) debajo de ella. Escriba los valores de las cantidades iniciales (2 y 1) del CH<sub>4</sub> y del H<sub>2</sub>S, y el de la presión en equilibrio (0,2) del H<sub>2</sub>.

Escriba los valores de la temperatura (727) y de la presión total (0,85) en las celdas de color blanco a la derecha de «T =» y «p =», y **elija** las unidades (°C y atm).

Elija también, en las celdas de color naranja a la derecha de «Calcular», las opciones «Volumen» y «total».

Reacción ajustada	CH4	2	H2S		CS2	4	H2	
Cantidad inicial		2		1				mol
Cantidad en equilibrio							0,2	atm
Temperatura	T =	727	°C					
Volumen	V =							
Presión total	p =	0,85	atm					
								Calcular: Volumen total

En RESULTADOS, elija la opción «Cantidad» y se mostrarán los moles de cada sustancia en el equilibrio, el volumen del recipiente y los valores de  $K_c$  y  $K_p$ .

Cantidad	CH <sub>4</sub> (g) +	2	H <sub>2</sub> S(g)	⇌	CS <sub>2</sub> (g) +	4	H <sub>2</sub> (g)	
inicial	2,00		1,00		0		0	mol
reacciona	0,200		0,400	→	0,200		0,800	mol
equilibrio	1,80		0,600		0,200		0,800	mol
Constantes $K_c = 1,17 \cdot 10^{-6}$		(Conc. en mol/L)						
$K_p = 0,00790$		(p en atm.)						
Volumen(total) =		328 dm <sup>3</sup> en equilibrio						

3. En un recipiente de 250 mL se introducen 0,45 gramos de N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(g) y se calienta hasta 40 °C, disociándose el N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(g) en un 42 %. Calcula:

- La constante  $K_c$  del equilibrio: N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(g) ⇌ 2 NO<sub>2</sub>(g)
- Si se reduce el volumen del recipiente a la mitad, sin variar la temperatura. ¿Cuál será la composición de la mezcla en el nuevo equilibrio?

(P.A.U. Set. 02)

**Rta.:**  $K_c = 2,4 \cdot 10^{-2}$ ; b)  $n(\text{N}_2\text{O}_4) = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ ;  $n'(\text{NO}_2) = 3,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ .

**Borre los datos.** Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema».

**Escriba las fórmulas** de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde debajo de «Reactivo» o «Producto», y los coeficientes para el ajuste en las celdas de color blanco y borde azul más estrechas.

**Elija** la unidad (g) en la celda de color naranja a la derecha de «Cantidad inicial». Escriba el valor de la masa inicial (0,45) del  $N_2O_4$ .

Escriba los valores de la temperatura (40) y del volumen (250) en las celdas de color blanco a la derecha de «T=» y «V=», y **elija** las unidades (°C y mL). Elija « $\alpha$ » en la celda de color naranja situada a la derecha de «Presión total», y escriba debajo su valor (0,42 mejor que 42%).

	Reactivo A +	Reactivo B	$\rightleftharpoons$	Producto C	+	Producto D	
Reacción ajustada	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>			2 NO <sub>2</sub>			
Masa inicial	0,45						g
Masa en equilibrio							
Temperatura	T = 40 °C			Grado de disociación			
Volumen	V = 250 mL			$\alpha =$ 0,42			
Presión total	p =						
							Calcular:

En RESULTADOS, escriba 6 en la celda de color blanco situada a la derecha de «Cifras significativas:».

	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (g)	$\rightleftharpoons$ 2	NO <sub>2</sub> (g)	
Cantidad inicial	0,00489 077		0	mol
reacciona	0,00205 412	$\rightarrow$	0,00410 825	mol
equilibrio	0,00283 665		0,00410 825	mol
Constantes	$K_c = 0,0237995$	(Conc. en mol/L)		
	$K_p = 0,611558$	(p en atm.)		

Para el apartado b), copie el valor de la constante  $K_c$  (0,0237995) pulsando en el número y después presionando a la vez en las teclas [Ctrl] y [C]. En DATOS pulse en la celda de color blanco situada a la derecha de « $\alpha =$ », y pegue el resultado de la constante ([Ctrl]+[Alt]+[ $\Delta$ ]+[V]). Elija «Constante de concentraciones» en la celda de encima, y en la celda de color blanco situada a la derecha de «Volumen», escriba (125) que es la mitad del volumen del apartado a.

Si en la celda a la derecha de « $K_c =$ », se muestra 2,38%, pulse en la celda y después presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato.

Constante de concentraciones  
 $K_c =$  0,0237995

En RESULTADOS elija la opción «Cantidad» y borre el n.º de «Cifras significativas» (o escriba 3). se mostrarán la constante  $K_c$  de equilibrio y la composición de la mezcla en el nuevo equilibrio.

	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (g)	$\rightleftharpoons$ 2	NO <sub>2</sub> (g)	
Cantidad inicial	0,00489		0	mol
reacciona	0,00157	$\rightarrow$	0,00314	mol
equilibrio	0,00332		0,00314	mol
Constantes	$K_c = 0,0238$	(Conc. en mol/L)		
	$K_p = 0,612$	(p en atm.)		
				Grado de disociación $\alpha =$ 32,1 %

Fíjese en que el grado de disociación es menor, porque el equilibrio se desplazó a la izquierda, de acuerdo con el principio de Lee Chatelier.

4. Al calentar HgO(s) en un recipiente cerrado en el que se hizo el vacío, se disocia según la reacción:  $2 \text{HgO(s)} \rightleftharpoons 2 \text{Hg(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$ . Cuando se alcanza el equilibrio a 380 °C, la presión total en el recipiente es de 0,185 atm. Calcula:
- Las presiones parciales de las especies presentes en el equilibrio.
  - El valor de las constantes  $K_c$  y  $K_p$  de la reacción.
- Datos:  $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$ . (A.B.A.U. extr. 18)
- Rta.:** a)  $p(\text{Hg}) = 0,123 \text{ atm}$ ;  $p(\text{O}_2) = 0,0617 \text{ atm}$ ; b)  $K_c = 6,1\cdot 10^{-9}$ ;  $K_p = 9,4\cdot 10^{-4}$ .

**Borre los datos.** Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [péguelo](#) en la celda situada debajo de «Problema». **Escriba las fórmulas** de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde debajo de «Reactivo» o «Producto», y los coeficientes para el ajuste en las celdas de color blanco y borde azul más estrechas. Pero cómo el HgO no es un gas, no debería escribir su fórmula, ignorando el mensaje: «No ajustada» que se muestra a la derecha. (Si la escribe tendría que escribir también una cantidad inicial arbitraria y la hoja dará un resultado de la presión parcial del HgO que no debería tener en cuenta. Las presiones parciales de los productos son las correctas, pero los valores de las constantes de equilibrio son erróneas, porque supone que el HgO es un gas y usa su presión ficticia en el cálculo de las constantes). Escriba los valores de la temperatura (380) y de la presión total (0,19) en las celdas de color blanco a la derecha de «T=» y «p=», y [elija](#) las unidades (°C y atm).

	Reactivo A +	Reactivo B	$\rightleftharpoons$	Producto C	+ Producto D	
Reacción ajustada			2	Hg	O2	No ajustada
Cantidad inicial						
Cantidad en equilibrio						
Temperatura	T =	380 °C				
Volumen	V =					
Presión total	p =	0,19 atm				

En RESULTADOS, elija la opción «Presión» en la celda de color naranja situada encima de «inicial», para que muestre las presiones parciales de los productos en el equilibrio, y puede elegir «atm» en la celda de color naranja de la derecha, aunque no es necesario. Aparecen también los valores de las constantes de equilibrio:

Presión		$\rightleftharpoons$	2	Hg(g) +	O <sub>2</sub> (g)	
inicial						atm
reacciona						atm
equilibrio				0,123	0,0617	atm
Constantes	$K_c = 6,09\cdot 10^{-9}$ (Conc. en mol/L)					
	$K_p = 9,38\cdot 10^{-4}$ (p en atm.)					

5. Considera el siguiente proceso en equilibrio a 686 °C:  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ . Las concentraciones en equilibrio de las especies son:

$[\text{CO}_2] = 0,086 \text{ mol/dm}^3$ ;  $[\text{H}_2] = 0,045 \text{ mol/dm}^3$ ;  $[\text{CO}] = 0,050 \text{ mol/dm}^3$  y  $[\text{H}_2\text{O}] = 0,040 \text{ mol/dm}^3$ .

a) Calcula  $K_c$  para la reacción a 686 °C.

b) Si se añadiera  $\text{CO}_2$  para aumentar su concentración a  $0,50 \text{ mol/dm}^3$ , ¿cuáles serían las concentraciones de todos los gases una vez restablecido el equilibrio?

(P.A.U. set. 14)

**Rta.:** a)  $K_c = 0,517$ ; b)  $[\text{CO}_2] = 0,47$ ;  $[\text{H}_2] = 0,020$ ;  $[\text{CO}] = 0,075$  y  $[\text{H}_2\text{O}] = 0,065 \text{ mol/dm}^3$ .

**Borre los datos.** Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema».

**Escriba las fórmulas** de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde debajo de «Reactivo» o «Producto», y los coeficientes para el ajuste en las celdas de color blanco y borde azul más estrechas.

En DATOS, elija la unidad ( $\text{mol/dm}^3$ ) en la celda de color naranja en la parte derecha de la línea con la etiqueta «en equilibrio», y escriba en las celdas de color blanco los valores de las concentraciones.

Escriba el valor de la temperatura en la celda de color blanco situada a la derecha de «T=» y elija la unidad (°C).

	Reactivo A +	Reactivo B	⇌	Producto C +	Producto D	
Reacción ajustada	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>		CO	H <sub>2</sub> O	
Cantidad inicial						
Concentración en equilibrio	0,086	0,045		0,05	0,04	mol/dm <sup>3</sup>
Temperatura T =	686	°C				

b) En RESULTADOS, aumente el número de cifras significativas a 6. Se mostrará la  $K_c$ .

Constantes  $K_c = 0,516796$  (Conc. en mol/L)

Copie el resultado de la constante pulsando en la celda situada a la derecha de « $K_c$ » (0,516796) y presionando a la vez las teclas [Ctrl] y [C]. En DATOS, pegue ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) el valor de la constante en la celda de color blanco y borde azul encima de «Calcular», y elija en la celda de color salmón encima de ella la opción «Constante de concentraciones». Borre las concentraciones del equilibrio y escriba las nuevas concentraciones iniciales.

	Reactivo A +	Reactivo B	⇌	Producto C +	Producto D	
Ecuación ajustada	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>		CO	H <sub>2</sub> O	
Concentración inicial	0,500	0,045		0,05	0,040	mol/dm <sup>3</sup>
en equilibrio						
Temperatura T =	686	°C		Constante de concentraciones		
Volumen V =				$K_c =$	0,516796	
Presión total p =						
				Calcular:		

En RESULTADOS, baje el número de cifras significativas a 3, o borre el 6. se mostrarán las concentraciones en el nuevo equilibrio.

equilibrio	0,475	0,0199		0,0751	0,0651	mol/dm <sup>3</sup>
------------	-------	--------	--	--------	--------	---------------------

### ◊ Equilibrio ácido-base

En la pestaña «AcidoBase» se pueden resolver ejercicios de equilibrio ácido-base. Se puede calcular:

- Las constantes de acidez, basicidad o hidrólisis a partir de los datos (concentración, grado de disociación o pH) en el equilibrio o de sus valores iniciales y el grado de disociación o de algún valor en el equilibrio.
- Concentraciones iniciales y en el equilibrio, grado de disociación o pH a partir de la constante de equilibrio.

Escriba [las fórmulas](#) de la sustancia y los iones en las celdas de color blanco y borde verde a la derecha de «Fórmula:».

En DATOS, escriba o pegue ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elijas](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

En RESULTADOS, se puede cambiar el número prefijado (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

1. Una disolución de amoníaco de concentración  $0,03 \text{ mol/dm}^3$  está disociada en un 2,42 %. Calcula:

- El valor de la constante  $K_b$  del amoníaco.
- El pH de la disolución y el valor de la constante  $K_a$  del ácido conjugado.

Dato:  $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$ .

(A.B.A.U. ord. 23)

Rta.: a)  $K_b = 1,80 \cdot 10^{-5}$ ; b)  $\text{pH} = 10,86$ ;  $K_a = 5,55 \cdot 10^{-10}$ .

[Borre los datos.](#)

		Base	Ácido conjugado
Fórmula:			
pH =			
Solute			
Disolución	V =		
Constante	$K_w =$	$1,00 \cdot 10^{-14}$	de ionización del agua

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo ([Ctrl]+[C]).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

[Escriba la fórmula](#) del amoníaco en la celda de color blanco y borde verde a la derecha de «Fórmula:». En la celda siguiente aparecerá la fórmula de su ácido conjugado si en la celda encima de ella se muestra la opción «Base».

En DATOS, escriba o pegue ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elijas](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Debajo de «Fórmula:», elija la opción « $\alpha =$ » en la celda de color naranja, y escriba su valor (2,42) en la celda de color blanco situada a su derecha.

En la celda de color naranja, a la derecha de «Solute», elija la unidad ( $\text{mol/dm}^3$ ). La etiqueta cambia a «Concentración [s] =». Escriba el valor de la concentración (0,03) en la celda de color blanco situada a la izquierda de « $\text{mol/dm}^3$ ».

		Base	Ácido conjugado
Fórmula:		$\text{NH}_3$	$\text{NH}_4^+$
Grado de disociación	$\alpha =$	2,42	%
pH =			
Concentración	[s] =	0,03	$\text{mol/dm}^3$
Constante	$K_w =$	$1,00 \cdot 10^{-14}$	de ionización del agua

En RESULTADOS se muestra el valor de la constante  $K_b$  del amoníaco, el pH de la disolución y el valor de la constante  $K_a$  del ácido conjugado.

Concentración	$\text{NH}_3 +$	$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$	$\text{NH}_4^+ +$	$\text{OH}^-$	
inicial:	0,0300				mol/dm <sup>3</sup>
en equilibrio:	0,0293		$7,26 \cdot 10^{-4}$	$7,26 \cdot 10^{-4}$	mol/dm <sup>3</sup>
			$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,38 \cdot 10^{-11}$		mol/dm <sup>3</sup>
pH = 10,86					
pOH = 3,14		Constante de basicidad:		$K_b = 1,80 \cdot 10^{-5}$	
		Constante de acidez del conjugado:		$K_a = 5,55 \cdot 10^{-10}$	

2. Se disuelven 46 g de ácido metanoico, HCOOH, en 10 dm<sup>3</sup> de agua, obteniendo una disolución de pH igual a 2,52.

a) Calcula el grado de disociación del ácido.

b) Determina la constante  $K_a$  del ácido y la constante  $K_b$  de su base conjugada.

Datos:  $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$ .

(A.B.A.U. ord. 22)

**Rta.:** a)  $\alpha = 3,02 \%$ ; b)  $K_a = 9,41 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_b = 1,06 \cdot 10^{-10}$ .

[Borre los datos](#). Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [péguelo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

[Escriba la fórmula](#) del ácido metanoico en la celda de color blanco y borde verde a la derecha de «Fórmula:». En la celda situada encima de ella donde se muestra «Base», cambie a la opción «Ácido». Se muestra la fórmula de su base conjugada a la derecha, pero si quiere puede escribirla.

En DATOS, escriba los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elija](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha. (Asumiendo el error mínimo de que el volumen de disolución es el mismo que el volumen de agua).

		Ácido	Base conjugada
Fórmula:		HCOOH	HCOO <sup>-</sup>
pH =		2,52	
Masa (s)	$m =$	46	g
Volumen (D)	$V =$	10	dm <sup>3</sup>

En RESULTADOS se muestra el grado de disociación del ácido y las constantes  $K_a$  del ácido y  $K_b$  de su base conjugada.

Concentración	HCOOH +	$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$	HCOO <sup>-</sup> +	$\text{H}_3\text{O}^+$	
inicial:	0,0999				mol/dm <sup>3</sup>
en equilibrio:	0,0969		0,00302	0,00302	mol/dm <sup>3</sup>
				$[\text{OH}^-] = 3,31 \cdot 10^{-12}$	mol/dm <sup>3</sup>
pH = 2,52		Grado de disociación:		$\alpha = 3,02 \%$	
pOH = 11,48		Constante de acidez:		$K_a = 9,41 \cdot 10^{-5}$	
		Constante de basicidad del conjugado:		$K_b = 1,06 \cdot 10^{-10}$	

3. 1,12 dm<sup>3</sup> de HCN gas, medidos a 0 °C y 1 atm, se disuelven en agua obteniéndose 2 dm<sup>3</sup> de disolución. Calcula:

a) La concentración de todas las especies presentes en la disolución.

b) El valor del pH de la disolución y el grado de ionización del ácido.

Datos:  $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ; 1 atm = 101,3 kPa;  $K_a(\text{HCN}) = 5,8\cdot 10^{-10}$ .

(A.B.A.U. extr. 19)

**Rta.:** a)  $[\text{HCN}] = 0,025 \text{ mol/dm}^3$ ;  $[\text{OH}^-] = 2,6\cdot 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$ ;  $[\text{CN}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,8\cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$ ;

b) pH = 5,43;  $\alpha = 0,015 \%$ .

**Borre los datos.** Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema».

**Escriba la fórmula** del ácido cianhídrico en la celda de color blanco y borde verde a la derecha de «Fórmula:». En la celda situada encima de ella, donde se muestra «Base», cambie a la opción «Ácido». Se muestra la fórmula de su base conjugada a la derecha, pero si quiere puede escribirla.

Elija la opción « $K_a$  =» en la celda de color naranja situada debajo de «Fórmula:».

En DATOS, escriba los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y **elija** las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha. Si quiere, seleccione con el ratón el valor de la constante, cópielo ([Ctrl]+[C]) y péguelo en la celda de color blanco situada a la derecha de « $K_a$  =».

		Ácido	Base conjugada
	Fórmula:	HCN	CN <sup>-</sup>
Constante	$K_a =$	5,80E-10	de acidez
	pH =		
Volumen (s)	$V =$	1,12	dm <sup>3</sup> gas
Volumen (D)	$V =$	2	dm <sup>3</sup>
Presión	$P =$	101,3	kPa
Temperatura	$T =$	0	°C
Constante	$K_w =$	1,00·10 <sup>-14</sup>	de ionización del agua

En RESULTADOS se muestran la concentración de todas las especies en la disolución, el valor del pH de la disolución y el grado de ionización del ácido.

Concentración	HCN +	H <sub>2</sub> O ⇌	CN <sup>-</sup> +	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	
inicial:	0,0250				mol/dm <sup>3</sup>
en equilibrio:	0,0250		3,81·10 <sup>-6</sup>	3,81·10 <sup>-6</sup>	mol/dm <sup>3</sup>
			[OH <sup>-</sup> ] = 2,63·10 <sup>-9</sup>		mol/dm <sup>3</sup>
pH = 5,42		Grado de disociación:	$\alpha = 0,0152 \%$		
pOH = 8,58					
	Constante de basicidad del conjugado:		$K_b = 1,72\cdot 10^{-5}$		

4. Para una disolución acuosa de concentración  $0,200 \text{ mol/dm}^3$  de ácido láctico (ácido 2-hidroxipropanoico), calcula:
- El grado de ionización del ácido en disolución y el pH de la misma.
  - ¿Qué concentración debe tener una disolución de ácido benzoico ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ) para dar un pH igual al de la disolución de ácido láctico de concentración  $0,200 \text{ mol/dm}^3$ ?
- Datos:  $K_a(\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}) = 3,2 \cdot 10^{-4}$ ;  $K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 6,42 \cdot 10^{-5}$ . (A.B.A.U. ord. 17)
- Rta.:** a)  $\alpha = 3,92 \%$ ; pH = 2,11; b)  $[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]_0 = 0,965 \text{ mol/dm}^3$ .

**Borre los datos.** Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema». **Escriba la fórmula** abreviada ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ ) del ácido láctico en la celda de color blanco y borde verde a la derecha de «Fórmula:». En la celda encima de ella, donde se muestra «Base», cambie a la opción «Ácido». Se muestra el símbolo «A<sup>-</sup>» de un anión genérico a la derecha porque la hoja no puede construir la fórmula de su base conjugada. Si quiere, escríbala ( $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-$ ). Elija la opción «K<sub>a</sub> =» en la celda de color naranja situada debajo de «Fórmula:». En DATOS, escriba los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y **elija** las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha. Si quiere, seleccione con el ratón el valor de la constante, cópielo ([Ctrl]+[C]) y péguelo en la celda de color blanco situada a la derecha de «K<sub>a</sub> =».

		Ácido	Base conjugada
	Fórmula:	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$	A <sup>-</sup>
Constante	K <sub>a</sub> =	$3,2 \cdot 10^{-4}$	de acidez
	pH =		
Concentración	[s] =	0,2	mol/dm <sup>3</sup>

En RESULTADOS, escriba «6» para «Cifras significativas». Se muestran el grado de ionización y el pH. Copie el valor del pH.

pH = 2,10560	Grado de disociación:	$\alpha = 3,92080 \%$
--------------	-----------------------	-----------------------

En DATOS escriba los nuevos valores y borre el dato de la concentración:

	Fórmula:	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$	A <sup>-</sup>
Constante	K <sub>a</sub> =	$6,42 \cdot 10^{-5}$	de acidez
	pH =	2,10560	
Soluto			

En RESULTADOS, baje el número de cifras significativas a 3, o borre el 6. se mostrarán las concentraciones del ácido benzoico (inicial y en equilibrio). La que pide el ejercicio es la inicial.

Concentración	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2 +$	$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$	A <sup>-</sup> +	$\text{H}_3\text{O}^+$	
inicial:	0,966				mol/dm <sup>3</sup>
en equilibrio:	0,958		0,00784	0,00784	mol/dm <sup>3</sup>
				$[\text{OH}^-] = 1,28 \cdot 10^{-12}$	mol/dm <sup>3</sup>
pH = 2,11		Grado de disociación:		$\alpha = 0,812 \%$	

### ◊ Equilibrio de solubilidad

En la pestaña «Solub» se pueden resolver ejercicios de equilibrio de solubilidad. Se puede calcular:

- El producto de solubilidad a partir de los datos (concentración o pH).
- La solubilidad en agua o en presencia de un ion común.
- Si precipitará una mezcla de dos disoluciones.
- Las concentraciones en una precipitación fraccionada.

Escriba [las fórmulas](#) de las sustancias o de los iones en las celdas de color blanco y borde verde de la primera columna.

En DATOS, escriba o pegue ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elija](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Si no le gusta el formato en el que se muestra un valor (por ejemplo 1,00E-01), en una celda de color blanco y borde azul, pulse en la celda y presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (será 0,1).

En RESULTADOS, se puede cambiar el número prefijado (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

1. La solubilidad del hidróxido de manganeso(II) en agua es de 1,96 mg/L. Calcula:
  - a) El producto de solubilidad de esta sustancia y el pH de la disolución saturada.
  - b) A solubilidad del hidróxido de manganeso(II) en una disolución de concentración 0,10 mol/dm<sup>3</sup> de hidróxido de sodio, considerando que esta sal está totalmente dissociado.

(A.B.A.U. extr. 23)

**Rta.:** a)  $K_s = 4,28 \cdot 10^{-14}$ ; pH = 9,64; b)  $s_2 = 4,28 \cdot 10^{-12}$  mol/dm<sup>3</sup>

[Borre los datos.](#)

Compuesto poco soluble:	<input type="text"/>	solubilidad	<input type="text"/>	← Elegir
2.º compuesto poco soluble:	<input type="text"/>	solubilidad	<input type="text"/>	
Ion/compuesto soluble:	<input type="text"/>	Volumen	Concentración	
2.º ion/compuesto soluble:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Soluto en la disolución que se añade:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo ([Ctrl]+[C]).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

Escriba [las fórmulas](#) de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde de la primera columna:

Mn(OH)<sub>2</sub> a la derecha de «Compuesto poco soluble:» y NaOH a la derecha de «Ion/compuesto soluble:».

En DATOS, escriba o pegue ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elija](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Elija la unidad en la celda de color naranja, a la derecha de «solubilidad». Escriba su valor adaptado las unidades elegidas en la celda de color blanco situada a su izquierda. Si no le gusta el formato en el que se muestra el valor (por ejemplo 1,96E-03), pulse en la celda y presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato.

Escriba el valor (0,1) de la concentración de NaOH en la celda de color blanco situada debajo de «Concentración:». Si no le gusta el formato en el que se muestra el valor (por ejemplo 1,00E-01), pulse en la celda y presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato. Elija la unidad (mol/dm<sup>3</sup>) en la celda de color naranja situada a su derecha.

Compuesto poco soluble:	Mn(OH) <sub>2</sub>	solubilidad	1,96	mg/dm <sup>3</sup>
2.º compuesto poco soluble:	<input type="text"/>	solubilidad	<input type="text"/>	
Ion/compuesto soluble:	NaOH	Volumen	Concentración	
2.º ion/compuesto soluble:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0,1	mol/dm <sup>3</sup>
Soluto en la disolución que se añade:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

En RESULTADOS se muestran el producto de solubilidad de esta sustancia, el pH de la disolución saturada y a solubilidad del hidróxido de manganeso(II) en la disolución de hidróxido de sodio.

	$Mn(OH)_2(s)$	$\rightleftharpoons$	$Mn^{2+}(aq)$	+	$2(OH)^-(aq)$	
	$K_s = 4,28 \cdot 10^{-14}$	=	s	·	$(2s)^2$	= $4s^3$
Solubilidad	mol/dm <sup>3</sup>				g/dm <sup>3</sup>	pH
En agua	$2,20 \cdot 10^{-5}$		0,00196			9,64
En 1 L D(NaOH)	$4,28 \cdot 10^{-12}$		$3,81 \cdot 10^{-10}$			

Se puede cambiar las unidades de los resultados, por ejemplo, (mg) en vez de (g).

Solubilidad	mol		mg	en	pH
En agua	$2,20 \cdot 10^{-5}$		1,96	1 dm <sup>3</sup>	9,64
En D(NaOH)	$4,28 \cdot 10^{-12}$		$3,81 \cdot 10^{-7}$	1 dm <sup>3</sup>	

2. El producto de solubilidad, a 20 °C, del sulfato de bario es  $8,7 \cdot 10^{-11}$ . Calcula:
- Los gramos de sulfato de bario que se pueden disolver en 0,25 L de agua.
  - Los gramos de sulfato de bario que se pueden disolver en 0,25 L de una disolución de concentración 1 mol/dm<sup>3</sup> de sulfato de sodio, considerando que esta sal está totalmente disociado.
- (A.B.A.U. ord. 21)
- Rta.:** a)  $m(BaSO_4) = 5,44 \cdot 10^{-4}$  g en 0,25 L de H<sub>2</sub>O; b)  $m'(BaSO_4) = 5,08 \cdot 10^{-9}$  g en 0,25 L de D Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**Borre los datos.** Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema». **Escriba las fórmulas** de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde de la primera columna: BaSO<sub>4</sub> a la derecha de «Compuesto poco soluble:» y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a la derecha de «Ion/compuesto soluble:». Seleccione con el ratón el valor del producto de solubilidad ( $8,7 \cdot 10^{-11}$ ) del enunciado y, en DATOS en la hoja de cálculo, pulse en la celda de color blanco a la derecha de «solubilidad» y presione a la vez las teclas ([Ctrl], [Alt], [↕] y [V]) para pegar el valor. En la celda de color naranja, situada a su derecha **elija** «K<sub>s</sub>». Tiene que escribir el dato del volumen (0,25 L) del apartado a) en alguna de las celdas debajo de «Volumen» para que aparezca como una opción en RESULTADOS. Como el volumen del apartado b) coincide en valor, ya no tiene que preocuparse por eso. En las celdas de color blanco y borde azul a la derecha de «Ion/compuesto soluble:», escriba los valores del volumen (0,25) y la concentración (1) y elija las unidades (L y mol/dm<sup>3</sup>) en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Compuesto poco soluble:	BsSO4	Producto de solubilidad	$8,7 \cdot 10^{-11}$	K <sub>s</sub>
2.º compuesto poco soluble:		solubilidad		
		Volumen	0,25 L	Concentración
Ion/compuesto soluble:	Na2SO4			1 mol/dm <sup>3</sup>

En RESULTADOS se muestran las concentraciones en g/dm<sup>3</sup>:

	$BaSO_4(s)$	$\rightleftharpoons$	$Bs^+(aq)$	+	$(SO_4)^-(aq)$	
	$K_s = 8,70 \cdot 10^{-11}$	=	s	·	s	= $s^2$
Solubilidad	mol/dm <sup>3</sup>				g/dm <sup>3</sup>	
En agua	$9,33 \cdot 10^{-6}$		0,00218			
En 1 L D(Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	$8,70 \cdot 10^{-11}$		$2,03 \cdot 10^{-8}$			

¿V? ↑

Deberá escoger las opciones «g» y «0,250 L» en las celdas de color naranja.

Solubilidad	mol		g	en
En agua	$2,33 \cdot 10^{-6}$		$5,44 \cdot 10^{-4}$	0,250 L
En D(Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	$2,17 \cdot 10^{-11}$		$5,08 \cdot 10^{-9}$	0,250 L

3. Se disponen de una disolución que contiene una concentración de  $\text{Cd}^{2+}$  de  $1,1 \text{ mg/dm}^3$ . Se quiere eliminar parte del  $\text{Cd}^{2+}$  precipitándolo con un hidróxido, en forma de  $\text{Cd(OH)}_2$ . Calcula:

- a) El pH necesario para iniciar la precipitación.
- b) La concentración de  $\text{Cd}^{2+}$ , en  $\text{mg/dm}^3$ , cuando el pH es igual a 12.

Datos:  $K_s(\text{Cd(OH)}_2) = 1,2 \cdot 10^{-14}$ .

(P.A.U. jun. 16)

Rta.: a)  $\text{pH} = 9,5$ ; b)  $[\text{Cd}^{2+}]_b = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mg/dm}^3$ .

**Borre los datos.** Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema».

**Escriba las fórmulas** de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde de la primera columna:

$\text{Cd(OH)}_2$  a la derecha de «Compuesto poco soluble:»,  $\text{Cd}^{2+}$  a la derecha de «Ion/compuesto soluble:» y  $\text{OH}^-$  a la derecha de «2.º ion/compuesto soluble:».

Seleccione con el ratón el valor del producto de solubilidad ( $1,2 \cdot 10^{-14}$ ) del enunciado y, en DATOS en la hoja de cálculo, pulse en la celda de color blanco a la derecha de «solubilidad» y presione a la vez las teclas ([Ctrl], [Alt], [↑] y [V]) para pegar el valor.

Pulse en la celda de color naranja, situada a su derecha y **elija** « $K_s$ ».

Elija la unidad en la celda de color naranja, a la derecha de todo de «Ion/compuesto soluble:». Escriba su valor adaptado las unidades elegidas en la celda de color blanco situada a su izquierda. Si no le gusta el formato en el que se muestra el valor (por ejemplo  $1,1\text{E}+00$ ), pulse en la celda y presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato.

Compuesto poco soluble:	$\text{Cd(OH)}_2$	Producto de solubilidad	$1,2 \cdot 10^{-14}$	$K_s$
2.º compuesto poco soluble:		solubilidad		
Ion/compuesto soluble:	$\text{Cd}^{2+}$	Volumen		Concentración
2.º ion/compuesto soluble:	$\text{OH}^-$			$1,1 \text{ mg/dm}^3$
Soluto en la disolución que se añade:				

a) En RESULTADOS elija pH, debajo de «Para que precipite  $\text{Cd(OH)}_2$ ». Se muestra el pH necesario para iniciar la precipitación.

	$\text{Cd(OH)}_2(\text{s})$	$\rightleftharpoons$	$\text{Cd}^{2+}(\text{aq})$	+	$2 (\text{OH})^-(\text{aq})$	
	$K_s = 1,20 \cdot 10^{-14}$	=	s	.	$(2 \text{ s})^2$	= $4 \text{ s}^3$
Solubilidad	$\text{mol/dm}^3$			$\text{g/dm}^3$		pH
En agua	$1,44 \cdot 10^{-5}$		0,00211			9,46
En 1 L D( $\text{Cd}^{2+}$ )	$1,18 \cdot 10^{-5}$		0,00173			
Precipitación						
Para que precipite $\text{Cd(OH)}_2$						
	pH		pH =			9,54

b) En DATOS, elija la opción «pH» en la celda de color naranja a la derecha de todo de «2.º ion/compuesto soluble:», y escriba 12 en la celda de color blanco situada a su izquierda.

2.º ion/compuesto soluble:	$\text{OH}^-$			12	pH
----------------------------	---------------	--	--	----	----

En RESULTADOS elija «Concentración final de  $\text{Cd}^{2+}$ ». Se muestra el valor de la concentración de ion  $\text{Cd}^{2+}$  en la disolución cuando esté en equilibrio con el precipitado. Las unidades de concentración serán  $\text{mg/dm}^3$ , como las del dato.

Precipitación	Sí			
$[\text{Cd}^{2+}] \cdot [(\text{OH})^-]^2$	= $9,79 \cdot 10^{-6} \cdot (0,0100)^2$		$> K_s =$	$1,20 \cdot 10^{-14}$
Concentración final de $\text{Cd}^{2+}$	$[\text{Cd}^{2+}]_e =$	$1,20 \cdot 10^{-10} \text{ mol/L} =$		$1,35 \cdot 10^{-5} \text{ mg/dm}^3$

4. La cantidad máxima de sulfato de estroncio que se puede disolver en 250 mL de agua a 25 °C es de 26,0 mg.
- Calcula el valor de la constante del producto de solubilidad de la sal a 25 °C.
  - Indica si se formará un precipitado de sulfato de estroncio al mezclar volúmenes iguales de disoluciones de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de concentración 0,02 mol/dm<sup>3</sup> y de SrCl<sub>2</sub> de concentración 0,01 mol/dm<sup>3</sup>, considerando que ambas sales están totalmente disociadas. Supone los volúmenes aditivos.

(P.A.U. jun. 12)

**Rta.:** a)  $K_s = 3,21 \cdot 10^{-7}$ ; b) Sí.  $[(SO_4)^{2-}] \cdot [Sr^{2+}] = 0,0100 \cdot 5,00 \cdot 10^{-3} > K_s$ .

**Borre los datos.** Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema». **Escriba las fórmulas** de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde de la primera columna: SrSO\_4[←] a la derecha de «Compuesto poco soluble:», Na\_2[Esp][⊞]SO\_4[←] a la derecha de «Ion/compuesto soluble:» y SrCl\_2[←] a la derecha de «2.º ion/compuesto soluble:»

Elija la unidad en la celda de color naranja, a la derecha de todo de «Ion/compuesto soluble:».

Calcule la concentración y escriba en la celda situada a su izquierda.

También puede escribir una fórmula matemática para que la hoja haga el cálculo. Pulse en la celda y presione en las teclas [↵] y [9] para que aparezca el signo =. Siga escribiendo: 0,026/0,25.

La fórmula que está en la «Línea de entrada» será: =0,026/0,25 pero en la celda se verá el resultado: 0,104.

Si no le gusta el formato en el que se muestra el valor (por ejemplo 1,04E-01), pulse en la celda y presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato.

Elija la unidad (mol/dm<sup>3</sup>) en la celda de color naranja, a la derecha de todo de «Ion/compuesto soluble:». Escriba a su izquierda el valor (0,02) de la concentración. Haga lo mismo para el «2.º ion/compuesto soluble:».

Tiene que escribir el mismo valor del volumen, no importa cuál, en los dos compuestos solubles, para que la hoja asuma que es una mezcla (porque la concentración en la mezcla pasa a ser la mitad). Si no los escribe, la hoja supone que ambos solutos están en la misma disolución inicial y su concentración no varía.

Compuesto poco soluble:	SrSO <sub>4</sub>	solubilidad	0,104	g/dm <sup>3</sup>
2.º compuesto poco soluble:		solubilidad		
		Volumen	Concentración	
Ion/compuesto soluble:	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 L	0,02	mol/dm <sup>3</sup>
2.º ion/compuesto soluble:	SrCl <sub>2</sub>	1 L	0,01	mol/dm <sup>3</sup>
Soluto en la disolución que se añade:				

b) En RESULTADOS se muestra el valor de la constante del producto de solubilidad y también por qué se forma el precipitado.

	SrSO <sub>4</sub> (s)	⇌	Sr <sup>2+</sup> (aq)	+	(SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup> (aq)	
	$K_s = 3,21 \cdot 10^{-7}$	=	s	·	s	= s <sup>2</sup>
Solubilidad	mol/dm <sup>3</sup>				g/dm <sup>3</sup>	
En agua	$5,66 \cdot 10^{-4}$		0,104			
En 1 L D(Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	$1,60 \cdot 10^{-5}$		0,00294			
					¿V? ↑	
Precipitación	Sí					
[Sr <sup>2+</sup> ]·[(SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup> ]	= 0,0100·0,00500				> K <sub>s</sub> =	3,21·10 <sup>-7</sup>

5. Se tiene una disolución acuosa de cromato de potasio y de cloruro de sodio, a unas concentraciones de 0,1 mol/dm<sup>3</sup> y 0,05 mol/dm<sup>3</sup>, respectivamente. Se añade una disolución de nitrato de plata. Suponiendo que el volumen no varía:

- a) Determina, mediante los cálculos pertinentes, cuál de las dos sales de plata precipitará en primer lugar.
- b) Calcula la concentración del anión de la sal más insoluble al comenzar a precipitar la sal que precipita en segundo lugar.

Datos: Constantes del producto de solubilidad a 25 °C del cromato de plata y del cloruro de plata, respectivamente:  $2,0 \cdot 10^{-12}$  y  $1,70 \cdot 10^{-10}$  (P.A.U. jun. 00)

Rta.: a) AgCl; b)  $[Cl^-] = 3,8 \cdot 10^{-5}$  mol/dm<sup>3</sup>.

Escriba las fórmulas de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde de la primera columna. Seleccione con el ratón el valor del producto de solubilidad ( $2,0 \cdot 10^{-12}$ ) del enunciado y, en DATOS en la hoja de cálculo, pulse en la celda de color blanco a la derecha de «solubilidad» y presione a la vez las teclas ([Ctrl], [Alt], [↕] y [V]) para pegar el valor. En la celda de color naranja, situada a su derecha elija «K<sub>s</sub>». Haga lo mismo para el otro valor. O escriba los valores en formato científico «hoja de cálculo». Elija la unidad (mol/dm<sup>3</sup>) en la celda de color naranja, a la derecha de todo de «Ion/compuesto soluble:». Escriba a su izquierda el valor (0,1) de la concentración. Haga lo mismo para el 2.º compuesto soluble.

Compuesto poco soluble:	Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Producto de solubilidad	2,00E-12	K <sub>s</sub>
2.º compuesto poco soluble:	AgCl	Producto de solubilidad	1,70E-010	K <sub>s</sub>
		Volumen	Concentración	
Ion/compuesto soluble:	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>		0,1	mol/dm <sup>3</sup>
2.º ion/compuesto soluble:	NaCl		0,05	mol/dm <sup>3</sup>
Soluto en la disolución que se añade:	AgNO <sub>3</sub>			

En RESULTADOS se muestran cuál precipitará primero y la concentración del anión (Cl<sup>-</sup>) de la sal más insoluble al comenzar a precipitar la sal que precipita en segundo lugar (Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>).

Precipitación fraccionada	Para que precipite	Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	AgCl	
Precipita 1º AgCl	$[AgNO_3]_{min}$	$4,47 \cdot 10^{-6}$	$3,40 \cdot 10^{-9}$	mol/dm <sup>3</sup>
Al empezar a precipitar Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	$[Cl^-] =$	$3,80 \cdot 10^{-5}$		mol/dm <sup>3</sup>

### ◊ Reacciones redox

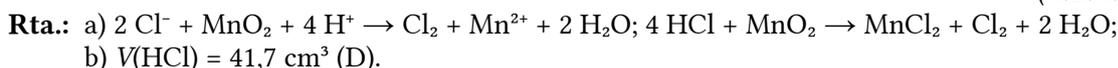
En la pestaña «Redox» se pueden resolver ejercicios de ajuste de reacciones de oxidación reducción y cálculos estequiométricos (cantidad, masa, volumen de gas o disolución, concentración o pH) de reactivos o productos.

[Escriba las fórmulas](#) de las sustancias o iones en las celdas de color blanco y borde verde debajo de «Reactivos» y «Productos». Escriba en las dos primeras celdas tanto de reactivos como de productos los que contienen los elementos que cambian o cambiaron de estado de oxidación. En caso de que se forme agua, debe escribirse en último lugar.

En DATOS, escriba o pegue ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elija](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha. Si no le gusta el formato en el que se muestra un valor (por ejemplo 1,00E-01), en una celda de color blanco y borde azul, pulse en la celda y presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (será 0,1). En RESULTADOS, se puede cambiar el número prefijado (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

- Por la acción del ácido HCl de riqueza 36 % en masa y densidad 1,19 g/cm<sup>3</sup>, el óxido de manganeso(IV) se transforma en cloruro de manganeso(II), obteniéndose además cloro gaseoso y agua.
  - Ajusta las ecuaciones iónica y molecular por el método del ion-electrón.
  - Calcula el volumen de HCl que será necesario para obtener 3 litros de cloro gaseoso a 25 °C y 1 atm de presión.

(A.B.A.U. extr. 23)



[Borre los datos.](#)

Reactivos →			Productos		
Calcular:					
necesarios	para reaccionar con				
Rendimiento		%			

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo ([Ctrl]+[C]).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

[Escriba las fórmulas](#) de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde debajo de «Reactivo» o «Producto», dejando el agua para el último lugar.

En DATOS, escriba o pegue ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elija](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha. Pulse en la celda de color naranja situada a la derecha de «Calcular», y elija la opción «volumen».

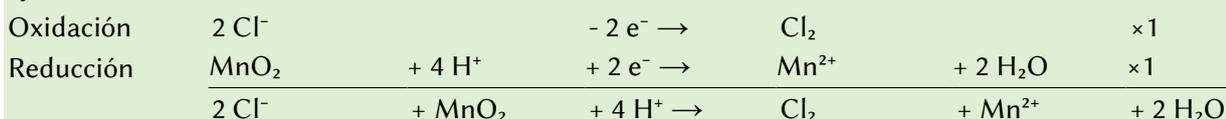
Vaya presionando la tecla [↵] (tabulador), para ir hacia delante, y pulsando en las celdas de color naranja para elegir las opciones de este ejercicio, y escribiendo los datos en las celdas de color blanco.

Escriba 3 debajo de «necesarios» y haga lo mismo con los datos del gas cloro.

Reactivos →			Productos		
HCl	MnO <sub>2</sub>		MnCl <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
Calcular:	volumen	disolución	HCl	[HCl] =	36 % masa
				Densidad	1,19 g/cm <sup>3</sup>
necesarios	para obtener				
	3 dm <sup>3</sup>	gas	Cl <sub>2</sub>	P =	1 atm
Rendimiento		%		T =	25 °C

En RESULTADOS se muestran las ecuaciones iónica y global ajustadas por el método del ion-electrón, y el volumen de HCl necesario.

ajuste ion-electrón



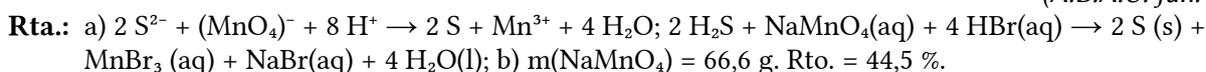
Ecuación ajustada:



$n(\text{Cl}_2) =$	$0,123 \text{ mol}$	$n(\text{HCl}) =$	$0,490 \text{ mol}$
		$V(\text{HCl}) =$	$41,7 \text{ cm}^3 \text{ (D)}$

2. Dada la siguiente reacción:  $\text{H}_2\text{S} + \text{NaMnO}_4 + \text{HBr} \rightarrow \text{S} + \text{NaBr} + \text{MnBr}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- a) Ajusta la ecuación iónica por el método ion-electrón y escriba la ecuación molecular completa.
- b) Calcula los gramos de  $\text{NaMnO}_4$  que reaccionarán con 32 g de  $\text{H}_2\text{S}$ . Si se obtuvieron 61,5 g de  $\text{MnBr}_3$  calcule el rendimiento de la reacción.

(A.B.A.U. jun. 21)



[Borre los datos](#). Copie ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [péguelo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

[Escriba las fórmulas](#) de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde debajo de «Reactivos» o «Productos», dejando el agua para el último lugar. Note que en el enunciado el  $\text{MnBr}_3$  está en el tercer lugar entre los productos, pero en la hoja tiene que escribirlo **en segundo lugar**, delante del NaBr.

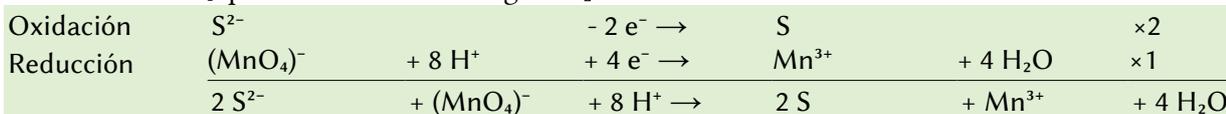
Presione la celda de color naranja situada a la derecha de «Calcular», y elija la opción «masa».

Presione la tecla [↵] (tabulador) dos veces, pulse para elegir a sustancia « $\text{NaMnO}_4$ ».

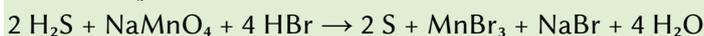
Escriba 32 debajo de «necesarios», presione la tecla [↵] (tabulador), pulse para elegir la unidad (g), presione la tecla [↵] dos veces, y pulse para elegir la sustancia ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

Reactivos →			Productos			
$\text{H}_2\text{S}$	$\text{NaMnO}_4$	$\text{HBr}$	$\text{S}$	$\text{MnBr}_3$	$\text{NaBr}$	$\text{H}_2\text{O}$
Calcular:	masa	$\text{NaMnO}_4$				
necesarios	para reaccionar con					
	32 g	$\text{H}_2\text{S}$				
Rendimiento		%				

En RESULTADOS se muestran las ecuaciones iónica y global ajustadas por el método del ion-electrón, y la masa de  $\text{NaMnO}_4$  que reaccionará con 32 g de  $\text{H}_2\text{S}$ .



Ecuación ajustada:



$n(\text{H}_2\text{S}) =$	$0,939 \text{ mol}$	$n(\text{NaMnO}_4) =$	$0,469 \text{ mol}$
		$m(\text{NaMnO}_4) =$	$66,6 \text{ g}$

- b) En DATOS, cambie  $\text{NaMnO}_4$  por  $\text{MnBr}_3$ , y «Rendimiento» por «Obtenido» y escriba el valor (61,5) de la masa obtenida.

Obtenido	61,5 g $\text{MnBr}_3$		
----------	------------------------	--	--

Calcular el rendimiento

En RESULTADOS se muestra el rendimiento de la reacción.

$n(\text{H}_2\text{S}) =$	$0,939 \text{ mol}$	$n(\text{MnBr}_3) =$	$0,469 \text{ mol}$	Rendimiento 44,6%
		$m(\text{MnBr}_3) \text{ máx.} =$	$138 \text{ g}$	

## ◇ Electrolisis

En la pestaña «Electrolisis» se pueden resolver ejercicios de cálculos en procesos de electrolisis:

- Cantidad, masa, volumen de gas o disolución de reactivos o productos.
- Intensidad de corriente, carga o tiempo del proceso.

Algunos de los problemas de electrolisis pueden resolverse en la pestaña «Esteq».

[Escriba la fórmula](#), del ion o de la sustancia, en la primera celda de color blanco y borde verde debajo de la magnitud a calcular. En el caso de los elementos, tiene que indicar la carga del ion en la siguiente celda.

En DATOS, escriba o pegue ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elija](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Si no le gusta el formato en el que se muestra un valor (por ejemplo 1,00E-01), en una celda de color blanco y borde azul, pulse en la celda y presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (será 0,1).

En RESULTADOS, se puede cambiar el número prefijado (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

- Se realiza la electrolisis de una disolución de cloruro de hierro(III) haciendo pasar una corriente de 10 amperios durante 3 horas. Calcula:
  - Los gramos de hierro depositados en el cátodo.
  - El tiempo que tendría que pasar la corriente para que en el ánodo se desprendan 20,5 L de  $\text{Cl}_2$  gas medidos a 25 °C de temperatura y 1 atm de presión.

(A.B.A.U. ord. 18)

**Rta.:** a)  $m = 20,8$  g Fe; b)  $t = 4,5$  h.

[Borre los datos.](#)

Calcular:	Masa	
Elemento, ion o sal:		
Carga del ion:	$z =$	
Carga		C

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo ([Ctrl]+[C]).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

[Escriba la fórmula](#) del ion ( $\text{Fe}^{3+}$ ) o de la sustancia ( $\text{FeCl}_3$ ) en la primera celda de color blanco y borde verde debajo de «Masa».

En DATOS, [elija](#) «Intensidad» en vez de «Carga», escriba su valor (10) y elija la unidad (A) en la celda de color naranja situada a su derecha.

Pulse en la celda de color naranja situada a la derecha de «Calcular», y elija la opción «Masa».

Vaya presionando la tecla [↵] (tabulador), para ir hacia delante, y pulsando sobre las celdas de color naranja, para elegir la unidad de tiempo (h) y escribiendo su valor (3) en las celdas de color blanco.

Calcular:	Masa	
Ion:	$\text{Fe}^{3+}$	
Intensidad	$I =$	10 A
Tiempo	$t =$	3 h

En RESULTADOS se muestran la reacción en el cátodo y la masa de hierro depositada.

Cátodo:	$\text{Fe}^{3+} + 3 e^- \rightarrow$	Fe	
Cantidad:	1,12	0,373	mol
Masa	$m =$	20,8 g Fe	

Para el apartado b) pulse en la celda de color naranja que contiene «Masa» y cambie a la opción «Tiempo».

Escriba debajo la fórmula ( $\text{Cl}_2$ ) del cloro y escriba la carga (-1) del ion de cloro en la disolución ( $\text{Cl}^-$ ).

Pulse en la celda que contiene «Intensidad» y cambie a la opción «Volumen de gas». Escriba los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y elija las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Calcular:		Tiempo	
Elemento:		Cl <sub>2</sub>	
Carga del ion:	$z =$	-1	
Volumen de gas	$V =$	20,5 L	
Presión	$p =$	1 atm	
Temperatura	$T =$	25 °C	
Intensidad	$I =$	10 A	

En RESULTADOS se muestran la reacción en el ánodo y el tiempo en segundos y en formato horas:minutos:segundos.

Ánodo:	$2 \text{Cl}^- - 2 \text{e}^- \rightarrow$	Cl <sub>2</sub>	
Cantidad:	1,68	0,838	mol
Tiempo	$t =$	$1,62 \cdot 10^4 \text{ s}$	04:29:29

Actualizado: 30/04/24

## Sumario

### PROBLEMAS DE QUÍMICA DE 2.º DE BACHILLERATO

Comienzo.....	1
Teclado y ratón.....	1
Datos.....	1
Fórmulas químicas.....	2
Como pegar el enunciado en la hoja de cálculo.....	2
Otros cálculos.....	3
Otros consejos.....	3
Tipos de problemas.....	4
Ejemplos.....	4
<b>Fórmula empírica y molecular.....</b>	<b>.5</b>
1. Determina:.....	5
2. La nicotina es un líquido completamente miscible en agua a temperaturas inferiores a 60 °C. Una disolución de 1,921 g de nicotina en 48,92 g de agua congela -0,450 °C. La nicotina contiene 74,03 % de C; 8,70 % de H y el resto es N. ¿Cuál es la fórmula molecular de la nicotina?.....	6
<b>Disoluciones.....</b>	<b>.7</b>
1. Indique el material, procedimiento detallado y cálculos correspondientes necesarios para preparar en el laboratorio 250 cm <sup>3</sup> de una disolución de cloruro de sodio de concentración 0,50 mol/dm <sup>3</sup> a partir del producto sólido puro.....	7
2. En una botella de ácido clorhídrico concentrado figuran los siguientes datos: 36% en masa de HCl y densidad 1,18 g/mL. Calcula:.....	7
3. Se tiene 1 L de una disolución de ácido sulfúrico del 98 % de riqueza y densidad 1,84 g/cm <sup>3</sup> . Calcula:..	8
4. Se mezclan 6,27 gramos de FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O con 85 gramos de agua. Determine la concentración de la disolución resultante en:.....	9
5. Se disuelven 22,5 g de hidróxido de sodio en 50,0 cm <sup>3</sup> de agua destilado a 4 °C. La densidad de la disolución es de 1 340 kg/m <sup>3</sup> . Calcula la composición de la solución en:.....	9
<b>Estequiometría: cálculos en reacciones químicas.....</b>	<b>.10</b>
1. Para determinar la concentración de una disolución de FeSO <sub>4</sub> se realiza una valoración redox en la que 18,0 cm <sup>3</sup> de disolución de KMnO <sub>4</sub> de concentración 0,020 mol/dm <sup>3</sup> reaccionan con 20,0 cm <sup>3</sup> de la disolución de FeSO <sub>4</sub> . La reacción que tiene lugar es:.....	10
2. Calcula:.....	11
3. Una muestra comercial e impura de 0,712 g de carburo de calcio (CaC <sub>2</sub> ) reacciona con exceso de agua produciendo etino e hidróxido de calcio. Si el volumen de etino (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ) recogido a 25 °C y 0,98 atm (99,3 kPa) fue de 0,25 L:.....	12
4. Se disuelven 3,0 g de SrCl <sub>2</sub> en 25 cm <sup>3</sup> de agua y 4,0 g de Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> en otros 25 cm <sup>3</sup> de agua. A continuación, se mezclan las dos disoluciones, llevándose a cabo a formación de un precipitado del que se obtienen 1,55 g.....	13
5. Se realiza el electrolisis de una disolución de cloruro de hierro(III) haciendo pasar una corriente de 10 amperios durante 3 horas. Calcula:.....	14
<b>Ley de Hess.....</b>	<b>.15</b>
1. A partir de las entalpías de combustión y aplicando a Ley de Hess, calcula:.....	15
2. Considere que la gasolina está compuesta por octano (C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> ) y que en el bioetanol el compuesto principal es el etanol (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH).....	16
<b>Calorimetría.....</b>	<b>.18</b>
1. Calcula el valor de la entalpía de neutralización de 100 cm <sup>3</sup> de disolución de HCl de concentración 2,0 mol/dm <sup>3</sup> con 100 cm <sup>3</sup> de disolución de NaOH de concentración 2,0 mol/dm <sup>3</sup> , expresado en kJ/mol, si el incremento de temperatura que se produce es de 12 °C.....	18
<b>Equilibrio en fase gas.....</b>	<b>.19</b>
1. Para la reacción CO(g) + H <sub>2</sub> O(g) ⇌ CO <sub>2</sub> (g) + H <sub>2</sub> (g), el valor de K <sub>c</sub> = 5 a 530 °C. Si reaccionan 2,0 moles de CO(g) con 2,0 moles de H <sub>2</sub> O(g) en un reactor de 2 L:.....	19
2. En un recipiente cerrado se introducen 2,0 moles de CH <sub>4</sub> y 1,0 mol de H <sub>2</sub> S a la temperatura de 727 °C, estableciéndose el siguiente equilibrio: CH <sub>4</sub> (g) + 2 H <sub>2</sub> S(g) ⇌ CS <sub>2</sub> (g) + 4 H <sub>2</sub> (g). Una vez alcanzado el equilibrio, la presión parcial del H <sub>2</sub> es 0,20 atm y la presión total es de 0,85 atm. Calcula:.....	20

3. En un recipiente de 250 mL se introducen 0,45 gramos de $N_2O_4(g)$ y se calienta hasta $40\text{ }^\circ\text{C}$ , disociándose el $N_2O_4(g)$ en un 42 %. Calcula:.....	20
4. Al calentar $HgO(s)$ en un recipiente cerrado en el que se hizo el vacío, se disocia según la reacción: $2 HgO(s) \rightleftharpoons 2 Hg(g) + O_2(g)$ . Cuando se alcanza el equilibrio a $380\text{ }^\circ\text{C}$ , la presión total en el recipiente es de 0,185 atm. Calcula:.....	22
5. Considera el siguiente proceso en equilibrio a $686\text{ }^\circ\text{C}$ : $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$ . Las concentraciones en equilibrio de las especies son: $[CO_2] = 0,086\text{ mol/dm}^3$ ; $[H_2] = 0,045\text{ mol/dm}^3$ ; $[CO] = 0,050\text{ mol/dm}^3$ y $[H_2O] = 0,040\text{ mol/dm}^3$ .....	23
<b>Equilibrio ácido-base.....</b>	<b>24</b>
1. Una disolución de amoníaco de concentración $0,03\text{ mol/dm}^3$ está disociada en un 2,42 %. Calcula:...	24
2. Se disuelven 46 g de ácido metanoico, $HCOOH$ , en $10\text{ dm}^3$ de agua, obteniendo una disolución de pH igual a 2,52.....	25
3. $1,12\text{ dm}^3$ de $HCN$ gas, medidos a $0\text{ }^\circ\text{C}$ y 1 atm, se disuelven en agua obteniéndose $2\text{ dm}^3$ de disolución. Calcula:.....	26
4. Para una disolución acuosa de concentración $0,200\text{ mol/dm}^3$ de ácido láctico (ácido 2-hidroxipropáico), calcula:.....	27
<b>Equilibrio de solubilidad.....</b>	<b>28</b>
1. La solubilidad del hidróxido de manganeso(II) en agua es de 1,96 mg/L. Calcula:.....	28
2. El producto de solubilidad, a $20\text{ }^\circ\text{C}$ , del sulfato de bario es $8,7 \cdot 10^{-11}$ . Calcula:.....	29
3. Se disponen de una disolución que contiene una concentración de $Cd^{2+}$ de $1,1\text{ mg/dm}^3$ . Se quiere eliminar parte del $Cd^{2+}$ precipitándolo con un hidróxido, en forma de $Cd(OH)_2$ . Calcula:.....	30
4. La cantidad máxima de sulfato de estroncio que se puede disolver en 250 mL de agua a $25\text{ }^\circ\text{C}$ es de 26,0 mg.....	31
5. Se tiene una disolución acuosa de cromato de potasio y de cloruro de sodio, a unas concentraciones de $0,1\text{ mol/dm}^3$ y $0,05\text{ mol/dm}^3$ , respectivamente. Se añade una disolución de nitrato de plata. Suponiendo que el volumen no varía:.....	32
<b>Reacciones redox.....</b>	<b>33</b>
1. Por la acción del ácido $HCl$ de riqueza 36 % en masa y densidad $1,19\text{ g/cm}^3$ , el óxido de manganeso(IV) se transforma en cloruro de manganeso(II), obteniéndose además cloro gaseoso y agua. ....	33
2. Dada la siguiente reacción: $H_2S + NaMnO_4 + HBr \rightarrow S + NaBr + MnBr_2 + H_2O$ .....	34
<b>Electrolisis.....</b>	<b>35</b>
1. Se realiza la electrolisis de una disolución de cloruro de hierro(III) haciendo pasar una corriente de 10 amperios durante 3 horas. Calcula:.....	35