

## PROBLEMAS DE QUÍMICA DE 2.º DE BACHILLERATO

Ejemplo de uso de la hoja de cálculo: «[QuimicaBachEs.ods](#)»

### ● Comienzo

Al abrir la hoja de cálculo, se mostrará una alerta de seguridad. Pulsar el botón **Activar macros**.

Para ir al índice, elegir una de estas opciones:

- Pulsar en la pestaña **Índice**, situada en la parte inferior.
- Presionar la tecla [Ctrl] mientras se pulsa en la celda **Índice** situada en la parte superior derecha.

Para ver la ayuda, elegir una de estas opciones:

- Pulsar en la pestaña **Ayuda** situada en la parte inferior.
- Presionar la tecla [Ctrl] mientras se pulsa en la celda **Ayuda** situada en la parte superior derecha.

### ● Teclado y ratón

#### Teclas

Aceptar	[↵] ([Intro] o [Enter] o [Entrar])
Borrar a la derecha	[Supr] (o [Del] o [Delete])
Borrar a la izquierda	[⌫] ([←] o [Backspace])
Espaciador	[Esp]
Flecha abajo	[↓]
Mayúscula	[⇧] o ([Shift] o [Mayús])
Tabulador	[⇥] (o [Tab] o [tabulador])

#### Abreviatura

[↵]
[Supr]
[⌫]
[Esp]
[↓]
[⇧]
[⇥]

#### Teclas simples

Aceptar	[↵]	[↵]
Celda siguiente	[⇥]	[⇥]

#### Combinación de teclas

Ir al principio de la página
Celda anterior
Deshacer acción anterior
Copiar
Pegar (Desaconsejado)
Pegar sin formato (menú)
Pegar sin formato (rápido)
Punto multiplicación
Subíndice
Superíndice
Ver opciones
Limpiar formato

#### Presionar a la vez las teclas:

[Ctrl] e [Inicio]
[⇧] y [⇥]
[Ctrl] y [Z]
[Ctrl] y [C]
[Ctrl] y [V]
[Ctrl], [⇧] y [V]
[Ctrl], [Alt], [⇧] y [V]
[⇧] y [3]
[⇧] y [ ], {número o signo} y { [⇥] o [↵] }
[⇧] y [^], {número o signo} y { [Esp], [⇥] o [↵] }
[Alt] y [↓]
[Ctrl] y [M]

#### Abreviatura

([Ctrl]+[Z])
([Ctrl]+[C])
([Ctrl]+[V])
([Ctrl]+[Alt]+[V])
([Ctrl]+[Alt]+[⇧]+[V])
([⇧]+[3])
([ ]+n.º+[↵])
([⇧]+[^]+n.º+[↵])
([Alt]+[↓])
([Ctrl]+[M])

#### Ratón

Seleccionar	Pulsar dos veces (doble clic)
-------------	-------------------------------

#### Teclado y ratón

Seguir enlace (en hoja cálculo) [Ctrl] y pulsar en el enlace, o hacer doble clic en el enlace.


### ● Datos

Para borrar los datos, elegir una de estas opciones:

- **Datos, instrucciones y enunciado:**
  1. Pulsar en el menú: Editar → Seleccionar → Seleccionar celdas desprotegidas
  2. Presionar la tecla [Supr].
- **Todos los datos:**
  1. Pulsar en cualquier celda de datos:
  2. Pulsar en el botón **Borrar datos**.

3. En el diálogo «¿Borrar los datos de esta hoja?», pulsar el botón **Aceptar**.
- **Solo algunos datos.**
  1. Seleccionar con el ratón un área en la que se encuentren los datos que se desean borrar.
  2. Pulsar en el botón **Borrar datos**.
  3. En el diálogo «¿Borrar los datos en el intervalo seleccionado?», pulsar el botón **Aceptar**.

Para elegir una opción seguir estos pasos:

1. Pulsar en la celda:  .
2. Pulsar en la flecha , para ver la lista desplegable.
3. Desplazarse por la lista y elegir una opción.

Para anotar una cantidad:

Pulsar en la celda:  , y escribir en ella la cantidad.

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

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

- Escribir el número en formato científico 0,0E-0 de la hoja de cálculo.
- Escribir el número en formato habitual 0,0·10<sup>-0</sup>.
- Seleccionar el valor en otro documento, copiarlo ([Ctrl]+[C]) y pegarlo ([Ctrl]+[Alt]+[↵]+[V]).

Ejemplos de escritura en formato científico:

	Escribir:	En la celda aparecerá:
Hoja de cálculo:	3E-9	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">3,00E-09</span>
Formato habitual:	3,00[↵]310[↵][^]-[Esp][⌫][↵][^]9[←]	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">3,00·10<sup>-9</sup></span>

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

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

1. Seleccionarlo: pulsar al principio del número y arrastrar el ratón hasta el final o doble clic
2. Copiarlo: menú: Editar → Copiar o [Ctrl]+[C]
3. Pulsar en la celda:  .
4. Pegarlo: menú: Editar → Pegado especial → Pegar texto sin formato o [Ctrl]+[Alt]+[↵]+[V]

## ● Cifras significativas y formato numérico

En el botón **Cifras significativas** se puede ajustar el formato numérico de los resultados:

Número (1 a 6) de cifras significativas.

Número umbral (1 a 6) de dígitos para notación decimal.

- decimal Si |Número|<1 y la 1.ª posición decimal es menor o igual que umbral  
o si |Número|>1 y el n.º/n.º de cifras de la parte entera es menor o igual que umbral.
- científica En el resto de los casos.

Símbolo de multiplicar (· o ×) antes de 10<sup>n</sup> en la notación científica.

Esta elección afecta a todas las pestañas.

Los resultados que aparecen en este documento corresponden, en su mayoría, a una elección de 3 cifras significativas.

## ● Fórmulas químicas

Cuando haya que escribir una fórmula química, puede hacerse sin subíndices ni superíndices.

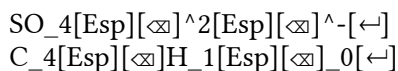
Pero se pueden escribir fórmulas químicas en las celdas de color blanco y borde verde, indicando los subíndices con «\_» y los superíndices con «^». Se tiene que escribir el símbolo [\_] o [^] antes de cada carácter.

Si se 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. Escribir: SO\_4
2. Pulsar el espaciador. (y la fórmula cambia a SO<sub>4</sub>).
3. Borrar el espacio.
4. Siga escribiendo: ^2
5. Pulsar el espaciador. (y la fórmula cambia a SO<sub>4</sub><sup>2</sup>).
6. Siga escribiendo: ^-
7. Pulsar la tecla [↵] (o [↵]).



### ● Cómo 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. Pulsar en la celda situada debajo de la etiqueta «Problema» de la hoja de cálculo.
2. Presionar la tecla [Esp] (espaciador).
3. Pegarlo, presionando a la vez las teclas [Ctrl], [Alt], [⇧] y [V].

En el caso que desapareciese el formato de la celda donde va el enunciado, copiar cualquier otro enunciado de la hoja de cálculo y pegarlo 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 en la celda A3 se haga la suma entre los números que hay en las celdas A1 y B1:

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

La celda mostrará ahora el resultado de la fórmula.

Se pueden usar una variedad de funciones matemáticas para las fórmulas, como SUM para sumar o RAIZ para calcular la raíz cuadrada. Consultar 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  $6,67 \cdot 10^{-11}$ , se 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:

$=\text{RAIZ}(\text{AVALOR}(J8)*J2/(J3+J6))$

	H	I	I	K
2	Masa	$M =$	$5,97\text{E}+24$	kg
3	Radio	$R =$	$6,37\text{E}+06$	m
4				
5	Masa	$m =$		kg
6	Altura	$h =$	693 000	m
7				
8	Constante de la gravitación	$G =$	$6,67 \cdot 10^{-11}$	$\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$

La celda donde se escribió la fórmula, por ejemplo H22, presentaría el resultado: 7508,53966 609 457. Para obtener un aspecto más legible, se podría emplear la función NUMFORMA. Si en otra celda, por ejemplo J22, se escribe la función  $=\text{NUMFORMA}(H22)$  lo que se 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, hacer doble clic en el enlace [funciones](#) de la hoja de cálculo.

### ● Otros consejos

Hacer una copia de seguridad de la hoja de cálculo.


No pegar ([Ctrl]+[V]) **nunca** en una celda de color naranja.

En vez de eso, pegar sin formato:

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

Si se acaba de pegar en una celda, probar a deshacerlo pulsando a la vez las teclas [Ctrl] y [Z].

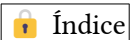
Si eso no va, recuperar desde la copia de seguridad o descargarla de nuevo.

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

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

Pulsar en la celda que cambió de aspecto y presionar a la vez las teclas [Ctrl], [Alt] y [V], y, en Preconfiguraciones, pulsar en «Formatos solo»

## ● Tipos de problemas

En la página , aparecen los enlaces a las hojas con los tipos de problemas que puede resolver.

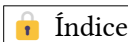
Para ir a alguno de ellos, mantenga pulsada la tecla [Ctrl] mientras hace clic con el ratón en el [Tema](#) que contiene el tipo de problemas deseado, o haga clic con el ratón en la pestaña inferior correspondiente.

El nombre de la pestaña de cada tipo de problemas está en la columna de **Pestaña** en la página .

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 , aparecen los enlaces a las hojas que contienen copias de los datos de los problemas de los tipos que puede resolver. Si se quieren consultar, mantener pulsada la tecla [Ctrl] mientras se pulsa en el enlace [Tema](#) que contiene el tipo de problemas deseado, o pulsar en la pestaña inferior correspondiente.

Las hojas con ejemplos comienzan por la letra D, desde  hasta .

### ♦ 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 el formato de un valor en una celda de color blanco y borde azul es extraño (por ejemplo 1,00E-01), pulsar en la celda y presionar a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (se verá 0,1).

En RESULTADOS se muestran: la masa de 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.

#### 1. Determina:

- La fórmula empírica.
- 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)  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

[Borrar los datos.](#)

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

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

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

En DATOS, escribir o pegar sin formato ([Ctrl]+[Alt]+[⇧]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y escribir (o [elegir](#)) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

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

Presionar la tecla [↵] para ir a la celda situada debajo de la etiqueta «Elem.». Escribir los símbolos de los elementos C [↓] H [←] O [←]. En la columna siguiente escribir los valores de las masas de los compuestos. En la tercera columna, [escribir las fórmulas químicas](#) de los compuestos obtenidos en la combustión. En la última celda de la columna «Masa», escribir el valor (5) de la masa de la muestra.

Pulsar en la celda de color naranja debajo de la etiqueta «↓ clic» y elegir la opción «Volumen». En las celdas de color blanco debajo de «Gas», escribir los valores de las magnitudes, y escribir (o elegir) 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>

[Borrar los datos](#). Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [pegarlo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

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

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

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

Pulsar en la celda de color naranja debajo de la etiqueta «↓ clic» y elegir la opción «Δt». Escribir los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco debajo de «Disolución», y escribir (o elegir) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

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

Análisis elemental				
Elem.	Porcentaje	Compuesto		Cálculo de la masa molar
C	74,03 %			Disolución
H	8,7 %		Δt	0,45 °C
N			Constante	1,86 K·kg/mol
			m disolvente	48,92 g
			m soluto	1,921 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 el formato de un valor en una celda de color blanco y borde azul es extraño (por ejemplo 1,00E-01), pulsar en la celda y presionar a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (se verá 0,1).

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

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  $0,50 \text{ mol/dm}^3$  a partir del producto sólido puro.

(P.A.U. jun. 09)

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

[Borrar 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, seleccionarlo en la página de origen y copiarlo ([Ctrl]+[C]).

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

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

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

			Volumen	$\text{mol/dm}^3$	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	Porcentaje	Conc. masa	Concentración	Molalidad	Fracc. molar
	g	g/100 g (D)	$\text{g/dm}^3(\text{D})$	$\text{mol/dm}^3(\text{D})$	$\text{mol/kg(d)}$	$\text{mol/mol(D)}$
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  $1,18 \text{ g/mL}$ . Calcula:
  - a) La concentración y el volumen de este ácido concentrado que se necesita para preparar un litro de la disolución de concentración  $2 \text{ mol/dm}^3$ .

(P.A.U. jun. 16)

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

[Borrar los datos.](#) Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [pegarlo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

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

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

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

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



Solutos (s)	Disolución	Volumen	Concentración	Densidad
		L	% masa soluto	g/mL
HCl	original (D <sub>1</sub> )		36	1,18
Disolvente (d)		L	mol/dm <sup>3</sup>	
H <sub>2</sub> O	diluida (D <sub>2</sub> )	1	2	

En RESULTADOS se muestran: la concentración (11,7), debajo de «Concentración mol/dm<sup>3</sup>(D)», y el volumen que se necesita (172 cm<sup>3</sup>), debajo de «D<sub>1</sub> necesario para preparar D<sub>2</sub>»

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

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:
- La concentración molar.
  - La molalidad.
  - El volumen de esa disolución de ácido sulfúrico necesario para preparar 100 cm<sup>3</sup> de otra disolución del 20 % y densidad 1,14 g/cm<sup>3</sup>.

(P.A.U. jun. 01)

**Rta.:** a) [H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] = 18,4 mol/dm<sup>3</sup>; b)  $m = 5 \cdot 10^2$  mol/kg d; c)  $V = 12,6$  cm<sup>3</sup>

[Borrar los datos](#). Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [pegarlo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

Escribir la fórmula del ácido sulfúrico en la celda de color blanco y borde verde situada debajo de «Solutos (s)». [Elegir](#) (o escribir) las unidades (L, % masa soluto y g/cm<sup>3</sup>) en las celdas de color naranja situada a la derecha de «Disolución» y escribir 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. Elegir la unidad (cm<sup>3</sup>) de volumen de la disolución diluida y escribir los valores (100, 20 y 1,14) de las magnitudes en las celdas correspondientes.

Solutos (s)	Disolución	Volumen	Concentración	Densidad
		L	% masa soluto	g/cm <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	original (D <sub>1</sub> )	1	98	1,84
Disolvente (d)		cm <sup>3</sup>		
H <sub>2</sub> O	diluida (D <sub>2</sub> )	100	20	1,14

La concentración (18,4) se muestra debajo de «Concentración mol/dm<sup>3</sup>(D)» en RESULTADOS, y la molalidad (500) a su derecha, y el volumen que se necesita (12,6 cm<sup>3</sup>) debajo de «D<sub>1</sub> necesario para preparar D<sub>2</sub>»

	Masa g	Porcentaje g/100 g (D)	Conc. masa g/dm <sup>3</sup> (D)	Concentración mol/dm <sup>3</sup> (D)	Molalidad mol/kg(d)	Fracc. molar
D <sub>1</sub> s: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,80·10 <sup>3</sup>	98,0 %	1,80·10 <sup>3</sup>	18,4	500	0,900
d: H <sub>2</sub> O	36,8					0,1000
Disolución (D <sub>1</sub> )	1,84·10 <sup>3</sup>					
D <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> )	114					
			Disolución (D <sub>2</sub> )	D <sub>1</sub> necesario para preparar D <sub>2</sub>		
Volumen			100 cm <sup>3</sup>	12,6 cm <sup>3</sup>		



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)  $x(\text{FeSO}_4) = 0,0046$ ;  $x(\text{H}_2\text{O}) = 0,995$

**Borrar los datos.** Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **pegarlo** en la celda situada debajo de «Problema». Escribir la fórmula del hidrato en la celda de color blanco y borde verde situada debajo de «Solute (s)». **Elegir** (o escribir) la unidad (g) en la celda de color naranja situada a la derecha de «Solute (s)» y escribir 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
Solute (s)	g				
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	6,27	original ( $D_1$ )			
Disolvente (d)					
$\text{H}_2\text{O}$	85	diluida ( $D_2$ )			

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.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

**Borrar los datos.** Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **pegarlo** en la celda situada debajo de «Problema». Escribir la fórmula del hidróxido de sodio en la celda de color blanco y borde verde situada debajo de «Solute (s)». **Elegir** (o escribir) la unidad (g) en la celda de color naranja situada a la derecha de «Solute (s)» y escribir el valor (22,5) de la masa en la celda debajo de ella. Debajo, escribir (o elegir) la unidad (cm<sup>3</sup>) y escribir debajo su valor (50). A su derecha elegir la unidad (g/cm<sup>3</sup>) de densidad y escribir 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 ( $D_1$ )» escribir el valor de la densidad (1340) y elegir su unidad (kg/m<sup>3</sup>) en la celda de color naranja encima de ella.

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

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: NaOH	22,5	31,0 %	416	10,4	11,3	0,169
d: $\text{H}_2\text{O}$	50,0					0,831

### ◊ Estequiometría: cálculos en reacciones químicas

En la pestaña «Esteq» se pueden resolver ejercicios de reacciones químicas para calcular:

- Cantidad, masa, volumen de gas o disolución, concentración o pH de reactivos o productos.
- Riqueza de un reactivo.
- Rendimiento de la reacción.
- Intensidad de corriente, tiempo, masa depositada o volumen de gas desprendido en electrolisis.

También en el caso de reactivo limitante.

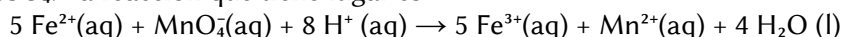
Las reacciones deben escribirse ajustadas. No es necesario escribir los coeficientes cuando son 1.

Mientras la reacción no esté completa ni ajustada o, en el caso de que alguno los compuestos no estén bien formulado, verá un mensaje «**Incorrecto!**» a la derecha de la reacción, y otro mensaje «**A reacción no está ajustada**» en la zona de RESULTADOS. Los resultados numéricos no serán correctos hasta que la reacción no esté escrita correctamente y bien ajustada.

[Escribir 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 el formato de un valor en una celda de color blanco y borde azul es extraño (por ejemplo 1,00E-01), pulsar en la celda y presionar a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (se verá 0,1).

1. Para determinar la concentración de una disolución de  $\text{FeSO}_4$  se realiza una valoración redox en la que  $18,0 \text{ cm}^3$  de disolución de  $\text{KMnO}_4$  de concentración  $0,020 \text{ mol/dm}^3$  reaccionan con  $20,0 \text{ cm}^3$  de la disolución de  $\text{FeSO}_4$ . La reacción que tiene lugar es:



- a) Calcula la concentración de la disolución de  $\text{FeSO}_4$ .
- b) Nombra el material necesario y describe el procedimiento experimental para realizar la valoración.

(A.B.A.U. extr. 18)

**Rta.:**  $[\text{FeSO}_4] = 0,090 \text{ mol/dm}^3$ .

[Borrar los datos.](#)

Reactivos				Productos			
Calcular:	a)						
	b)						
	c)						
que se precisa	para reaccionar con						
→							

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

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

Escribir los iones y los coeficientes en las celdas de color blanco debajo de «Reactivos» y «Productos».

En la celda de color naranja situada a la derecha de «Calcular: a)», [elegir](#) la opción «concentración», presionar la tecla [ $\leftarrow$ ] y elegir «disolución», volver a presionar la tecla [ $\leftarrow$ ] y elegir « $\text{Fe}^{2+}$ ». En la celda a la derecha de «V=», escribir el valor del volumen (20), presionar la tecla [ $\leftarrow$ ] y escribir (o elegir) la unidad « $\text{cm}^3$ ».

Escribir el valor del volumen (18) de la disolución de  $\text{KMnO}_4$  en la celda de color blanco situada debajo de «que se precisa», presionar el tabulador y escribir (o elegir) la unidad ( $\text{cm}^3$ ), presionarlo otra vez y elegir «disolución», volver a presionar la tecla [ $\leftarrow$ ] y elegir « $\text{Fe}^{2+}$ ». Presionar otra vez para llegar a la celda situada a la derecha de « $[\text{MnO}_4^-]$ », y escribir en ella el valor de la su concentración (0,02). Presionar la tecla [ $\leftarrow$ ] y elegir la unidad « $\text{mol/dm}^3$ ».

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		



3. Una muestra comercial e impura de 0,712 g de carburo de calcio ( $\text{CaC}_2$ ) reacciona con exceso de agua produciendo etino e hidróxido de calcio. Si el volumen de etino ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) 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)  $r = 90 \%$

**Borrar los datos.** Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **pegarlo** en la celda situada debajo de «Problema».

**Escribir 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.

Para el apartado a), **elegir** la opción «masa» en la celda de color naranja situada a la derecha de «Calcular a)» y « $\text{Ca(OH)}_2$ » para la sustancia.

Escribir el dato (0,25) en la celda de color blanco situada debajo de «que se obtiene». Presionar el tabulador [↵], elegir la opción « $\text{dm}^3$ » (o escribir dm3), presionar [↵] y escribir (o elegir) «gas», presionar [↵] y elegir « $\text{C}_2\text{H}_2$ », presionar [↵] y escribir el valor de la presión (99,3), presionar [↵] y escribir (o elegir) kPa, presionar [↵] y escribir 25, presionar [↵] y escribir (o elegir) °C [↵].

Para el apartado b), elegir la opción «riqueza» en la celda de color naranja situada a la derecha de «b)», presionar la tecla [↵] (tabulador), y elegir la opción «mezcla», presionar [↵] y elegir la sustancia ( $\text{CaC}_2$ ), presionar [↵] y escribir (0,712), presionar [↵] y escribir (o elegir) 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>			
	b)	riqueza	mezcla	CaC <sub>2</sub>	$m =$	0,712 g	
	c)						
que se obtiene	al obtener						
0,25	dm <sup>3</sup>	gas	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	$p =$	99,3 kPa	$T =$	25 °C

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

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

4. Se hacen reaccionar 5 mol de aluminio metal con cloruro de hidrógeno en exceso para dar tricloruro de aluminio e hidrógeno(g).
- ¿Qué volumen de hidrógeno medido en condiciones normales se obtendrá?
  - Si todo el hidrógeno se hace pasar sobre una cantidad en exceso de monóxido de cobre, produciéndose cobre metal y agua, ¿qué cantidad de cobre metal se obtiene si el rendimiento de la reacción es del 60 %?

(P.A.U. Set. 97)

**Rta.:** a)  $V = 168 \text{ dm}^3$  de  $\text{H}_2$  c.n. b)  $n = 4,5 \text{ mol Cu}$

**Borrar los datos.** Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **pegarlo** en la celda situada debajo de «Problema».

**Escribir 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.

Para el apartado a), **elegir** la opción «volumen» en la celda de color naranja situada a la derecha de «Calcular a)», presionar la tecla [↵] (tabulador), y escribir (o elegir) «gas», presionar [↵] y elegir H<sub>2</sub>, presionar [↵] y escribir 1, presionar [↵] y escribir (o elegir) atm, presionar [↵] y escribir 0, presionar [↵] y escribir (o elegir) °C[←].

Escribir el dato (5) en la celda de color blanco situada debajo de «que se obtiene». Presionar el tabulador [↵], y elegir (o escribir) mol, presionar [↵] dos veces, y escribir (o elegir) Al[←].

Reactivos				Productos			
2	Al	6	HCl	2	AlCl <sub>3</sub>	3	H <sub>2</sub>
Calcular:		a)	volumen	gas	H <sub>2</sub>	p = 1 atm	
		b)				T = 0 °C	
		c)					
que se obtiene		al reaccionar					
5		mol		Al			
con							

Anotar el resultado (168):

a) V = 168 dm<sup>3</sup> (g) H<sub>2</sub>

b) Para el apartado b), pulsar el botón **Borrar datos** y clic en **Aceptar**.

Escribir la reacción ajustada.

Pulsar en la celda de color naranja situada a la derecha de a), elegir la opción «cantidad», presionar la tecla [↵] (tabulador) dos veces, escribir Cu, y presionar la tecla [←].

Pulsar en la celda de color blanco situada debajo de «que se obtiene», escribir 168, presionar la tecla [↵] y escribir (o elegir) «gas», presionar [↵] y escribir H<sub>2</sub> (o elegir H<sub>2</sub>), presionar [↵] y escribir 1, presionar [↵] y escribir (o elegir) atm. Volver a presionar [↵] y escribir 0, presionar [↵] y escribir °C.

Pulsar en la celda de color blanco situada a la derecha de «Rendimiento» y escribir 60.

	H <sub>2</sub>		CuO		Cu		H <sub>2</sub> O
Calcular:		a)	cantidad		Cu		
		b)					
		c)					
que se obtiene		al reaccionar					
168		dm <sup>3</sup>	gas	H <sub>2</sub>	p = 1 atm		
con					T = 0 °C		
				Rendimiento	60 %		

RESULTADOS:

Rendimiento 60 %

a)

n =

4,50 mol Cu



6. 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)  $m = 20,8 \text{ g Fe}$ ; b)  $t = 4,5 \text{ h}$ .

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

[Borrar los datos](#). Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [pegarlo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

[Escribir 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.

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

Para el apartado a) [elegir](#) la opción «masa» en la celda de color naranja situada a la derecha de «Calcular a)» y «Fe» para la sustancia. Escribir (10) en la celda de color blanco situada debajo de «que se obtiene», presionar la tecla [↵] (tabulador) y escribir (o elegir) la unidad (A). Pulsar en la celda de color blanco situada a la derecha de «durante» y escribir (3), presionar [↵] y escribir (o elegir) la unidad (h).

Reactivos				Productos			
2	$\text{FeCl}_3$			3	$\text{Cl}_2$	2	Fe
Calcular: a) <input type="text" value="masa"/> <input type="text" value="Fe"/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>							
b) <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>							
c) <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>							
que se obtiene		al pasar		durante			
<input type="text" value="10"/>		<input type="text" value="A"/>		<input type="text" value="3"/>		<input type="text" value="h"/>	

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

2 $\text{FeCl}_3$	→	3 $\text{Cl}_2$	+	2 Fe
mol 0,373		0,560		0,373
		a)	m =	20,8 g Fe

b) En DATOS, [elegir](#) la opción «tiempo» en la celda de color naranja situada a la derecha de «Calcular a)». Borrar la opción «Fe», presionar la tecla [↵] (tabulador) y escribir el valor de la intensidad (10), presionar [↵] y escribir (o elegir) la unidad (A).

Pulsar en la celda de color blanco situada debajo de «que se precisa», escribir 20,5, presionar [↵] y escribir (o elegir) la unidad ( $\text{dm}^3$ ), presionar [↵] y escribir (o elegir) «gas», presionar [↵] y elegir « $\text{Cl}_2$ », presionar [↵] y escribir 1, presionar [↵] y escribir (o elegir) la unidad (atm), presionar [↵] y escribir 25, presionar [↵] y escribir (o elegir) la unidad (°C). Presionar [↵].

Calcular: a) <input type="text" value="tiempo"/>				$I =$ <input type="text" value="10"/> <input type="text" value="A"/>			
b) <input type="text" value=""/>				<input type="text" value=""/>			
c) <input type="text" value=""/>				<input type="text" value=""/>			
que se precisa		para obtener		$p =$ <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="atm"/>		$T =$ <input type="text" value="25"/> <input type="text" value="°C"/>	
<input type="text" value="20,5"/>		<input type="text" value="dm³"/>		<input type="text" value="gas"/>		<input type="text" value="Cl₂"/>	

En RESULTADOS se muestra el tiempo.

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

Si se 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)  $t = 04:30:00 \text{ h:m:s}$



### ♦ Ley de Hess

En la pestaña «Hess» se pueden resolver ejercicios de termoquímica. Se puede calcular:

- La entalpía de una reacción química, habitualmente de sustancias orgánicas, a partir de los datos de formación o de combustión.
- El calor a presión constante y a volumen constante para una masa o volumen de una de las sustancias que se muestran en la reacción.
- Cantidades, masas o volúmenes de gases que reaccionan o se producen.

Escribir las fórmulas de las sustancias en las celdas más anchas de color blanco y borde verde, empezando por la izquierda **sin dejar huecos en las celdas anchas**. Escribir los coeficientes para ajustar la reacción en las celdas más estrechas de color blanco y borde azul. Elegir la flecha «→», para separar reactivos de productos, en una de las celdas de color naranja situadas encima.

Elegir, en la celda de color naranja situada más abajo, si las entalpías de los datos son de formación o de combustión (opción predeterminada).

Elegir el estado (s, l, g) de las sustancias en las celdas de color naranja situadas a la derecha de cada fórmula química. Aparecerán, en las celdas de las entalpías, valores encontrados en una tabla interna (copiados de [CRC Handbook of Chemistry and Physics, 97th Edition, 2016](#)) e identificados con una <sup>a</sup> en la celda de la derecha. Escribir el dato si algún valor propuesto no se corresponde con él. Si una celda queda vacía el valor será 0.

Si se quiere calcular el calor que corresponde a una cantidad de sustancia, elegir la sustancia en la celda de color naranja situada debajo de «Sustancia», escribir (o elegir) la unidad en la celda de color naranja situada a su izquierda y escribir el valor de la magnitud en la celda de color blanco y borde azul situada a su izquierda.

Si hay cálculos de volumen de gases, escribir los valores de la presión y la temperatura en las celdas de color blanco situadas a la derecha de las etiquetas «p =» y «T =» y escribir (o elegir) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha. Los valores predeterminados son las condiciones normales.

Si el formato de un valor en una celda de color blanco y borde azul es extraño (por ejemplo 1,00E-01), pulsar en la celda y presionar a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (se verá 0,1).

Si hay cálculos estequiométricos, escribir (o elegir), en RESULTADOS, la unidad de la magnitud incógnita en la celda de color naranja de la derecha y se mostrarán los valores debajo de las fórmulas químicas de las sustancias. El volumen de una sustancia solo aparecerá si se ha etiquetado como gas. Comprobar que los datos de la presión y la temperatura son los correctos.

También puede escribir (o elegir) las unidades de energía, si son distintas a las de los datos, y pedir que se muestre el valor de la variación de energía interna ( $\Delta U$ ).

1. A partir de las entalpías de combustión y aplicando a Ley de Hess, calcula:

a) La entalpía de la siguiente reacción:  $3 \text{C}(\text{grafito})(\text{s}) + 4 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$ .

b) La energía liberada cuando se quema 1 L de propano medido en condiciones normales.

Calores de combustión:  $\Delta H_c^\circ \text{C}(\text{grafito})(\text{s}) = -393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $\Delta H_c^\circ \text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) = -2219,9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;

$\Delta H_c^\circ \text{H}_2(\text{g}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$

(P.A.U. Set. 16)

**Rta.:** a)  $\Delta H = -104 \text{ kJ}$ ;  $Q = -99,1 \text{ kJ}$ .

Borrar los datos.

Sitúe la flecha		reactivos		→	productos	

**Escribir la ecuación química**

Entalpías de		combustión	kJ/mol	
$\Delta H_c^\circ$		+		→

Calcular la entalpía de **reacción**

Sustancia		p =	1 atm
		T =	0 °C

↑ Elegir

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

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

[Escribir 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. Escribir los coeficientes para ajustar la reacción en las celdas más estrechas de color blanco y borde azul. [Elegir](#) la flecha «→», para separar reactivos de productos, en la celda de color naranja situada encima de la celda del coeficiente del  $C_3H_8$ .

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

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

Para el apartado b), elegir la fórmula química ( $C_3H_8$ ) de la sustancia en la última fila, escribir (o elegir) la unidad ( $dm^3$ ) en la celda de color naranja situada a su izquierda, y escribir 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				
3 C (s)	+ 4 H <sub>2</sub> (g)		→ C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (g)	
ΔH <sub>c</sub> -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 de propano. Si se elige «dm<sup>3</sup>», en la celda de color naranja de la derecha, se verán 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>		
ΔH <sub>r</sub> = -104,6	q <sub>r</sub> =		-4,668	q <sub>c</sub> =	-99,01	A presión constante

Se puede pedir que aparezcan los resultados para el proceso a volumen constante eligiendo la opción «ΔU =>» debajo de «ΔH =>». También se pueden 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) Escribir la ecuación de la reacción de combustión del etanol y calcular 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: (ΔH en kJ/mol) ΔH<sub>f</sub><sup>o</sup>(CO<sub>2</sub>(g)) = -393,5; ΔH<sub>f</sub><sup>o</sup>(H<sub>2</sub>O(l)) = -285,8; ΔH<sub>c</sub><sup>o</sup>(C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>(l)) = -5445,3;  
 ΔH<sub>c</sub><sup>o</sup>(CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH(l)) = -1369,0; densidad a 298 K del etanol ρ<sub>e</sub> = 0,79 g/mL y del octano ρ<sub>o</sub> = 0,70 g/mL.  
 (P.A.U. Set. 14)

**Rta.:** a) ΔH<sub>f</sub><sup>o</sup> = -275,4 kJ/mol; b) V = 1,43 dm<sup>3</sup> bioetanol.

[Borrar los datos](#). Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [pegarlo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

[Escribir 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.

[Elegir](#) la flecha «→» en la celda de color naranja situada encima de la celda del coeficiente del CO<sub>2</sub>.

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

[Elegir](#) (o escribir) 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» elegir la opción «formación», y, en la de su derecha, elegir la fórmula del etanol. Desaparecerá su entalpía de formación. Escribir 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>	
	ΔH reacción				
	Calcular la entalpía de formación de		C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	−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), hay que escribir las fórmulas siguientes en las celdas de OTROS CÁLCULOS.

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

Fórmula:

=1000\*0,7/MASAMOL("C8H18")

Lo que hace:

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, escribir o pegar sin formato ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y escribir (o [elegir](#)) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Si el formato de un valor en una celda de color blanco y borde azul es extraño (por ejemplo 1,00E-01), pulsar en la celda y presionar a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (se verá 0,1).

- 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.  
 Datos:  $c_e(\text{mezcla}) = c_e(\text{agua}) = 4,18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$ ; 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.:**  $\Delta H_n^\circ = -50 \text{ kJ/mol}$ .

[Borrar 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, escribir los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elegir](#) (o escribir) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Deberá escribirse la cantidad de NaCl, por lo que habrá que calcularla:

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

En esta pestaña, hay que escribir (o elegir) las unidades, en vez de las magnitudes.

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

Presionar la tecla [↵] (tabulador), para ir hacia delante, o, «[↶]» y [↵] a la vez para ir hacia atrás.

Escribir los valores en las celdas de color blanco y/o elegir (o escribir) las unidades en las celdas de color naranja.

Escribir (200) a la derecha de «V =». (Se supone que los volúmenes son aditivos).

En la celda de color naranja situada a la izquierda de «Densidad» elegir «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.

[Escribir 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 el formato de un valor en una celda de color blanco y borde azul es extraño (por ejemplo 1,00E-01), pulsar en la celda y presionar a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (se verá 0,1).

[Elegir](#) (o escribir) las unidades en las celdas de color naranja de la derecha.

- 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:
  - Calcula la concentración molar de cada especie en el equilibrio a la dicha temperatura.
  - Determina el valor de  $K_p$  y razona 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)  $K_p = 5,00$ .

[Borrar 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, seleccionarlo en la página de origen y copiarlo ([Ctrl]+[C]).

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

[Escribir 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.

Escribir 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 escribir (o [elegir](#)) la unidad (mol) en la celda de color naranja de la derecha.

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

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

En RESULTADOS, elegir 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)  $K_p = 0,0079$ ;  $K_c = 1,2 \cdot 10^{-6}$ .

[Borrar los datos](#). Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [pegarlo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

[Escribir 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.

[Elegir](#) (o escribir) la unidad (mol) en la celda de color naranja a la derecha de «Cantidad inicial», y la unidad (atm) debajo de ella. Escribir 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>.

Escribir 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 escribir (o [elegir](#)) las unidades (°C y atm).

Elegir 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, elegir 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)  $n(\text{N}_2\text{O}_4) = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ ;  $n'(\text{NO}_2) = 3,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ .

[Borrar los datos](#). Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [pegarlo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

[Escribir 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.

[Elegir](#) (o escribir) la unidad (g) en la celda de color naranja a la derecha de «Cantidad inicial». Escribir el valor de la masa inicial (0,45) del  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

Escribir los valores de la temperatura (40) y del volumen (250) en las celdas de color blanco a la derecha de «T=» y «V=», y escribir (o [elegir](#)) las unidades ( $^{\circ}\text{C}$  y mL). Elegir «Grado de disociación» en la celda de color naranja situada debajo de «Producto C», y escribir debajo su valor (0,42 mejor que 42%. Se puede escribir 42%, pero es aconsejable pulsar juntas las teclas [Ctrl] y [M] para que la celda no quede con formato porcentual).

		Reactivo A +	Reactivo B	$\rightleftharpoons$	Producto C	+	Producto D	
Reacción ajustada		$\text{N}_2\text{O}_4$			2		$\text{NO}_2$	
Masa inicial		0,45						g
Masa en equilibrio								
Temperatura	T =	40	$^{\circ}\text{C}$		Grado de disociación			
Volumen	V =	250	mL		$\alpha =$		0,42	
Presión total	p =							
								Calcular:

Si la opción era menor de 6 cifras significativas, hacer clic en el botón [Cifras significativas](#) y elegir 6 a la derecha de «Cifras significativas».

En RESULTADOS se mostrarán (con 6 cifras significativas) los valores de las constantes y de las cantidades en el equilibrio.

Cantidad	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$	$\rightleftharpoons$ 2	$\text{NO}_2(\text{g})$	
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), copiar 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 pulsar en la celda de color blanco situada a la derecha de « $\alpha =$ », y pegar sin formato el resultado de la constante ([Ctrl]+[Alt]+[⇧]+[V]). Elegir «Constante de concentraciones» en la celda de encima, y en la celda de color blanco situada a la derecha de «Volumen», escribir (125) que es la mitad del volumen del apartado a.

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

Constante de concentraciones
$K_c =$ 0,0237995

Si se quieren ver los resultados con 3 cifras significativas, hacer clic el botón [Cifras significativas](#) y elegir 3 a la derecha de «Cifras significativas».

En RESULTADOS se mostrarán los valores de las constantes de equilibrio, el grado de disociación y la composición de la mezcla en el nuevo equilibrio.

Cantidad	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$	$\rightleftharpoons$ 2	$\text{NO}_2(\text{g})$	
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 %

Ahora se ve 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  $\text{HgO(s)}$  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  $380^\circ\text{C}$ , la presión total en el recipiente es de  $0,185 \text{ atm}$ . 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)  $K_c = 6,1\cdot 10^{-9}$ ;  $K_p = 9,4\cdot 10^{-4}$ .

[Borrar los datos](#). Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [pegarlo](#) en la celda situada debajo de «Problema». [Escribir 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. Como el  $\text{HgO}$  no es un gas, no se debe escribir su fórmula, ignorando el mensaje: «No ajustada» que se muestra a la derecha. (Si se escribe, se tendría que escribir también una cantidad inicial arbitraria y la hoja dará un resultado de la presión parcial del  $\text{HgO}$  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  $\text{HgO}$  es un gas y usa su presión ficticia en el cálculo de las constantes). Escribir 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 escribir (o [elegir](#)) las unidades ( $^\circ\text{C}$  y  $\text{atm}$ ).

		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	$p =$	0,185 atm									

En RESULTADOS, elegir 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 escribir (o 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  $[\text{H}_2\text{O}] = 0,065 \text{ mol/dm}^3$ .

**Borrar los datos.** Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **pegarlo** en la celda situada debajo de «Problema».

**Escribir 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, elegir 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 escribir en las celdas de color blanco los valores de las concentraciones.

Escribir el valor de la temperatura en la celda de color blanco situada a la derecha de «T=» y escribir (o elegir) la unidad (°C).

	Reactivo A +	Reactivo B	$\rightleftharpoons$	Producto C +	Producto D	
Reacción ajustada	<input type="text" value="CO2"/>	<input type="text" value="H2"/>		<input type="text" value="CO"/>	<input type="text" value="H2O"/>	
Cantidad inicial	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Concentración en equilibrio	<input type="text" value="0,086"/>	<input type="text" value="0,045"/>		<input type="text" value="0,05"/>	<input type="text" value="0,04"/>	<input type="text" value="mol/dm³"/>
Temperatura T =	<input type="text" value="686"/>		°C			

b) Si la opción era menor de 6 cifras significativas, hacer clic el botón **Cifras significativas** y elegir 6 a la derecha de «Cifras significativas»

En RESULTADOS, se mostrará la el valor de la constante  $K_c$ .

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

Copiar 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, pegar sin formato ([Ctrl]+[Alt]+[⬅]+[V]) el valor de la constante en la celda de color blanco y borde azul encima de «Calcular», y elegir en la celda de color salmón encima de ella la opción «Constante de concentraciones». Borrar las concentraciones del equilibrio y escribir las nuevas concentraciones iniciales.

	Reactivo A +	Reactivo B	$\rightleftharpoons$	Producto C +	Producto D	
Ecuación ajustada	<input type="text" value="CO2"/>	<input type="text" value="H2"/>		<input type="text" value="CO"/>	<input type="text" value="H2O"/>	
Concentración inicial	<input type="text" value="0,500"/>	<input type="text" value="0,045"/>		<input type="text" value="0,05"/>	<input type="text" value="0,040"/>	<input type="text" value="mol/dm³"/>
en equilibrio	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Temperatura T =	<input type="text" value="686"/>		°C			
Volumen V =	<input type="text"/>					
Presión total p =	<input type="text"/>					
				Constante de concentraciones		
				$K_c = \text{$		
				Calcular: <input type="text"/>		

Si se quieren ver los resultados con 3 cifras significativas, hacer clic el botón **Cifras significativas** y elegir 6 a la derecha de «Cifras significativas».

En RESULTADOS se mostrarán las concentraciones en el nuevo equilibrio.

equilibrio	0,475	0,0199	0,0751	0,0651	mol/dm³
------------	-------	--------	--------	--------	---------

### ◊ 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.

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

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

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

- a) El valor de la constante  $K_b$  del amoníaco.  
b) 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)  $\text{pH} = 10,86$ ;  $K_a = 5,55 \cdot 10^{-10}$ .

[Borrar los datos.](#)

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

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

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

[Escribir 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, escribir o pegar sin formato ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elegir](#) (o escribir) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

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

En la celda de color naranja, a la derecha de «Soluto», elegir la unidad ( $\text{mol/dm}^3$ ). La etiqueta cambia a «Concentración [s] =». Escribir 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,  $\text{HCOOH}$ , 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)  $K_a = 9,41 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_b = 1,06 \cdot 10^{-10}$ .

[Borrar los datos](#). Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [pegarlo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

[Escribir 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 puede escribirse si se quiere.

En DATOS, escribir los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elegir](#) (o escribir) 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	$\text{HCOOH} +$	$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$	$\text{HCOO}^- +$	$\text{H}_3\text{O}^+$	
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;  $K_a(\text{HCN}) = 5,8\cdot 10^{-10}$ .

**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;  $\alpha = 0,015 \%$ .

(A.B.A.U.)

Borrar los datos. Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y pegarlo en la celda situada debajo de «Problema».

Escribir 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», cambiar a la opción «Ácido». Se muestra la fórmula de su base conjugada a la derecha.

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

En DATOS, escribir los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y elegir (o escribir) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Se puede seleccionar y copiar el valor de la constante ( $5,8\cdot 10^{-10}$ ) en el enunciado y pegarlo ([Ctrl]+[Alt]+[↵])+[V]) 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 uno 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)  $[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]_0 = 0,965 \text{ mol/dm}^3$ .

**Borrar los datos.** Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **pegarlo** en la celda situada debajo de «Problema». **Escribir 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 se prefiere, escribir ( $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-$ ).

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

En DATOS, escribir los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y **elegir** (o escribir) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Se puede seleccionar y copiar el valor de la constante ( $3,2 \cdot 10^{-4}$ ) en el enunciado y pegarlo ([Ctrl]+[Alt]+[↵]+[V]) en la celda de color blanco situada a la derecha de « $K_a =$ ».

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

Si la opción era menor de 6 cifras significativas, hacer clic el botón **Cifras significativas** y elegir 6 a la derecha de «Cifras significativas».

En RESULTADOS, se mostrarán el grado de ionización y el pH. Anote o copie el valor del pH.

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

En DATOS escribir, o pegar sin formato, los nuevos valores y borrar el dato de la concentración:

	Fórmula:	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$	$\text{A}^-$
Constante	$K_a =$	$6,42 \cdot 10^{-5}$	de acidez
	pH =	2,10560	
Soluto			

Si se quieren ver los resultados con 3 cifras significativas, hacer clic el botón **Cifras significativas** y elegir 3 a la derecha de «Cifras significativas»

En RESULTADOS se mostrarán las concentraciones del ácido benzoico (inicial y en equilibrio). La que pide el ejercicio es la inicial.

Concentración	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2 +$	$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$	$\text{A}^- +$	$\text{H}_3\text{O}^+$	
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.

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

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

Si el formato de un valor en una celda de color blanco y borde azul es extraño (por ejemplo 1,00E-01), pulsar en la celda y presionar a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (se verá 0,1).

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 disociado.

(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>

[Borrar los datos.](#)

Compuesto poco soluble:		solubilidad		← Elegir
2.º compuesto poco soluble:		solubilidad		
		Volumen	Concentración	
Ion/compuesto soluble:				
2.º ion/compuesto soluble:				
Soluto en la disolución que se añade:				

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

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

[Escribir 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, escribir o pegar sin formato ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elegir](#) (o escribir) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Elegir la unidad en la celda de color naranja, a la derecha de «solubilidad». Escribir su valor adaptado las unidades elegidas en la celda de color blanco situada a su izquierda.

Si el formato es extraño (1,96E-03), pulsar en la celda y presionar a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato.

Escribir el valor (0,1) de la concentración de NaOH en la celda de color blanco situada debajo de «Concentración:».

Elegir 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:		solubilidad		
		Volumen	Concentración	
Ion/compuesto soluble:	NaOH		0,1	mol/dm <sup>3</sup>
2.º ion/compuesto soluble:				
Soluto en la disolución que se añade:				

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.



	$\text{Mn(OH)}_2(\text{s})$	$\rightleftharpoons$	$\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$	+	$2 (\text{OH})^{-}(\text{aq})$	
	$K_s = 4,28 \cdot 10^{-14}$	=	s	.	$(2 \text{ s})^2$	= $4 \text{ s}^3$
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 pueden 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)  $m(\text{BaSO}_4) = 5,44 \cdot 10^{-4} \text{ g}$  en 0,25 L de H<sub>2</sub>O; b)  $m'(\text{BaSO}_4) = 5,08 \cdot 10^{-9} \text{ g}$  en 0,25 L de D Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

[Borrar los datos](#). Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [pegarlo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

[Escribir 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:».

Seleccionar con el ratón, en el enunciado, el valor del producto de solubilidad ( $8,7 \cdot 10^{-11}$ ) y copiarlo ([Ctrl]+[C]).

En la hoja de cálculo, en DATOS, pulsar en la celda de color blanco a la derecha de «solubilidad» y presionar a la vez las teclas ([Ctrl], [Alt], [ $\uparrow$ ] y [V]) para pegar sin formato.

En la celda de color naranja, situada a su derecha [elegir](#) «K<sub>s</sub>».

Es necesario 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.

En las celdas de color blanco y borde azul a la derecha de «Ion/compuesto soluble:», escribir los valores del volumen (0,25) y la concentración (1) y elegir 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		Concentración
Ion/compuesto soluble:	Na2SO4	0,25 L	1	mol/dm <sup>3</sup>

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

	$\text{BaSO}_4(\text{s})$	$\rightleftharpoons$	$\text{Bs}^+(\text{aq})$	+	$(\text{SO}_4)^-(\text{aq})$	
	$K_s = 8,70 \cdot 10^{-11}$	=	s	.	s	= $\text{s}^2$
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? ↑

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

(P.A.U. jun. 16)

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

**Borrar los datos.** Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y **pegarlo** en la celda situada debajo de «Problema».

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

$\text{Cd}(\text{OH})_2$  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:».

Seleccionar con el ratón, en el enunciado, el valor del producto de solubilidad ( $1,2 \cdot 10^{-14}$ ) y copiarlo ([Ctrl]+[C]).

En la hoja de cálculo, en DATOS, pulsar en la celda de color blanco a la derecha de «solubilidad» y presionar a la vez las teclas ([Ctrl], [Alt], [Enter] y [V]) para pegar sin formato.

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

Elegir la unidad en la celda de color naranja, a la derecha de todo de «Ion/compuesto soluble:». Escribir su valor adaptado las unidades elegidas en la celda de color blanco situada a su izquierda.

Si el formato es extraño (1,1E+00), pulsar en la celda y presionar a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato.

Compuesto poco soluble:	$\text{Cd}(\text{OH})_2$	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 escribir (o elegir) pH, debajo de «Para que precipite  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ ». Se muestra el pH necesario para iniciar la precipitación.

	$\text{Cd}(\text{OH})_2(\text{s})$	$\rightleftharpoons$	$\text{Cd}^{2+}(\text{aq})$	+	$2 (\text{OH})^-(\text{aq})$	
	$K_s = 1,20 \cdot 10^{-14}$	=	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 $\text{Cd}(\text{OH})_2$						
	pH		pH =		9,54	

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

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

En RESULTADOS elegir «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  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  de concentración  $0,02 \text{ mol/dm}^3$  y de  $\text{SrCl}_2$  de concentración  $0,01 \text{ mol/dm}^3$ , considerando que ambas sales están totalmente dissociadas. Supone los volúmenes aditivos.

(P.A.U. jun. 12)

**Rta.:** a)  $K_s = 3,21 \cdot 10^{-7}$ ; b) Sí.  $[(\text{SO}_4)^{2-}] \cdot [\text{Sr}^{2+}] = 0,0100 \cdot 5,00 \cdot 10^{-3} > K_s$ .

Borrar los datos. Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y pegarlo en la celda situada debajo de «Problema».

Escribir las fórmulas de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde de la primera columna:  $\text{SrSO}_4$  a la derecha de «Compuesto poco soluble:»,  $\text{Na}_2$ [Esp][ $\infty$ ] $\text{SO}_4$  a la derecha de «Ion/compuesto soluble:» y  $\text{SrCl}_2$  a la derecha de «2.º ion/compuesto soluble:»

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

Calcular la concentración y escribirla en la celda situada a su izquierda.

También se puede escribir una fórmula matemática para que la hoja haga el cálculo. Pulsar en la celda y teclear el símbolo «=». Seguir 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 el formato es extraño ( $1,04\text{E}-01$ ), pulsar en la celda y presionar a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato.

Elegir la unidad ( $\text{mol/dm}^3$ ) en la celda de color naranja, a la derecha de todo de «Ion/compuesto soluble:».

Escribir a su izquierda el valor (0,02) de la concentración. Hacer lo mismo para el «2.º ion/compuesto soluble:».

Hay que escribir un valor del volumen, no importa cuál, pero el mismo valor, 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 se escriben, la hoja interpreta que ambos solutos están en la misma disolución inicial y su concentración no varía.

Compuesto poco soluble:	$\text{SrSO}_4$	solubilidad	0,104	$\text{g/dm}^3$
2.º compuesto poco soluble:		solubilidad		
Volumen				
Ion/compuesto soluble:	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	1	L	0,02
2.º ion/compuesto soluble:	$\text{SrCl}_2$	1	L	0,01
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.

$\text{SrSO}_4(\text{s})$	$\rightleftharpoons$	$\text{Sr}^{2+}(\text{aq})$	+	$(\text{SO}_4)^{2-}(\text{aq})$	
$K_s = 3,21 \cdot 10^{-7}$	=	s	·	s	= $s^2$
Solubilidad	$\text{mol/dm}^3$			$\text{g/dm}^3$	
En agua	$5,66 \cdot 10^{-4}$			0,104	
En 1 L D( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )	$1,60 \cdot 10^{-5}$			0,00294	
					¿V? ↑
Precipitación	Sí				
$[\text{Sr}^{2+}] \cdot [(\text{SO}_4)^{2-}]$	= 0,0100 · 0,00500			> $K_s =$	$3,21 \cdot 10^{-7}$

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:

- Determina, mediante los cálculos pertinentes, cuál de las dos sales de plata precipitará en primer lugar.
- 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  $25^\circ\text{C}$  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)  $\text{AgCl}$ ; b)  $[\text{Cl}^-] = 3,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ .

Escribir las fórmulas de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde de la primera columna. Seleccionar con el ratón, en el enunciado, el valor del producto de solubilidad ( $2,0 \cdot 10^{-12}$ ) y copiarlo ([Ctrl]+[C]).

En la hoja de cálculo, en DATOS, pulsar en la celda de color blanco a la derecha de «solubilidad» y presionar a la vez las teclas ([Ctrl], [Alt], [↕] y [V]) para pegar sin formato.

En la celda de color naranja, situada a su derecha elegir « $K_s$ ».

Hacer lo mismo para el otro valor. O escribir los valores en formato científico «hoja de cálculo».

Elegir la unidad ( $\text{mol/dm}^3$ ) en la celda de color naranja, a la derecha de todo de «Ion/compuesto soluble:».

Escribir a su izquierda el valor (0,1) de la concentración. Hacer lo mismo para el 2.º compuesto soluble.

Compuesto poco soluble:	$\text{Ag}_2\text{CrO}_4$	Producto de solubilidad	$2,00\text{E-}12$	$K_s$
2.º compuesto poco soluble:	$\text{AgCl}$	Producto de solubilidad	$1,70\text{E-}010$	$K_s$
		Volumen	Concentración	
Ion/compuesto soluble:	$\text{K}_2\text{CrO}_4$		$0,1$	$\text{mol/dm}^3$
2.º ion/compuesto soluble:	$\text{NaCl}$		$0,05$	$\text{mol/dm}^3$
Soluto en la disolución que se añade:	$\text{AgNO}_3$			

En RESULTADOS se muestran cuál precipitará primero y la concentración del anión ( $\text{Cl}^-$ ) de la sal más insoluble al comenzar a precipitar la sal que precipita en segundo lugar ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ).

Precipitación fraccionada	Para que precipite	$\text{Ag}_2\text{CrO}_4$	$\text{AgCl}$	
Precipita 1º $\text{AgCl}$	$[\text{AgNO}_3]_{\min}$	$4,47 \cdot 10^{-6}$	$3,40 \cdot 10^{-9}$	$\text{mol/dm}^3$
Al empezar a precipitar $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$	$[\text{Cl}^-] =$	$3,80 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$		

### ♦ 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.

[Escribir las fórmulas](#) de las sustancias o iones en las celdas de color blanco y borde verde debajo de «Reactivos» y «Productos». Escribir 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, escribir o pegar sin formato ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elegir](#) (o escribir) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Si el formato de un valor en una celda de color blanco y borde azul es extraño (por ejemplo 1,00E-01), pulsar en la celda y presionar a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (se verá 0,1).

- 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)

**Rta.:** a)  $2 \text{Cl}^- + \text{MnO}_2 + 4 \text{H}^+ \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{Mn}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$ ;  $4 \text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ ;  
 b)  $V(\text{HCl}) = 41,7 \text{ cm}^3$  (D).

[Borrar los datos.](#)

Reactivos			Productos		
Calcular:					
necesarios					
para reaccionar con					
Rendimiento		%			

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

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

[Escribir 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, escribir o pegar sin formato ([Ctrl]+[Alt]+[↕]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elegir](#) (o escribir) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Pulsar en la celda de color naranja situada a la derecha de «Calcular», y elegir la opción «volumen».

Ir 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.

Escribir 3 debajo de «necesarios» y hacer 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

Oxidación	$2 \text{Cl}^-$		$- 2 \text{e}^- \rightarrow$	$\text{Cl}_2$		$\times 1$
Reducción	$\text{MnO}_2$	$+ 4 \text{H}^+$	$+ 2 \text{e}^- \rightarrow$	$\text{Mn}^{2+}$	$+ 2 \text{H}_2\text{O}$	$\times 1$
	$2 \text{Cl}^-$	$+ \text{MnO}_2$	$+ 4 \text{H}^+ \rightarrow$	$\text{Cl}_2$	$+ \text{Mn}^{2+}$	$+ 2 \text{H}_2\text{O}$

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 escribir 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)

**Rta.:** a)  $2 \text{S}^{2-} + (\text{MnO}_4)^- + 8 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{S} + \text{Mn}^{3+} + 4 \text{H}_2\text{O}$ ;  $2 \text{H}_2\text{S} + \text{NaMnO}_4(\text{aq}) + 4 \text{HBr}(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{S}(\text{s}) + \text{MnBr}_3(\text{aq}) + \text{NaBr}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ; b)  $m(\text{NaMnO}_4) = 66,6 \text{ g}$ . Rto. = 44,5 %.

[Borrar los datos](#). Copiar ([Ctrl]+[C]) el enunciado y [pegarlo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

[Escribir 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.

Pulsar en la celda de color naranja situada a la derecha de «Calcular», y elegir la opción «masa».

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

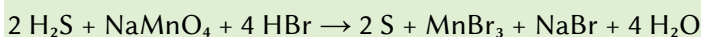
Escribir 32 debajo de «necesarios», presionar la tecla [ $\rightarrow$ ], escribir (o elegir) la unidad (g), presionar la tecla [ $\rightarrow$ ] dos veces, y pulsar para elegir la sustancia ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

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  $\text{H}_2\text{S}$ .

Oxidación	$\text{S}^{2-}$		$- 2 \text{e}^- \rightarrow$	$\text{S}$		$\times 2$
Reducción	$(\text{MnO}_4)^-$	$+ 8 \text{H}^+$	$+ 4 \text{e}^- \rightarrow$	$\text{Mn}^{3+}$	$+ 4 \text{H}_2\text{O}$	$\times 1$
	$2 \text{S}^{2-}$	$+ (\text{MnO}_4)^-$	$+ 8 \text{H}^+ \rightarrow$	$2 \text{S}$	$+ \text{Mn}^{3+}$	$+ 4 \text{H}_2\text{O}$

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, cambiar «masa» por «rendimiento» y  $\text{NaMnO}_4$  por  $\text{MnBr}_3$ , y escribir el valor (61,5) de la masa obtenida a su derecha.

Calcular:	rendimiento	$\text{MnBr}_3$	$m =$	61,5 g
-----------	-------------	-----------------	-------	--------

En RESULTADOS se muestra el rendimiento de la reacción.

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

[Escribir 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, escribir o pegar sin formato ([Ctrl]+[Alt]+[↵]+[V]) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elegir](#) (o escribir) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Si el formato de un valor en una celda de color blanco y borde azul es extraño (por ejemplo 1,00E-01), pulsar en la celda y presionar a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato (se verá 0,1).

- 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)  $m = 20,8 \text{ g Fe}$ ; b)  $t = 4,5 \text{ h}$ .

[Borrar los datos.](#)

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

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

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

[Escribir 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, [elegir](#) «Intensidad» en vez de «Carga», escribir su valor (10) y escribir (o elegir) la unidad (A) en la celda de color naranja situada a su derecha.

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

Ir presionando la tecla [↵] (tabulador), para ir hacia delante, y pulsando sobre las celdas de color naranja, para escribir (o 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:	$\text{Fe}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow$	Fe	
Cantidad:	1,12	0,373	mol
Masa	$m =$	20,8 g Fe	

Para el apartado b) pulsar en la celda de color naranja que contiene «Masa» y cambiar por la opción «Tiempo». Escribir debajo la fórmula ( $\text{Cl}_2$ ) del cloro y escribir la carga (-1) del ion de cloro en la disolución ( $\text{Cl}^-$ ).

Pulsar en la celda que contiene «Intensidad» y cambiar por la opción «Volumen de gas». Escribir los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y escribir (o elegir) 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: 05/11/24

## Sumario

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

Comienzo.....	1
Teclado y ratón.....	1
Datos.....	1
Cifras significativas y formato numérico.....	2
Fórmulas químicas.....	2
Cómo pegar el enunciado en la hoja de cálculo.....	3
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 hacen reaccionar 5 mol de aluminio metal con cloruro de hidrógeno en exceso para dar tricloruro de aluminio e hidrógeno(g).....	12
5. 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.....	14
6. Se realiza el electrolisis de una disolución de cloruro de hierro(III) haciendo pasar una corriente de 10 amperios durante 3 horas. Calcula:.....	15
<b>Ley de Hess.....</b>	<b>16</b>
1. A partir de las entalpías de combustión y aplicando a Ley de Hess, calcula:.....	16
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).....	17
<b>Calorimetría.....</b>	<b>19</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.....	19
<b>Equilibrio en fase gas.....</b>	<b>20</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:.....	20

2. En un recipiente cerrado se introducen 2,0 moles de  $\text{CH}_4$  y 1,0 mol de  $\text{H}_2\text{S}$  a la temperatura de  $727^\circ\text{C}$ , estableciéndose el siguiente equilibrio:  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2(\text{g})$ . Una vez alcanzado el equilibrio, la presión parcial del  $\text{H}_2$  es 0,20 atm y la presión total es de 0,85 atm. Calcula:.....21
3. En un recipiente de 250 mL se introducen 0,45 gramos de  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  y se calienta hasta  $40^\circ\text{C}$ , disociándose el  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  en un 42 %. Calcula:.....21
4. Al calentar  $\text{HgO}(\text{s})$  en un recipiente cerrado en el que se hizo el vacío, se disocia según la reacción:  $2 \text{HgO}(\text{s}) \rightleftharpoons 2 \text{Hg}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ . Cuando se alcanza el equilibrio a  $380^\circ\text{C}$ , la presión total en el recipiente es de 0,185 atm. Calcula:.....23
5. Considera el siguiente proceso en equilibrio a  $686^\circ\text{C}$ :  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ . 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  $[\text{H}_2\text{O}] = 0,040 \text{ mol/dm}^3$ . Calcula:.....24

### Equilibrio ácido-base.....25

1. Una disolución de amoníaco de concentración  $0,03 \text{ mol/dm}^3$  está disociada en un 2,42 %. Calcula:.....25
2. Se disuelven 46 g de ácido metanoico,  $\text{HCOOH}$ , en  $10 \text{ dm}^3$  de agua, obteniendo una disolución de pH igual a 2,52.....26
3.  $1,12 \text{ dm}^3$  de  $\text{HCN}$  gas, medidos a  $0^\circ\text{C}$  y 1 atm, se disuelven en agua obteniéndose  $2 \text{ dm}^3$  de disolución. Calcula:.....27
4. Para una disolución acuosa de concentración  $0,200 \text{ mol/dm}^3$  de ácido láctico (ácido 2-hidroxipropáico), calcula:.....28

### Equilibrio de solubilidad.....29

1. La solubilidad del hidróxido de manganeso(II) en agua es de 1,96 mg/L. Calcula:.....29
2. El producto de solubilidad, a  $20^\circ\text{C}$ , del sulfato de bario es  $8,7 \cdot 10^{-11}$ . Calcula:.....30
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  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ . Calcula:.....31
4. La cantidad máxima de sulfato de estroncio que se puede disolver en 250 mL de agua a  $25^\circ\text{C}$  es de 26,0 mg.....32
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:.....33

### Reacciones redox.....34

1. Por la acción del ácido  $\text{HCl}$  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. ....34
2. Dada la siguiente reacción:  $\text{H}_2\text{S} + \text{NaMnO}_4 + \text{HBr} \rightarrow \text{S} + \text{NaBr} + \text{MnBr}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .....35

### Electrolisis.....36

1. Se realiza la electrolisis de una disolución de cloruro de hierro(III) haciendo pasar una corriente de 10 amperios durante 3 horas. Calcula:.....36