

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. Pulse el botón **Activar macros**.

Para ir al índice puede elegir una de estas opciones:

- Pulse en la pestaña **Índice** situada en la parte inferior.
- Presione la tecla [Ctrl] mientras pulsa en la celda **Índice** situada en la parte superior derecha.

Para ver la ayuda puede elegir una de estas opciones:

- Pulse en la pestaña **Ayuda** situada en la parte inferior.
- Presione la tecla [Ctrl] mientras 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

| | |
|----------------------------|--|
| Celda anterior | [⇧] y [⇥] |
| Copiar | [Ctrl] y [C] |
| Pegar | [Ctrl] y [V] |
| Pegar sin formato (menú) | [Ctrl], [⇧] y [V] |
| Pegar sin formato (rápido) | [Ctrl], [Alt], [⇧] y [V] |
| Punto multiplicación | [⇧] y [3] |
| Subíndice | [⇧] y [⌵], {número o signo} y {, [⇥] o [↵]} |
| Superíndice | [⇧] y [⌶], {número o signo} y {[Esp], [⇥] o [↵]} |
| Ver opciones | [Alt] y [↓] |
| Limpiar formato | [Ctrl] y [M] |

Presione a la vez las teclas:

Abreviatura

| |
|------------------------|
| ([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


● Datos

Para borrar los datos puede elegir una de estas opciones:

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

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

Para elegir una opción siga estos pasos:


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

Para anotar una cantidad:





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

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

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


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

Ejemplos de escritura en formato científico:

| | Escriba: | En la celda aparecerá: |
|-------------------|--|---|
| Hoja de cálculo: | 3E-9 | 3,00E-09 |
| Formato habitual: | 3,00  310  [[^]]-[Esp]   [[^]]9[←] | 3,00·10⁻⁹ |


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

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

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


● Como pegar el enunciado en la hoja de cálculo

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


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

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

● Tipos de problemas

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

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

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

● Otros cálculos

En algunas hojas aparecen unas celdas bajo el epígrafe: OTROS CÁLCULOS.

En ella se pueden escribir fórmulas para hacer cálculos.

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

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

1. **Seleccione la celda** en la que quiere introducir la fórmula.
2. **Escriba un signo igual (=)** en la celda. Esto indica a LibreOffice que lo que sigue es una fórmula.
3. Ahora puede seguir de cualquiera de estas maneras:

- Pulse en la celda A1. Escriba «+». Pulse en en la celda B1.
- O, escriba fórmula. Para sumar las dos celdas, escriba “=A1+B1”, donde “A1” y “B1” son las coordenadas de las celdas que quiere sumar.

4. **Pulse la tecla [↵]** para completar la entrada.

La celda mostrará ahora el resultado de la fórmula.

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

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

viendo que los datos se encuentran en las celdas del cuadro (y que r es la suma: $R + h$), sería:

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

| | H | I | J | K |
|---|-----------------------------|-------|-----------------------|---|
| 2 | Masa | $M =$ | 5,97E+24 kg | |
| 3 | Radio | $R =$ | 6,37E+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 hubiese escrito la fórmula, por ejemplo H22, mostraría el resultado: 7508,53966 609 457. Para obtener un aspecto mejor podría emplear la función: NUMFORMA. Si en otra celda, por ejemplo J22, escriba la función: =NUMFORMA(H22), lo que vería en J22 sería: $7,51 \cdot 10^3$.

En la pestaña «Introd» hay más información de las funciones exclusivas que puede emplear. Para verlas haga clic en funciones.

● Ejemplos

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

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

● Otros consejos

Haga una copia de seguridad de la hoja de cálculo.

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

En vez de eso, pegue sin formato:

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

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

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

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

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

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

Se pueden resolver ejercicios de los siguientes temas:

Cálculos elementales Fórmula empírica y molecular
Disoluciones

| | |
|----------------------------|---|
| | Estequiometría: cálculos en reacciones químicas |
| Termoquímica | Ley de Hess |
| | Calorimetría |
| Equilibrio químico | Equilibrio en fase gas |
| | Equilibrio ácido-base |
| | Equilibrio de solubilidad |
| Oxidación reducción | Reacciones redox |
| | Electrólisis |

◊ Fórmula empírica y molecular

En esta pestaña 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 CO_2 y H_2O . Para el cálculo de la masa molar, se pueden dar datos del gas (volumen, densidad absoluta o relativa), o propiedades coligativas de las disoluciones (presión osmótica, descenso crioscópico o aumento ebulloscópico).

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

En RESULTADOS se muestran:

- Para cada uno de los elementos: masa en la muestra, masa y cantidad en un mol de compuesto y la relación entre las cantidades.
- Fórmulas empírica y molecular.
- Masa molar deducida de la fórmula y la calculada a partir de los datos.

Puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

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) $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

[Borre los datos.](#)

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

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

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

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

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

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

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

| Análisis elemental | | | | |
|--------------------|--------|----------------------|--------------------------|--------|
| Elem. | Masa | Compuesto | Cálculo de la masa molar | |
| C | 11,9 g | CO_2 | Gas | |
| H | 6,1 g | H_2O | 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 ₄ H ₁₀ O | C ₄ H ₁₀ O |
| | | Masa molar | 74,1 g/mol | |
| | | a partir de los datos ^a : | 74,0 g/mol | |
| | | ^a 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?¹

Rta.: C₁₀H₁₄N₂

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

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

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

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

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

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

| Análisis elemental | | | | |
|--------------------|------------|-----------|--------------------------|---------------|
| 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 | 1,92 g |

En RESULTADOS, se muestran los cálculos parciales para cada uno de los elementos: masa en la muestra, masa y cantidad en un mol de compuesto y la relación entre las cantidades. Aparecen 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 |
| <hr/> | | | | |
| Muestra | 100 | | | |
| | | empírica | molecular | |
| | Fórmula | C_5H_7N | $C_{10}H_{14}N_2$ | |
| | | Masa molar | 162 g/mol | |
| | | a partir de los datos ^a : | 162 g/mol | |
| | | ^a Δt disolución | | |

♦ Disoluciones

En esta pestaña se pueden resolver ejercicios para el cálculo de:

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

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

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

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

Puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

1. Indique el material, procedimiento detallado y cálculos correspondientes necesarios para preparar en el laboratorio 250 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.: $m = 7,3 \text{ g NaCl}$

[Borre los datos.](#)

| | | Volumen | Concentración | Densidad |
|----------------------------|--|---------|---------------|----------|
| Soluto (s) | | | | |
| ¿Fórmula? | | | | |
| Disolvente (d) | | | | |
| H ₂ O | | | | |
| Disolución | | | | |
| original (D ₁) | | | | |
| diluida (D ₂) | | | | |

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

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

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

Para la disolución original, escriba en la celda de color blanco el valor del volumen (250) y [elija](#) la unidad

(cm^3) en la celda de color naranja debajo de «Volumen». Escriba en la celda de color blanco debajo de

«Concentración» el valor de la misma (0,5) y la etiqueta cambiará a « mol/dm^3 ». Si no elige las unidades de concentración, la hoja supone que son mol/dm^3 . Pero puede elegir las si lo desea.

| | | Volumen | mol/dm^3 | Densidad |
|----------------------------|--|---------------|-------------------|----------|
| Soluto (s) | | cm^3 | | |
| NaCl | | 250 | 0,5 | |
| Disolución | | | | |
| original (D ₁) | | | | |

La masa de soluto se muestra en RESULTADOS.

| | Masa | Porcentaje | Conc. masa | Concentración | Molalidad | Fracc. molar |
|------------------------|------|-------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|
| | g | g/100 g (D) | $\text{g/dm}^3(\text{D})$ | $\text{mol/dm}^3(\text{D})$ | mol/kg(d) | mol/mol(D) |
| D ₁ 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 mol/dm^3 .

(P.A.U. jun. 16)

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

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

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

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

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

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

| | | Volumen | Concentración | Densidad |
|------------------|--|---------|-------------------|----------|
| Soluto (s) | | | % masa soluto | g/mL |
| HCl | | | 36 | 1,18 |
| Disolvente (d) | | L | mol/dm^3 | |
| H ₂ O | | 1 | 2 | |

En RESULTADOS se muestran: la concentración (11,7), debajo de «Concentración $\text{mol/dm}^3(\text{D})$ », y el volumen que se necesita (172 cm^3), debajo de «D₁ necesario para preparar D₂»

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

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

(P.A.U. jun. 01)

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

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

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

| | | Volumen | Concentración | Densidad |
|--------------------------------|--|---------------|---------------|-----------------|
| Soluto (s) | | L | % masa soluto | g/cm^3 |
| H ₂ SO ₄ | | 1 | 98 | 1,84 |
| Disolvente (d) | | cm^3 | | |
| H ₂ O | | 100 | 20 | 1,14 |

La concentración (18,4) se muestra debajo de «Concentración $\text{mol/dm}^3(\text{D})$ » en RESULTADOS, y la molalidad (500) a su derecha, y el volumen que se necesita ($12,6 \text{ cm}^3$) debajo de «D₁ necesario para preparar D₂»

| | | Masa | Porcentaje | Conc. masa | Concentración | Molalidad | Fracc. molar |
|----------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------|------------------------------|---|----------------------|--------------|
| | | g | g/100 g (D) | g/dm ³ (D) | mol/dm ³ (D) | mol/kg(d) | |
| D ₁ | s: H ₂ SO ₄ | 1,80·10 ³ | 98,0 % | 1,80·10 ³ | 18,4 | 500 | 0,900 |
| | d: H ₂ O | 36,8 | | | | | 0,1000 |
| | Disolución (D ₁) | 1,84·10 ³ | | | | | |
| D ₂ | s: H ₂ SO ₄ | 22,8 | 20,0 % | 228 | 2,32 | 2,55 | 0,0439 |
| | d: H ₂ O | 91,2 | | | | | 0,956 |
| | Disolución (D ₂) | 114 | | | | | |
| | Disolución (D ₁) | | | Disolución (D ₂) | D ₁ necesario para preparar D ₂ | | |
| | Volumen | 1,00·10 ³ cm ³ | | 100 cm ³ | | 12,6 cm ³ | |

4. Se mezclan 6,27 gramos de FeSO₄·7H₂O con 85 gramos de agua. Determine la concentración de la disolución resultante en:

- a) % en masa de FeSO₄ anhidro.
b) Fracción molar del FeSO₄ anhidro y fracción molar del agua.

(P.A.U. Set. 05)

Rta.: a) %(FeSO₄) = 3,75%; b) x(FeSO₄) = 0,0046; x(H₂O) = 0,995

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

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

| | | Masa | Disolución | Volumen | Concentración | Densidad |
|--|--------------------------------------|------|----------------------------|---------|---------------|----------|
| | | g | | | | |
| | Soluta (s) | | original (D ₁) | | | |
| | FeSO ₄ ·7H ₂ O | 6,27 | | | | |
| | Disolvente (d) | | diluida (D ₂) | | | |
| | H ₂ O | 85 | | | | |

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

| | | Masa | Porcentaje | Conc. masa | Concentración | Molalidad | Fracc. molar |
|----------------|----------------------|------|-------------|-----------------------|-------------------------|-----------|--------------|
| | | g | g/100 g (D) | g/dm ³ (D) | mol/dm ³ (D) | mol/kg(d) | mol/mol(D) |
| D ₁ | s: FeSO ₄ | 3,43 | 3,75 % | | | 0,265 | 0,00460 |
| | d: H ₂ O | 87,8 | | | | | 0,995 |

5. Se disuelven 22,5 g de hidróxido de sodio en 50,0 cm³ de agua destilado a 4 °C. La densidad de la disolución es de 1 340 kg/m³. Calcule la composición de la solución en:

- a) g/dm³ (concentración en masa).
b) Tanto por ciento en masa.
c) mol/dm³ (concentración).
d) Molalidad.

Rta.: a) 416 g/L; b) 31,0 %; c) 10,4 mol/L; d) 11,2 mol/kg

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

Escriba la fórmula del hidróxido de sodio en la celda de color blanco y borde verde situada debajo de «Soluta (s)». **Elija** la unidad (g) en la celda de color naranja situada a la derecha de «Soluta (s)» y escriba el valor

(22,5) de la masa en la celda debajo de ella. Debajo, elija la unidad (cm^3) y escriba debajo su valor (50). A su derecha elija la unidad (g/cm^3) de densidad y escriba debajo su valor (1). Aunque el dato es la temperatura, se da por supuesto que es para emplear el valor de la densidad máxima del agua a 4 °C.

A la derecha de la «Disolución original (D_1)» escriba el valor de la densidad (1340) y elija su unidad (kg/m^3) en la celda de color naranja encima de ella.

| | Masa | Densidad | | Volumen | Concentración | Densidad |
|------------------|---------------|------------------------|--------------------|---------|---------------|------------------------|
| Soluto (s) | g | | Disolución | | | kg/m^3 |
| NaOH | 22,5 | | original (D_1) | | | 1340 |
| Disolvente (d) | cm^3 | g/cm^3 | | | | |
| H ₂ 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) | $\text{g}/\text{dm}^3(\text{D})$ | $\text{mol}/\text{dm}^3(\text{D})$ | $\text{mol}/\text{kg}(\text{d})$ | $\text{mol}/\text{mol}(\text{D})$ |
| D_1 s: NaOH | 22,5 | 31,0 % | 416 | 10,4 | 11,3 | 0,169 |
| d: H ₂ O | 50,0 | | | | | 0,831 |

◊ Estequiometría: cálculos en reacciones químicas

En esta pestaña puede 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.

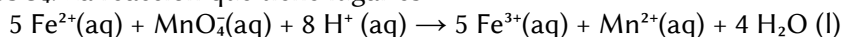
Mientras la reacción no esté completa ni ajustada o, en el caso de que alguno de los compuestos no estén bien formulados, verá un mensaje «Incorrecto!» a la derecha de la reacción, y otro mensaje «A reacción no está ajustada» en la zona de RESULTADOS. Los numéricos no serán correctos hasta que la reacción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

Escriba la ecuación de la reacción química ajustada debajo de «Reactivos →» dejando las celdas más estrechas para los coeficientes, y [escribiendo las fórmulas](#) de los productos debajo de «Productos».

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

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

1. Para determinar la concentración de una disolución de FeSO_4 se realiza una valoración redox en la que $18,0 \text{ cm}^3$ de disolución de KMnO_4 de concentración $0,020 \text{ mol/dm}^3$ reaccionan con $20,0 \text{ cm}^3$ de la disolución de FeSO_4 . La reacción que tiene lugar es:



- a) Calcule la concentración de la disolución de FeSO_4 .
- b) Nombra el material necesario y describe el procedimiento experimental para realizar la valoración.

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

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

[Borre los datos.](#)

| Reactivos → | | | | | | Productos | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|-----------|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | |
| Calcular: a) <input type="text"/> ← <input type="text"/> <input type="text"/> ← <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | | | | | | | | | | | |
| b) <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | | | | | | | | | | | |
| c) <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | | | | | | | | | | | |
| que se precisa para reaccionar con <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | | | | | | | | | | | |
| Rendimiento <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | | | | | | | | | | | |

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

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

Escriba 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)», [elija](#) la opción «concentración», presione la tecla $\left[\begin{smallmatrix} \leftarrow \\ \rightarrow \end{smallmatrix} \right]$ y elija «disolución», vuelva a presionar la tecla $\left[\begin{smallmatrix} \leftarrow \\ \rightarrow \end{smallmatrix} \right]$ y elija « Fe^{2+} ». En la celda a la derecha de «V =» escriba el valor del volumen (20) presione la tecla $\left[\begin{smallmatrix} \leftarrow \\ \rightarrow \end{smallmatrix} \right]$ y elija la unidad « cm^3 ».

Escriba el valor del volumen (18) de la disolución de KMnO_4 en la celda de color blanco situada debajo de «que se precisa», presione el tabulador y elija la unidad (cm^3), presiónelo otra vez y elija «disolución», vuelva a presionar la tecla $\left[\begin{smallmatrix} \leftarrow \\ \rightarrow \end{smallmatrix} \right]$ y elija « Fe^{2+} ». Presione otra vez para llegar a la celda situada a la derecha de « $[\text{MnO}_4^{-}] =$ » y escriba en ella el valor de su concentración (0,02). Presione la tecla $\left[\begin{smallmatrix} \leftarrow \\ \rightarrow \end{smallmatrix} \right]$ y elija la unidad « mol/dm^3 ».

| Reactivos → | | | | | Productos | | | | | | | | |
|-------------|------------------|--|-------------------------------|---|----------------|---|------------------|--|------------------|---|------------------|--|--|
| 5 | Fe ²⁺ | | MnO ₄ ⁻ | 8 | H ⁺ | 5 | Fe ³⁺ | | Mn ²⁺ | 4 | H ₂ O | | |

Calcular: a) concentración disolución Fe²⁺ V = 20 cm³

b)

c)

que se precisa para reaccionar con

18 cm³ disolución MnO₄⁻ [MnO₄⁻] = 0,02 mol/dm³

Rendimiento

En RESULTADOS se muestra el valor de la concentración del ion hierro(II), que es la misma que la de FeSO₄:

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

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

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

2. Calcula:

- El pH de una disolución de hidróxido de sodio de concentración 0,010 mol/dm³.
- El pH de una disolución de ácido clorhídrico de concentración 0,020 mol/dm³.
- El pH de la disolución obtenida al mezclar 100 mL de la disolución de hidróxido de sodio de concentración 0,010 mol/dm³ con 25 mL de la disolución de ácido clorhídrico de concentración 0,020 mol/dm³.

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

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

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

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

[Elija](#) la opción pH en los tres apartados, la opción «disolución» en los apartados a) y b) pero «mezcla» en la c) y las fórmulas de los reactivos en los apartados a) y b), pero deje en blanco a sustancia del apartado c). En la celda de color blanco debajo de «que se precisa», escriba los volúmenes (100 y 25) de ambos reactivos, elija sus unidades (cm³), elija la opción «disolución» en ambos y elija las fórmulas de los reactivos. Escriba las concentraciones de las disoluciones (0,001 y 0,002) en las celdas correspondientes y elija las unidades (mol/dm³).

| Reactivos → | | | | | Productos | | | | |
|-------------|-----|--|------|--|-----------|--|------------------|--|--|
| | HCl | | NaOH | | NaCl | | H ₂ O | | |

Calcular: a) pH disolución NaOH

b) pH disolución HCl

c) pH mezcla

que se precisa para reaccionar con

100 cm³ disolución NaOH [NaOH] = 0,01 mol/dm³

25 cm³ disolución HCl [HCl] = 0,02 mol/dm³

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

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

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

3. Una muestra comercial e impura de 0,712 g de carburo de calcio (CaC₂) reacciona con exceso de agua produciendo etino e hidróxido de calcio. Si el volumen de etino (C₂H₂) recogido a 25 °C y 0,98 atm (99,3 kPa) fue de 0,25 L:

- Determina la masa en gramos de hidróxido de calcio formado.
- Calcula el porcentaje de pureza de la muestra comercial.

Dato: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

(P.A.U. Set. 12)

Rta.: a) $m = 0,74 \text{ g Ca(OH)}_2$; b) $r = 90 \%$

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

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

El dato (0,25) va debajo de la celda de color blanco situada debajo de «que se obtiene», seguido de la unidad (dm³), las opciones «gas» y «C₂H₂» y escribiendo (99,3) y eligiendo «kPa» a la derecha de «p =» y (25) y «°C» a la derecha de «T =».

Para el apartado b) elija la opción «riqueza» en la celda de color naranja situada a la derecha de «b)», presione la tecla [↵] (tabulador), y elija la opción «mezcla». Presione de nuevo la tecla [↵] y elija la sustancia (CaC₂). Presione la tecla [↵] y escriba (0,712), presione otra vez en la tecla [↵] y elija la unidad (g).

| Reactivos → | | | | Productos | | | |
|------------------|-----------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|--|--|
| CaC ₂ | 2 | H ₂ O | | C ₂ H ₂ | Ca(OH) ₂ | | |
| Calcular: | | | | | | | |
| a) | masa | | Ca(OH) ₂ | $m = 0,71 \text{ g}$ | | | |
| b) | riqueza | mezcla | CaC ₂ | | | | |
| c) | | | | | | | |
| que se obtiene | | | | | | | |
| 0,25 | dm ³ | gas | C ₂ H ₂ | $p = 99,3 \text{ kPa}$ | | | |
| | | | | $T = 25 \text{ °C}$ | | | |

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

| | | | | | | | |
|-----|------------------|---|--------------------|-------|-------------------------------|---|---------------------|
| | CaC ₂ | + | 2 H ₂ O | → | C ₂ H ₂ | + | Ca(OH) ₂ |
| mol | 0,0100 | | 0,0200 | | 0,0100 | | 0,0100 |
| | | | | | | | |
| | | | a) | $m =$ | 0,742 g Ca(OH) ₂ | | |
| | | | b) | $r =$ | 90,2 % CaC ₂ | | |

Si pulsa en la celda de color naranja, y elige la opción «10^a», la masa se expresa en mg.

| | | | | | | | |
|--|--|--|----|-------|----------------------------|--|-----------------|
| | | | | | | | 10 ^a |
| | | | a) | $m =$ | 742 mg Ca(OH) ₂ | | |


4. Se disuelven 3,0 g de SrCl_2 en 25 cm³ de agua y 4,0 g de Li_2CO_3 en otros 25 cm³ de agua. A continuación, se mezclan las dos disoluciones, llevándose a cabo la formación de un precipitado del que se obtienen 1,55 g.
- Escribe la reacción que tiene lugar, identificando el precipitado, y calcula el rendimiento de la misma.
 - Describe el procedimiento que emplearía en el laboratorio para separar el precipitado obtenido, dibujando el montaje y el material que precisa emplear.

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

Rta.: Rendimiento del 56 %.

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

Escriba las fórmulas de las sustancias y los coeficientes en las celdas de color blanco debajo de «Reactivos →» y «Productos».

El ejercicio pide calcular el rendimiento de la reacción, pero como en la celda de color naranja situada a la derecha de «Calcular: a)» no se muestra la opción «Rendimiento», tiene que elegir «masa», porque es el dato que hay para calcularlo. Presione la tecla [↵] (tabulador), y pulse en la celda de color naranja y la flecha . Como no hay opciones, presione de nuevo la tecla [↵] y **elija** «SrCO₃», que es la fórmula del precipitado que se forma.

Escriba el valor de la masa (3) de uno de los reactivos en la celda de color blanco situada debajo de «que se obtiene», presione el tabulador y elija la unidad (g), presione otras dos veces y elija la fórmula del compuesto (SrCl_2). Haga lo mismo en la fila siguiente con el otro reactivo.

En la celda de color naranja, abajo a la derecha, elija la opción «se obtienen» y escriba a su derecha el valor de la masa obtenida y elija la opción que se le propone en la celda de color naranja de la derecha:

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--|---------------------------------|--|---|------|--|-------------------|--|--|--|--|
| | SrCl ₂ | | Li ₂ CO ₃ | | 2 | LiCl | | SrCO ₃ | | | | |
|--|-------------------|--|---------------------------------|--|---|------|--|-------------------|--|--|--|--|

Calcular:

| | | | | | |
|----|------|--|-------------------|--|--|
| a) | masa | | SrCO ₃ | | |
| b) | | | | | |
| c) | | | | | |

que se obtiene al reaccionar

| | | | | | |
|---|---|--|---------------------------------|--|--|
| 3 | g | | SrCl ₂ | | |
| 4 | g | | Li ₂ CO ₃ | | |

con

Calcular el rendimiento si se obtienen 1,55 g SrCO₃ a)

En RESULTADOS se muestra el valor de la magnitud solicitada, la masa teórica, y el rendimiento.

| | | | | | | | | |
|-----|----------------------|---|---------------------------------|---|--------|---|--------------------------|----------------------|
| | SrCl ₂ | + | Li ₂ CO ₃ | → | 2 LiCl | + | SrCO ₃ | |
| mol | 0,0189 | | 0,0189 | | 0,0378 | | 0,0189 | |
| | | | | | | | | |
| a) | $m \text{ (máx.)} =$ | | | | | | 2,79 g SrCO ₃ | Rendimiento = 55,6 % |

5. Se realiza el electrolisis de una disolución de cloruro de hierro(III) haciendo pasar una corriente de 10 amperios durante 3 horas. Calcula:
- Los gramos de hierro depositados en el cátodo.
 - El tiempo que tendría que pasar la corriente para que en el ánodo se desprendan 20,5 L de 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».

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

Escriba las fórmulas de las sustancias y los coeficientes en las celdas de color blanco debajo de «Reactivos →» y «Productos».

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

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

| Reactivos → | | | | Productos | | | |
|----------------|-------------------|----------|--|-----------|-----------------|---------|----|
| 2 | FeCl ₃ | | | 3 | Cl ₂ | 2 | Fe |
| Calcular: | | a) masa | | Fe | | | |
| | | b) | | | | | |
| | | c) | | | | | |
| que se obtiene | | al pasar | | | | durante | |
| 10 | | A | | | | 3 h | |

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

| | | | | |
|---------------------|---|-------------------|---|-------|
| 2 FeCl ₃ | → | 3 Cl ₂ | + | 2 Fe |
| mol 0,373 | | 0,560 | | 0,373 |
| | | a) m = 20,8 g Fe | | |

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

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

Escriba (20,5) en la celda de color blanco situada debajo de «que se precisa», elija las unidades (dm³) y las opciones «gas» y «Cl₂» y termine escribiendo (1) y eligiendo «atm» a la derecha de «p =», y (25) y «°C» a la derecha de «T =».

| | | | | | | | |
|----------------|-----------------|-----|-----------------|-----|-------|-----|-------|
| Calcular: | a) tiempo | | | I = | 10 A | | |
| | b) | | | | | | |
| | c) | | | | | | |
| que se precisa | para obtener | | | | p = | | |
| 20,5 | dm ³ | gas | Cl ₂ | | 1 atm | T = | 25 °C |

En RESULTADOS se muestra el tiempo.

| | | |
|----|-----|--------------------------|
| a) | t = | 1,62 · 10 ⁴ s |
|----|-----|--------------------------|

Si pulsa en la celda de color naranja situada encima, y elige la opción «10^a», el resultado se expresa en horas:minutos:segundos.

| | | |
|----|-----|----------------|
| a) | t = | 04:30:00 h:m:s |
|----|-----|----------------|

♦ Ley de Hess

En esta pestaña puede resolver ejercicios de termoquímica. 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 cantidad, masa o volumen de una de las sustancias que se muestran en la reacción.

Escriba las fórmulas de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde, y los signos «+» o «→» para separar los reactivos de los productos, en las celdas de color naranja, sin dejar huecos por el medio. Escriba los coeficientes para ajustar la reacción en las celdas de color blanco de la fila siguiente.

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

Compruebe, en la celda de color naranja más abajo, que la opción (formación o combustión) es la misma que las entalpías de los datos.

Puede cambiar los valores propuestos (llevan el símbolo ^a en la celda de la derecha, y están tomados de CRC Handbook of Chemistry and Physics, 97th Edition, 2016¹), si no se corresponden con los datos.

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

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

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

- La entalpía de la siguiente reacción: $3 \text{C}(\text{grafito})(\text{s}) + 4 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$.
- 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) $\Delta H = -104 \text{ kJ}$; $Q = -99,1 \text{ kJ}$.

Borre los datos.

↑Escriba la ecuación química (sin huecos)

+

ΔH_c +

Entalpías de combustión kJ/mol $\Delta H \text{ reac.} =$

sustancia Presión Temperatura

↑ Elija la sustancia

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

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

Escriba las fórmulas de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde, y los signos «+» o «→» en las celdas de color naranja, sin dejar huecos por el medio.

Escriba los coeficientes para ajustar la reacción en las celdas de color blanco de la fila siguiente.

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

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

Para el apartado b) elija la fórmula química (C_3H_8) de la sustancia en la última fila, elija la unidad (dm^3) en la celda de color naranja situada a su izquierda, escriba los datos (1, 1, y 0) y elija sus unidades (atm y $^\circ\text{C}$).

C + H2 → C3H8

3 C + 4 H2 → C3H8

1 <https://archive.org/details/CRCHandbookOfChemistryAndPhysics97thEdition2016>

| | | | | |
|--------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| | 3 C (s) | + 4 H ₂ (g) | → C ₃ H ₈ (g) | |
| ΔH_c | -393,5 | -285,8 | -2219,9 | |
| | Entalpías de combustión | | kJ/mol | $\Delta H_{\text{reac.}} =$ |

| | | | |
|-------------------|-------------------------------|---------|-------------|
| Volumen | sustancia | Presión | Temperatura |
| 1 dm ³ | C ₃ H ₈ | 1 atm | 0 °C |

En RESULTADOS se muestran la entalpía de la reacción cuando se forma 1 mol de propano y también cuando se forma 1 dm³ (porque ese es el dato). Para ver la energía liberada cuando se quema 1 L de propano tiene que elegir en la última celda de color naranja la opción «de combustión».

| | | | | | |
|-------------------|---|--------------------------------------|---|-----------------------------------|--|
| 3 C (s) | + | 4 H ₂ (g) | → | C ₃ H ₈ (g) | |
| Energía | | kJ/mol C ₃ H ₈ | | Calor | kJ/dm ³ C ₃ H ₈ |
| $\Delta H = -104$ | | | | a presión constante $Q_p =$ | -4,63 |
| | | | | de combustión | $q_c =$ |
| | | | | | -99,0 |

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

2. Considere que la gasolina está compuesta por octano (C₈H₁₈) y que en el bioetanol el compuesto principal es el etanol (CH₃CH₂OH).

- a) Escriba la ecuación de la reacción de combustión del etanol y calcule la entalpía estándar de formación del etanol la 25 °C.
 b) ¿Cuántos litros de bioetanol se necesitan para producir la misma energía que produce 1 L de gasolina?

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

Rta.: a) $\Delta H_f^\circ = -275,4$ kJ/mol; b) $V = 1,43$ dm³ bioetanol.

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

Escriba las fórmulas de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde, y los signos «+» o «→» en las celdas de color naranja, sin dejar huecos por el medio.

Escriba los coeficientes para ajustar la reacción en las celdas de color blanco de la fila siguiente.

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

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

En RESULTADOS, escriba 4 para el número de cifras significativas. Así comprueba que las propuestas por la hoja coinciden con las de los datos. Escriba el signo «?» en la celda de color blanco situada a la derecha de ΔH_f debajo de CH₃CH₂OH. Escriba el valor de la entalpía de combustión del etanol (1369,0) a la derecha de la celda « $\Delta H_{\text{reac.}} =$ » y elija la unidad (kJ) a su derecha.

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|---|-----------------------|---|--------------------------|
| CH ₃ CH ₂ OH | + | O ₂ | → | CO ₂ | + | H ₂ O |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| CH ₃ CH ₂ OH (l) | | + 3 O ₂ (g) | → | 2 CO ₂ (g) | | + 3 H ₂ O (l) |
| ΔH_f | ? | | | -393,5 ^a | | -285,8 ^a |

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|----|-----------------|---------------------------|---|-----------------------|----|
| Entalpías de | formación | kJ | /mol | $\Delta H_{\text{reac.}}$ | = | -1369 | kJ |
| Etiqu.: Moles gasolina | Calor gasolina | | Moles bioetanol | | | V(cm³) bioetanol | |
| Fórm.: =1000*0,7/MASAMOL("C8H18") | =G25*5445,3 | | =I25/1369 | | | =K25*MASAMOL(G2)/0,79 | |

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

Calcula los moles de gasolina que hay en 1 L de gasolina. Multiplica los cm³ (1000) que hay en 1 L por la densidad, (0,7) en g/cm³, 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.

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

=G25*5445,3

Calcula el calor desprendido al quemar 1 L de gasolina.

Multiplica los moles de gasolina calculados en la celda de coordenadas G25, por el calor de combustión (5445,3) en kJ/mol de la gasolina.

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

=I25/1369

o

=I25/M8

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 I25, entre el calor de combustión (1369 o el contenido de la celda de coordenadas M8) del etanol.

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

=K25*MASAMOL(G2)/0,79

Calcula el volumen en cm³ de etanol que ocupan esos moles.

Multiplica los moles de etanol calculados en la celda de coordenadas K25, por la masa molar del etanol (MASAMOL(G2)) empleando la función MASAMOL referida a la fórmula química situada en la celda de coordenadas G2, y dividiendo por la densidad, (0,79) en g/cm³, 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 esta pestaña puede resolver ejercicios de cálculos de energía de reacción con las medidas en el laboratorio.

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

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

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

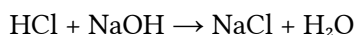
1. Calcule el valor de la entalpía de neutralización de 100 cm³ de disolución de HCl de concentración 2,0 mol/dm³ con 100 cm³ de disolución de NaOH de concentración 2,0 mol/dm³, expresado en kJ/mol, si el incremento de temperatura que se produce es de 12 °C.
 Datos: $c_e(\text{mezcla}) = c_e(\text{agua}) = 4,18 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$; densidades de las disoluciones del ácido y de la base = 1,0 g·mL⁻¹. Considere despreciable la capacidad calorífica del calorímetro. (P.A.U. jun. 15)
Rta.: $\Delta H_n^\circ = -50 \text{ kJ/mol}$.

[Borre los datos.](#)

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

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

No es necesario escribir la fórmula del soluto, en este caso el NaCl formado en la reacción de neutralización:



Pero debe escribir la cantidad, que habrá que calcular aparte:

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

También puede ir a la pestaña «Esteq» de estequiometría y escribir el ejercicio para que haga el cálculo.

Elija primero las dos primeras unidades en las celdas de color naranja situadas a la derecha: (mol y cm³).

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

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

En la celda de color naranja situada a la izquierda de «Densidad» puede elegir entre «H₂O» y «Disolución» para la densidad.

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

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 esta pestaña puede resolver ejercicios de equilibrio químico en fase gaseosa. Puede calcular:

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

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

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

[Elija](#) las unidades en las celdas de color naranja de la derecha.

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

- 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 H₂O(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) $[\text{CO}] = 0,309$; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,309$; $[\text{CO}_2] = 0,691$; $[\text{H}_2] = 0,691 \text{ mol/dm}^3$; b) $K_p = 5,00$.

[Borre los datos.](#)

| | Reactivo A + | Reactivo B | \rightleftharpoons | Producto C | + | Producto D | |
|------------------------|--------------|------------|----------------------|------------|---|------------|-----------------------|
| Reacción ajustada | | | | | | | |
| Cantidad inicial | | | | | | | |
| Cantidad en equilibrio | | | | | | | |
| Temperatura | $T =$ | | | | | | $\leftarrow \alpha K$ |
| Volumen | $V =$ | | | | | | |
| Presión total | $p =$ | | | | | | |
| Calcular: | | | | | | | |

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

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

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

Escriba la cantidad inicial (2) de CO y H₂O, en las celdas de color blanco y borde azul debajo de las fórmulas químicas y [elija](#) la unidad (mol) en la celda de color naranja de la derecha.

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

| | Reactivo A + | Reactivo B | \rightleftharpoons | Producto C | + | Producto D | |
|------------------------------|--------------|------------|----------------------|------------|---|------------|--|
| Reacción ajustada | | | | | | | |
| Cantidad inicial | | | | | | | |
| Cantidad en equilibrio | | | | | | | |
| Temperatura | $T =$ | | | | | | |
| Volumen | $V =$ | | | | | | |
| Constante de concentraciones | | | | | | | |

Presión total $p =$

Calcular:

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

| Concentración | CO(g) + | H ₂ O(g) | \rightleftharpoons | CO ₂ (g) + | H ₂ (g) | |
|---------------|--------------|---------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| inicial | 1,00 | 1,00 | | 0 | 0 | mol/dm ³ |
| reacciona | 0,691 | 0,691 | \rightarrow | 0,691 | 0,691 | mol/dm ³ |
| equilibrio | 0,309 | 0,309 | | 0,691 | 0,691 | mol/dm ³ |
| 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 CH₄ y 1,0 mol de H₂S a la temperatura de 727 °C, estableciéndose el siguiente equilibrio: CH₄(g) + 2 H₂S(g) \rightleftharpoons CS₂(g) + 4 H₂(g). Una vez alcanzado el equilibrio, la presión parcial del H₂ es 0,20 atm y la presión total es de 0,85 atm. Calcula:

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

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

Rta.: a) $n_e(\text{CH}_4) = 1,80$ mol; $n_e(\text{H}_2\text{S}) = 0,60$ mol; $n_e(\text{CS}_2) = 0,200$ mol; $n_e(\text{H}_2) = 0,800$ mol; $V = 328$ dm³;
b) $K_p = 0,0079$; $K_c = 1,2 \cdot 10^{-6}$.

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

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

Elija la unidad (mol) en la celda de color naranja a la derecha de «Cantidad inicial», y la unidad (atm) debajo de ella. Escriba los valores de las cantidades iniciales (2 y 1) del CH₄ y del H₂S, y el de la presión en equilibrio (0,2) del H₂.

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

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

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

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

| Cantidad | CH ₄ (g) + | 2 | H ₂ S(g) | \rightleftharpoons | CS ₂ (g) + | 4 | H ₂ (g) | |
|------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|---|--------------------|-----|
| inicial | 2,00 | | 1,00 | | 0 | | 0 | mol |
| reacciona | 0,200 | | 0,400 | \rightarrow | 0,200 | | 0,800 | mol |
| equilibrio | 1,80 | | 0,600 | | 0,200 | | 0,800 | mol |
| Constantes | $K_c =$ | 1,17 · 10 ⁻⁶ | (Conc. en mol/L) | | | | | |
| | $K_p =$ | 0,00790 | (p en atm.) | | | | | |

Volumen(total) = 328 dm³ en equilibrio

3. En un recipiente de 250 mL se introducen 0,45 gramos de N₂O₄(g) y se calienta hasta 40 °C, disociándose el N₂O₄(g) en un 42 %. Calcula:
- La constante K_c del equilibrio: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$
 - 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) $n(\text{N}_2\text{O}_4) = 3,3 \cdot 10^{-3}$ mol; $n'(\text{NO}_2) = 3,1 \cdot 10^{-3}$ mol.

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

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

Elija la unidad (g) en la celda de color naranja a la derecha de «Cantidad inicial». Escriba el valor de la masa inicial (0,45) del N₂O₄.

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

| | Reactivo A + | Reactivo B | ⇌ | Producto C | + | Producto D | |
|--------------------|--------------|------------|-----|----------------------|---|------------|-----------|
| Reacción ajustada | N2O4 | | 2 | NO2 | | | |
| Masa inicial | 0,45 | | | | | | g |
| Masa en equilibrio | | | | | | | |
| Temperatura | T = 40 °C | | | Grado de disociación | | | |
| Volumen | V = 250 mL | | α = | 0,42 | | | |
| Presión total | p = | | | | | | |
| | | | | | | | Calcular: |

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

| | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------|---------------------|
| | | Cifras significativas: 6 | |
| Cantidad | N ₂ O ₄ (g) | ⇌ 2 | NO ₂ (g) |
| inicial | 0,00489 077 | | 0 |
| reacciona | 0,00205 412 | → | 0,00410 825 |
| equilibrio | 0,00283 665 | | 0,00410 825 |
| Constantes $K_c = 0,0237995$ (Conc. en mol/L) | | | |
| $K_p = 0,611558$ (p en atm.) | | | |

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

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

| |
|------------------------------|
| Constante de concentraciones |
| $K_c = 0,0237995$ |

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

| Cifras significativas: 3 | | | | |
|--|----------------------------------|------------------------|-------------------------|-----|
| 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 $\alpha = 32,1 \%$ | | | | |

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

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

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

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

Pero cómo el HgO no es un gas, no debería escribir su fórmula, ignorando el mensaje: «No ajustada» que se muestra a la derecha. (Si la escribe tendría que escribir también una cantidad inicial arbitraria y la hoja dará un resultado de la presión parcial del HgO que no debería tener en cuenta. Las presiones parciales de los productos son las correctas, pero los valores de las constantes de equilibrio son erróneas, porque supone que el HgO es un gas y usa su presión ficticia en el cálculo de las constantes).

Escriba los valores de la temperatura (380) y de la presión total (0,19) en las celdas de color blanco a la derecha de « $T =$ » y « $p =$ », y **elija** las unidades ($^\circ\text{C}$ y atm).

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

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

| Presión | | $\rightleftharpoons 2$ | $\text{Hg}(\text{g}) +$ | $\text{O}_2(\text{g})$ | |
|------------|--|------------------------|-------------------------|------------------------|-----|
| 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 CO_2 para aumentar su concentración a $0,50 \text{ mol/dm}^3$, ¿cuáles serían las concentraciones de todos los gases una vez restablecido el equilibrio?

(P.A.U. set. 14)

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

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

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

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

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

| | Reactivo A | + | Reactivo B | \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"/> | <input type="text" value="°C"/> | | | | | | |

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

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

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

| | Reactivo A + | Reactivo B | \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"/> | <input type="text" value="°C"/> | | | | | |
| Volumen V = | <input type="text"/> | <input type="text"/> | | | | | |
| Presión total p = | <input type="text"/> | <input type="text"/> | | | | | |
| | | | | $K_c =$ | <input type="text" value="0,516796"/> | | |
| | | | | | <input type="text" value="Constante de concentraciones"/> | | |
| | | | | Calcular: | <input type="text"/> | <input type="text"/> | |

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

| | | | | | |
|------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| equilibrio | <input type="text" value="0,475"/> | <input type="text" value="0,0199"/> | <input type="text" value="0,0751"/> | <input type="text" value="0,0651"/> | <input type="text" value="mol/dm3"/> |
|------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|

◊ Equilibrio ácido-base

En esta pestaña puede resolver ejercicios de equilibrio ácido-base. Puede calcular:

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

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

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

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

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

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) $\text{pH} = 10,86$; $K_a = 5,55 \cdot 10^{-10}$.

[Borre los datos.](#)

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

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

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

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

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

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

En la celda de color naranja, a la derecha de «Solutos», elija la unidad (mol/dm^3). La etiqueta cambia a «Concentración [s] =». Escriba el valor de la concentración (0,03) en la celda de color blanco situada a la izquierda de «mol/dm³».

| | | Base | Ácido conjugado |
|----------------------|------------|---------------|-------------------|
| Grado de disociación | Fórmula: | NH_3 | NH_4^+ |
| | $\alpha =$ | 2,42 | % |
| Concentración | pH = | | |
| | [s] = | 0,03 | 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 | $\text{NH}_3 +$ | $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$ | $\text{NH}_4^+ +$ | OH^- | |
|----------------|-----------------|---|--|----------------------|---------------------|
| inicial: | 0,0300 | | | | mol/dm ³ |
| en equilibrio: | 0,0293 | | $7,26 \cdot 10^{-4}$ | $7,26 \cdot 10^{-4}$ | mol/dm ³ |
| | | | $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,38 \cdot 10^{-11}$ | | mol/dm ³ |
| pH = 10,86 | | | | | |
| pOH = 3,14 | | Constante de basicidad: | $K_b = 1,80 \cdot 10^{-5}$ | | |
| | | Constante de acidez del conjugado: | $K_a = 5,55 \cdot 10^{-10}$ | | |

2. Se disuelven 46 g de ácido metanoico, HCOOH , en 10 dm³ de agua, obteniendo una disolución de pH igual a 2,52.

a) Calcula el grado de disociación del ácido.

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

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

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

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

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

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

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

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

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 | $\text{HCOOH} +$ | $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$ | $\text{HCOO}^- +$ | H_3O^+ | |
|----------------|------------------|---|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| inicial: | 0,0999 | | | | mol/dm ³ |
| en equilibrio: | 0,0969 | | 0,00302 | 0,00302 | mol/dm ³ |
| | | | | $[\text{OH}^-] = 3,31 \cdot 10^{-12}$ | mol/dm ³ |
| 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 dm³ de HCN gas, medidos a 0 °C y 1 atm, se disuelven en agua obteniéndose 2 dm³ de disolución. Calcula:

- a) La concentración de todas las especies presentes en la disolución.
b) El valor del pH de la disolución y el grado de ionización del ácido.

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

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

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

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

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

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

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

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

| | | Ácido | Base conjugada |
|-------------|----------|------------------------|------------------------|
| | Fórmula: | HCN | CN ⁻ |
| Constante | K_a = | 5,80E-10 | de acidez |
| | pH = | | |
| Volumen (s) | V = | 1,12 | dm ³ gas |
| Volumen (D) | V = | 2 | dm ³ |
| Presión | P = | 101,3 | kPa |
| Temperatura | T = | 0 | °C |
| Constante | K_w = | 1,00·10 ⁻¹⁴ | 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 ₂ O ⇌ | CN ⁻ + | H ₃ O ⁺ | |
|----------------|--------|---------------------------------------|--|-------------------------------|---------------------|
| inicial: | 0,0250 | | | | mol/dm ³ |
| en equilibrio: | 0,0250 | | 3,81·10 ⁻⁶ | 3,81·10 ⁻⁶ | mol/dm ³ |
| | | | [OH ⁻] = 2,63·10 ⁻⁹ | | mol/dm ³ |
| 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 mol/dm³ de ácido láctico (ácido 2-hidroxipropanoico), calcula:

- a) El grado de ionización del ácido en disolución y el pH de la misma.
b) ¿Qué concentración debe tener una disolución de ácido benzoico (C₆H₅COOH) para dar uno pH igual al de la disolución de ácido láctico de concentración 0,200 mol/dm³?

Datos: $K_a(\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}) = 3,2 \cdot 10^{-4}$; $K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 6,42 \cdot 10^{-5}$.

(A.B.A.U. ord. 17)

Rta.: a) $\alpha = 3,92 \%$; pH = 2,11; b) $[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]_0 = 0,965 \text{ mol/dm}^3$.

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

Escriba la fórmula abreviada (C₃H₆O₂) 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⁻» de un anión genérico a la derecha porque la hoja no puede construir la fórmula de su base conjugada. Si quiere, escribala (C₃H₅O₂⁻).

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

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

| | | | |
|---------------|------------------|--|---------------------|
| | | Ácido | Base conjugada |
| | Fórmula: | C ₃ H ₆ O ₂ | A ⁻ |
| Constante | K _a = | 3,2·10 ⁻⁴ | de acidez |
| | pH = | | |
| Concentración | [s] = | 0,2 | mol/dm ³ |

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

| | | |
|--------------|-----------------------|---------------|
| pH = 2,10560 | Grado de disociación: | α = 3,92080 % |
|--------------|-----------------------|---------------|

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

| | | | |
|-----------|------------------|--|----------------|
| | Fórmula: | C ₆ H ₆ O ₂ | A ⁻ |
| Constante | K _a = | 6,42·10 ⁻⁵ | de acidez |
| | pH = | 2,10560 | |
| Soluto | | | |

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

| | | | | | |
|----------------|--|-----------------------|------------------|---|---------------------|
| Concentración | C ₆ H ₆ O ₂ + | H ₂ O ⇌ | A ⁻ + | H ₃ O ⁺ | |
| inicial: | 0,966 | | | | mol/dm ³ |
| en equilibrio: | 0,958 | | 0,00784 | 0,00784 | mol/dm ³ |
| | | | | [OH ⁻] = 1,28·10 ⁻¹² | mol/dm ³ |
| pH = 2,11 | | Grado de disociación: | | α = 0,812 % | |

♦ Equilibrio de solubilidad

En esta pestaña puede resolver ejercicios de equilibrio de solubilidad. Puede calcular:

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

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

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

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

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

- La solubilidad del hidróxido de manganeso(II) en agua es de 1,96 mg/L. Calcule:
 - El producto de solubilidad de esta sustancia y el pH de la disolución saturada.
 - La solubilidad del hidróxido de manganeso(II) en una disolución de concentración 0,10 mol/dm³ 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/dm³

[Borre 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, selecciónelo en la página de origen y cópielo ([Ctrl]+[C]).

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

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

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

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

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

Si no le gusta el formato en el que se muestra el valor (por ejemplo 1,96E-03), pulse en la celda y presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato.

Escriba el valor (0,1) de la concentración de NaOH en la celda de color blanco situada debajo de «Concentración:». Si no le gusta el formato en el que se muestra el valor (por ejemplo 1,00E-01), pulse en la celda y presione a la vez las teclas [Ctrl] y [M] para limpiar el formato. Elija la unidad (mol/dm³) en la celda de color naranja situada a su derecha.

| | | | | |
|---------------------------------------|---------------------|-------------|---------------|---------------------|
| Compuesto poco soluble: | Mn(OH) ₂ | solubilidad | 1,96 | mg/dm ³ |
| 2.º compuesto poco soluble: | | solubilidad | | |
| | | Volumen | Concentración | |
| Ion/compuesto soluble: | NaOH | | 0,1 | mol/dm ³ |
| 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.

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

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

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

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/dm³ de sulfato de sodio, considerando que esta sal está totalmente disociado.
- (A.B.A.U. ord. 21)
- Rta.:** a) $m(\text{BaSO}_4) = 5,44 \cdot 10^{-4}$ g en 0,25 L de H₂O; b) $m'(\text{BaSO}_4) = 5,08 \cdot 10^{-9}$ g en 0,25 L de D Na₂SO₄.

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

Escriba las fórmulas de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde de la primera columna: BaSO₄ a la derecha de «Compuesto poco soluble:» y Na₂SO₄ a la derecha de «Ion/compuesto soluble:».

Seleccione con el ratón el valor del producto de solubilidad ($8,7 \cdot 10^{-11}$) del enunciado y, en DATOS en la hoja de cálculo, pulse en la celda de color blanco a la derecha de «solubilidad» y presione a la vez las teclas ([Ctrl], [Alt], [↕] y [V]) para pegar el valor. En la celda de color naranja, situada a su derecha **elija** «K_s».

Tiene que escribir el dato del volumen (0,25 L) del apartado a) en alguna de las celdas debajo de «Volumen» para que aparezca como una opción en RESULTADOS. Como el volumen del apartado b) coincide en valor, ya no tiene que preocuparse por eso.

En las celdas de color blanco y borde azul a la derecha de «Ion/compuesto soluble:», escriba los valores del volumen (0,25) y la concentración (1) y elija las unidades (L y mol/dm³) en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

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

En RESULTADOS se muestran las concentraciones en g/dm³:

| | | | | |
|---|-----------------------|----------------------|-------------------|--|
| $\text{BaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + (\text{SO}_4)^{-}(\text{aq})$ $K_s = 8,70 \cdot 10^{-11} = s \cdot s = s^2$ | | | | |
| Solubilidad | mol/dm ³ | | g/dm ³ | |
| En agua | $9,33 \cdot 10^{-6}$ | 0,00218 | | |
| En 1 L D(Na ₂ SO ₄) | $8,70 \cdot 10^{-11}$ | $2,03 \cdot 10^{-8}$ | | |

¿V? ↑

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

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

3. Se disponen de una disolución que contiene una concentración de Cd²⁺ de 1,1 mg/dm³. Se quiere eliminar parte del Cd²⁺ precipitándolo con un hidróxido, en forma de Cd(OH)₂. Calcula:

- a) El pH necesario para iniciar la precipitación.
b) La concentración de Cd²⁺, en mg/dm³, 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) pH = 9,5; b) $[\text{Cd}^{2+}]_b = 1,3 \cdot 10^{-5}$ mg/dm³.

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

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

Cd(OH)₂ a la derecha de «Compuesto poco soluble:», Cd²⁺ a la derecha de «Ion/compuesto soluble:» y OH⁻ a la derecha de «2.º ion/compuesto soluble:».

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

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

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

| | | | | |
|---------------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| Compuesto poco soluble: | Cd(OH) ₂ | Producto de solubilidad | 1,2·10 ⁻¹⁴ | K _s |
| 2.º compuesto poco soluble: | | solubilidad | | |
| Ion/compuesto soluble: | Cd ²⁺ | Volumen | | Concentración |
| 2.º ion/compuesto soluble: | OH ⁻ | | | 1,1 mg/dm ³ |
| Soluto en la disolución que se añade: | | | | |

- a) En RESULTADOS elija pH, debajo de «Para que precipite Cd(OH)₂». Se muestra el pH necesario para iniciar la precipitación.

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

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

| | | | | |
|----------------------------|-----------------|--|--|-------|
| 2.º ion/compuesto soluble: | OH ⁻ | | | 12 pH |
|----------------------------|-----------------|--|--|-------|

En RESULTADOS elija «Concentración final de Cd^{2+} ». Se muestra el valor de la concentración de ion Cd^{2+} en la disolución cuando esté en equilibrio con el precipitado. Las unidades de concentración serán 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 Cd^{2+} | $[\text{Cd}^{2+}]_e =$ | $1,20 \cdot 10^{-10} \text{ mol/L} =$ | $1,35 \cdot 10^{-5} \text{ mg}/\text{dm}^3$ |

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.

a) Calcula el valor de la constante del producto de solubilidad de la sal a 25 °C.

b) Indica si se formará un precipitado de sulfato de estroncio al mezclar volúmenes iguales de disoluciones de Na_2SO_4 de concentración $0,02 \text{ mol}/\text{dm}^3$ y de SrCl_2 de concentración $0,01 \text{ mol}/\text{dm}^3$, considerando que ambas sales están totalmente disociadas. Supone los volúmenes aditivos.

(P.A.U. jun. 12)

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

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

Escriba las fórmulas de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde de la primera columna: SrSO_4 a la derecha de «Compuesto poco soluble:», Na_2SO_4 a la derecha de «Ion/compuesto soluble:» y SrCl_2 a la derecha de «2.º ion/compuesto soluble:»

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

Calcule la concentración en la celda situada a su izquierda.

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

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

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

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

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

| | | |
|---|-------------|-------------------------------|
| Compuesto poco soluble: SrSO_4 | solubilidad | 0,104 g/dm^3 |
| 2.º compuesto poco soluble: | solubilidad | |
| Volumen | | |
| Ion/compuesto soluble: Na_2SO_4 | 1 L | 0,02 mol/dm^3 |
| 2.º ion/compuesto soluble: SrCl_2 | 1 L | 0,01 mol/dm^3 |
| 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 | mol/dm^3 | | | | g/dm^3 | |
| En agua | $5,66 \cdot 10^{-4}$ | | 0,104 | | | |
| En 1 L D(Na_2SO_4) | $1,60 \cdot 10^{-5}$ | | 0,00294 | | | |

| | | |
|---------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| ¿V? ↑ | | |
| Precipitación | Sí | |
| $[Sr^{2+}] \cdot [(SO_4)^{2-}]$ | $= 0,0100 \cdot 0,00500$ | $> K_s = 3,21 \cdot 10^{-7}$ |

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°C del cromato de plata y del cloruro de plata, respectivamente: $2,0 \cdot 10^{-12}$ y $1,70 \cdot 10^{-10}$ (P.A.U. jun. 00)
- Rta.:** a) AgCl ; b) $[\text{Cl}^-] = 3,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$.

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

| | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|
| Compuesto poco soluble: | Ag_2CrO_4 | Producto de solubilidad | 2,00E-12 | K_s |
| 2.º compuesto poco soluble: | AgCl | Producto de solubilidad | 1,70E-010 | K_s |
| | | Volumen | Concentración | |
| Ion/compuesto soluble: | K_2CrO_4 | | 0,1 | mol/dm^3 |
| 2.º ion/compuesto soluble: | NaCl | | 0,05 | mol/dm^3 |
| Soluto en la disolución que se añade: | AgNO_3 | | | |

En RESULTADOS se muestran cuál precipitará primero y la concentración del anión (Cl^-) de la sal más insoluble al comenzar a precipitar la sal que precipita en segundo lugar (Ag_2CrO_4).

| | | | | |
|---|--------------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------|
| Precipitación fraccionada | Para que precipite | Ag_2CrO_4 | AgCl | |
| Precipita 1º AgCl | $[\text{AgNO}_3]_{\min}$ | $4,47 \cdot 10^{-6}$ | $3,40 \cdot 10^{-9}$ | mol/dm^3 |
| Al empezar a precipitar Ag_2CrO_4 | $[\text{Cl}^-] =$ | $3,80 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ | | |

♦ Reacciones redox

En esta pestaña puede resolver ejercicios de ajuste de reacciones de oxidación reducción y cálculos estequiométricos (cantidad, masa, volumen de gas o disolución, concentración o pH) de reactivos o productos. [Escriba las fórmulas](#) de las sustancias o iones en las celdas de color blanco y borde verde debajo de «Reactivos» y «Productos». Escriba en las dos primeras celdas tanto de reactivos como de productos los que contienen los elementos que cambian o cambiaron de estado de oxidación. En caso de que se forme agua, debe escribirse en último lugar.

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

- Por la acción del ácido HCl de riqueza 36 % en masa y densidad 1,19 g/cm³, 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) $V(\text{HCl}) = 41,7 \text{ cm}^3 \text{ (D)}$.

[Borre los datos.](#)

| Reactivos → | | | | Productos | | | |
|---------------------|--|---|--|-----------|--|--|--|
| | | | | | | | |
| Calcular: | | | | | | | |
| necesarios | | | | | | | |
| para reaccionar con | | | | | | | |
| Rendimiento | | % | | | | | |

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

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

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

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

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

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

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

| Reactivos → | | | | Productos | | | |
|--------------|-------------------|------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|--|
| HCl | MnO ₂ | | | MnCl ₂ | Cl ₂ | H ₂ O | |
| Calcular: | volumen | disolución | HCl | [HCl] = | 36 | % masa | |
| | | | | Densidad | 1,19 | g/cm ³ | |
| necesarios | | | | | | | |
| para obtener | | | | | | | |
| | 3 dm ³ | gas | Cl ₂ | 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 Cl ⁻ | | - 2 e ⁻ → | Cl ₂ | | ×1 |
| Reducción | MnO ₂ | + 4 H ⁺ | + 2 e ⁻ → | Mn ²⁺ | + 2 H ₂ O | ×1 |
| | 2 Cl ⁻ | + MnO ₂ | + 4 H ⁺ → | Cl ₂ | + Mn ²⁺ | + 2 H ₂ O |

Ecuación ajustada:

4 HCl + MnO₂ → MnCl₂ + Cl₂ + 2 H₂O

| | | | |
|-----------------------|-----------|----------|--------------------------|
| n(Cl ₂) = | 0,123 mol | n(HCl) = | 0,490 mol |
| | | V(HCl) = | 41,7 cm ³ (D) |

2. Dada la siguiente reacción: $\text{H}_2\text{S} + \text{NaMnO}_4 + \text{HBr} \rightarrow \text{S} + \text{NaBr} + \text{MnBr}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- a) Ajusta la ecuación iónica por el método ion-electrón y escriba la ecuación molecular completa.
- b) Calcula los gramos de NaMnO₄ que reaccionarán con 32 g de H₂S. Si se obtuvieron 61,5 g de MnBr₃ 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 %.

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

[Escriba las fórmulas](#) de las sustancias en las celdas de color blanco y borde verde debajo de «Reactivos» o «Productos», dejando el agua para el último lugar. Note que en el enunciado el **MnBr₃** está en el tercer lugar entre los productos, pero en la hoja tiene que escribirlo **en segundo lugar**, delante del NaBr.

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

Presione la tecla [↵] (tabulador) dos veces, pulse para elegir a sustancia «NaMnO₄».

Escriba 32 debajo de «necesarios», presione la tecla [↵] (tabulador), pulse para elegir la unidad (g), presione la tecla [↵] dos veces, y pulse para elegir la sustancia (H₂S).

| Reactivos → | | | Productos | | | |
|------------------|---------------------|--------------------|-----------|-------------------|------|------------------|
| H ₂ S | NaMnO ₄ | HBr | S | MnBr ₃ | NaBr | H ₂ O |
| Calcular: | masa | NaMnO ₄ | | | | |
| necesarios | para reaccionar con | | | | | |
| 32 | g | H ₂ S | | | | |
| Rendimiento | % | | | | | |

En RESULTADOS se muestran las ecuaciones iónica y global ajustadas por el método del ion-electrón, y la masa de NaMnO₄ que reaccionará con 32 g de H₂S.

| | | | | | | |
|-----------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Oxidación | S ²⁻ | | - 2 e ⁻ → | S | | ×2 |
| Reducción | (MnO ₄) ⁻ | + 8 H ⁺ | + 4 e ⁻ → | Mn ³⁺ | + 4 H ₂ O | ×1 |
| | 2 S ²⁻ | + (MnO ₄) ⁻ | + 8 H ⁺ → | 2 S | + Mn ³⁺ | + 4 H ₂ O |

Ecuación ajustada:

2 H₂S + NaMnO₄ + 4 HBr → 2 S + MnBr₃ + NaBr + 4 H₂O

$$n(\text{H}_2\text{S}) = 0,939 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaMnO}_4) = 0,469 \text{ mol}$$

$$m(\text{NaMnO}_4) = 66,6 \text{ g}$$

b) En DATOS, cambie NaMnO_4 por MnBr_3 , y «Rendimiento» por «Obtenido» y escriba el valor (61,5) de la masa obtenida.

Obtenido g MnBr_3

Calcular el rendimiento

En RESULTADOS se muestra el rendimiento de la reacción.

Rendimiento 44,6%

$$n(\text{H}_2\text{S}) = 0,939 \text{ mol}$$

$$n(\text{MnBr}_3) = 0,469 \text{ mol}$$

$$m(\text{MnBr}_3) \text{ máx.} = 138 \text{ g}$$

♦ Electrólisis

En esta pestaña puede resolver ejercicios de cálculos en procesos de electrolisis:

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

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

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

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

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

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

- Se realiza la electrolisis de una disolución de cloruro de hierro(III) haciendo pasar una corriente de 10 amperios durante 3 horas. Calcula:
 - Los gramos de hierro depositados en el cátodo.
 - El tiempo que tendría que pasar la corriente para que en el ánodo se desprendan 20,5 L de 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) $t = 4,5 \text{ h}$.

[Borre los datos.](#)

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

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

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

[Escriba la fórmula](#) del ion (Fe^{3+}) o de la sustancia (FeCl_3) en la primera celda de color blanco y borde verde debajo de «Masa».

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

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

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

| | | |
|------------|------------------|------|
| Calcular: | Masa | |
| Ion: | 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) pulse en la celda de color naranja que contiene «Masa» y cambie a la opción «Tiempo». Escriba debajo la fórmula (Cl_2) del cloro y escriba la carga (-1) del ion de cloro en la disolución (Cl^-). Pulse en la celda que contiene «Intensidad» y cambie a la opción «Volumen de gas». Escriba los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y elija las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

| | | | |
|----------------|-------|---------------|-----|
| Calcular: | | Tiempo | |
| Elemento: | | Cl_2 | |
| 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_2 | |
| Cantidad: | 1,68 | 0,838 | mol |
| Tiempo | $t =$ | $1,62 \cdot 10^4 \text{ s}$ | 04:29:29 |

Sumario

PROBLEMAS DE QUÍMICA DE 2.º DE BACHILLERATO

| | |
|---|-----------|
| Comienzo..... | 1 |
| Teclado y ratón..... | 1 |
| Datos..... | 1 |
| Como pegar el enunciado en la hoja de cálculo..... | 2 |
| Tipos de problemas..... | 2 |
| Otros cálculos..... | 2 |
| Ejemplos..... | 3 |
| Otros consejos..... | 3 |
| Fórmula empírica y molecular..... | 5 |
| 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 |
| Disoluciones..... | 8 |
| 1. Indique el material, procedimiento detallado y cálculos correspondientes necesarios para preparar en el laboratorio 250 cm ³ de una disolución de cloruro de sodio de concentración 0,50 mol/dm ³ a partir del producto sólido puro..... | 8 |
| 2. En una botella de ácido clorhídrico concentrado figuran los siguientes datos: 36% en masa de HCl y densidad 1,18 g/mL. Calcula:..... | 8 |
| 3. Tense un litro de una disolución de ácido sulfúrico del 98 % de riqueza y densidad 1,84 g/cm ³ . Calcula:..... | 9 |
| 4. Se mezclan 6,27 gramos de FeSO ₄ ·7H ₂ O con 85 gramos de agua. Determine la concentración de la disolución resultante en:..... | 10 |
| 5. Se disuelven 22,5 g de hidróxido de sodio en 50,0 cm ³ de agua destilado a 4 °C. La densidad de la disolución es de 1 340 kg/m ³ . Calcula la composición de la solución en:..... | 10 |
| Estequiometría: cálculos en reacciones químicas..... | 12 |
| 1. Para determinar la concentración de una disolución de FeSO ₄ se realiza una valoración redox en la que 18,0 cm ³ de disolución de KMnO ₄ de concentración 0,020 mol/dm ³ reaccionan con 20,0 cm ³ de la disolución de FeSO ₄ . La reacción que tiene lugar es:..... | 12 |
| 2. Calcula:..... | 13 |
| 3. Una muestra comercial e impura de 0,712 g de carburo de calcio (CaC ₂) reacciona con exceso de agua produciendo etino e hidróxido de calcio. Si el volumen de etino (C ₂ H ₂) recogido a 25 °C y 0,98 atm (99,3 kPa) fue de 0,25 L:..... | 14 |
| 4. Se disuelven 3,0 g de SrCl ₂ en 25 cm ³ de agua y 4,0 g de Li ₂ CO ₃ en otros 25 cm ³ de agua. A continuación, se mezclan las dos disoluciones, llevándose a cabo a formación de un precipitado del que se obtienen 1,55 g..... | 15 |
| 5. Se realiza el electrolisis de una disolución de cloruro de hierro(III) haciendo pasar una corriente de 10 amperios durante 3 horas. Calcula:..... | 15 |
| Ley de Hess..... | 17 |
| 1. A partir de las entalpías de combustión y aplicando a Ley de Hess, calcula:..... | 17 |
| 2. Considere que la gasolina está compuesta por octano (C ₈ H ₁₈) y que en el bioetanol el compuesto principal es el etanol (CH ₃ CH ₂ OH)..... | 18 |
| Calorimetría..... | 20 |
| 1. Calcula el valor de la entalpía de neutralización de 100 cm ³ de disolución de HCl de concentración 2,0 mol/dm ³ con 100 cm ³ de disolución de NaOH de concentración 2,0 mol/dm ³ , expresado en kJ/mol, si el incremento de temperatura que se produce es de 12 °C..... | 20 |
| Equilibrio en fase gas..... | 22 |
| 1. Para la reacción CO(g) + H ₂ O(g) ⇌ CO ₂ (g) + H ₂ (g), el valor de K _c = 5 a 530 °C. Si reaccionan 2,0 moles de CO(g) con 2,0 moles de H ₂ O(g) en un reactor de 2 L:..... | 22 |
| 2. En un recipiente cerrado se introducen 2,0 moles de CH ₄ y 1,0 mol de H ₂ S a la temperatura de 727 °C, estableciéndose el siguiente equilibrio: CH ₄ (g) + 2 H ₂ S(g) ⇌ CS ₂ (g) + 4 H ₂ (g). Una vez alcanzado el equilibrio, la presión parcial del H ₂ es 0,20 atm y la presión total es de 0,85 atm. Calcula:..... | 23 |
| 3. En un recipiente de 250 mL se introducen 0,45 gramos de N ₂ O ₄ (g) y se calienta hasta 40 °C, disociándose el N ₂ O ₄ (g) en un 42 %. Calcula:..... | 24 |

4. Al calentar HgO(s) en un recipiente cerrado en el que se hizo el vacío, disóciase según la reacción: $2\text{HgO(s)} \rightleftharpoons 2\text{Hg(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$. Cuando se alcanza el equilibrio a 380°C , la presión total en el recipiente es de $0,185\text{ atm}$. Calcula:.....25
5. Considera el siguiente proceso en equilibrio a 686°C : $\text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$. 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$26

Equilibrio ácido-base..... 27

1. Una disolución de amoníaco de concentración $0,03\text{ mol/dm}^3$ está disociada en un $2,42\%$. Calcula:.....27
2. Se disuelven 46 g de ácido metanoico, HCOOH , en 10 dm^3 de agua, obteniendo una disolución de pH igual a $2,52$28
3. $1,12\text{ dm}^3$ de HCN gas, medidos a 0°C y 1 atm , se disuelven en agua obteniéndose 2 dm^3 de disolución. Calcula:.....29
4. Para una disolución acuosa de concentración $0,200\text{ mol/dm}^3$ de ácido láctico (ácido 2-hidroxipropoico), calcula:.....29

Equilibrio de solubilidad..... 31

1. La solubilidad del hidróxido de manganeso(II) en agua es de $1,96\text{ mg/L}$. Calcula:.....31
2. El producto de solubilidad, a 20°C , del sulfato de bario es $8,7 \cdot 10^{-11}$. Calcula:.....32
3. Se disponen de una disolución que contiene una concentración de Cd^{2+} de $1,1\text{ mg/dm}^3$. Se quiere eliminar parte del Cd^{2+} precipitándolo con un hidróxido, en forma de Cd(OH)_2 . Calcula:.....33
4. La cantidad máxima de sulfato de estroncio que se puede disolver en 250 mL de agua a 25°C es de $26,0\text{ mg}$34
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:.....35

Reacciones redox..... 36

1. Por la acción del ácido HCl de riqueza 36% en masa y densidad $1,19\text{ g/cm}^3$, el óxido de manganeso(IV) se transforma en cloruro de manganeso(II), obteniéndose además cloro gaseosa y agua.36
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}$37

Electrólisis..... 39

1. Se realiza la electrolisis de una disolución de cloruro de hierro(III) haciendo pasar una corriente de 10 amperios durante 3 horas . Calcula:.....39