

Física y Química de 2º de ESO: ejercicios con soluciones

44 ejercicios con la solución explicada paso a paso, y la teoría de los 13 temas que trae esta selección.

Lo que vas a practicar

La medida y las unidades · Magnitudes, unidades del SI, cambios de unidad y media de varias medidas (ejercicios 1, 2, 3, 4)

La masa, el volumen y el peso · Medir un volumen por desplazamiento, la masa del aire y la diferencia entre masa y peso (ejercicios 5, 6, 7)

La densidad · Calcular densidad, masa y volumen con sus unidades, pasar g/cm^3 a kg/m^3 y decidir si algo flota (ejercicios 8, 9, 10, 11)

Los estados de la materia y el modelo cinético · Reconocer el estado por la forma y el volumen, explicar con partículas y ver qué le pasa a la densidad de un gas (ejercicios 12, 13, 14)

Los cambios de estado · Nombrar los seis cambios y deducir la temperatura de fusión y la de solidificación de una lista de medidas (ejercicios 15, 16, 17, 18)

Las sustancias puras y las mezclas · Clasificar, distinguir homogénea de heterogénea y usar la temperatura de ebullición como pista (ejercicios 19, 20, 21)

La separación de mezclas · Elegir el método por la propiedad que diferencia a los componentes y ordenar varias operaciones (ejercicios 22, 23, 24)

Las disoluciones y la concentración · Conservación de la masa al disolver, porcentaje en masa, gramos por litro y qué pasa al diluir (ejercicios 25, 26, 27, 28)

El átomo y los elementos · Sacar protones, neutrones y electrones de Z y A, y leer los subíndices de una fórmula (ejercicios 29, 30, 31)

El cambio físico y el cambio químico · Distinguir unos de otros, y la conservación de la masa cuando entra o sale algo (ejercicios 32, 33, 34)

Las fuerzas y sus efectos · Los dos efectos, sumar y restar fuerzas en la misma recta, y el muelle del dinamómetro (ejercicios 35, 36, 37)

El movimiento y la velocidad media · Velocidad media, paso de km/h a m/s y por qué la media de dos tramos no es la media de dos velocidades (ejercicios 38, 39, 40)

La energía, el calor y la temperatura · Pasar de grados Celsius a kelvin, separar calor de temperatura y reconocer transformaciones (ejercicios 41, 42, 43, 44)

Material propio de solucionario.es. Los enunciados y las soluciones están escritos por nosotros. La versión al día, con más ejercicios y de todos los cursos, está siempre en:

solucionario.es

Qué entra en esta página y qué no. Entran los trece temas del cuadro, que son los del primer curso de Física y Química: la medida y el método científico, la masa, el volumen y la densidad, los estados de la materia con el modelo cinético, los cambios de estado, las mezclas y su separación, las disoluciones y la concentración, el átomo y los elementos, el cambio físico frente al químico, las fuerzas y sus efectos, el movimiento con la velocidad media, y la energía, el calor y la temperatura. **Esta selección es editorial y deja fuera a propósito, para otras páginas de la serie:** el mol y la masa molar, la estequiometría, la formulación y la nomenclatura, la configuración electrónica y los isótopos, los iones y los tipos de enlace, las leyes de Newton con fórmula, la aceleración, el trabajo y la potencia, la energía mecánica con fórmulas, y los ácidos, las bases y el pH. No es que sean difíciles: es que esta página se ha escrito para el primer curso y esos contenidos se trabajan en las de 3º y de 4º de esta misma serie; el reparto oficial de saberes de la etapa no los separa curso a curso. Esta página sirve para localizar con lápiz, papel y calculadora lo que flojea; no sustituye al libro, ni al laboratorio, ni a las clases.

La medida y las unidades

Lo que hay que saber

Medir una **magnitud** es compararla con una unidad. Son magnitudes la longitud, la masa, el tiempo, el volumen o la temperatura: lo que se puede expresar con un número y una unidad. Decir que algo es rojo o que huele fuerte lo describe, pero no lo mide. Del color hay aparatos que sí dan números; en este curso no se usan.

Las unidades del **Sistema Internacional** (SI) para lo de este curso: longitud en **metros** (m), masa en **kilogramos** (kg) y tiempo en **segundos** (s). Una medida se escribe con el número y la unidad: «24» no es una medida; «24 cm» sí.

Múltiplos y submúltiplos: *kilo* multiplica por 1.000, *centi* divide entre 100 y *mili* divide entre 1.000. Al pasar de una unidad grande a otra pequeña se multiplica, y al revés se divide; si dudas, mira si el número tiene que salir mayor o menor.

Volumen: 1 L = 1.000 mL, y 1 mL es lo mismo que 1 cm³, así que **1 L = 1.000 cm³**. Y 1 dm³ = 1 L. Estas tres igualdades resuelven casi todos los cambios de unidad de volumen de 2º.

▲ Se oye mucho que, si te equivocas de unidad, el resultado sale tan raro que se nota. A veces sí, pero muchas veces no: 5 m/s y 5 km/h son las dos velocidades posibles de una persona, y ninguna de las dos parece un disparate. Por eso la unidad se escribe **en cada paso** y se comprueba al final, en vez de confiar en que el número chirríe.

El **método científico**, en corto: se observa algo, se hace una pregunta, se propone una explicación que se pueda comprobar, se monta un experimento midiendo, y se concluye. Una medida se repite varias veces y se toma la **media**, porque cada medida suelta varía un poco. ▲ Eso rebaja las variaciones al azar. Lo que no corrige es un fallo que se repita igual en cada medida: con una regla mal marcada, las medidas se desvían todas hacia el mismo lado, y la media también.

1

Expresa en metros estas tres longitudes: **3,5 km**, **850 mm** y **24 cm**. Después expresa **0,75 m** en centímetros.

Solución

De kilómetros a metros se multiplica por 1.000, porque el metro es la unidad pequeña y el número tiene que salir mayor: $3,5 \text{ km} = 3,5 \times 1.000 \text{ m} = \mathbf{3.500 \text{ m}}$.

De milímetros a metros se divide entre 1.000, porque ahora el número tiene que salir menor: $850 \text{ mm} = 850 \div 1.000 \text{ m} = \mathbf{0,85 \text{ m}}$.

De centímetros a metros se divide entre 100: $24 \text{ cm} = 24 \div 100 \text{ m} = \mathbf{0,24 \text{ m}}$.

De metros a centímetros se multiplica por 100: $0,75 \text{ m} = 0,75 \times 100 \text{ cm} = \mathbf{75 \text{ cm}}$.

Comprobación, deshaciendo cada cambio: la cuenta se hace con los números y la igualdad se escribe después con sus unidades. $3.500 \div 1.000 = 3,5$, o sea $3.500 \text{ m} = 3,5 \text{ km}$ · $0,85 \times 1.000 = 850$, o sea $0,85 \text{ m} = 850 \text{ mm}$ · $0,24 \times 100 = 24$, o sea $0,24 \text{ m} = 24 \text{ cm}$ · $75 \div 100 = 0,75$, o sea $75 \text{ cm} = 0,75 \text{ m}$. Los cuatro vuelven al dato de partida.

2

Expresa **2,4 kg** en gramos y **750 g** en kilogramos. Después pasa a segundos un tiempo de **3 min 20 s**.

Solución

El gramo es mil veces menor que el kilogramo, así que de kg a g se multiplica: $2,4 \text{ kg} = 2,4 \times 1.000 \text{ g} = \mathbf{2.400 \text{ g}}$.

Al revés se divide: $750 \text{ g} = 750 \div 1.000 \text{ kg} = \mathbf{0,75 \text{ kg}}$.

El tiempo no va de mil en mil, sino de sesenta en sesenta: $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$. Los 3 minutos son $3 \times 60 \text{ s} = 180 \text{ s}$.

Y se le suman los segundos sueltos: $180 \text{ s} + 20 \text{ s} = \mathbf{200 \text{ s}}$.

Comprobación: $200 \text{ s} \div (60 \text{ s/min})$ da 3 minutos y sobran 20 s, que es el dato de partida.

3

Una botella tiene una capacidad de **1,5 L**. Exprésala en mililitros y en centímetros cúbicos, y calcula cuántos vasos de **250 cm³** se pueden llenar con ella.

Solución

$1 \text{ L} = 1.000 \text{ mL}$, así que $1,5 \text{ L} = 1,5 \times 1.000 \text{ mL} = \mathbf{1.500 \text{ mL}}$.

1 mL es lo mismo que 1 cm^3 , así que la cifra no cambia al pasar a centímetros cúbicos: $1.500 \text{ mL} = \mathbf{1.500 \text{ cm}^3}$.

Los vasos salen de dividir el volumen de la botella entre el de un vaso: $(1.500 \text{ cm}^3) \div (250 \text{ cm}^3) = \mathbf{6 \text{ vasos}}$.

Fíjate en la unidad de ese último resultado: al dividir cm^3 entre cm^3 la unidad se va, y queda un número de veces, no un volumen. Eso es justo lo que se preguntaba.

Comprobación: $6 \times 250 \text{ cm}^3 = 1.500 \text{ cm}^3$, que es la capacidad de la botella.

4

Cinco alumnos miden el largo de la misma mesa y anotan **1,24 m**, **1,22 m**, **1,25 m**, **1,23 m** y **1,26 m**. Calcula el valor que darían como resultado y explica por qué se repite una medida varias veces en lugar de hacerla una sola vez.

Solución

El valor que se da es la **media** de las cinco medidas. Primero se suman: $1,24 \text{ m} + 1,22 \text{ m} + 1,25 \text{ m} + 1,23 \text{ m} + 1,26 \text{ m} = 6,20 \text{ m}$.

Y se divide entre el número de medidas: $(6,20 \text{ m}) \div 5 = \mathbf{1,24 \text{ m}}$.

Fíjate en que al dividir metros entre un número sin unidad el resultado sigue siendo metros, como debía ser: la media de varias longitudes es una longitud.

Se repite la medida porque cada una varía un poco: el sitio donde se apoya la regla, el ojo del que mira, el borde de la mesa. Esas variaciones caen unas veces por arriba y otras por abajo. Al hacer la media se compensan en buena parte. Lo que la media no arregla es un fallo que se repite igual en las cinco, como una regla mal marcada: entonces las cinco se desvían hacia el mismo lado.

Comprobación de tamaño: las cinco medidas van de 1,22 m a 1,26 m, así que la media tiene que caer entre esos dos valores. 1,24 m cae dentro.

La masa, el volumen y el peso

Lo que hay que saber

La **masa** es la cantidad de materia que tiene un cuerpo. Se mide con una **balanza**, en kilogramos (kg) o en gramos (g), y es la misma en la Tierra, en la Luna o flotando en una nave.

El **volumen** es el espacio que ocupa. Se mide en m^3 , y en clase casi siempre en cm^3 o en litros. El volumen de un sólido de forma irregular, como una piedra, se mide metiéndolo en una probeta con agua: lo que **sube** el agua es su volumen. ▲ Vale si queda del todo bajo el agua y no se disuelve, no la absorbe ni se le pegan burbujas. Con un terrón de azúcar o con un corcho no funciona.

El **peso** no es la masa: es la **fuerza** con la que la Tierra, o el planeta en el que estés, tira del cuerpo hacia abajo. Se mide con un **dinamómetro**, en **newtons** (N), y cambia según dónde estés. En la calle se dice «peso 60 kilos» para hablar de la masa; aquí las dos palabras van separadas, cada una con su unidad.

Regla para no confundirlas: si el resultado va en kg o en g, es una **masa**; si va en N, es una **fuerza**, y el peso es solo una clase de fuerza, la que hace el planeta. En N se miden también la que frena una caja al arrastrarla, un empujón o la de un imán. Ninguna de esas tres es un peso. Y un mismo cuerpo tiene un solo valor de masa y tantos valores de peso como sitios lo lleves.

▪ «Los gases no pesan» es falso: tienen masa, y se puede medir. Basta con pesar un recipiente rígido al que se le ha sacado el aire y volver a pesarlo con el aire dentro; la balanza marca más la segunda vez.

Todo cuerpo tiene masa y ocupa un volumen. Eso es lo que llamamos **materia**, y por eso el aire, que no se ve, es materia igual que una piedra.

5

En una probeta hay **50 cm^3** de agua. Se mete dentro una piedra, que queda completamente sumergida y no absorbe agua. El nivel sube hasta la marca de **78 cm^3** . Calcula el volumen de la piedra y di por qué no se ha medido con una regla.

Solución

Al meter la piedra, el agua tiene que apartarse para hacerle sitio, y sube exactamente lo que ocupa la piedra.

Volumen de la piedra = volumen final – volumen inicial = $(78 \text{ cm}^3) - (50 \text{ cm}^3) = \mathbf{28 \text{ cm}^3}$.

La resta solo se puede hacer porque los dos datos están en la misma unidad. Si uno viniera en mL habría que pasarlo antes, aunque en este caso la cifra no cambiaría: $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$.

Con una regla no se puede porque la piedra no tiene forma de caja ni de cilindro: no hay ningún largo por ancho por alto que dé su volumen. Con la probeta da igual la forma que tenga.

Comprobación: $50 \text{ cm}^3 + 28 \text{ cm}^3 = 78 \text{ cm}^3$, que es lo que marca la probeta al final.

6

A un recipiente rígido de **10 L** se le ha sacado todo el aire, y así la balanza marca **340 g**. Se deja entrar aire hasta llenarlo y la balanza marca **352 g**. Calcula la masa del aire que ha entrado y cuántos gramos de aire hay en cada litro.

Solución

La masa del aire es lo que ha subido la balanza: $(352 \text{ g}) - (340 \text{ g}) = \mathbf{12 \text{ g de aire}}$.

Para saber cuánto hay en cada litro se reparte esa masa entre los litros del recipiente: $(12 \text{ g}) \div (10 \text{ L}) = \mathbf{1,2 \text{ g/L}}$.

Mira la unidad del último resultado: gramos divididos entre litros dan g/L, que es una masa por cada unidad de volumen. No son gramos a secas.

Conclusión: el aire tiene masa, y se puede medir. Lo que pasa es que 12 g en 10 L es poquísimo comparado con casi cualquier otra cosa, y por eso no se nota al levantar una bolsa llena de aire.

Comprobación: $1,2 \text{ g/L} \times 10 \text{ L} = 12 \text{ g}$, y $340 \text{ g} + 12 \text{ g} = 352 \text{ g}$, que es lo que marcaba la balanza al final.

7

Una caja tiene una **masa de 12 kg**. En la Tierra, colgada de un dinamómetro, marca **118 N**; llevada a la Luna y colgada del mismo dinamómetro, marca **19 N**. Di cuál es su masa en la Luna, cuánto ha cambiado su peso y qué instrumento mide cada cosa.

Solución

La masa en la Luna sigue siendo **12 kg**. La masa es la cantidad de materia que hay en la caja, y en el viaje no se ha quitado ni añadido nada.

Lo que sí cambia es el peso, que es una fuerza y se mide en newtons: $(118 \text{ N}) - (19 \text{ N}) = \mathbf{99 \text{ N}}$ menos.

Cuántas veces menos: $(118 \text{ N}) \div (19 \text{ N}) \approx \mathbf{6,2 \text{ veces}}$. Al dividir newtons entre newtons la unidad se va y queda un número de veces, que es lo que se preguntaba.

La masa se mide con una **balanza** y su resultado va en kg; el peso se mide con un **dinamómetro** y su resultado va en N. Por eso, en cuanto ves la unidad de un resultado, ya sabes de cuál de las dos se está hablando.

▲ En la vida diaria se dice «peso 60 kilos», y se entiende. En un examen de Física y Química no vale: 60 kg es una masa, y el peso de esa persona sería otro número distinto, medido en newtons.

La densidad

Lo que hay que saber

La **densidad** dice cuánta masa hay en cada trozo de volumen: $d = m \div V$. Se calcula dividiendo la masa entre el volumen, y por eso **siempre lleva dos unidades**, una de masa y una de volumen: g/cm^3 o kg/m^3 .

▪ «La densidad del agua es 1» no es una medida: le falta la unidad. Es **1 g/cm^3** , que es exactamente lo mismo que **1.000 kg/m^3** . Ese 1 es un valor redondeado y cómodo: cambia un poco con la temperatura. La misma agua es «1» y «1.000» según con qué se mida. Para pasar de g/cm^3 a kg/m^3 se multiplica por 1.000.

La densidad **no depende de cuánto cuerpo tengas**: media barra de hierro tiene la mitad de masa y la mitad de volumen, y la misma densidad. Por eso sirve para reconocer de qué material es algo, y la masa sola no.

Un cuerpo **flota** en un líquido cuando su densidad media es **menor** que la del líquido, y se hunde cuando es mayor. Media quiere decir la del cuerpo entero, huecos incluidos. ▲ «El hielo flota porque es más ligero» no dice nada mientras no se diga más ligero **que qué**: un iceberg tiene muchísima más masa que un vaso de agua y flota igual. Flota porque el hielo, con $0,92 \text{ g/cm}^3$, es menos denso que el agua líquida, con 1 g/cm^3 .

Comprobación: multiplica la densidad que te ha salido por el volumen de partida, **arrastrando las unidades**. Tiene que volver a salir la masa del enunciado, en una unidad de masa que case con la que llevaba la densidad. ▲ Con los números pelados no basta: si la masa y el volumen valen lo mismo (20 g y 20 cm^3), dividir al revés da el mismo número y la comprobación pasaría por buena. Lo que delata el fallo es la unidad, que habría salido en cm^3/g .

8

Un trozo de metal tiene una **masa de 54 g** y un **volumen de 20 cm^3** . Calcula su densidad y comprueba el resultado.

Solución

La densidad es la masa dividida entre el volumen: $d = m \div V = (54 \text{ g}) \div (20 \text{ cm}^3) = \mathbf{2,7 \text{ g/cm}^3}$.

La unidad sale de la propia división: gramos entre centímetros cúbicos dan g/cm^3 . Escribir solo «2,7» dejaría el ejercicio sin resolver, porque ese mismo metal es $2,7 \text{ g/cm}^3$ y 2.700 kg/m^3 .

Comprobación por la operación inversa: $(2,7 \text{ g/cm}^3) \times (20 \text{ cm}^3) = 54 \text{ g}$, que es la masa del enunciado. Fíjate en que los cm^3 se van al multiplicar y queda una masa.

▲ Aquí no sirve fiarse de si el número parece razonable. Quien divida al revés obtiene $(20 \text{ cm}^3) \div (54 \text{ g}) \approx 0,37 \text{ cm}^3/\text{g}$, que es un número igual de normal a la vista; lo único que delata el fallo es la unidad,

que ha salido del revés.

Por el tamaño, $2,7 \text{ g/cm}^3$ quiere decir que cada centímetro cúbico de ese metal tiene 2,7 g. Es la densidad del aluminio.

9

El aceite de oliva tiene una densidad de **$0,92 \text{ g/cm}^3$** . Calcula la masa de **250 cm^3** de aceite.

Solución

Aquí se conocen la densidad y el volumen, y se busca la masa. De $d = m \div V$ se despeja **$m = d \times V$** .
 $m = (0,92 \text{ g/cm}^3) \times (250 \text{ cm}^3) = \mathbf{230 \text{ g}}$.

Las unidades avisan de que la operación es la buena: al multiplicar g/cm^3 por cm^3 , los centímetros cúbicos se van y queda un resultado en gramos, que es lo que se pedía.

Comprobación: $(230 \text{ g}) \div (250 \text{ cm}^3) = 0,92 \text{ g/cm}^3$, la densidad del enunciado.

Por el tamaño: 250 cm^3 de agua serían 250 g, y el aceite es algo menos denso que el agua, así que tenía que salir un poco menos de 250 g. Salen 230 g.

10

Una pieza de hierro tiene una **masa de 789 g**, y la densidad del hierro es **$7,89 \text{ g/cm}^3$** . Calcula su volumen y exprésalo también en litros.

Solución

Se conocen la masa y la densidad, y se busca el volumen. De $d = m \div V$ se despeja **$V = m \div d$** .

$V = (789 \text{ g}) \div (7,89 \text{ g/cm}^3) = \mathbf{100 \text{ cm}^3}$.

Comprueba la unidad: gramos divididos entre g/cm^3 dejan los gramos fuera y devuelven cm^3 , que es un volumen. Si te hubiera salido en g^2/cm^3 , la división estaría mal planteada.

En litros: $1 \text{ L} = 1.000 \text{ cm}^3$, así que $(100 \text{ cm}^3) \div (1.000 \text{ cm}^3/\text{L}) = \mathbf{0,1 \text{ L}}$.

Comprobación por la inversa: $(7,89 \text{ g/cm}^3) \times (100 \text{ cm}^3) = 789 \text{ g}$, la masa de partida.

11

Un cubo de madera tiene un **volumen de 200 cm^3** y una **masa de 160 g**. La densidad del agua es **1 g/cm^3** . Calcula la densidad de la madera, exprésala en kg/m^3 y di si el cubo flota en el agua.

Solución

$d = m \div V = (160 \text{ g}) \div (200 \text{ cm}^3) = \mathbf{0,8 \text{ g/cm}^3}$.

Para pasar a kg/m^3 se multiplica el número por 1.000: $0,8 \times 1.000 = 800$, o sea $0,8 \text{ g/cm}^3 = \mathbf{800 \text{ kg/m}^3}$. Es el mismo cubo y la misma madera; lo único que cambia es con qué unidades se cuenta.

El agua, en esas mismas unidades, es 1 g/cm^3 o 1.000 kg/m^3 . Hay que comparar en la misma unidad: $0,8 \text{ g/cm}^3$ frente a 1 g/cm^3 , o bien 800 kg/m^3 frente a 1.000 kg/m^3 .

Como $0,8 \text{ g/cm}^3$ es **menor** que 1 g/cm^3 , el cubo **flota**. No flota por tener poca masa: flota por tener menos masa que la que tendría el mismo volumen de agua.

Comprobación de ese razonamiento con números: 200 cm^3 de agua tendrían una masa de $(1 \text{ g/cm}^3) \times (200 \text{ cm}^3) = 200 \text{ g}$, y el cubo solo tiene 160 g. Su masa es 40 g menor que la de un volumen de agua igual al volumen entero del cubo, y por eso flota.

Los estados de la materia y el modelo cinético

Lo que hay que saber

Sólido: forma y volumen propios. **Líquido:** volumen propio, pero toma la forma del recipiente. **Gas:** ni forma ni volumen propios; ocupa todo el recipiente en el que esté.

El **modelo cinético** explica por qué: la materia está hecha de partículas muy pequeñas que se mueven sin parar. En el sólido están muy juntas y cada una vibra sin cambiar de vecinas; unos sólidos las tienen colocadas en orden y otros no, como el vidrio; en el líquido siguen juntas y se deslizan unas sobre otras; en el gas están muy separadas y se mueven con libertad.

La **temperatura** dice lo caliente que está un cuerpo, se mide con un termómetro en grados Celsius (°C), y está relacionada con lo deprisa que se mueven sus partículas: cuanta más temperatura, más deprisa.

Un gas **se puede comprimir** porque entre sus partículas hay mucho hueco; en un líquido y en un sólido casi no lo hay. Si comprimes un gas sin dejar salir nada, la masa sigue siendo la misma y el volumen baja, así que su densidad sube.

La **presión** que hace un gas sobre las paredes del recipiente la producen los choques de sus partículas. Con la misma cantidad de gas, hay más presión si se le deja menos sitio. Y también si sus partículas se mueven más deprisa: chocan más veces contra cada trozo de pared.

▲ «Los sólidos no cambian de forma» es falso: un sólido mantiene la suya mientras no se lo empuje bastante, pero con una fuerza suficiente se dobla, se estira o se rompe. Lo que dice la definición es que **no toma por sí solo** la forma del recipiente.

12

Di en qué estado está cada una de estas tres sustancias y después escribe un cuadro de dos columnas, *forma propia* y *volumen propio*, con los tres estados y un sí o un no en cada casilla.

(a) Ocupa todo el recipiente, sea del tamaño que sea. (b) Mantiene su forma aunque la cambies de recipiente. (c) Su volumen no cambia, pero se extiende por el fondo del recipiente y toma su forma.

Solución

(a) Es un **gas**: ni forma ni volumen propios, por eso ocupa todo lo que le den.

(b) Es un **sólido**: tiene forma propia y volumen propio.

(c) Es un **líquido**: volumen propio, pero toma la forma del recipiente.

El cuadro queda así, leyendo cada estado con sus dos respuestas: sólido, forma propia **sí** y volumen propio **sí**; líquido, forma propia **no** y volumen propio **sí**; gas, forma propia **no** y volumen propio **no**.

Comprobación de que el cuadro está bien hecho: cada fila tiene que casar con el caso que la describe, así que se relee al revés. El que mantiene la forma al cambiar de recipiente es (b), y su fila lleva dos síes. El que se reparte por el recipiente entero es (a), y la suya lleva dos noes. (c) queda en medio, con no y sí: es la fila del líquido.

13

Explica con el modelo cinético, hablando de partículas, estas tres cosas: por qué un gas ocupa todo el recipiente, por qué se puede comprimir un gas y casi no se puede comprimir un líquido, y por qué un sólido no se derrama.

Solución

Un gas ocupa todo el recipiente porque sus partículas están muy separadas y se mueven con libertad en todas las direcciones: no hay nada que las mantenga juntas, así que acaban repartidas por todo el espacio disponible.

Un gas se comprime porque entre sus partículas hay mucho hueco, y al apretar lo que se reduce es ese hueco, no las partículas.

En un líquido las partículas ya están tocándose, así que casi no queda hueco que quitar: por mucho

que aprietes, el volumen apenas baja.

Un sólido no se derrama porque sus partículas están muy juntas y **sujetas entre sí**: vibran, pero no cambian de vecinas, estén colocadas en orden o no. En un líquido, en cambio, las partículas se deslizan unas sobre otras, y por eso el líquido fluye.

Fíjate en que las tres respuestas usan las mismas dos ideas: **cuánto hueco** hay entre las partículas y **cuánta libertad** tienen para moverse.

14

Un gas encerrado en un cilindro ocupa **300 cm³** y tiene una **masa de 0,36 g**. Se empuja el émbolo hasta que el gas ocupa **100 cm³**, sin que salga ni entre nada y sin que cambie la temperatura. Di qué le pasa a la masa y calcula la densidad antes y después.

Solución

La masa se queda igual, **0,36 g**. No ha salido ni ha entrado gas, así que hay exactamente las mismas partículas que antes.

Densidad al principio: $d = (0,36 \text{ g}) \div (300 \text{ cm}^3) = \mathbf{0,0012 \text{ g/cm}^3}$.

Densidad al final: $d = (0,36 \text{ g}) \div (100 \text{ cm}^3) = \mathbf{0,0036 \text{ g/cm}^3}$.

El volumen se ha reducido a la tercera parte y la densidad se ha hecho tres veces mayor: $(0,0036 \text{ g/cm}^3) \div (0,0012 \text{ g/cm}^3) = 3$. Con la masa fija, densidad y volumen van al revés el uno del otro.

Con el modelo cinético: las mismas partículas en menos sitio están más apretadas, chocan más veces contra las paredes y por eso también sube la presión.

Los cambios de estado

Lo que hay que saber

Los seis, con su nombre: de sólido a líquido, **fusión**; de líquido a sólido, **solidificación**; de líquido a gas, **vaporización**; de gas a líquido, **condensación**; de sólido a gas directamente, **sublimación**; y de gas a sólido directamente, **sublimación inversa**.

La vaporización tiene dos formas. La **evaporación** ocurre solo en la superficie del líquido y a cualquier temperatura: por eso se seca la ropa tendida. La **ebullición** ocurre en todo el líquido a la vez y solo a su temperatura de ebullición: por eso hierve el agua en la olla.

Mientras una sustancia pura está cambiando de estado, a presión constante, **su temperatura no sube** aunque se la siga calentando: lo que se le da se emplea en cambiar cómo están unidas y colocadas las partículas, no en que se muevan más deprisa. Eso es lo que produce el tramo llano cuando se anotan las temperaturas minuto a minuto.

Cada **sustancia pura** —una sola sustancia, sin nada mezclado— tiene su **temperatura de fusión** y su **temperatura de ebullición**, y son las mismas siempre que se repita en las mismas condiciones. El agua funde a 0 °C y hierve a 100 °C a la presión que hay al nivel del mar.

En un cambio de estado **no se crea ni se destruye materia**: 200 g de hielo dan 200 g de agua líquida. Lo que cambia es cómo están unidas y colocadas las partículas, no cuántas hay ni de qué son.

15

Di cómo se llama el cambio de estado que hay en cada caso: (a) se empañan las gafas al entrar en una casa caldeada; (b) se derrite un helado; (c) se seca la ropa tendida; (d) aparece escarcha en el cristal de un coche una noche fría; (e) un ambientador sólido va menguando y no deja nada de líquido; (f) el agua de una cubitera se vuelve hielo.

Solución

(a) **Condensación**: el vapor de agua del aire pasa a líquido al tocar el cristal frío de las gafas.

(b) **Fusión**: el helado pasa de sólido a líquido.

(c) **Vaporización**, y de la clase que se llama **evaporación**, porque ocurre solo en la superficie y sin

llegar a hervir.

(d) **Sublimación inversa**: el vapor de agua pasa directamente a hielo sobre el cristal, sin mojarlo antes.

(e) **Sublimación**: el sólido pasa directamente a gas, y por eso no queda líquido en el frasco.

(f) **Solidificación**: el agua líquida pasa a sólido. Y fíjate en que (b) y (f) son el mismo cambio en los dos sentidos, igual que (a) con (c) y que (d) con (e).

16

Se calienta un trozo de hielo y se anota la temperatura cada dos minutos. A los 0 minutos marca **-20 °C**; a los 2, **-10 °C**; a los 4, **0 °C**; a los 6, **0 °C**; a los 8, **0 °C**; a los 10, **10 °C**; a los 12, **20 °C**. Supón que entre dos medidas seguidas la temperatura cambia de manera uniforme. Di entonces en qué estado está al principio, cuál es la temperatura de fusión, cuánto dura la fusión y en qué estado está a los 12 minutos.

Solución

Al principio está a **-20 °C**, por debajo de la temperatura a la que se queda parado el termómetro más adelante: está **sólido**. Y el enunciado ya lo dice, porque parte de un trozo de hielo.

La **temperatura de fusión** es la del tramo en el que la temperatura deja de subir aunque se siga calentando: a los 4, a los 6 y a los 8 minutos marca lo mismo, **0 °C**.

La fusión empieza cuando se llega a esa temperatura y acaba cuando vuelve a subir: del minuto 4 al minuto 8, o sea **4 minutos**.

A los 12 minutos marca **20 °C**, por encima de los **0 °C** de la fusión y sin haber llegado a ningún otro tramo llano: está **líquido**.

Comprobación de la lectura: antes de fundirse sube de **-20 °C** a **0 °C** en 4 minutos, o sea $(20\text{ °C}) \div (4\text{ min}) = 5\text{ °C/min}$; después sube de **0 °C** a **20 °C** en otros 4 minutos, otra vez 5 °C/min . Los siete datos quedan repartidos en subida, tramo llano y subida, sin que sobre ninguno. Que las dos subidas vayan igual de deprisa es lo que sale aquí, no una regla general.

17

Una sustancia pura que está líquida se deja enfriar y se anota su temperatura cada dos minutos. A los 0 minutos marca **120 °C**; a los 2, **100 °C**; a los 4, **80 °C**; a los 6, **80 °C**; a los 8, **80 °C**; a los 10, **80 °C**; a los 12, **60 °C**. Supón, igual que antes, que entre dos medidas seguidas la temperatura cambia de manera uniforme. Di entonces cuál es su temperatura de solidificación, cuánto tarda en solidificarse del todo y qué pasaría si la sustancia se volviera a calentar.

Solución

La **temperatura de solidificación** es la del tramo llano: del minuto 4 al minuto 10 el termómetro se queda clavado en **80 °C**.

La solidificación dura desde que llega a **80 °C** hasta que vuelve a bajar: del minuto 4 al minuto 10, o sea **6 minutos**.

Mientras se solidifica no baja la temperatura porque la sustancia está **cediendo al entorno** lo mismo que habría que darle para fundirla. Lo que suelta viene de que sus partículas quedan unidas y fijas, no de que se muevan más despacio.

Si se volviera a calentar, fundiría a esos mismos **80 °C**: en una sustancia pura, la temperatura de fusión y la de solidificación son la misma, y lo único que cambia es hacia dónde va el cambio.

Comprobación con la rapidez del enfriamiento: de **120 °C** a **80 °C** baja en 4 minutos, o sea $(40\text{ °C}) \div (4\text{ min}) = 10\text{ °C/min}$; y del minuto 10 al 12 baja de **80 °C** a **60 °C**, o sea $(20\text{ °C}) \div (2\text{ min}) = 10\text{ °C/min}$. En estos datos, fuera del tramo llano la temperatura baja al mismo ritmo antes y después.

18

La ropa tendida se seca a 20 °C, sin que el agua llegue nunca a hervir. Explica en qué se diferencian la evaporación y la ebullición, y di por qué la ropa se seca antes si hace viento y si le da el sol.

Solución

La **evaporación** ocurre solo en la **superficie** del líquido y a cualquier temperatura: se escapan las partículas de arriba que van más deprisa. La **ebullición** ocurre en **todo** el líquido a la vez, con burbujas, y solo cuando se alcanza la temperatura de ebullición.

Por eso la ropa se seca a 20 °C: el agua no necesita llegar a 100 °C para evaporarse, porque la evaporación no tiene una temperatura fija.

Con **sol** se seca antes porque sube la temperatura de la ropa, las partículas de agua se mueven más deprisa y más de ellas consiguen escaparse de la superficie.

Con **viento** se seca antes por otro motivo: el aire que ya se ha cargado de vapor se lo lleva y deja aire seco al lado de la ropa, así que siguen escapándose partículas en vez de volver.

Fíjate en que son dos causas distintas: el sol actúa sobre el agua de la ropa y el viento sobre el aire que la rodea. Por eso un día nublado y con viento seca la ropa perfectamente.

Las sustancias puras y las mezclas

Lo que hay que saber

Una **sustancia pura** está formada por una sola sustancia y tiene sus temperaturas de fusión y de ebullición fijas. Una **mezcla** tiene dos o más, cada una conserva sus propiedades, y se pueden separar sin romper ninguna.

Una mezcla es **homogénea** cuando tiene la misma composición en cualquier porción, por pequeña que sea: el vinagre, el agua con sal del todo disuelta. A esas mezclas homogéneas se las llama también **disoluciones**. Y no tienen por qué ser líquidas: también las hay de gases y de sólidos. Es una **mezcla heterogénea** cuando se distinguen partes distintas: el agua con arena, un puñado de arroz con lentejas. ▲ Verla uniforme no basta: la leche lo parece y es heterogénea.

Las sustancias puras son de dos clases. Un **elemento** está formado por átomos de un solo tipo (el hierro, el oxígeno). Un **compuesto**, por átomos de dos o más elementos unidos en una proporción fija (el agua, el dióxido de carbono).

▲ En el laboratorio se usa una pista para distinguirlas: al hervir, una sustancia pura mantiene la temperatura y una mezcla suele ir subiendo. Es una pista buena, no una prueba: hay mezclas que también hierven a temperatura constante. Para estar seguro hacen falta más propiedades.

▲ Cuidado con una confusión de palabras: «puro» en la etiqueta de un zumo o de la miel significa «sin añadidos», no «sustancia pura». El zumo es una mezcla, por muy puro que diga el envase.

19

Clasifica estas seis en sustancia pura, mezcla homogénea o mezcla heterogénea: agua destilada, aire limpio, granito, oro puro, agua con azúcar bien disuelta, agua con aceite.

Solución

Sustancias puras: el agua destilada y el oro puro. El agua destilada es agua y nada más; el oro puro son átomos de un solo elemento. Una joya maciza no valdría de ejemplo: suele llevar otros metales mezclados.

Mezclas homogéneas: el aire limpio, una mezcla de gases con la misma composición en cualquier porción. Y el agua con azúcar bien disuelta, que además es una disolución.

Mezclas heterogéneas: el granito, en el que se ven a simple vista los granos de distinto color, y el agua con aceite, que se separa en dos capas.

El criterio que se ha usado dos veces: si hay más de una sustancia es una mezcla. Después se mira si su composición es la misma en cualquier porción o si hay partes distintas.

▲ El agua del grifo no estaría con el agua destilada: lleva sales disueltas, así que es una mezcla homogénea.

20

En el laboratorio se calientan dos líquidos hasta que hierven, a presión constante y sin que esta cambie durante el ensayo. El líquido A empieza a hervir a **78 °C** y el termómetro se queda ahí hasta que se acaba. El líquido B empieza a hervir a **92 °C** y el termómetro va subiendo hasta **99 °C** mientras hierve. Di cuál de los dos es probablemente una sustancia pura y cuál una mezcla, y qué harías para asegurarte.

Solución

El **A** se comporta como una **sustancia pura**: hierve a temperatura constante, los 78 °C, de principio a fin.

El **B** se comporta como una **mezcla**: mientras hierve, la temperatura no se queda quieta y sube 7 °C, de 92 °C a 99 °C. Eso pasa porque va saliendo antes el componente que hierve a menos temperatura y lo que queda es cada vez más rico en el otro.

▲ Este resultado es una pista muy buena, pero no una prueba: hay mezclas de dos líquidos que también hierven a temperatura constante, y con esta sola medida se confundirían con una sustancia pura.

Qué haría falta: medir otras propiedades, por ejemplo la temperatura de fusión y la densidad. Y contrastarlas con los valores conocidos de la sustancia que se sospecha que es. Cuantas más encajen, más apoyada queda la respuesta; ninguna la certifica por sí sola.

Comprobación de la lectura del enunciado: la subida del B es $99\text{ °C} - 92\text{ °C} = 7\text{ °C}$, y la del A es $78\text{ °C} - 78\text{ °C} = 0\text{ °C}$. La diferencia entre los dos comportamientos está en ese 0.

21

Di cuáles de estas cinco son elementos y cuáles compuestos, y explica en qué se diferencian: hierro, agua, oxígeno, dióxido de carbono, bronce. (El bronce es una mezcla de cobre y estaño.)

Solución

Elementos: el hierro y el oxígeno. Están formados por átomos de un solo tipo.

Compuestos: el agua y el dióxido de carbono. Están formados por átomos de dos elementos distintos unidos en una proporción fija.

El **bronce** no es ni una cosa ni la otra: es una **mezcla** de dos elementos, no un compuesto. Los elementos y los compuestos son sustancias puras; el bronce no lo es.

La diferencia entre compuesto y mezcla está en la proporción y en cómo se separan: en un compuesto la proporción es siempre la misma y no se separa por medios físicos, por mucho que se filtre o se deje reposar; en una mezcla la proporción puede variar de una muestra a otra y sí se separa por medios físicos.

Comprobación con el agua: sea cual sea el charco, el agua siempre tiene 2 átomos de hidrógeno por cada 1 de oxígeno. En cambio, un bronce puede llevar más o menos estaño y seguir siendo bronce.

La separación de mezclas

Lo que hay que saber

El método se elige por **la propiedad en la que se diferencian** los componentes: el tamaño, si se disuelve o no, si flota o se va al fondo, si lo atrae un imán, o a qué temperatura hierve cada uno.

Filtración: separa un sólido que **no** está disuelto de un líquido; el sólido queda en el filtro. **Decantación:** separa dos líquidos que no se mezclan, o un sólido que se ha ido al fondo, dejando caer con cuidado el de arriba o el de abajo.

Cristalización: separa un sólido que **sí** está disuelto y lo recoge en forma de cristales. Se consigue dejando que se vaya el líquido, o enfriando la mezcla hasta que el sólido ya no cabe disuelto. Si el líquido se deja escapar sin más, se habla de **evaporación**: no son la misma palabra. **Destilación:** se hierve y se vuelve a condensar el vapor, y así no se pierde ninguno de los dos. Sirve cuando tienen distinta temperatura de ebullición, y en cada pasada no salen del todo puros.

Para casos concretos: **separación magnética** si uno de los componentes lo atrae un imán (el hierro), y **tamizado** si son dos sólidos de distinto tamaño de grano.

▲ Todos estos métodos son **físicos**: separan lo que ya estaba mezclado y no rompen ninguna sustancia. Del agua no se saca sal si el agua no llevaba sal disuelta.

- 22** Di qué método usarías en cada caso y en qué propiedad te apoyas: (a) arena y agua; (b) limaduras de hierro y azufre en polvo; (c) agua y aceite; (d) sal disuelta en agua, cuando lo que interesa es la sal; (e) una mezcla de alcohol y agua, cuando interesan los dos.

Solución

(a) **Filtración:** la arena no se disuelve, así que se queda en el filtro y el agua pasa. La propiedad es el tamaño: los granos de arena no caben por los poros del filtro y el líquido sí.

(b) **Separación magnética:** el imán atrae el hierro y deja el azufre. La propiedad es que a uno lo atrae el imán y al otro no.

(c) **Decantación:** son dos líquidos que no se mezclan y forman dos capas, así que se deja caer primero el de abajo. La propiedad es que tienen distinta densidad y no se disuelven el uno en el otro.

(d) **Cristalización:** se deja que el agua se evapore y la sal queda. La propiedad es que la sal está disuelta y no se evapora con el agua. Aquí se recupera la sal y se pierde el agua, y eso vale porque lo que interesa es la sal.

(e) **Destilación:** se calienta la mezcla y el vapor que sale es más rico en el componente que hierve a menos temperatura. Ese vapor se vuelve a condensar aparte. La propiedad es que tienen distinta temperatura de ebullición. Hace falta aquí porque los dos son líquidos y se mezclan entre sí. En (a), (b) y (c) también se quedan los dos componentes, cada uno por su lado.

- 23** Tienes un vaso con agua, sal disuelta en ella y arena en el fondo. Explica en qué orden harías las operaciones para acabar teniendo la arena por un lado y la sal por otro, y di qué pasaría si las hicieras al revés.

Solución

Primero **filtrar**. La arena no está disuelta, así que se queda en el filtro; por el filtro pasa el agua con la sal todavía disuelta.

Después **cristalizar** lo que ha pasado por el filtro: se deja evaporar el agua y queda la sal sola.

Al final se tienen las dos cosas separadas: la arena en el filtro y la sal en el fondo del recipiente.

Si se hiciera al revés, primero evaporar y luego filtrar, al evaporar el agua quedarían la sal y la arena mezcladas y secas en el mismo sitio, y ya no habría agua que pasara por el filtro para separarlas.

La idea que ordena los pasos: se quita primero lo que **no** está disuelto, porque para eso hace falta

que siga habiendo líquido.

- 24** Una mezcla de alcohol y agua, con mucha más agua que alcohol, se destila. El alcohol puro hierve a **78 °C** y el agua pura a **100 °C**. Di cuál de los dos componentes sale enriquecido al principio, por qué, y qué se recoge en el recipiente de la salida.

Solución

El que sale enriquecido es el **alcohol**, porque es el que hierve a menos temperatura: 78 °C puro, frente a los 100 °C del agua pura. Al calentar la mezcla, el vapor que se forma lleva las dos sustancias. Pero lleva mucha más proporción de alcohol que el líquido del que sale.

Lo que sale del recipiente de calentamiento es **vapor**. Ese vapor se enfría al pasar por el tubo y vuelve a ser líquido, o sea que se **condensa**.

En el recipiente de la salida se recoge un líquido **más rico en alcohol** que la mezcla de partida. En el de calentamiento va quedando lo que es más rico en agua. Repetir la destilación con lo recogido lo enriquece todavía más. Pero el método tiene un límite: no llega a dar alcohol completamente puro.

La diferencia con la cristalización: aquí no se pierde ninguno de los dos, porque el que se va en forma de vapor se vuelve a condensar y se recoge aparte.

Comprobación de la lectura del termómetro: la mezcla empieza a hervir por encima de los 78 °C del alcohol puro. Y la temperatura va subiendo hacia los 100 °C del agua a medida que queda menos alcohol. Esa subida avisa de que lo recogido es cada vez menos rico en alcohol.

Las disoluciones y la concentración

Lo que hay que saber

Una **disolución** es una mezcla homogénea de un **soluto** (lo que se disuelve, que suele estar en menor cantidad) y un **disolvente** (el que lo disuelve, casi siempre agua).

▪ Al disolverse, el soluto **no desaparece**: sus partículas se reparten entre las del disolvente y dejan de verse. La masa de la disolución es la masa del soluto **más** la del disolvente. Y si el soluto es sal o azúcar en agua, al evaporar el agua vuelve a aparecer entero. Con un soluto que se evapore también, como el alcohol, eso no pasa.

Concentración en masa y volumen: $c = \text{masa de soluto} \div \text{volumen de disolución}$, y se da en g/L. ▲ Mira la unidad del volumen antes de dividir: si lo dejas en mL, el número sale mil veces menor y no tiene por qué parecer raro.

Porcentaje en masa: $\% = (\text{masa de soluto} \div \text{masa de disolución}) \times 100$. Abajo va la disolución **entera**, no solo el disolvente: si son 20 g de azúcar y 180 g de agua, se divide entre 200 g.

Si añades disolvente, la masa de soluto sigue siendo exactamente la misma y lo que baja es la concentración, porque el mismo soluto se reparte en más volumen.

La **solubilidad** es la cantidad máxima de soluto que admite una cantidad de disolvente a una temperatura dada. Pasada esa cantidad, lo que sobra se queda sin disolver en el fondo.

- 25** Se disuelven **20 g de azúcar** en **180 g de agua**. Calcula la masa de la disolución y el porcentaje en masa del azúcar, y di dónde ha ido a parar el azúcar.

Solución

La masa de la disolución es la suma de las dos: (20 g) + (180 g) = **200 g**. La suma se puede hacer porque las dos son masas y están en la misma unidad.

Porcentaje en masa = (masa de soluto ÷ masa de disolución) × 100 = (20 g) ÷ (200 g) × 100 = **10 %**.

Fíjate en que abajo van los 200 g de la disolución **entera**, no los 180 g del agua sola. Dividir entre 180 g daría 11,1 %, que es otra cosa y responde a otra pregunta.

Al dividir gramos entre gramos la unidad se va, y por eso un porcentaje es un número sin unidad.

▪ El azúcar no ha desaparecido: sus partículas se han repartido entre las del agua y ya no se ven. Si se deja evaporar el agua, vuelven a aparecer los 20 g de azúcar.

26

Se disuelven **30 g de sal** en agua hasta obtener **500 mL** de disolución. Calcula su concentración en g/L.

Solución

La concentración es la masa de soluto dividida entre el volumen de la **disolución**: $c = m \div V$.

Primero hay que pasar el volumen a litros, porque el resultado se pide en g/L: $500 \text{ mL} = 500 \div 1.000 \text{ L} = 0,5 \text{ L}$.

$c = (30 \text{ g}) \div (0,5 \text{ L}) = 60 \text{ g/L}$. La unidad sale sola de la división: gramos entre litros.

▲ Si alguien divide sin cambiar la unidad, obtiene $(30 \text{ g}) \div (500 \text{ mL}) = 0,06$, y al escribirlo como 0,06 g/L se queda tan tranquilo, porque 0,06 g/L es un número creíble para una disolución floja. El error es de mil veces y el número no chirría; lo único que lo evita es haber escrito la unidad del volumen antes de dividir.

Comprobación: $60 \text{ g/L} \times 0,5 \text{ L} = 30 \text{ g}$, que es la sal del enunciado.

27

Una disolución tiene una concentración de **40 g/L**. Calcula qué masa de soluto hay en **250 mL** de esa disolución.

Solución

De $c = m \div V$ se despeja **$m = c \times V$** .

El volumen, a litros: $250 \text{ mL} = 250 \div 1.000 \text{ L} = 0,25 \text{ L}$.

$m = (40 \text{ g/L}) \times (0,25 \text{ L}) = 10 \text{ g}$. Los litros se van al multiplicar y queda una masa, que es lo que se pedía.

Comprobación por la inversa: $(10 \text{ g}) \div (0,25 \text{ L}) = 40 \text{ g/L}$, la concentración del enunciado.

Comprobación de tamaño: un cuarto de litro es la cuarta parte de un litro, de modo que la masa también tiene que ser la cuarta parte de 40 g. Y $40 \div 4 = 10$.

28

Tenemos **0,5 L** de una disolución de **60 g/L**. Añadimos agua hasta llegar a **1,5 L**. Calcula la masa de soluto que hay ahora y la nueva concentración.

Solución

La masa de soluto no cambia al añadir agua, porque no se ha quitado ni añadido soluto: $m = (60 \text{ g/L}) \times (0,5 \text{ L}) = 30 \text{ g}$, antes y después.

La nueva concentración se calcula con el volumen nuevo: $c = (30 \text{ g}) \div (1,5 \text{ L}) = 20 \text{ g/L}$.

El volumen se ha hecho tres veces mayor y la concentración se ha hecho tres veces menor: $(60 \text{ g/L}) \div (20 \text{ g/L}) = 3$. Con la masa de soluto fija, concentración y volumen van al revés el uno del otro.

Comprobación: $20 \text{ g/L} \times 1,5 \text{ L} = 30 \text{ g}$, los mismos 30 g de antes.

Lo que esto dice en la práctica: diluir no quita soluto, lo reparte. La disolución queda más floja, pero el soluto sigue todo dentro.

El átomo y los elementos

Lo que hay que saber

El **átomo** tiene un **núcleo**, con los **protones** (carga positiva) y los **neutrones** (sin carga), y a su alrededor una corteza con los **electrones** (carga negativa). Casi toda la masa está en el núcleo, que es diminuto comparado con el átomo entero.

El **número atómico (Z)** cuenta los protones que hay en el núcleo, y funciona como la ficha de identidad del elemento: dos átomos con la misma Z son del mismo elemento. El **número másico (A)** cuenta juntos los protones y los neutrones. Restando uno de otro salen los neutrones: **neutrones = A - Z**, que es la cuenta de casi todos los ejercicios de este tema.

En un átomo **neutro** hay tantos electrones como protones, porque las cargas positivas y negativas se compensan.

Un **elemento** es la sustancia formada por átomos con el mismo Z, y cada uno tiene su **símbolo**: una mayúscula sola, o una mayúscula y una minúscula (H, O, Fe, Na). Están ordenados por Z creciente en el sistema periódico, la tabla periódica que cuelga en clase.

El **subíndice** de una fórmula cuenta los átomos del elemento al que acompaña, y su ausencia significa uno solo: H₂O tiene 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno, y CO₂ tiene 1 de carbono y 2 de oxígeno.

- 29** Un átomo neutro tiene un número atómico **Z = 11** y un número másico **A = 23**. Calcula cuántos protones, cuántos neutrones y cuántos electrones tiene, y di dónde está cada uno.

Solución

Los **protones** son el número atómico: **Z = 11 protones**.

Los **neutrones** salen de restar: **neutrones = A - Z = 23 - 11 = 12 neutrones**.

Como el átomo es **neutro**, tiene tantos electrones como protones: **11 electrones**.

Los protones y los neutrones están en el **núcleo**, y los electrones alrededor, en la corteza.

Comprobación: protones + neutrones tienen que dar el número másico, y $11 + 12 = 23$, que es la A del enunciado.

- 30** Un átomo neutro tiene **17 protones** y **18 neutrones**. Calcula su número atómico, su número másico y su número de electrones. Sabiendo que al **Z = 17** le corresponde el cloro, nombra el elemento y explica por qué basta con Z para reconocerlo.

Solución

El **número atómico** es el número de protones: **Z = 17**.

El **número másico** es la suma de protones y neutrones: **A = 17 + 18 = 35**.

Al ser neutro, los electrones son tantos como los protones: **17 electrones**.

El elemento es el **cloro**, cuyo símbolo es Cl. Basta con Z porque los protones son lo único que fija la identidad: dos átomos con 17 protones son los dos cloro, tengan los neutrones que tengan.

Comprobación con la resta del ejercicio anterior, que es la misma cuenta al revés: **neutrones = A - Z = 35 - 17 = 18**, los del enunciado.

- 31** Fíjate en estas cuatro fórmulas: H₂O, CO₂, O₂ y Fe. Para cada una, di cuántos elementos distintos aparecen y cuántos átomos representa la fórmula, y después di cuáles son compuestos y cuáles elementos.

Solución

H₂O: aparecen **2 elementos** (hidrógeno y oxígeno) y hay $2 + 1 = 3$ **átomos**. El subíndice 2 va con la H, y la O sin subíndice significa uno.

CO₂: aparecen **2 elementos** (carbono y oxígeno) y hay $1 + 2 = 3$ **átomos**.

O₂: aparece **1 elemento** (oxígeno) y hay **2 átomos**, los dos del mismo tipo.

Fe: aparece **1 elemento** (hierro) y la fórmula representa **1 átomo**. ▲ Eso no quiere decir que un clavo de hierro tenga un átomo: la fórmula dice de qué está hecho, no cuánto hay.

Son **compuestos** H₂O y CO₂, porque llevan átomos de más de un elemento; son **elementos** O₂ y Fe. Fíjate en que O₂ lleva dos átomos y aun así es un elemento: lo que decide no es cuántos átomos hay, sino cuántos tipos distintos.

El cambio físico y el cambio químico

Lo que hay que saber

En un **cambio físico** la sustancia sigue siendo la misma: cambia su estado, su forma, su tamaño o dónde está. Los cambios de estado, romper y estirar son cambios físicos. También lo es disolver, cuando el soluto se puede recuperar tal cual, como la sal en agua.

En un **cambio químico** (una reacción) desaparecen unas sustancias y aparecen otras distintas, con otras propiedades. Arder, oxidarse, fermentar o hacer la digestión son cambios químicos.

La pregunta que orienta: **al final, ¿tengo la misma sustancia que al principio?** ▲ Orienta, pero no es un detector infalible: hay cambios químicos lentos que a simple vista no se notan, y hay cambios físicos muy aparatosos.

Señales que suelen acompañar a un cambio químico: cambia el color, se desprende un gas, aparece un sólido donde no lo había, o se desprende calor o luz. ▲ Son indicios, no pruebas: el agua al hervir también desprende gas y es un cambio físico.

En un cambio químico **la masa total se conserva**: lo que pesan juntas las sustancias que reaccionan es lo que pesan juntas las que se forman, siempre que no entre ni salga nada del recipiente. Si entra algo, la balanza marca más; si se escapa un gas, marca menos.

- 32** Di si es un cambio físico o un cambio químico y explica en una frase por qué: (a) romper un vaso; (b) quemar un papel; (c) disolver azúcar en agua; (d) oxidarse un clavo a la intemperie; (e) hervir agua; (f) hacer pan con levadura.

Solución

(a) **Físico**: los trozos siguen siendo del mismo vidrio; lo único que ha cambiado es el tamaño y la forma.

(b) **Químico**: el papel desaparece y aparecen ceniza y gases, que son sustancias distintas.

(c) **Físico**: el azúcar sigue siendo azúcar, repartido entre el agua; se recupera evaporando el agua.

(d) **Químico**: el hierro del clavo y el oxígeno del aire se unen y forman óxido, que es otra sustancia, de otro color y más frágil.

(e) **Físico**: el vapor sigue siendo agua, y al enfriarlo vuelve a ser agua líquida.

(f) **Químico**: la levadura transforma unas sustancias de la masa en otras, y por eso aparece gas y la masa sube. El criterio que se ha usado seis veces es el mismo: al final, ¿tengo la misma sustancia que al principio?

33

Se queman **12 g de magnesio** en un recipiente cerrado, donde se combinan con el oxígeno que hay dentro, y se obtienen **20 g de óxido de magnesio**. Calcula la masa de oxígeno que ha intervenido y explica en qué te basas.

Solución

En un cambio químico la masa total se conserva: lo que pesan juntas las sustancias de partida es lo que pesan juntas las que se forman.

Masa de partida = masa de magnesio + masa de oxígeno. Masa final = 20 g de óxido.

Despejando: masa de oxígeno = (20 g) – (12 g) = **8 g de oxígeno**.

La resta se puede hacer porque las dos son masas en gramos. Si el enunciado hubiera dado el oxígeno en litros, no valdría restarlo: un volumen no es una masa. Y para pasar de uno a otro harían falta datos que aquí no se dan.

Comprobación: 12 g + 8 g = 20 g, la masa del óxido obtenido.

34

Se dejan **50 g de virutas de hierro** al aire húmedo. Al cabo de unos meses, ya oxidadas en parte, la balanza marca **64 g**. Calcula cuánta masa ha aparecido, explica de dónde sale y di si esto contradice que la masa se conserve.

Solución

La masa que ha aparecido es (64 g) – (50 g) = **14 g**.

Esos 14 g son **materia que ha entrado del aire** y se ha unido al hierro: sobre todo oxígeno. Con el aire húmedo, también algo de agua, porque el óxido que se forma la retiene. No se ha creado materia: ha entrado materia de fuera.

No contradice nada. Que la masa se conserve significa que no aparece ni desaparece materia, y para comprobarlo hay que contar **todo** lo que entra y lo que sale. Aquí el recipiente estaba abierto, y el aire es parte del experimento aunque no se vea.

El caso contrario es el de un papel que arde en un plato al aire libre: la ceniza pesa mucho menos que el papel, y tampoco se ha destruido materia, sino que se han ido gases.

▲ Conviene fijarse en que la balanza puede subir o bajar, según lo que entre y lo que salga, y en ninguno de los dos casos hay materia creada ni destruida. Por eso la ley se enuncia con el recipiente cerrado, donde no entra ni sale nada y la balanza marca lo mismo antes y después.

Las fuerzas y sus efectos

Lo que hay que saber

Una **fuerza** es lo que hace que un cuerpo se deforme o que cambie su movimiento. Se mide en **newtons** (N) con un **dinamómetro**, y no se mide en kilogramos: los kilogramos son de la masa.

Sus dos efectos: **deformar** (apretar plastilina, estirar un muelle) y **cambiar el movimiento**, que incluye arrancar, frenar y también torcer la trayectoria sin ir más deprisa. Una misma fuerza puede hacer las dos cosas a la vez.

Hay fuerzas **de contacto**, que necesitan tocar (empujar, tirar, el rozamiento), y fuerzas **a distancia**, que no (el peso, un imán, la electricidad estática).

Dos fuerzas sobre la misma recta: si van en el **mismo sentido** se suman; si van en **sentidos contrarios** se restan, y lo que queda apunta hacia donde apuntaba la más grande. Si la resta da 0 N, se compensan y el cuerpo no cambia su movimiento, aunque las fuerzas sigan ahí.

▲ Un muelle se alarga en proporción a la fuerza que tira de él —al doble de fuerza, doble alargamiento—, y en eso se basa el dinamómetro. Esa proporción solo se cumple dentro de un intervalo. Si se tira de más, deja de cumplirse. Y si se tira todavía más, el muelle queda deformado y ya no recupera su forma. Son dos límites distintos, y el primero llega antes.

- 35** Un muelle se alarga **3 cm** por cada **2 N** que se cuelgan de él, y trabaja siempre dentro del tramo en el que esa proporción se cumple. Calcula cuánto se alargará con una fuerza de **5 N** y qué fuerza hace falta para que se alargue **12 cm**.

Solución

Lo primero es saber cuánto se alarga por cada newton: $(3 \text{ cm}) \div (2 \text{ N}) = \mathbf{1,5 \text{ cm/N}}$. Fíjate en la unidad: centímetros por cada newton.

Con 5 N: alargamiento = $(1,5 \text{ cm/N}) \times (5 \text{ N}) = \mathbf{7,5 \text{ cm}}$. Los newtons se van al multiplicar y queda una longitud.

Para el segundo apartado se hace al revés: fuerza = $(12 \text{ cm}) \div (1,5 \text{ cm/N}) = \mathbf{8 \text{ N}}$. Ahora los centímetros se van y queda una fuerza, que es lo que se pedía.

Comprobación de los dos: $(1,5 \text{ cm/N}) \times (8 \text{ N}) = 12 \text{ cm}$, y $(7,5 \text{ cm}) \div (1,5 \text{ cm/N}) = 5 \text{ N}$. Cada resultado devuelve el dato del otro lado.

Comprobación de tamaño: 5 N es algo más del doble de 2 N, así que el alargamiento tenía que salir algo más del doble de 3 cm. Y 7,5 cm lo es.

- 36** Di qué efecto produce la fuerza en cada caso —deformar, cambiar el movimiento, o las dos cosas—: (a) apretar una bola de plastilina; (b) un portero para un balón que iba hacia la portería; (c) un imán atrae un clavo que estaba quieto; (d) tensar un arco; (e) un coche toma una curva sin cambiar de marcha y sin ir más deprisa ni más despacio.

Solución

(a) **Deformar**: la plastilina cambia de forma. Sus partes se aplastan y se corren, pero la bola no se traslada a ninguna parte.

(b) **Las dos cosas**: el balón se para, o sea que cambia su movimiento, y además se aplasta un instante contra las manos del portero.

(c) **Cambiar el movimiento**: el clavo estaba quieto y se pone en marcha hacia el imán.

(d) **Deformar**: mientras se tensa, el arco se dobla y la cuerda se estira. Sus partes sí se desplazan mientras se dobla; lo que no hace el arco es trasladarse entero a otro sitio.

(e) **Cambiar el movimiento**. Cuesta verlo porque el cuentakilómetros marcaría lo mismo antes y después; lo que cambia es la **dirección** en la que avanza, y cambiar de dirección ya es cambiar el

movimiento.

- 37** Sobre un carrito tiran dos fuerzas a lo largo de la misma línea. Halla la resultante y su sentido en estos tres casos: (a) 30 N hacia la derecha y 30 N hacia la izquierda; (b) 30 N hacia la derecha y 30 N hacia la derecha; (c) 45 N hacia la derecha y 20 N hacia la izquierda.

Solución

(a) Sentidos contrarios, así que se restan: $(30 \text{ N}) - (30 \text{ N}) = 0 \text{ N}$. Las dos fuerzas se compensan y el carrito no cambia su movimiento, aunque las dos fuerzas sigan actuando sobre él.

(b) Mismo sentido, así que se suman: $(30 \text{ N}) + (30 \text{ N}) = 60 \text{ N}$ hacia la derecha.

(c) Sentidos contrarios, así que se restan: $(45 \text{ N}) - (20 \text{ N}) = 25 \text{ N}$, y va **hacia la derecha**, que es el sentido de la fuerza más grande.

En los tres casos las dos fuerzas están en newtons, que es lo que permite sumarlas o restarlas. Sumar 30 N con 30 kg no significaría nada: una es una fuerza y la otra una masa.

Comprobación del caso (a) con el (c): si en el (c) la de la izquierda fuera también de 45 N, la resta daría 0 N y estaríamos en el caso (a). La diferencia entre compensarse y no compensarse está solo en si los dos números son iguales.

El movimiento y la velocidad media

Lo que hay que saber

Un cuerpo **se mueve** si cambia de posición respecto a un punto que hemos tomado como referencia. El movimiento es **relativo**: sentado en un tren en marcha estás quieto respecto al vagón y te mueves respecto a la vía, y las dos cosas son ciertas a la vez.

La **trayectoria** es la línea que va describiendo, y la **distancia recorrida** es lo que mide esa línea, en metros.

Velocidad media = distancia recorrida ÷ tiempo empleado. En el SI sale en **m/s** y también se usa el km/h. Arrastra las unidades por la división y verás salir la de la velocidad: $\text{m} \div \text{s}$ da m/s. ▲ Hablando con propiedad, esa cuenta da la **rapidez media**: solo mira lo recorrido, no hacia dónde. Quien va y vuelve recorre camino y acaba donde empezó. En este curso se le sigue llamando velocidad media, que es como se dice en clase.

Cambios de unidad: un valor en **km/h** se pasa a **m/s** dividiendo entre 3,6, y en el camino contrario se multiplica por ese mismo número. El 3,6 viene de que 1 km/h es lo mismo que 1.000 m repartidos en 3.600 s.

▲ La velocidad media no dice a qué velocidad ibas en cada momento, y **no es la media de las velocidades de los tramos** salvo que los tramos duren lo mismo. Se calcula con el total recorrido y el total tardado, y con nada más.

- 38** Un corredor recorre **120 m** en **15 s**. Calcula su velocidad media en m/s y exprésala también en km/h.

Solución

Velocidad media = distancia recorrida ÷ tiempo empleado = $(120 \text{ m}) \div (15 \text{ s}) = 8 \text{ m/s}$. La unidad sale de la división: metros entre segundos.

De m/s a km/h se multiplica el número por 3,6: $8 \times 3,6 = 28,8$, o sea $8 \text{ m/s} = 28,8 \text{ km/h}$.

Comprobación del cambio de unidad en el otro sentido: $28,8 \div 3,6 = 8$, o sea $28,8 \text{ km/h} = 8 \text{ m/s}$, el resultado de partida.

Comprobación por la operación inversa del primer paso: $(8 \text{ m/s}) \times (15 \text{ s}) = 120 \text{ m}$, la distancia del enunciado.

Qué significa 8 m/s: que de media avanza 8 metros cada segundo. No quiere decir que haya ido a 8 m/s todo el rato: con estos datos no se sabe cómo repartió el esfuerzo, solo el total recorrido y el total tardado.

39

Un autobús mantiene una velocidad media de **54 km/h** durante **5 min**. Exprésala en m/s y calcula qué distancia recorre en esos 5 minutos, en metros y en kilómetros.

Solución

Hay que dividir el número entre 3,6 para bajar de km/h hasta m/s: $54 \div 3,6 = 15$, o sea $54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$.

El tiempo, a segundos, porque la velocidad está en m/s: $5 \text{ min} = 5 \times 60 \text{ s} = 300 \text{ s}$.

Distancia = velocidad $\times$ tiempo = $(15 \text{ m/s}) \times (300 \text{ s}) = 4.500 \text{ m}$. Los segundos se van al multiplicar y queda una longitud.

En kilómetros: $(4.500 \text{ m}) \div (1.000 \text{ m/km}) = 4,5 \text{ km}$.

Comprobación haciéndolo con las otras unidades desde el principio: 5 min son $5 \div 60 \text{ h}$, o sea $1/12$ de hora, y $(54 \text{ km/h}) \times (1/12 \text{ h}) = 4,5 \text{ km}$. Sale lo mismo por los dos caminos, que es lo que tenía que pasar.

40

Una ciclista hace un trayecto en dos tramos: **3 km en 20 min** y después **2 km en 10 min**. Calcula la velocidad media de cada tramo y la velocidad media de todo el trayecto. Después comprueba si la velocidad media del trayecto es la media de las dos velocidades.

Solución

Primer tramo: $20 \text{ min} = 20 \div 60 \text{ h} = 1/3 \text{ h}$, y $(3 \text{ km}) \div (1/3 \text{ h}) = 9 \text{ km/h}$.

Segundo tramo: $10 \text{ min} = 10 \div 60 \text{ h} = 1/6 \text{ h}$, y $(2 \text{ km}) \div (1/6 \text{ h}) = 12 \text{ km/h}$.

Todo el trayecto: la distancia total es $(3 \text{ km}) + (2 \text{ km}) = 5 \text{ km}$, y el tiempo total $(20 \text{ min}) + (10 \text{ min}) = 30 \text{ min} = 0,5 \text{ h}$. Velocidad media = $(5 \text{ km}) \div (0,5 \text{ h}) = 10 \text{ km/h}$.

La media de las dos velocidades sería $(9 \text{ km/h} + 12 \text{ km/h}) \div 2 = 10,5 \text{ km/h}$, y **no coincide** con los 10 km/h de verdad. Por eso la velocidad media se calcula con el total recorrido y el total tardado, no promediando velocidades.

La razón es que los dos tramos no duran lo mismo: en el lento se están 20 minutos y en el rápido solo 10, así que el tramo lento pesa el doble. Si los dos tramos duraran lo mismo, las dos cuentas coincidirían.

La energía, el calor y la temperatura

Lo que hay que saber

La **energía** es lo que permite producir cambios, y se mide en **julios** (J). Se presenta de muchas formas: cinética (la del movimiento), potencial (la de la posición), térmica, eléctrica, luminosa, química o sonora.

La energía **ni se crea ni se destruye**: se transforma de una forma en otra y se transfiere de unos cuerpos a otros. Cuando decimos que se gasta, lo que ocurre es que acaba repartida como energía térmica y queda menos aprovechable. No es que desaparezca ni que sea imposible volver a usarla: lo que baja es lo que se puede hacer con ella.

La **temperatura** se mide en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) o en **kelvin** (K), y para pasar de una a otra: $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$. ▲ El número exacto es 273,15 y aquí se redondea a 273 a propósito. Por eso los valores en kelvin de esta página son aproximados. El kelvin no lleva el símbolo de grado y no baja de 0 K.

▪ El **calor** es la energía que pasa de un cuerpo a otro **porque están a distinta temperatura**. Por eso un cuerpo **no tiene calor**: tiene energía térmica, y el calor es lo que se transfiere. Y va del que está a más temperatura al que está a menos, hasta que los dos se igualan, que es lo que se llama **equilibrio térmico**; el frío no pasa a ningún sitio.

Calor y temperatura no son lo mismo: un vaso y una olla de agua a 80°C están a la misma temperatura, y la olla tiene mucha más energía térmica porque tiene mucha más agua.

▲ Casi toda la materia se dilata al calentarse y se contrae al enfriarse, pero no toda: el agua líquida entre 0°C y 4°C hace lo contrario, se contrae al calentarla. Es una excepción conocida, y por eso la frase «al calentar, todo se dilata» no vale como regla.

41

Pasa a kelvin estas tres temperaturas: **25°C , 0°C y -18°C** . Después pasa **373 K** a grados Celsius.

Solución

Para pasar de grados Celsius a kelvin se suman 273: $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$.

$25^{\circ}\text{C} \rightarrow 25 + 273 = \mathbf{298\text{ K}}$.

$0^{\circ}\text{C} \rightarrow 0 + 273 = \mathbf{273\text{ K}}$. Es la temperatura a la que funde el hielo.

$-18^{\circ}\text{C} \rightarrow -18 + 273 = \mathbf{255\text{ K}}$. Aunque en grados Celsius el número sea negativo, en kelvin sale positivo, porque la escala kelvin no baja de 0 K.

Al revés se restan 273: $373\text{ K} \rightarrow 373 - 273 = \mathbf{100^{\circ}\text{C}}$. Con el valor exacto, 273,15, saldrían $99,85^{\circ}\text{C}$. Lo correcto es decir que 373 K son aproximadamente los 100°C a los que hierve el agua al nivel del mar. Fíjate en que el kelvin se escribe sin el símbolo de grado: se dice 298 K, no 298°K .

42

Un vaso con **100 g de agua** y una olla con **2.000 g de agua** están los dos a **80°C** . Di cuál está a más temperatura, cuál ha necesitado más energía para calentarse desde los 20°C iniciales, y por qué está mal preguntar cuál tiene más calor.

Solución

A más temperatura no está ninguno: los dos están a **80°C** , que es exactamente lo que dice el enunciado.

Ha necesitado más energía la **olla**, porque tiene 2.000 g de agua frente a los 100 g del vaso: hay veinte veces más agua que calentar, ya que $(2.000\text{ g}) \div (100\text{ g}) = 20$.

Los dos han subido lo mismo de temperatura: $(80^{\circ}\text{C}) - (20^{\circ}\text{C}) = 60^{\circ}\text{C}$ cada uno. Lo que cambia no es la subida, sino cuánta agua ha habido que subir.

▪ Preguntar cuál tiene más calor está mal porque un cuerpo **no tiene calor**: tiene energía térmica. El calor es la energía que se transfiere de un cuerpo a otro cuando están a distinta temperatura, así que es algo que pasa entre dos cuerpos, no algo que se guarde dentro de uno.

Dicho con las palabras correctas: los dos están a la misma **temperatura** y la olla tiene más **energía térmica**.

43

Di qué transformación de energía ocurre en cada aparato, nombrando la forma de partida y la de llegada: (a) una bombilla encendida; (b) una placa solar fotovoltaica; (c) un altavoz; (d) una pila que hace funcionar una linterna; (e) un molino de viento que mueve una muela.

Solución

(a) Bombilla: energía **eléctrica** → energía **luminosa**, y además una parte se va como energía **térmica**, que es por lo que se calienta.

(b) Placa solar fotovoltaica: energía **luminosa** → energía **eléctrica**. Una placa solar térmica sería otra cosa: calienta agua y no produce electricidad.

(c) Altavoz: energía **eléctrica** → energía **sonora**.

(d) Pila: energía **química** → energía **eléctrica**, que después la bombilla de la linterna vuelve a transformar en luminosa.

(e) Molino de viento: la energía **cinética** del aire pasa a las aspas y de ahí a la muela, que se mueve: sigue siendo **cinética**. Fíjate en que este es el único de los cinco en el que la forma de energía no cambia; lo que cambia es el cuerpo que la tiene.

En los cinco, la energía no se crea ni se destruye: cambia de forma o de cuerpo. Y en los cinco, una parte acaba como energía térmica repartida por el aire, que es lo que llamamos, sin precisión, «gastarse».

44

Un bloque a **90 °C** se pone en contacto con otro a **20 °C**, los dos aislados del exterior. Expresa las dos temperaturas en kelvin, di hacia dónde va la energía y por qué es incorrecto decir que el frío del segundo pasa al primero. Después di si con estos datos se puede saber la temperatura final.

Solución

En kelvin: $90\text{ °C} \rightarrow 90 + 273 = 363\text{ K}$, y $20\text{ °C} \rightarrow 20 + 273 = 293\text{ K}$.

La energía va **del bloque de 90 °C al de 20 °C**, siempre en ese sentido: del que está a más temperatura al que está a menos. Esa energía transferida es lo que se llama **calor**.

Decir que el frío pasa al otro es incorrecto porque el frío no es nada que se pueda transferir: no hay una sustancia ni una energía que se llame frío. Lo único que se transfiere es energía, y lo que llamamos enfriarse es perderla.

El proceso se para cuando los dos llegan a la **misma temperatura**, que es lo que se llama equilibrio térmico. A partir de ahí ya no hay transferencia neta en ningún sentido.

Con estos datos **no** se puede saber la temperatura final: dependería de cuánta materia tiene cada bloque y de qué está hecho cada uno. Lo único seguro es que estará entre 20 °C y 90 °C. En particular, no tiene por qué ser el punto medio, 55 °C.