

Los sistemas materiales

FÍSICA
Y QUÍMICA **3**^{ESO} **sm**

CONTENIDO

1	Programación de aula*	2
2	Sugerencias didácticas	
	• Presentación de la unidad	6
	• Contenidos	6
	• Trabajo en el laboratorio	9
	• Pon a prueba tus competencias	10
3	Actividades de refuerzo	12
4	Actividades de ampliación	14
5	Propuestas de evaluación	18
6	Solucionario de la unidad	21

*(Esta programación podrás encontrarla también en el CD Programación)

Unidad 2 Los sistemas materiales

Los contenidos de esta unidad corresponden al Bloque III del currículo oficial de la asignatura de Física y Química, *Diversidad y unidad de estructura de la materia*, que se imparte en el tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria.

El tema se divide en tres grandes bloques. En primer lugar, se hace la distinción entre propiedades generales y específicas de la materia; requiere medir la masa y el volumen de un sistema material, a partir de cuyas medidas se obtiene la densidad. En segundo lugar, se estudian los estados de agregación de la materia, lo que introduce dos nuevas magnitudes: la presión y la temperatura. Modificando estos valores, se provocan los cambios de estado. En tercer lugar, se hace una interpretación del comportamiento de los sistemas materiales a partir de lo que en física y química se denomina un *modelo*, y que en este caso se conoce como teoría cinético-molecular. Hace una interpretación microscópica de los comportamientos macroscópicos observados, y ofrece una interpretación de los estados de agregación, de las variables presión, volumen y temperatura y su mutua relación, así como de los procesos de cambio de estado.

Esta unidad permite trabajar competencias básicas tales como la **lingüística**, la competencia para la **interacción con el mundo físico**, competencia para **aprender a aprender**, competencia para el **tratamiento de la información y competencia digital** y competencia **matemática**.

OBJETIVOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS BÁSICAS
1. Reflexionar sobre la materia y sus propiedades. Conocer algunas propiedades de la materia, como la masa, el volumen o la densidad.	1.1. Diferenciar las propiedades generales y específicas de la materia.	• Lingüística. • Aprender a aprender. • Tratamiento de la información y competencia digital. • Matemática.
2. Recordar los estados en que puede presentarse un sistema material y los procesos de cambio de un estado a otro.	2.1. Especificar las características de los estados de agregación de la materia y de los cambios de estado.	• Interacción con el mundo físico. • Tratamiento de la información y competencia digital.
3. Comprender y conocer las hipótesis de la teoría cinético-molecular.	3.1. Utilizar la teoría cinético-molecular para explicar el comportamiento de la materia.	• Aprender a aprender. • Tratamiento de la información y competencia digital. • Matemática.
4. Definir la temperatura de fusión y ebullición como propiedades características de las sustancias. Conocer algunas leyes de los gases.	4.1. Describir las propiedades específicas de la materia: temperatura de fusión y de ebullición.	• Aprender a aprender. • Tratamiento de la información y competencia digital. • Interacción con el mundo físico. • Matemática. • Lingüística.
	4.2. Aplicar las leyes de los gases a la resolución de problemas y a la construcción de gráficas.	

CONTENIDOS

- Propiedades de los sistemas materiales. Masa y volumen.
 - Manejo de instrumentos para medir masa y volumen.
 - Estimación de medidas de masa y de volumen en objetos cotidianos.
 - Sensibilidad por el orden y la limpieza del lugar de trabajo y el material utilizado.
 - La densidad de los cuerpos.
 - Realización de experiencias sencillas que lleven a determinar la densidad de sólidos y líquidos.
 - Estados de agregación de la materia. Cambios de estado.
 - Temperatura de fusión y ebullición.
 - Calor latente de cambio de estado.
 - Construcción e interpretación de las gráficas de calentamiento y enfriamiento de una sustancia.
 - La teoría cinético-molecular.
 - Utilización de la teoría cinético-molecular para explicar las propiedades específicas de la materia.
 - La interpretación cinética de la presión, la temperatura y los cambios de estado.
 - Distinción entre lo que es una descripción de las observaciones o de los hechos, y lo que es la interpretación teórica del modelo cinético.
 - Valorar la importancia de los modelos y teorías como medio para construir la ciencia, e interpretar hechos cotidianos para confrontarlos con datos empíricos.
 - Aproximación a las leyes de los gases: Boyle-Mariotte, Charles y Gay-Lussac.
- Y además... podrás consultar esta programación didáctica y la legislación vigente en el CD Programación de *Tus recursos* y en <http://secundaria.profes.net>.

ORIENTACIONES METODOLÓGICAS

1. Conocimientos previos

La unidad se ha introducido ya en el primer curso de educación secundaria, por lo que los alumnos deben estar familiarizados con las propiedades generales de la materia, los estados en los que se presenta y sus características. Deben conocer los cambios de estado y reconocer situaciones mediante experiencias sencillas en las que se manifiesten las propiedades generales de sólidos, líquidos y gases.

Deben saber establecer procedimientos para describir las propiedades de materiales que nos rodean, tales como la masa, el volumen, los estados en los que se presentan y sus cambios.

El alumnado ha de ser capaz de interpretar cuantitativa y cualitativamente algunas propiedades de la materia, utilizando experiencias sencillas que le permitan investigar sus características e identificar los cambios de estado que experimenta.

Además deben valorar el manejo del instrumental científico y las habilidades adquiridas en la interpretación y representación de los datos obtenidos, y muy en particular de los gases, utilizando experiencias sencillas que le permitan comprender que tienen masa, ocupan volumen, se comprimen, se dilatan y se difunden.

2. Previsión de dificultades

La primera dificultad con la que nos vamos a encontrar será hacer entender la diferencia entre el concepto de masa y el de peso. Hacer ver que en numerosas ocasiones se utilizan como sinónimos, cuando no lo son. Generalmente, los alumnos confunden el término de densidad, pues lo suelen asociar al aspecto o a la viscosidad y tienen serias dificultades en el uso de sus unidades. Otros conceptos, como difusión, fluido o compresión, deben ser repasados.

La influencia de la presión en los cambios de estado puede resultar compleja en algunos casos y aunque comprenden la influencia de la temperatura, encuentran serias dificultades en comprender que esta no varía durante dichos procesos. Asimismo, el concepto de sublimación o la diferencia entre vaporización y evaporación, suelen entrañar cierta dificultad a la hora de explicar los cambios de estado. En ocasiones, algunos alumnos asocian cualquier cambio de estado con las temperaturas de fusión y ebullición del agua. También, el concepto de calor latente puede entrañar alguna dificultad. La interpretación cinética de los conceptos de presión y temperatura, las escalas termométricas, la temperatura absoluta y la relación cualitativa entre presión, volumen y temperatura son conceptos que pueden resultar complicados.

3. Vinculación con otras áreas

- **Ciencias de la Naturaleza:** el concepto de materia se utiliza en todas las disciplinas de ciencias: química, física, biología, geología, etc.; por ello, la vinculación de esta unidad con las Ciencias de la Naturaleza es obvia.
- **Ciencias sociales:** el empleo de distintos materiales, o la necesidad de utilizar las variables de presión, temperatura y volumen para cualquier proceso industrial, está claramente relacionado con esta área.
- **Lengua castellana y Literatura:** empleo del contexto verbal y no verbal y de las reglas de ortografía y puntuación. La lectura comprensiva del texto, así como de los enunciados de los problemas y ejercicios.
- **Matemáticas:** utilización de estrategias en la resolución de problemas y traducción de expresiones del lenguaje cotidiano, de los enunciados de los problemas, al lenguaje algebraico. Recogida de información, presentación y procesamiento de datos numéricos.
- **Tecnología:** manejo de las tecnologías de la información y la comunicación en diferentes proyectos.
- **Lengua extranjera:** búsqueda de información en otro idioma.

4. Temporalización

Para el desarrollo de esta unidad se recomienda la organización del trabajo en un mínimo de 12 sesiones, distribuidas del siguiente modo:

Páginas iniciales (2 sesiones). *Lo que vas a aprender. Desarrolla tus competencias. Experimenta.*

Epígrafes 1 a 6 (6 sesiones). Contenidos. Resolución de ejercicios propuestos. Resolución de actividades.

Resumen y Trabajo en el laboratorio (2 sesiones). Repasar contenidos. Explicación y desarrollo de la práctica.

Pon a prueba tus competencias (2 sesiones). *Interpreta datos. Aprende a pensar. Lee y comprende. Utiliza las TIC.*

5. Sugerencias de actividades

Elaborar modelos (por ejemplo, con canicas) que simulen el modelo cinético-molecular.

6. Refuerzo y ampliación

Los distintos estilos de aprendizaje y las diferentes capacidades del alumnado pueden precisar de propuestas para afianzar y reforzar algunos contenidos. Se sugiere realizar las actividades de refuerzo que aparecen al final de este cuaderno.

La necesidad de atender a alumnos que muestren una destreza especial para la consolidación de los conceptos de la unidad hace preciso el planteamiento de actividades de ampliación. Se sugiere realizar las actividades de ampliación que aparecen al final de este cuaderno.

CONTRIBUCIÓN DE LA UNIDAD A LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS BÁSICAS

Competencia lingüística.

A través de textos que se proponen al principio (*Desarrolla tus competencias*) y al cierre de la unidad (*Lee y comprende*), se trabaja la **comunicación oral y escrita** de modo que permiten conocer y comprender diferentes tipos de textos, adquirir el hábito de la lectura y aprender a disfrutar con ella.

Competencia para aprender a aprender.

En las secciones *Experimenta* y *Trabajo en el laboratorio* se puede trabajar la **construcción del conocimiento**, pues, a partir del método científico, el alumno debe relacionar la información e integrarla con los conocimientos previos y con la experiencia. Asimismo permite desarrollar el pensamiento crítico y analítico y potenciar el pensamiento creativo. El alumno puede aplicar nuevos conocimientos en situaciones parecidas y admitir diversas respuestas posibles ante un mismo problema, buscando diferentes enfoques metodológicos para solventarlo.

Además, la unidad también trabajará el **manejo de estrategias para desarrollar las propias capacidades y generar conocimiento**, a partir del método científico aplicado al trabajo en el laboratorio, fomentando la observación y el registro sistemático de hechos y relaciones para conseguir un aprendizaje significativo, así como el desarrollo de experiencias de aprendizaje que fomentan las habilidades individuales y el trabajo cooperativo.

Competencia matemática.

Fundamentalmente en las actividades relativas a las propiedades de los sistemas materiales (masa, volumen y densidad) y a las leyes experimentales de los gases, se trabaja la **resolución de problemas** y la **relación entre el conocimiento matemático y la realidad**. A través de las numerosas actividades planteadas se utilizan las matemáticas para el estudio y comprensión de situaciones cotidianas, se aplican estrategias de resolución de problemas adecuados a cada situación y se expresa de forma adecuada la solución de un problema comprobando su validez.

Por otro lado, en las mismas actividades y en las relativas a los cambios de estado, se **utilizan los elementos matemáticos** básicos en situaciones reales o simuladas de la vida cotidiana (números, operaciones, gráficas...) y se **aplican herramientas matemáticas** para interpretar y producir distintos tipos de información (numérica, gráfica...).

Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.

En las secciones *Experimenta* y *Trabajo en el laboratorio*, se fomenta la adquisición de esta competencia, mediante la **aplicación del método científico**. Los alumnos pueden reconocer la naturaleza, fortalezas y límites de la actividad investigadora, pueden diferenciar y valorar el conocimiento científico frente a otras formas de conocimiento, pueden identificar preguntas o problemas relevantes sobre situaciones reales o simuladas, o pueden realizar predicciones, obtener conclusiones basadas en pruebas y contrastar las soluciones obtenidas.

Competencia para el tratamiento de la información y competencia digital.

A lo largo de toda la unidad, los alumnos encontrarán referencias a la página web LIBROSVIVOS.NET; y al final, la sección utiliza las TIC (*Volar en globo*), donde podrán hacer **uso de las herramientas tecnológicas**. A través de vídeos, actividades interactivas, páginas web, etc. conocerán diferentes recursos tecnológicos y utilizarán los programas informáticos más comunes.

Competencia para la autonomía e iniciativa personal.

Las lecturas propuestas en las secciones *Desarrolla tus competencias* y *Lee y comprende*, así como *Experimenta* y *Trabajo en el laboratorio*, permiten el **desarrollo de la autonomía personal**, potenciando el conocimiento profundo, ajustado y realista de uno mismo, cultivando la autoestima, desarrollando la responsabilidad, la perseverancia, la autocrítica, la tolerancia a la frustración, la capacidad de demorar la satisfacción inmediata y el espíritu de superación.

Otras competencias de carácter transversal

Aprender a pensar.

Esta actividad de la unidad se centra en el desarrollo del sentido crítico del alumno a través del análisis de información o datos concretos, su contraste con la realidad y la obtención de conclusiones razonadas. Se puede relacionar también con alguna competencia tal como la **social y ciudadana**.

TRATAMIENTO ESPECÍFICO DE LAS COMPETENCIAS BÁSICAS EN LA UNIDAD

A lo largo de la unidad se trabajan diversas competencias. Sugerimos un itinerario en el que se han seleccionado cuatro de ellas, con el objeto de llevar a cabo un trabajo metódico y un registro de las mismas.

COMPETENCIA	SUBCOMPETENCIA	DESCRIPTOR	DESEMPEÑO
Competencia lingüística	1. Comunicación oral en diferentes contextos.	Comprender e interpretar todo tipo de mensajes orales en situaciones comunicativas y con intenciones comunicativas diferentes.	Comprende e interpreta adecuadamente los textos orales propuestos en la unidad. – Desarrolla tus competencias (pág. 25). – Pon a prueba tus competencias: Lee y comprende (pág. 43).
	2. Comunicación escrita en diferentes contextos.	Leer, buscar, recopilar, procesar y sintetizar la información contenida en un texto para contribuir al desarrollo del pensamiento crítico.	Procesa y resume la información y responde correctamente a las cuestiones planteadas sobre los textos planteados en la unidad. – Desarrolla tus competencias (pág. 25). – Pon a prueba tus competencias: Lee y comprende (pág. 43).
Competencia para aprender a aprender	1. Construcción del conocimiento.	Relacionar la información con los conocimientos y con la experiencia. Desarrollar el pensamiento crítico, analítico y creativo.	Mediante el trabajo en el laboratorio, obtiene información y la relaciona con los conocimientos adquiridos previamente. Desarrolla el pensamiento crítico y analítico, y muestra creatividad. – Desarrolla tus competencias: Experimenta (pág. 25). – Trabajo en el laboratorio (pág. 37).
	2. Manejo de estrategias para desarrollar las propias capacidades y generar conocimiento.	Observar, registrar y relacionar hechos para aprender. Desarrollar experiencias de aprendizaje y adquirir habilidades individuales y de trabajo cooperativo.	Aprende por la observación y el registro sistemático de hechos y relaciones, a partir de las experiencias de laboratorio y adquiere habilidades individuales de aprendizaje y de trabajo cooperativo. – Desarrolla tus competencias: Experimenta (pág. 25). – Sección Experimenta (páginas 29 y 30). – Trabajo en el laboratorio (pág. 37).
Competencia matemática	1. Resolución de problemas. Relacionar y aplicar el conocimiento matemático.	Aplicar estrategias de resolución de problemas adecuadas. Expresar correctamente la solución de un problema y comprobar su validez.	Mediante la correcta resolución de problemas, aplica las estrategias convenientes, expresa adecuadamente las soluciones y comprueba su validez. – Actividades 1 a 7, 13 a 20, 22, 24, 27, 45 a 48 y 52.
	2. Uso de elementos y herramientas matemáticos.	Utilizar elementos matemáticos y aplicar herramientas para interpretar y producir la información.	Mediante la resolución de actividades, utiliza números y operaciones, construye tablas y gráficas e interpreta resultados. – Actividades 21, 23, 28, 30, 31, 38 a 40 y 42 a 44.
Competencia de tratamiento de la información y digital	1. Obtención, transformación y comunicación de la información.	Buscar y seleccionar información, con distintas técnicas según la fuente o soporte.	Busca en diferentes páginas de internet para complementar la información. – LIBROSVIVOS.NET (págs.: 26, 27, 29, 31, 32, 33 y 41). – Utiliza las TIC: Volar en globo. – Actividades 49 y 51.
	2. Uso de las herramientas tecnológicas.	Identificar y utilizar las TIC como herramienta de aprendizaje, trabajo y ocio.	Conoce y utiliza diferentes recursos tecnológicos y los utiliza adecuadamente. – LIBROSVIVOS.NET (págs.: 26, 27, 29, 31, 32, 33 y 41). – Utiliza las TIC: Volar en globo. – Actividades 49 y 51.

EDUCACIÓN EN VALORES

Los contenidos de la unidad y el trabajo específico por competencias permiten desarrollar otros aspectos que el currículo recoge como *educación en valores*:

- Se pueden tratar aspectos de **educación ambiental** con ejemplos de sustancias que pueden ser peligrosas en función de su estado de agregación o debido a un cambio de estado: sustancias volátiles, plomo, etc.
- Se puede abordar la **educación para la salud**, dado que muchas aplicaciones tratadas en este tema tienen que ver con adelantos útiles para la medicina o la sociedad (la olla a presión, el manómetro, etc.).

- Multitud de ejemplos hacen referencia a recipientes de uso cotidiano (latas, botellas, etc.), lo que permite abordar aspectos de la **educación para el consumo**.

MATERIALES DIDÁCTICOS

LABORATORIO

Vaso de precipitados de 250 mL, varilla de vidrio, termómetro, soporte con pinza, trípode, rejilla de amianto, mechero Bunsen, tubo capilar, hilo de cobre, tubos de ensayo y gradilla, naftalina.

INTERNET

<http://www.secundaria.profes.net>

Presentación de la unidad

- A lo largo de la unidad nos encontraremos con tres grandes bloques que van a permitir al alumno familiarizarse con la naturaleza de la materia, y adaptar su forma de pensar para comprender el resto de los conceptos que se tratarán en este curso sobre química.
 - El estudio de la materia a partir de una porción cualquiera de la misma, que denominamos *sistema material*, así como las propiedades que lo describen, tanto generales (masa, volumen) como específicas (brillo, dureza, densidad...) y además, el estudio teórico y experimental del concepto de densidad.
 - Los sistemas materiales se presentan en tres estados de agregación; modificando la presión y la temperatura, podemos hacer que un sistema evolucione de un estado a otro.
 - Como colofón, la teoría cinético-molecular ofrece un modelo que permite explicar todo lo dicho hasta aquí. Admite diversos niveles de profundización según el tipo de alumnado al que se dirija.
- La introducción y las preguntas que se sugieren en esta página ayudarán a iniciar un proceso reflexivo, trabajando la comprensión lectora y avanzando poco a poco a lo largo de toda la unidad para finalizar, a modo de síntesis, en *Pon a prueba tus competencias*.
- Para despertar el interés de los alumnos, se puede comenzar mostrándoles varios objetos de igual volumen, pero de distinta masa, para que deduzcan la propiedad que los diferencia (la densidad) y facilitar el progreso de la unidad.
- Después se debería efectuar la lectura propuesta y a continuación se puede trabajar sobre las cuestiones propuestas, propiciando un clima de reflexión y discusión constructiva que lleve a su resolución, extrayendo, entre todos, los principales puntos que definen el método científico.
- También se puede proponer la búsqueda de diferentes materiales cuya densidad sea extremadamente baja o extremadamente alta, y trabajar sobre sus propiedades.
- Por último, se puede proponer la actividad *Experimenta*, para que los alumnos comprueben que, de cualquier sistema material, se pueden medir sus propiedades; que los gases también tienen masa y que los líquidos no solo se definen por su volumen. Con esta actividad, y a través del empleo del método científico, trabajaremos sobre la competencia para aprender a aprender y la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, enfocándola, además, desde el punto de vista de la educación medioambiental.

1. Propiedades de los sistemas materiales. Masa y volumen

En la misma línea de los ejemplos y fotografías utilizados en esta página, es conveniente llevar a clase, o mostrar en el laboratorio, algunos sistemas materiales de uso cotidiano.

Por ejemplo: tres esferas de madera, acero y aluminio nos permiten enumerar propiedades generales y específicas de las mismas, y dos latas o botellas de diferentes sustancias nos permiten analizar qué variables aparecen reseñadas en el envase.

Se debe advertir que en este tema solo se van a estudiar unas pocas de las muchas propiedades específicas que definen a una sustancia.

Es muy importante, en este apartado, detenerse para precisar la diferencia entre el concepto de masa y el de peso. Hacer ver que en numerosas ocasiones se utilizan como sinónimos, cuando no lo son.

Un ejemplo cercano a todos los alumnos es que la masa de un astronauta es la misma en la Tierra que en cualquier punto del espacio, pero no su peso.

Recordar, tal como se ha visto en el tema anterior, que la masa se mide por comparación con un patrón real que conocemos como *kilogramo patrón*.

Si no se ha hecho en la unidad anterior, es conveniente realizar medidas directas de volumen en probetas, pipetas y buretas.

Conviene utilizar el enlace LIBROSVIVOS.NET para trabajar este epígrafe, comprobando cómo se mide la masa y el volumen de diversos cuerpos, antes de hacerlo en el laboratorio.

2. La densidad de los cuerpos

El concepto de densidad es candidato a establecer varios matices de nivel entre unos alumnos y otros.

Es asequible a todos ver la diferencia entre sustancias más o menos densas. Basta con llenar con agua y aceite dos pequeños frascos de 100 mL y comparar sensaciones (también sería curioso ver las diferencias con el mercurio aunque, para evitar riesgos, se debería hacer a través de un vídeo). Podríamos motivar a los alumnos realizando el experimento de Plateau: introducir unas gotas de aceite en una mezcla de agua y etanol, y comprobar cómo queda en el

medio de la mezcla, adquiriendo además la forma esférica característica de todos los líquidos en ausencia de gravedad.

Crearé ciertas dificultades el *cociente de dos magnitudes*, que tendremos que enseñar a leer en sus múltiples maneras: $1 \text{ kg/L} = 1 \text{ kilogramo por litro}$ (en realidad, 1 kilogramo cada litro). Por último, tendrán que aprender a cambiar unidades: pasar g/L a kg/m^3 .

También aquí puede resultar de gran utilidad el uso del enlace LIBROSVIVOS.NET, donde se puede ver cómo se determina la densidad de un sólido.

3. Estados de agregación de la materia. Cambios de estado

Es conveniente hacer un breve repaso del significado de ciertos conceptos que aparecen en el epígrafe: forma, amorfo, volumen, difusión, fluido, compresible, etc.

La influencia de la temperatura en los cambios de estado es algo muy próximo a la experiencia del alumnado; sin embargo, la influencia de la presión es más compleja. Han de comprender que un cambio de estado se debe a la modificación de las condiciones de presión y temperatura y que, en dichos procesos, el volumen cambia sin que varíe la masa, debido a la debilitación o fortalecimiento de las uniones entre partículas. Podemos reforzar, así, el concepto de densidad explicado en el epígrafe anterior.

Los alumnos han experimentado, de forma cotidiana, casi todos los cambios de estado, pero les resulta complicado entender algunos de ellos; como, por ejemplo, el proceso de sublimación. Tampoco suelen diferenciar la evaporación de la vaporización de un líquido. Para ello podría resultar

útil colocar varios recipientes de diferente superficie, pero con la misma cantidad de agua y ponerlos destapados para comprobar su diferente velocidad de evaporación.

Otro concepto complicado es el hecho de que las sustancias puras no varían su temperatura durante los cambios de estado. Para comprobarlo, podemos llevar a cabo el experimento propuesto en la segunda página de este epígrafe.

Es importante realizar gráficas de calentamiento o enfriamiento de una sustancia para acostumbrar a los alumnos a leer datos, relacionarlos entre sí, y elaborar tablas de valores y representaciones gráficas. Además, pueden ayudar a comprender el concepto de calor latente.

A partir del enlace LIBROSVIVOS.NET, se puede ver cómo cuando se derriten los cubitos de hielo de los refrescos, no cambia el volumen total de líquido. Los propios alumnos pueden averiguar qué sucede, siguiendo los pasos que se le indican.

4. La teoría cinético-molecular

La primera parte de este epígrafe requiere una explicación de lo que en ciencias experimentales se entiende por un modelo.

El modelo que propone la teoría cinético-molecular es uno de los más importantes de la ciencia. Conocer la naturaleza íntima de la materia permite, además de dominar los conceptos de este epígrafe, comprender la mayoría de los fenómenos físicos y químicos que verán en esta etapa de la ESO.

Puede ayudar la explicación y puesta en práctica de alguna de las evidencias experimentales que llevaron a Boyle a proponer el primer modelo que explicaba el comportamiento de los gases.

La puesta en práctica del experimento propuesto ayudará a demostrar la movilidad de las moléculas y la realidad de las colisiones entre ellas. También, con ayuda de un microscopio, se puede recrear el fenómeno observado por Robert Brown, comprobando cómo unas motas de polvo sobre la superficie de agua completamente inmóvil se desplazan y agitan, debido al movimiento de las moléculas de agua.

Por último, a partir de LIBROSVIVOS.NET, se puede ver una animación que explica la estructura de sólidos, líquidos y gases de acuerdo con la teoría cinética.

5. Interpretación cinética de la temperatura, la presión y los cambios de estado

En este epígrafe se aborda el estudio de la influencia de la presión y la temperatura en los cambios de estado, desde la perspectiva de la teoría cinético-molecular.

Será de gran ayuda comenzar mostrando el enlace LIBROSVIVOS.NET, donde se observan animaciones que simulan lo que ocurre cuando se modifica la presión y temperatura de un gas según la teoría cinética.

Lo más cómodo será empezar explicando el comportamiento de los gases, ya que son fáciles de describir desde el punto de vista de la teoría cinética, como partículas que se mueven en línea recta hasta que chocan con otras partículas, o con las paredes del recipiente, y adquieren un movimiento en zigzag denominado movimiento térmico.

A continuación, podemos relacionar el aumento o la disminución de la movilidad de las partículas con la variación de la temperatura, asociándola a un cambio directo en la energía cinética y, por tanto, en la velocidad.

El efecto de la presión, mostrado en el enlace LIBROSVIVOS.NET, ayudará a explicar cómo una variación de esta supone, asimismo, una variación en el orden estructural de las partículas.

De nuevo, en la página LIBROSVIVOS.NET, se puede observar cómo influyen la temperatura y la presión en los cambios de estado y, a partir de aquí, podremos abordar los estados líquido y sólido, haciendo ver que son debidos a una disminución de la movilidad (y por tanto, a un aumento de la ordenación y la cohesión entre las partículas) ocasionada por la disminución de la temperatura y el aumento de la presión.

Se puede enseñar, como ejemplo, el gas introducido en un encendedor que, debido a la presión ejercida sobre él, se encuentra en estado líquido y mostrar, a su vez, cómo se expande una vez liberado.

6. Las leyes experimentales de los gases

Se hace una introducción a las leyes de los gases estudiando las más representativas, la ley de Boyle-Mariotte, Charles y Gay-Lussac.

Aunque importante, el manejo de unidades no es el objetivo principal de este epígrafe; lo principal es comprobar cómo están relacionados el volumen, la presión y la temperatura y que, gracias a la representación de los datos, se pueden extrapolar leyes.

Un ejemplo claro es el proceso mediante el cual el científico R. Boyle comprobó la relación, inversamente proporcional, entre la presión y el volumen de un gas. Situaciones cotidianas, como aplastar un globo hinchado o presionar el émbolo de una jeringuilla, pueden ilustrar la explicación de esta sencilla ley.

La lectura de la tabla de datos, su representación gráfica y su relación con el ejercicio resuelto permiten trabajar la competencia matemática.

Es importante interpretar el fenómeno desde el punto de vista de la teoría cinético-molecular, relacionando la disminución de la presión con la reducción de los choques entre las partículas y, por tanto, el aumento del volumen. Comentar que para ello la temperatura debe permanecer constante, da pie a que tengan en cuenta la importancia de esta otra variable en el comportamiento de los gases, lo que podemos enlazar con la explicación de las leyes de Charles y Gay-Lussac.

A partir de los enlaces que aparecen en la página final sobre globos de aire caliente (*Utiliza las TIC: Volar en globo*), se pueden introducir las leyes de Charles y Gay-Lussac.

Partiendo de la teoría cinética podemos explicar cómo al aumentar la temperatura de un gas, aumenta la frecuencia de los choques con las paredes del recipiente y que, si la presión permanece constante, el resultado final será un aumento de volumen.

Igualmente podemos relacionar las variables presión y temperatura. Basta con poner el típico ejemplo de la olla a presión en la que, al aumentar la temperatura, las partículas de gas aumentan su velocidad media, por lo que el número de choques con las paredes del recipiente también aumenta y, al permanecer el volumen constante, la presión se incrementa.

Por último, y a modo de ampliación, se puede explicar cómo, sin que ninguna de las variables permanezca constante, al modificar cualquiera de ellas, las otras dos se modifican, manteniendo una relación constante. Introducimos así la ley general de los gases.

La resolución de ejercicios y la interpretación de los resultados obtenidos ayudarán en gran medida a afianzar estos conceptos tan importantes en la química.

Notas

Resumen

En esta página se muestran los contenidos de la unidad, ofreciendo una visión sintetizada de los principales conceptos, lo cual permite al alumno organizar las ideas más importantes.

Se puede proponer como actividad utilizar esta página como guía con el fin de realizar un esquema donde se sinteticen, aún más, los conceptos que aparecen.

Otra opción es realizar un diagrama de flujo mostrando algunas cajas vacías para que las completen los alumnos, de forma individual o por equipos.

Se pueden proponer grupos de tres o cuatro alumnos que preparen los contenidos a partir del resumen y que elaboren una presentación, en PowerPoint, para exponer delante de sus compañeros.

También se puede hacer un resumen del tema a partir de una sola idea secuenciada de este modo:

- “Los sistemas materiales tienen propiedades...”
- “Se presentan en estados de agregación...”
- “Entre los que se producen cambios de estado...”
- “Que se pueden explicar mediante la teoría cinética”.

Otra actividad sería la elaboración de un glosario de conceptos sobre los sistemas materiales, sus propiedades y sus cambios.

Se puede realizar una búsqueda por internet para ampliar alguno de los contenidos que muestra el resumen y trabajar así la competencia para el tratamiento de la información y competencia digital (TIC).

Trabajo en el laboratorio. Determinación de la temperatura de fusión de una sustancia

La naftalina es una sustancia pura cuya temperatura de fusión es un valor característico de la misma, por ello se utiliza para su identificación.

El primer objetivo de esta práctica es determinar la temperatura de fusión de la naftalina por dos métodos diferentes: medida directa y realizando su curva de enfriamiento.

La medida directa de la temperatura de fusión requiere suma atención en el momento en que la naftalina del capilar se torna transparente. Es importante hacer la medida varias veces. En función del tiempo disponible, se puede realizar esta primera medida de modo demostrativo y detenerse en la gráfica de enfriamiento.

La gráfica de enfriamiento es más sencilla de realizar, y tan solo requiere paciencia y precisión a la hora de hacer las lecturas. Es evidente que el tramo horizontal correspondiente a la temperatura de fusión se alcanza de manera gradual, no al estilo de las gráficas vistas en el texto.

Otro objetivo que se persigue es que el alumno sea capaz de tomar medidas directas y realizar el correspondiente tratamiento de resultados en lenguaje científico.

Si el tiempo lo permite, se puede realizar el experimento con otras sustancias puras, tales como el agua o el etanol, poniendo, con este último, especial cuidado en el calentamiento (debe hacerse al baño maría). También puede resultar interesante hacer una gráfica de calentamiento de una mezcla (por ejemplo, agua con sal) y comprobar que en su cambio de estado la temperatura no es constante.

Conviene continuar potenciando la actitud que exige el método científico, partiendo de la observación, continuando con la repetición numerosa de medidas, la anotación de datos y resultados y la obtención de conclusiones.

Es importante, como en todo trabajo de laboratorio, promover la limpieza del material y de las mesas de trabajo, así como hacer hincapié en las medidas básicas de seguridad que han de tener en cuenta para el desarrollo de la práctica.

Notas

PON A PRUEBA TUS COMPETENCIAS

Con este bloque final se busca afianzar las competencias seleccionadas específicamente en el itinerario: lingüística, matemática, de interacción con el mundo físico, tratamiento de la información y competencia digital y aprender a aprender.

INTERPRETA DATOS.

La importancia del agua

Las actividades se prestan a trabajar casi todas las competencias propuestas en la unidad.

Principalmente se abordará la competencia para la interacción con el mundo físico, mediante la interpretación de la información recibida, la previsión de las consecuencias de los avances científicos y tecnológicos y la concienciación para un uso responsable de los recursos naturales, el cuidado del medio ambiente, el consumo racional y responsable, y la protección de la salud como elementos clave de la calidad de vida de las personas.

También se podrían abordar la competencia matemática, con la interpretación de la gráfica de la actividad 2, la competencia lingüística, con la actividad 3, o la competencia para el tratamiento de la información y competencia digital, con la actividad 4.

APRENDE A PENSAR.

El consumo de agua en el mundo

Con esta sección se pretende trabajar la competencia transversal, aprende a pensar, centrándonos en el des-

arrollo del sentido crítico del alumno a través del análisis de información o de datos concretos, su contraste con la realidad y la obtención de conclusiones razonadas. Se puede relacionar también con la competencia para la interacción con el mundo físico o con la competencia social y ciudadana.

LEE Y COMPRENDE.

¡Arriba y cada vez más lejos!

El texto permite abordar, principalmente, la competencia lingüística, trabajando la comunicación oral y escrita, así como la lectura comprensiva, y potenciando el hábito de la lectura y el disfrute de la misma.

La lectura también permite trabajar la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico y la competencia aprender a aprender, pues trata sobre la necesidad de observar y experimentar para alcanzar avances tecnológicos de gran importancia para la humanidad.

UTILIZA LAS TIC.

Volar en globo

En este apartado se trabaja la competencia para el tratamiento de la información y competencia digital utilizando los enlaces que se facilitan, e investigando en la red.

También se puede abordar la competencia de interacción con el mundo físico y la educación en valores desde el punto de vista de la conservación medioambiental.

Notas

ACTIVIDADES DE REFUERZO Y AMPLIACIÓN

PROPUESTA DE EVALUACIÓN

Unidad 2 Los sistemas materiales

1. Completa el esquema siguiente utilizando los conceptos de:

TEMPERATURA DE FUSIÓN

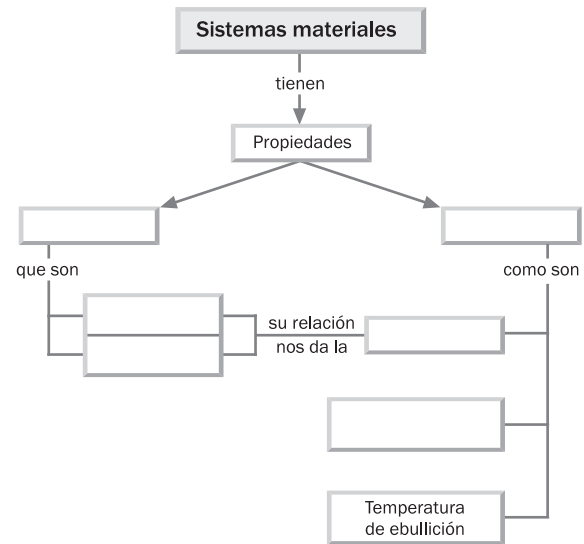
DENSIDAD

VOLUMEN

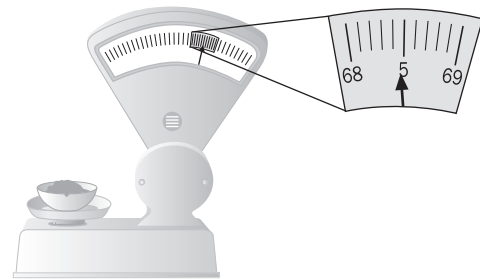
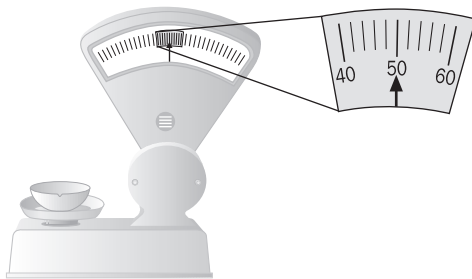
GENERALES

MASA

ESPECÍFICAS



2. Se quiere pesar cierta sustancia desconocida en una balanza, para lo cual se realizan las operaciones que se indican en estos dos dibujos.



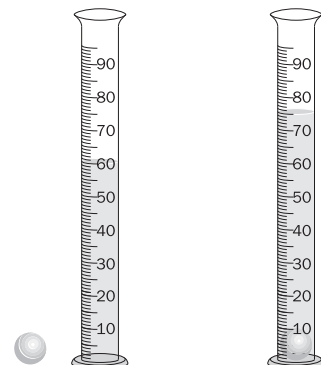
- ¿Cuál es la masa del crisol vacío?
- ¿Qué masa de sustancia se ha puesto en él?
- ¿Cómo se deberían situar las pesas para pesar un cuerpo de 89,24 g?

3. Fuga de letras. Coloca las letras que faltan a partir de la información que se proporciona.

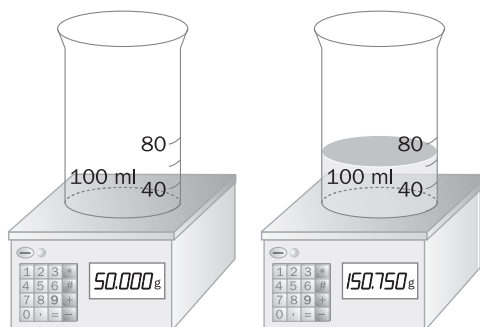
- Propiedad que depende de la clase de sustancia que constituye el sistema.
- Es una propiedad específica. Se representa con la letra...
- Vaporización tumultuosa.
- Unidad de masa en el Sistema Internacional de unidades (plural).
- Un sólido que pasa directamente a vapor se dice que se ha...
- Unidad que mide la temperatura absoluta. Tienen volumen fijo, pero no forma fija.

1)								C	A
2)	D					D			
3)				L	L				
4)			L					O	S
5)							D	O	
6)				Q					S

4. Para calcular la densidad de un sólido, se mide su masa en una balanza y resulta igual a 169,5 g. Describe los pasos que se realizan a continuación y calcula la densidad del objeto.



5. En el laboratorio se han hecho las operaciones que se indican en los dibujos. Si el volumen de líquido vertido es exactamente de 65 mL, calcula la densidad del mismo describiendo lo que se hace.



6. Corrige las siguientes afirmaciones.

- Los cambios de estado progresivos son fusión, condensación y sublimación.
- Los cambios de estado regresivos son solidificación, vaporización y sublimación.
- La presión no influye en los cambios de estado, únicamente la temperatura.

7. Utiliza los datos que consideres necesarios de la siguiente tabla y contesta a las preguntas.

Sustancia	Aire	Benceno	Sal común	Etanol	Oro	Platino
Densidad (g/cm ³)	0,0013	0,88	2,16	0,79	19,3	21,4

- ¿Qué volumen en dm³ corresponde a 1 kg de aire, 1 t de platino y un saco de 50 kg de sal común?
- ¿Qué masa corresponde a un lingote de oro de dimensiones 20 cm · 15 cm · 10 cm? ¿Y a 1 L de benceno?

8. La temperatura de fusión del benceno es de 5,5 °C y su temperatura de ebullición es de 80,1 °C. Se pone benceno en un émbolo a 100 °C y se deja enfriar. Dibuja de forma aproximada su gráfica de enfriamiento.

9. Di si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas y por qué.

- Los líquidos tienen un volumen determinado y una forma fija.
- Los gases son difícilmente compresibles.
- Los líquidos ocupan todo el volumen del recipiente.
- Los líquidos tienen un volumen determinado, pero no una forma fija.

10. La tabla muestra los tiempos de calentamiento de una muestra de cera y las temperaturas que adquiere.

Tiempo (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
Temperatura (°C)	30	50	50	50	100	150	200	200	200	245

- Representa la gráfica de calentamiento.
- Deduce: la temperatura de partida, la temperatura de fusión y la temperatura de ebullición.

11. Completa la siguiente tabla a partir de los siguientes datos: densidad del agua, 1000 kg/m³; densidad de la gasolina, 680 kg/m³; densidad del mercurio, 13 600 kg/m³.

Masa	Volumen	Sustancia
2 kg	L	Mercurio
kg	200 L	Agua
g	750 dm ³	Gasolina

Unidad 2 Los sistemas materiales

1. Completa la tabla de datos.

Masa (kg)	Volumen (dm ³)	Sustancia	Densidad
2000 g		Cobre	8,9 kg/dm ³
	2,5 L	Glicerina	1,6 g/cm ³
	12 m ³	Dióxido de carbono	0,001 94 kg/dm ³

2. Explica, según la teoría cinética, la relación entre la energía cinética media de las partículas de un gas y la temperatura.

a) Interpreta la llamada fórmula de Boltzmann:

$$\frac{1}{2} m v_m^2 = \frac{3}{2} k T$$

donde $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ es una constante característica llamada constante de Boltzmann.

b) Halla la velocidad media de las partículas de helio a 35 °C sabiendo que la masa de cada átomo es de $6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

3. Para convertir 1 g de hielo a 0 °C en agua a la misma temperatura, hace falta comunicar 334,4 J de energía, y para convertir 25 g de agua a 100 °C en vapor a la misma temperatura, hacen falta 56 425 J.

a) Calcula los calores latentes de cambio de estado del agua.

b) ¿Qué cantidad de hielo a 0 °C se fundiría a partir de 40 000 J?

c) ¿Qué cantidad de agua a 100 °C se evaporaría a partir de la misma cantidad de energía?

4. Se dan a continuación los datos de cómo varían la presión y el volumen de un gas a temperatura constante.

Presión (mm de Hg)	Volumen (L)	pV
300	30	9000
400	22,4	8960
500	18	9000
800	11,3	9040
900	10	9000

a) Representa la presión frente al volumen.

b) ¿Encuentras alguna ley que relacione dichas variables?

c) ¿Qué valor tendrá el volumen cuando la presión sea de 600 mm de Hg?

5. Propuesta de investigación

Existen otras leyes que explican el comportamiento de los gases, aunque no se han incluido en esta unidad porque sus contenidos se estudiarán en los próximos cursos. Busca información sobre la ley de los gases perfectos.

6. Experiencia

En una experiencia de laboratorio se han tomado las siguientes parejas de datos de dos sustancias:

LIMADURAS DE HIERRO	
masa (g)	volumen (L)
67,6	10
138	20
198,7	30
269,2	40

PERDIGONES DE PLOMO	
masa (g)	volumen (L)
105,5	10
222,7	20
316,6	30
423,8	40

Representa gráficamente la masa frente al volumen y calcula la densidad de las sustancias.

Unidad 2 Los sistemas materiales

SOLUCIONARIO

1. 1) GENERALES; 2) ESPECÍFICAS; 3) MASA; 4) VOLUMEN; 5) DENSIDAD; 6) TEMPERATURA DE FUSIÓN.

2. a) La masa del crisol vacío es de 50 g.

b) La medida de la balanza es ahora de 68,45 g. Por tanto, la masa de la sustancia es la diferencia: 18,45 g.

3. 1) Específica; 2) Densidad, D; 3) Ebullición; 4) Kilogramos; 5) Sublimado; 6) K, Líquidos.

4. Se puede medir el volumen sumergiéndolo en un líquido y restando las lecturas: $V = 75 \text{ cm}^3 - 60 \text{ cm}^3 = 15 \text{ cm}^3$

Por tanto, la densidad será: $d = \frac{m}{V} = \frac{169,5(\text{g})}{15(\text{cm}^3)} = 11 \text{ gcm}^{-3}$

5. La lectura de la balanza antes y después nos da la masa de líquido: $m = 150,75 - 50 = 100,75 \text{ g}$

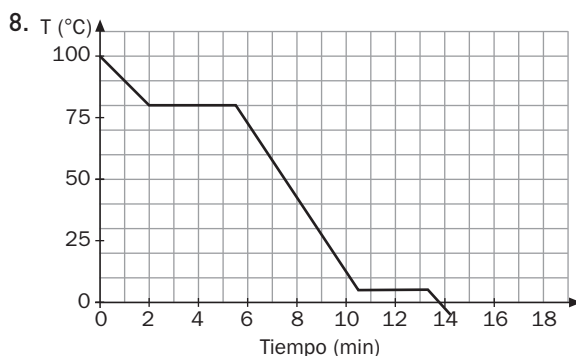
Puesto que el volumen es de 65 mL, queda: $d = \frac{m}{V} = \frac{100,75(\text{g})}{65(\text{mL})} = 1,55 \text{ g mL}^{-1}$

6. a) Los cambios de estado progresivos son fusión, vaporización y sublimación.

b) Los cambios de estado regresivos son solidificación, condensación y sublimación.

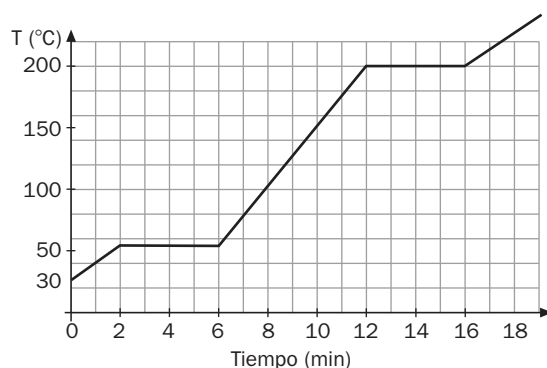
c) Las condiciones de presión y temperatura determinan el volumen de un cuerpo y también el estado en que se encuentra.

7. $V_{\text{aire}} = 76,92 \text{ dm}^3$ $V_{\text{platino}} = 46,73 \text{ dm}^3$ $V_{\text{sal}} = 23,15 \text{ dm}^3$ $M_{\text{oro}} = 57,9 \text{ kg}$ $M_{\text{benceno}} = 0,88 \text{ kg}$



9. a) Falso. b) Falso. c) Falso. d) Verdadero.

10. Temperatura de partida: 30 °C; Temperatura de fusión: 50 °C; Temperatura de ebullición: 200 °C.



11. Masa: 2 kg; 200 kg; 510 000 kg. Volumen: 0,147 L; 200 L; 750 dm³. Sustancia: mercurio, agua, gasolina.

Unidad 2 Los sistemas materiales

SOLUCIONARIO

1.

MASA [kg]	VOLUMEN [dm ³]	SUSTANCIA
2	0,225	Cobre
4	2,5	Glicerina
23,3	1200	Dióxido de carbono

2. Las partículas de gas encerradas en un recipiente se desplazan, en promedio, con una determinada velocidad. (Se trata de una velocidad media, no todas las partículas llevan la misma en todo momento).

Si se comunica energía al gas, sus partículas se moverán más deprisa, con lo que aumenta su energía cinética media

$\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$ en la expresión de Boltzmann) y, como consecuencia de ello, también aumenta su temperatura.

a) En la expresión, m es la masa de la partícula; v_m , su velocidad media, y T es la temperatura absoluta en kelvins. Es evidente que cuando aumenta v_m , también aumenta T , y viceversa.

b) Si despejamos el valor de la velocidad, queda:

$$v_m = \sqrt{\frac{31,38 \cdot 10^{-23} \cdot 308}{6,64 \cdot 10^{-27}}} = 3815,2 \text{ m/s}$$

3. a) El calor latente de fusión es precisamente 334,4 J/g.

El calor latente de vaporización se puede obtener mediante una sencilla proporción: $56\,425 / 25 = 2257 \text{ J/g}$

b) A partir de 40 000 J se funde: $40\,000 / 334,4 = 119,6 \text{ g}$

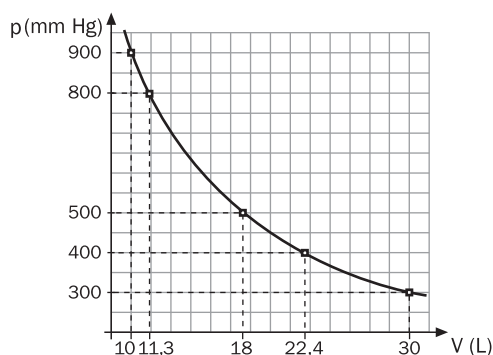
c) Igualmente: $40\,000 / 2257 = 17,7 \text{ g}$

4. a) La representación da una hipérbola.

b) La ecuación correspondiente es: $p \cdot V = \text{constante}$.

c) Se puede observar que $p \cdot V = 9000 \text{ mm Hg} \cdot \text{L}$. Así pues: $600 \cdot V = 9000$.

De donde se deduce que $V = 15 \text{ L}$.



6. Al hacer el cálculo de la densidad para cada par de valores, no resulta el mismo valor, por lo que es necesario hacer la media de todos ellos y promediar los resultados experimentales.

De este modo, la densidad de las limaduras de hierro sale: $\frac{m}{V} = 6,75 \text{ g/mL}$

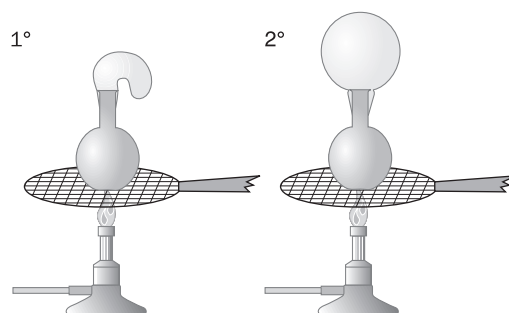
Y la del plomo: $10,71 \text{ g/mL}$

Unidad 2 Los sistemas materiales

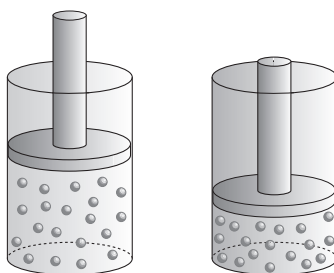
APELLIDOS: NOMBRE:

FECHA: CURSO: GRUPO:

- Señala razonadamente si son ciertas o falsas las afirmaciones:
 - Un sistema material queda determinado por su volumen.
 - Si el volumen de una sustancia es de 2 L, podemos decir también que es de 2000 cm³.
- La masa de un trozo de hierro es de 50 g, y su volumen, de 6,85 cm³. Di si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones.
 - La densidad del hierro es de 7,3 g/cm³.
 - Si cogemos un trozo de hierro de 25 g, su densidad será de 3,65 g/cm³.
- En tres recipientes se tienen 20 L, 1 L y 500 mL de tres sustancias de las que queremos conocer su masa. Se trata de gasolina ($d = 0,8 \text{ g/cm}^3$), mercurio ($d = 13,6 \text{ g/cm}^3$) y aceite ($d = 0,9 \text{ g/cm}^3$). Halla sus respectivas masas en kilogramos.
- Una de las siguientes propiedades no pertenece al mismo estado de agregación que las otras. ¿Cuál es? ¿De qué estado de agregación se trata?
 - Ocupan todo el volumen del recipiente que los contiene.
 - No tienen forma fija.
 - Son poco compresibles.
 - Se difunden o fluyen por sí mismos.
- ¿Qué cambios de estado se producen en los siguientes procesos?
 - El secado de la ropa húmeda.
 - La soldadura de dos cables.
 - Las bolas de naftalina que se ponen en los armarios disminuyen de tamaño.
 - Se producen burbujas en el agua que contiene una cazuela.
- En el paso de líquido a gas y de gas a líquido:
 - ¿Cuál es progresivo y cuál es regresivo? ¿Por qué?
 - Si aumentamos la presión, ¿qué cambio se favorece?
- Al calentar un gas, el globo se hincha como se observa en la figura. Según la teoría cinético-molecular, ¿qué aspectos han variado en este proceso?
 - Hay un número mayor de partículas.
 - Aumenta la distancia entre las partículas y su energía cinética media.
 - Las partículas se hinchan.
 - El número de choques con las paredes es mayor.



8. De acuerdo con la teoría cinético-molecular, explica el siguiente proceso: “Si disminuye el volumen ocupado por un gas (manteniendo constante la temperatura), aumenta la presión”.



9. Explica, basándote en la teoría cinético-molecular, por qué al frenar bruscamente un automóvil se corre el riesgo de sufrir un reventón de un neumático.
10. El cuadro siguiente representa las temperaturas de fusión y ebullición del agua y del mercurio a 1 atm de presión.

Sustancia	T. de fusión	T. de ebullición
Mercurio	−39 °C	357 °C
Agua	0 °C	100 °C

¿En qué estado se encontrarán si la temperatura es de −25 °C, 50 °C o 360 °C?

11. La tabla siguiente presenta los tiempos de calentamiento de una muestra de una sustancia y las consiguientes temperaturas que adquiere.

Temperatura (°C)	30	50	50	50	100	150	200	200	200	245
Tiempo (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18

- Representa la temperatura frente al tiempo en minutos.
 - ¿Cuál es la temperatura de fusión y de ebullición de esa sustancia?
 - ¿Qué significan los tramos horizontales?
12. Una jeringa contiene cierta cantidad de aire en su interior. A continuación hacemos que el émbolo descienda. De las variables siguientes, justifica cuáles crees que se han visto modificadas y cuáles no.
- masa, b) volumen, c) densidad y e) presión.
13. Dados los datos de cómo varían la presión y el volumen de un gas, manteniendo constante la temperatura:

Presión (mm Hg)	Volumen (L)	p V
300	20	6000
400	15	6000
500	12	6000
600	10	6000

- Representa la presión frente al volumen.
- Escribe cómo se llama la ley que relaciona las dos magnitudes y calcula el volumen que ocupará dicho gas si la presión ha aumentado a 1000 mm de Hg.

SOLUCIONES A LA PROPUESTA DE EVALUACIÓN

1. a) Falsa. Esa es una propiedad general, no específica de las sustancias.

b) Verdadera, porque: $2 \text{ L} = 2 \text{ dm}^3 = 2000 \text{ cm}^3$

Criterio de evaluación 1.1

2. La a) es cierta, $d = \frac{50}{6,85} = 7,3 \text{ g/cm}^3$. La b) no, porque al disminuir la masa, el volumen disminuye en la proporción que indica la densidad y, por tanto, esta no disminuye a la mitad, será la misma.

Criterio de evaluación 1.1

3. Gasolina: $M = 0,8 \text{ (g/mL)} \cdot 20\,000 \text{ (mL)} = 16\,000 \text{ g} = 16 \text{ kg}$

Mercurio: $M = 13,6 \text{ (g/mL)} \cdot 1000 \text{ (mL)} = 13\,600 \text{ g} = 13,6 \text{ kg}$

Aceite: $M = 0,9 \text{ (g/mL)} \cdot 500 \text{ (mL)} = 450 \text{ g} = 0,45 \text{ kg}$

Criterio de evaluación 1.1

4. La a) no es característica de los líquidos.

Criterio de evaluación 2.1

5. La a) es evaporación; la b) es fusión y solidificación; la c), sublimación, y la d), ebullición.

Criterio de evaluación 2.1

6. a) El progresivo es el que absorbe energía; en este caso, la vaporización. En el regresivo se desprende energía, la condensación.

b) Al aumentar la presión, se favorece la condensación.

Criterio de evaluación 2.1

7. Al aumentar la temperatura de las partículas de gas, aumenta su energía cinética media y, en consecuencia, la frecuencia de los choques contra las paredes. Aumenta la presión y el globo aumenta también el volumen.

Este aumento de volumen ocurre sin que se modifique su masa: el mismo número de partículas se ha extendido hasta ocupar todo el espacio posible.

Criterio de evaluación 3.1

8. Las partículas disponen de menos espacio para moverse y chocan con mayor frecuencia contra las paredes, con lo que aumenta la presión.

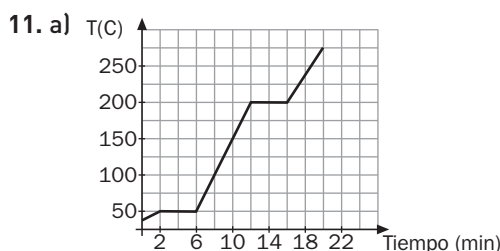
Criterio de evaluación 3.1

9. Como consecuencia del rozamiento con el asfalto, durante el frenado se eleva la temperatura, con lo que, según la teoría cinético-molecular, las partículas del interior de la rueda tienen más energía cinética media, lo que provoca que el número de choques contra las paredes y su intensidad sean mayores, por ello la presión aumenta y el neumático se puede reventar.

Criterio de evaluación 3.1

10. A $-25 \text{ }^\circ\text{C}$, el agua es sólida, y el mercurio, líquido. A $50 \text{ }^\circ\text{C}$, el agua está en estado líquido, y el mercurio también. A $360 \text{ }^\circ\text{C}$, el agua y el mercurio están en estado gaseoso.

Criterio de evaluación 4.1



b) De la gráfica se deduce que la temperatura de fusión es de $50 \text{ }^\circ\text{C}$ y la de ebullición es de $200 \text{ }^\circ\text{C}$.

c) Los tramos horizontales son aquellos en los que la sustancia absorbe calor y lo emplea en cambiar de estado, con lo que no se ve modificada su temperatura. La cantidad de calor que hay que suministrar a un gramo de sustancia para que cambie de estado se llama calor latente (de fusión o de vaporización).

Criterio de evaluación 4.1

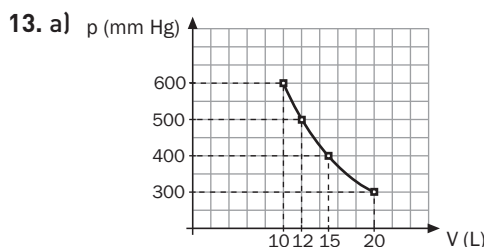
12. Masa: se mantiene constante, ni se ha quitado ni se ha añadido aire.

Volumen: sufre una clara disminución.

Densidad: definida como masa por unidad de volumen; al disminuir este, la densidad aumenta.

Presión: ha aumentado al disminuir el volumen.

Criterio de evaluación 4.2



b) La ley de Boyle-Mariotte indica que la presión y el volumen son inversamente proporcionales, es decir, que al aumentar una magnitud, disminuye la otra y viceversa. Lo cual se expresa así: $p \cdot V = \text{cte}$. Dicha relación ya se aprecia en la tabla de datos, obteniéndose un valor de $p \cdot V = 6000$. Por tanto, si la presión aumenta a 1000 mm de Hg , el volumen disminuye a 6 L , tal que $1000 \cdot 6 = 6000$.

Criterio de evaluación 4.2

SOLUCIONARIO

Unidad 2 Los sistemas materiales

EJERCICIOS PROPUESTOS

1. Un recipiente hueco de forma cúbica tiene 0,8 cm de arista. ¿Cabe 1 mL de agua dentro de él? ¿Caben 0,7 cm³ de agua?

El volumen del recipiente es de 0,5 cm³ por lo que cabe como máximo 0,5 mL de agua. No cabe 1 mL ni tampoco 0,7 cm³.

2. Ordena de mayor a menor los volúmenes de estos objetos: una esfera de 10 cm de radio, un balón de 4 dm³, un cubo de 5 cm de arista.

$$\text{Volumen de la esfera: } V = \frac{4}{3} \pi r^3 = 4188,8 \text{ cm}^3 = 4,19 \text{ dm}^3$$

$$\text{Volumen del cubo: } V = 125 \text{ cm}^3 = 0,125 \text{ dm}^3$$

Por tanto el orden será: cubo < balón < esfera.

3. Se ha construido una piscina ortoédrica de 14 m de largo, 3 m de ancho y 2 m de profundidad.

a) Calcula el coste que supone llenarla de agua hasta el borde, si 1 m³ de agua potable cuesta 0,25 euros.

b) Una vez llena, determina la masa del agua que contiene, sabiendo que cada metro cúbico de agua tiene una masa de 1000 kg.

El volumen del ortoedro es $V = a \cdot b \cdot c$, siendo a, b y c sus dimensiones: $V = 14 \cdot 3 \cdot 2 = 84 \text{ m}^3$.

El coste será: $84 \cdot 0,25 = 21$ euros. La masa del agua contenida en la piscina es: $m = 84 \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 84\,000 \text{ kg}$

4. Determina la masa de aire contenido en una habitación de dimensiones 10 m x 5 m x 3 m (utiliza para ello el dato de la densidad del aire que aparece en el margen).

$$\text{Volumen de la habitación: } 10 \times 5 \times 3 = 150 \text{ m}^3.$$

$$\text{Masa} = V \cdot d = 150 \text{ (m}^3\text{)} \cdot 1,3 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 195 \text{ kg.}$$

5. El *porexpan* es un material aislante de baja densidad, que se emplea en embalajes. Calcula el volumen que ocupa una plancha de 5 kg de este material.

$$V = \frac{m}{d} = \frac{5}{50} = 0,1 \text{ m}^3$$

6. ¿Cuánta energía hay que comunicar a 35 g de hielo a 0 °C para convertirlo en agua a 0 °C?

Sabemos que para convertir 1g de hielo a 0 °C en agua, también a 0 °C, es necesario comunicar 334,4 J de energía.

Por tanto: $35 \cdot 334,4 = 11\,704 \text{ J}$ habrá que comunicar.

7. ¿Cuánta energía absorben 35 g de agua a 100 °C para pasar a fase de vapor a 100 °C?

Para convertir 1g de agua a 100 °C en vapor, también a 100 °C, es necesario comunicar 2257J de energía.

Por tanto absorberán: $35 \cdot 2257 = 78\,995 \text{ J}$.

8. Disponemos unos cristallitos de yodo sólido en un vaso, tal como muestra la figura. Al calentar, los cristales aparecen pegados al matraz de fondo redondo. Explica lo sucedido.

Al calentar, los cristales de yodo subliman y pasan a fase vapor ascendiendo por el vaso. Al encontrarse con la superficie fría del fondo del matraz vuelven a sublimar, esta vez de forma regresiva, apareciendo de nuevo los cristallitos en el fondo.

9. Razona sobre la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones.

a) Las partículas que constituyen un sólido, a pesar de estar fuertemente unidas, mantienen un movimiento de vibración.

b) Entre partícula y partícula de un gas hay espacio vacío, pero cuando se convierte en líquido ese espacio se llena totalmente.

a) Es verdadera, las partículas de un sólido ocupan posiciones fijas pero vibran en torno a dichas posiciones.

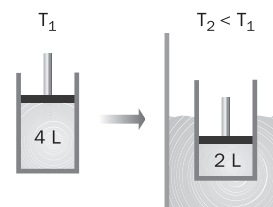
b) Es falso, al convertirse en líquido las partículas se cohesionan mucho y aumenta la densidad pero siguen quedando huecos entre ellas.

10. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas, y por qué.

- Debido a los choques, las partículas de un gas pueden acabar perdiendo su energía, por eso se deshincha un globo.
- Al aumentar la temperatura de un gas aumenta su volumen, por eso si ponemos un globo hinchado encima de un radiador, puede explotar.
- Es falso, según la teoría cinética los choques entre las partículas son elásticos y en ellos no se pierde energía.
- Es verdadero, según la teoría cinética al aumentar la temperatura aumenta la velocidad media de las moléculas y con ella su energía cinética. Entonces, la intensidad de los choques y su frecuencia será mayor con lo que aumenta la presión. Al tratarse de un globo, que tiene sus paredes elásticas, si el interior del globo tiene más presión que el exterior, las paredes se expanden hasta igualar la presión por lo que el globo se hincha y puede llegar a explotar.

11. El émbolo de la figura se ha introducido en agua fría. Explica lo ocurrido apoyándote en el modelo cinético.

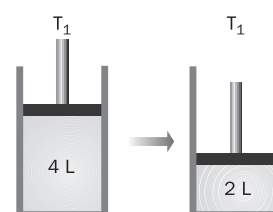
Según la teoría cinética, al disminuir la temperatura disminuye la velocidad media de las partículas y por tanto también su energía cinética. Entonces, la intensidad de los choques y su frecuencia será menor con lo que baja la presión y el émbolo.



12. En la transformación representada en el gráfico, el gas no varía su temperatura. ¿Qué se puede decir de la presión y el volumen?

Si en ambos casos la temperatura es la misma, significa que se ha duplicado la presión en el segundo émbolo por lo cual se divide su volumen por la mitad ya que ambas magnitudes son inversamente proporcionales y cumplen la ley de Boyle:

$$pV = \text{cte.}$$



13. Un cilindro contiene un gas a presión 2,5 atm. Se permite que el gas se expanda hasta un volumen de 25 L, con lo que la presión baja a 1,2 atm. Si T permanece constante, ¿cuál es el volumen inicial de gas?

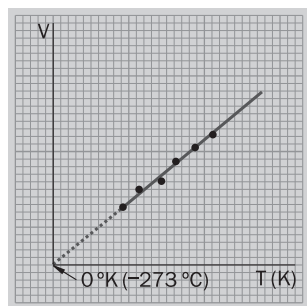
Se trata de una transformación a T constante que cumple la ley de Boyle: $p \cdot V = \text{cte}$

Por tanto: $pV = 2,5 \text{ (atm)} \cdot V = 1,2 \text{ (atm)} \cdot 25 \text{ (L)}$

De donde $V = 12 \text{ L}$

14. En la gráfica V frente a T de la ley de Charles y Gay-Lussac, explica la diferencia entre poner en el eje X la temperatura en °C o en K.

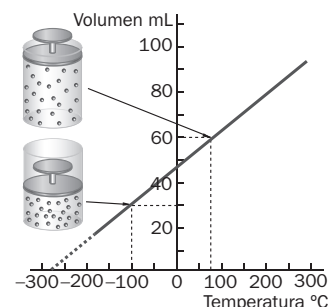
La expresión de Charles y Gay-Lussac viene dada con T en kelvin ($V = \text{cte} \cdot T$). A dicha expresión le corresponde la ecuación de una recta que pasa por el origen ($y = ax$), es decir:



Sin embargo, si consideramos que $T \text{ (K)} = t \text{ (°C)} + 273$, quedaría:

$$V = \text{cte} \cdot (t \text{ (°C)} + 273) = \text{cte} \cdot 273 + \text{cte} \cdot t,$$

es decir la ecuación de una recta que no pasa por el origen sino que tiene una ordenada en origen equivalente al sumando ($\text{cte} \cdot 273$). Al representarla quedaría igual que la primera gráfica, pero con el eje de las Y adelantado 273 K hacia la derecha.



15. Se encierra un gas en un pistón a 1 atm de presión y se calienta desde 293 K hasta 390 K, manteniendo fijo su volumen. ¿Qué opciones son verdaderas?

- Aumenta la distancia media entre las partículas.
- Aumenta la masa total de gas en el cilindro.
- Aumenta la presión hasta 1,33 atm.
- La presión baja a 0,75 atm.

Si se mantiene fijo el volumen, la presión y la temperatura quedan relacionadas mediante la expresión de Charles y Gay-Lussac: $p = \text{cte} \cdot T$

Así pues, al aumentar la T aumenta la p y viceversa. El resto de variables no se ven modificadas: la única opción verdadera es la c).

TRABAJO EN EL LABORATORIO

1. En el primer método, ¿por qué es necesario poner en contacto el capilar con el termómetro?

Porque de esa manera se podrá asegurar la exactitud de la medida.

2. ¿Por qué crees que se utiliza este tipo de ensayo para decidir sobre la pureza de una sustancia?

Una propiedad de las sustancias puras es que, durante el cambio de estado, la temperatura permanece constante.

ACTIVIDADES

16. Indica cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- a) La densidad de los sólidos es mayor que la de los líquidos.
 - b) Si la densidad del mercurio es $13,6 \text{ g/cm}^3$ significa que 1 L de mercurio tiene una masa de 13,6 kg.
 - c) En un cubo de 1 cm^3 de volumen no cabe 1 mL de agua.
 - d) El volumen de un taco de madera de forma cúbica es 8 cm^3 , por tanto, la arista del cubo vale cm.
- Es verdadera la b).

17. La densidad de la sal común es $2,16 \text{ g/cm}^3$. ¿Qué volumen corresponde a un salero de 220 g?

$$V = \frac{m}{d} = \frac{220(\text{g})}{2,16(\text{g/cm}^3)} = 102 \text{ cm}^3$$

18. Se ha desenterrado un objeto metálico en una excavación y se quiere saber si es de cobre o no. La balanza arroja un valor de 137 g y al sumergirlo en agua desplaza un volumen de $15,4 \text{ cm}^3$.

- a) ¿A qué conclusión llegarías?
- b) ¿De qué otras magnitudes y técnicas podríamos valernos para estar seguros?

Dato. Densidad del cobre: $8,93 \text{ g/cm}^3$.

$$d = \frac{m}{V} = \frac{137}{15,4} = 8,9 \text{ g/cm}^3$$

Por tanto, el objeto es probablemente de cobre. Para asegurarnos podríamos someterlo a otras pruebas con el fin de obtener alguna otra propiedad característica para poder comparar: dureza, temperatura de fusión... Sin embargo, la necesidad de conservar el objeto sin dañar puede aconsejar tomar una pequeña muestra y efectuar un análisis químico.

20. Ponemos un matraz aforado con 250 mL en una balanza, destaramos y lo llenamos de aceite hasta que la balanza marca 212,5 g.

- a) Calcula la densidad del aceite.
- b) A continuación se calienta el matraz y se observa que el volumen sube 8 mL. ¿A qué es debido? ¿Cuál es ahora la masa del aceite? ¿Y la densidad?

$$a) d = \frac{m}{V} = \frac{212,5(\text{g})}{250(\text{mL})} = 0,85 \text{ g/mL}$$

b) Al calentar el matraz el líquido dilata hasta 258 mL. La densidad será:

21. Completa en tu cuaderno esta tabla:

Masa (g)	Volumen (dm ³)	Densidad (g/cm ³)	Sustancia
2000	0,741		
	0,8		aceite
200		1,6	

Datos. $d_{\text{glicerina}} = 1,6 \text{ g/cm}^3$; $d_{\text{aluminio}} = 2,7 \text{ g/cm}^3$; $d_{\text{aceite}} = 0,9 \text{ g/cm}^3$.

Masa (g)	Volumen (dm ³)	Densidad (g/cm ³)	Sustancia
2000	740,7	2,7	Aluminio
720	0,8	0,9	aceite
200	0,125	1,6	Glicerina

22. Un bastón de madera de ébano tiene una masa de 0,84 kg y un volumen de 620 cm³.

Expresa en toneladas por metro cúbico la densidad de esta madera. ¿Flotará en agua?

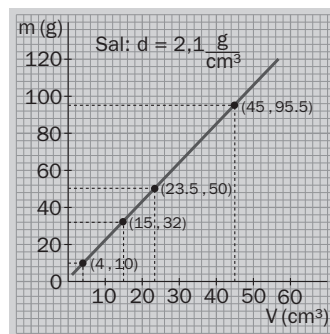
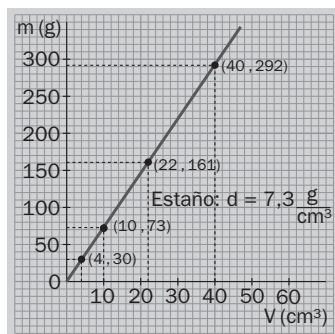
$$d = \frac{m}{V} = \frac{0,84 \cdot 10^{-3}(\text{t})}{620 \cdot 10^{-6}(\text{m}^3)} = 1,35 \text{ t/m}^3$$

Dicha densidad es mayor que la del agua, por tanto no flotará.

23. Con una probeta y una balanza se han tomado pares de valores de dos sustancias:

ESTAÑO		SAL COMÚN	
Masa (g)	V (dm ³)	Masa (g)	V (dm ³)
73	10	32	15
161	22	50	23,5
292	40	95,5	45

Para cada sustancia, representa masa frente a volumen y calcula la densidad.



24. Para hallar la densidad del gas dióxido de carbono (CO₂), se calientan 16 g de un carbonato y se recogen 242,0 cm³ de CO₂ y 15,52 g de residuo. Halla la densidad del CO₂.

$$16 - 15,52 = 0,48 \text{ g de CO}_2.$$

La densidad será: $= \frac{m}{V} = \frac{0,48(\text{g})}{242,0(\text{cm}^3)} = 1,98 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$

25. Razona cuál de estas afirmaciones es correcta:

- Vaporización es el paso de sólido a gas.
- Fusión es el paso de sólido a líquido.
- Sublimación es el paso de gas a líquido.
- Condensación es el paso de líquido a gas.

Es verdadera la b).

26. Se saca una botella de naranjada del frigorífico y se observa que al poco rato se moja por fuera.

- ¿Por qué sucede esto?
- ¿De dónde procede esa agua?

El agua procede del vapor de agua que hay en el aire; dicho vapor encuentra una superficie fría sobre la cual condensa.

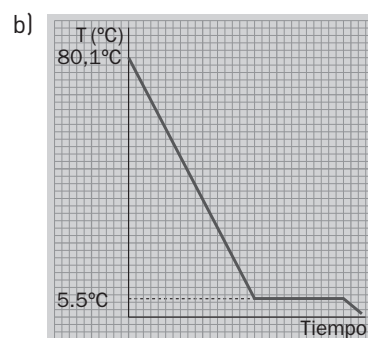
27. En la siguiente tabla se muestran algunas propiedades del benceno.

Densidad	T _f (°C)	T _e (°C)
0,88 g/cm ³	5,5	80,1

A partir de los datos:

- Calcula la masa de benceno que cabe en un matraz de 250 mL.
- Se llena el matraz con benceno, se calienta hasta 70 °C, se retira del fuego y se deja enfriar. Dibuja su gráfica de enfriamiento.

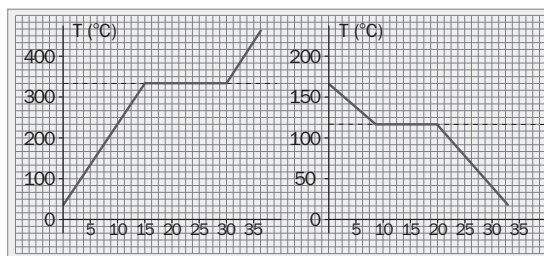
a) Masa = V d = 250 · 0,88 = 220 g



29. Completa las frases siguientes:

- a) La ebullición es una _____ tumultuosa. Para una _____ determinada, cada líquido tiene una _____ característica.
 b) La _____ es una _____ lenta que se realiza solo en la _____ libre de los líquidos y a cualquier _____
 a) La ebullición es una *vaporización* tumultuosa. Para una *presión* determinada, cada líquido tiene una *Temperatura de Ebullición* característica.
 b) La *evaporación* es una *vaporización* lenta que se realiza sólo en la *superficie* libre de los líquidos y a cualquier *temperatura*.

30. Analiza estas gráficas y extrae toda la información posible. ¿Qué representan los tramos horizontales? ¿Qué técnica de laboratorio se habrá seguido en cada caso para obtener la gráfica?



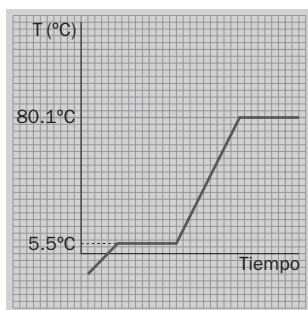
- a) La primera es una gráfica de calentamiento que nos indica que:
 - Hemos tomado una sustancia a una temperatura inicial aproximada de 25 °C y la hemos calentado.
 - En torno al minuto 15 se ha alcanzado una temperatura de unos 327 °C, inalterable mientras el sólido se funde.
 - Seguidamente la temperatura sigue aumentando.
 b) La segunda es una gráfica de enfriamiento: Se parte de un líquido a unos 160 °C y se deja enfriar anotando la temperatura. A los 10 minutos aproximadamente se alcanza la temperatura de 120 °C y se mantiene constante a medida que pasa a fase sólida.
 - Cuando todo es sólido el sistema sigue bajando su temperatura hasta alcanzar la temperatura ambiente.

31. Responde a partir de los datos.

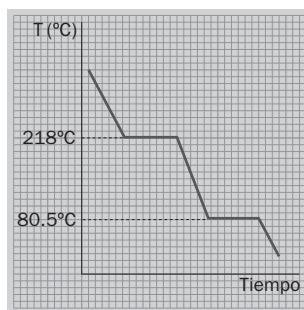
- a) ¿En qué estado permanece el benceno una fría mañana de invierno en que aparecen los charcos congelados?
 b) ¿En qué rango de temperatura permanece líquido el sodio?
 c) Se saca benceno del congelador a una temperatura de -20 °C. Construye su gráfica de calentamiento.
 d) Construye la gráfica de enfriamiento del naftaleno a 100 °C.

Densidad	T _{fusión} (°C)	T _{ebullición} (°C)
benceno	5,5	80,1
sodio	98	885
naftaleno	80,5	218

- a) La temperatura de fusión es de 5,5 °C por lo que solidifica antes que el agua. Aparecería en estado sólido.
 b) Permanece líquido entre 98 y 885 °C.
 c) Gráfica de calentamiento



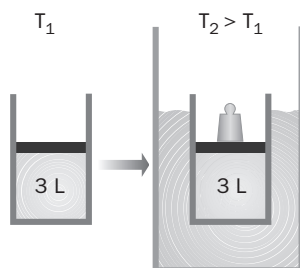
d) Naftaleno: gráfica de enfriamiento



32. Explica los siguientes procesos según la teoría cinética.

- a) Colocas 50 mL de alcohol en un vaso y viertes la mitad sobre la mesa. Al cabo de poco tiempo, la mesa está seca y en el vaso aún queda alcohol.
 b) Al echar alcohol del vaso sobre tu mano sientes frío.
 c) Notas que toda la habitación huele a alcohol.
 a) En la evaporación se da un equilibrio: algunas partículas de la superficie, cuando tienen energía suficiente pasan a fase vapor. Otras que están en fase gaseosa les pasa lo contrario y condensan. Este equilibrio se puede romper aumentando la superficie libre de líquido, con lo que un mayor número de partículas tendrá descompensadas sus fuerzas de cohesión y podrán pasar a fase gaseosa más fácilmente.
 b) Es necesario aportar energía calorífica para que una sustancia cambie de estado (se denomina calor latente). La evaporación del alcohol sólo es posible si absorbe calor, en este caso, de la superficie de la mano.
 c) Según la teoría cinética, las partículas constituyentes del gas están en continuo movimiento y se difunden por toda la habitación por lo que al poco tiempo cualquier punto de la habitación tendrá partículas de alcohol.

33. Disponemos de un émbolo que encierra un gas. Al introducirlo en un recipiente con agua caliente, es necesario colocar un peso para que el émbolo no se desplace. Explica este hecho.



Al aumentar la temperatura aumenta la velocidad media de las moléculas y con ella su energía cinética, por lo que el gas tiende a expandirse. Para evitarlo, es preciso colocar un peso sobre el émbolo.

34. El aire es una mezcla gaseosa a la presión y temperatura habituales, sin embargo, si se mantiene a presión atmosférica y se enfría progresivamente, pasa a estado líquido a $-194\text{ }^{\circ}\text{C}$. Explica este hecho desde los postulados de la teoría cinética. ¿Sería posible licuar el aire manteniendo la temperatura constante?

Si se enfría, manteniendo constante la presión, disminuye la energía cinética media de las partículas del gas, con lo cual su movimiento se ralentiza y las fuerzas de cohesión pueden acercar las partículas y fundirlas en una gota y formar líquido.

Igualmente, si se mantiene constante la temperatura pero vamos aumentando progresivamente la presión, es mayor el acercamiento de las partículas y aumentan las fuerzas de cohesión, pudiendo licuar el gas.

35. ¿Cuáles de las siguientes hipótesis se corresponden con la teoría cinética?

- Entre las partículas de gas hay fuerzas repulsivas; en los sólidos las fuerzas se vuelven atractivas.
- La temperatura de un sistema gaseoso es proporcional a la energía cinética media de sus partículas.
- La mayoría del espacio ocupado por un gas está vacío.
- El volumen de las partículas aumenta al aumentar la temperatura.

Corresponden con la teoría cinética las hipótesis b), c).

37. Explica los siguientes experimentos mediante la teoría cinética.

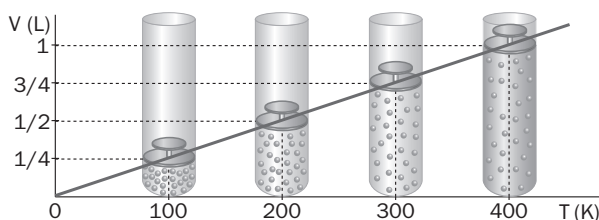
- Tomamos un globo y lo adaptamos a la embocadura de un matraz. Si este se calienta poco a poco, se observa cómo el globo aumenta de volumen.
 - Se empapa un poco de algodón en amoníaco y se introduce en el extremo de un largo tubo de cristal. Al cabo de un rato se observa que un trozo de papel indicador colocado en el otro extremo se vuelve azul.
- a) Al calentar el matraz calentamos las partículas del aire, que aumentan su energía cinética. El aire se expande y entra en el globo, cuyas paredes son flexibles, y este se hincha, hasta igualar la presión interna con la externa.
- b) A temperatura ambiente, el amoníaco es un gas. Sus moléculas se difunden a lo largo del tubo alcanzando el extremo opuesto rápidamente. Cuando llega al papel indicador éste adquiere coloración azul propia de las sustancias alcalinas.

39. Razona si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

- Las variables que relacionan las leyes de los gases son p , V , T .
- En la ley de Boyle, permanece constante la p .
- Si estudiamos la relación p - T , permanece constante la V .

Es correcta la a) pero no la b) ya que en la ley de Boyle permanece constante la temperatura. Es cierta la c) y corresponde a una de las leyes de Charles y Gay-Lussac.

40. ¿Qué ley de los gases está representada en la gráfica? Haz una tabla de valores V - T y calcula la constante que relaciona ambas variables.



Temperatura (K)	100	200	300	400
Volumen (L)	0,25	0,5	0,75	1
$\frac{T}{V} = \text{cte}$	400 K/L	400 K/L	400 K/L	400 K/L

Está representada una de las leyes de Charles y Gay-Lussac, aquella en que se estudia la relación entre V y T para un gas que mantiene constante la presión.

41. Razona si son verdaderas o falsas las afirmaciones:

- Si la temperatura permanece constante a medida que un globo de helio se eleva en el aire, se expande cada vez más.
- La ley de Charles y Gay-Lussac, para un gas a presión constante, se expresa así: $V = \text{cte} \cdot T$
- Aplicamos dicha ley al caso siguiente. Las condiciones iniciales de un gas son: $p = 1 \text{ atm}$; $V = 5 \text{ L}$; $T = 20^\circ \text{C}$. Si mantenemos constante la presión y calentamos a $T = 40^\circ \text{C}$, el volumen final se duplica.
- Igualmente, para ese mismo gas, si mantenemos constante la temperatura y duplicamos la presión, el volumen final también se duplica.
- La ley de los gases que explica las transformaciones de un gas a temperatura constante, como la del apartado anterior, se conoce como ley de Boyle-Mariotte.
- A medida que sube, la presión disminuye, por lo que, siguiendo la expresión de la ley de Boyle para transformaciones de gases a T constante: $pV = \text{cte}$, el valor de V debe aumentar para mantener constante el producto.
- Verdadera.
- No es correcto dado que la expresión de la ley es con T en kelvin (de 20° a 40° no se duplica la temperatura).
- Falso ya que, según la expresión de Boyle, al duplicar la presión el volumen se divide por dos.
- Verdadero.

42. Completa la tabla siguiente:

V (L)	2		7,2		9,6
T (K)	100	250		420	

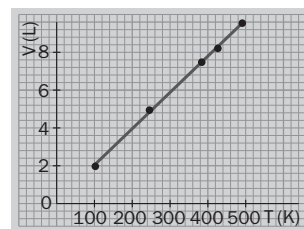
- ¿A qué ley experimental de los gases hace referencia? Representa gráficamente estos datos.
- Calcula la constante que relaciona las variables. ¿Qué magnitudes permanecen constantes?

a) Se refiere a una de las leyes de Charles y Gay-Lussac que enunciamos así: $\frac{T}{V} = \text{cte}$

La tabla completa queda:

V (L)	2	5	7,2	8,4	9,6
T (K)	100	250	360	420	480

b) La relación viene dada por: $\frac{T}{V} = 50 \text{ K/L} = \text{cte}$. Permanece constante la presión.



43. Completa la tabla siguiente:

p (atm)	1	1,25			2
T (K)	300		450	525	

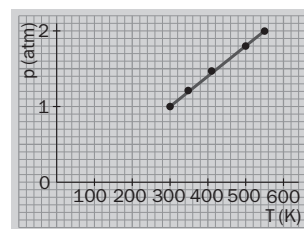
- ¿A qué ley experimental de los gases hace referencia? Representa gráficamente estos datos.
- Calcula la constante que relaciona las variables. ¿Qué magnitudes permanecen constantes?

a) Se refiere a una de las leyes de Charles y Gay-Lussac que enunciamos así: $\frac{T}{p} = \text{cte}$

La tabla quedaría del siguiente modo:

p (atm)	1	1,25	1,5	1,75	2
T (K)	300	375	450	525	600

b) La relación viene dada por: $\frac{T}{p} = 300 \text{ K/atm} = \text{cte}$. Permanece constante el volumen.

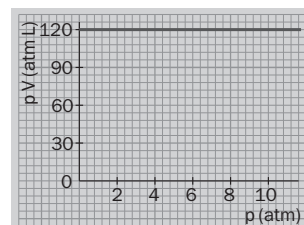
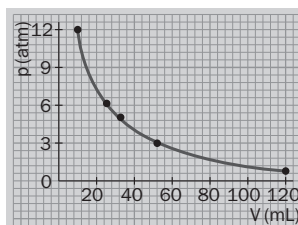


44. Se toman 120 mL de aire y se introducen en un émbolo a presión atmosférica. Posteriormente se van colocando pesos sobre el émbolo y se anotan las sucesivas medidas de volumen: 80 mL; 40 mL; 30 mL; 20 mL; 10 mL. Si el émbolo se mantiene a temperatura constante:

- Haz una tabla de datos V - p - pV .
- Representa p frente a V . Representa también el producto pV frente a p . Extrae una conclusión y escribe una ley que la enuncie.

V (mL)	120	80	40	30	20	10
p (atm)	1	1,5	3	4	6	12
pV	120	120	120	120	120	120

Puede verse en la segunda gráfica que el producto $pV = \text{cte}$, que se corresponde con el enunciado de la ley que rige el comportamiento del aire en el émbolo.



46. Una jeringa contiene cloro gaseoso, que ocupa un volumen de 95 mL a una presión de 0,96 atm. ¿Qué presión debemos ejercer en el émbolo para reducir el volumen a 35 mL, a temperatura constante?

Aplicamos la ley de Boyle-Mariotte: $p \cdot V = \text{cte}$ $0,96 \text{ (atm)} \cdot 95 \text{ (mL)} = p \cdot 35 \text{ (mL)}$; de donde sale: $p = 2,6 \text{ atm}$

47. Una muestra de bromo gaseoso a 40 °C y presión 1,2 atm se encierra en un matraz a volumen constante. ¿Hasta qué temperatura habrá que calentar para que la presión ascienda a 5,0 atm?

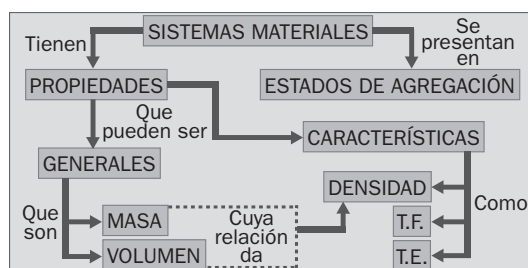
Aplicamos la ley de Charles y Gay-Lussac a volumen constante: $\frac{T}{p} = \text{cte}$; $\frac{273 + 40}{1,2} = \frac{T}{5,0}$. Despejando resulta: $T = 1304 \text{ K}$

48. Las ruedas traseras de una moto están infladas a 2,6 atm, a una temperatura de 18 °C. ¿Qué presión alcanzarán si la temperatura sube a 40 °C? Explica a qué es debido.

Aplicamos la misma expresión: $\frac{T}{p} = \text{cte}$; $\frac{291}{2,6} = \frac{313}{p}$. Despejando resulta: $p = 2,8 \text{ atm}$

Ello es debido a que al aumentar la temperatura aumenta la energía cinética media de las moléculas y con ella la intensidad y frecuencia de los choques contra las paredes del neumático, con lo que la presión aumenta.

50. Organiza las palabras en el siguiente esquema: *Temperatura de fusión, Temperatura de ebullición, Generales, Masa, Características, Densidad, Volumen, Estados de agregación, propiedades.*



51. ¿Qué es el movimiento browniano y por qué es una prueba experimental a favor de la teoría cinética? Describe lo que se observa en: <http://www.e-sm.net/fq3eso24>

Analiza la contribución de Einstein a su interpretación en la página: <http://www.e-sm.net/fq3eso25>

El movimiento browniano fue la primera prueba concluyente a favor de la hipótesis atómica. El movimiento errático de los granos de polen en el experimento de Robert Brown indica que las partículas constituyentes de la materia tienen el mismo movimiento continuo y errático y chocan contra los granos de polen.

El mérito fundamental de Einstein es que incorporó una ecuación matemática teórica para describir el fenómeno, la cual era susceptible de ser contrastada experimentalmente.

52. Se preparan dos globos herméticos, introduciendo 3,6 L de gas neón en cada uno, a la temperatura de 20 °C y a presión atmosférica.

- Sabiendo que la densidad del gas neón es 0,9 kg/m³, ¿qué masa de gas habrá en cada globo?
- La temperatura de ebullición del neón es de 27 K. Imagina que podemos enfriar el gas de un globo tanto como queramos: dibuja su gráfica de enfriamiento hasta -248 °C.
- Se deja ascender el primer globo hasta 8000 m de altura, donde la presión es aproximadamente 1/3 de la inicial. Si aceptamos que no cambia la temperatura, ¿qué ocurrirá con el volumen del globo?
- Rociamos el otro globo con nitrógeno líquido en su punto de ebullición (-196 °C). ¿Qué ocurrirá? Explícalo mediante la teoría cinética.
- ¿Cuál será su volumen final? ¿Qué ley experimental de los gases necesitas para deducirlo?

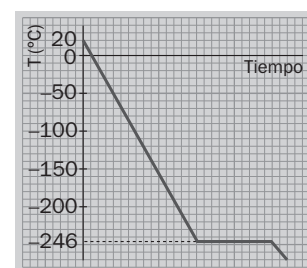
a) masa = volumen · densidad = 3,6 · 0,9 = 3,24 g

b) 27 K son: $27 - 273 = -246 \text{ °C}$

c) Aplicando la ecuación de Boyle-Mariotte: $pV = \text{cte}$, se ve que a temperatura constante, si la presión se divide por tres entonces el volumen se triplica.

d) Al disminuir la temperatura disminuye la energía cinética media de las moléculas y con ella la intensidad y frecuencia de los choques contra las paredes del globo, con lo que la presión disminuiría. Para que se igualen las presiones interna y externa el volumen disminuirá.

e) Aplicamos la ley de Charles y Gay-Lussac: $\frac{T}{V} = \text{cte}$; $\frac{293 \text{ (K)}}{3,6 \text{ (L)}} = \frac{77 \text{ (K)}}{V}$; $V = 0,95 \text{ L}$

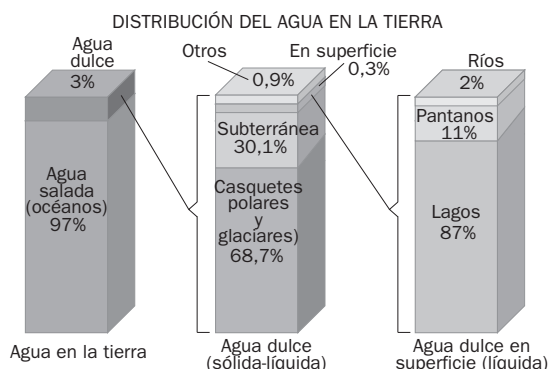


PON A PRUEBA TUS COMPETENCIAS

APLICA LO APRENDIDO.

La importancia del agua

1. Interpreta la siguiente gráfica sobre la distribución del agua en la Tierra.

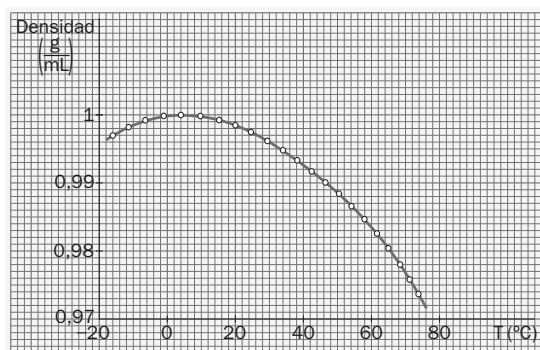


Estas gráficas de barras muestran en dónde se localiza el agua de la tierra y en qué forma ésta existe. Casi un 97% de toda el agua se encuentra en los océanos (y en los mares salados que se localizan en partes interiores de los países).

El 3% restante corresponde a la porción de toda el agua de la Tierra que no se encuentra en los océanos. De ahí, la mayoría (un 68,7%), se encuentra en glaciares y capas de hielo, principalmente en Groenlandia y la Antártica y un 30,1% es agua subterránea.

El resto, un 1,2%, es agua dulce de superficie que se distribuye según muestra la barra de la derecha: un 87% en lagos, un 2% en ríos y un 11% en pantanos, que es de donde la gente se surte del agua para uso diario (aproximadamente un 0,004% del total).

2. La gráfica representa la densidad del agua frente a la temperatura y en ella se ve que la densidad máxima (1 g/mL) se da para agua a 4 °C. ¿Por qué los lagos se congelan desde la superficie hacia el fondo?

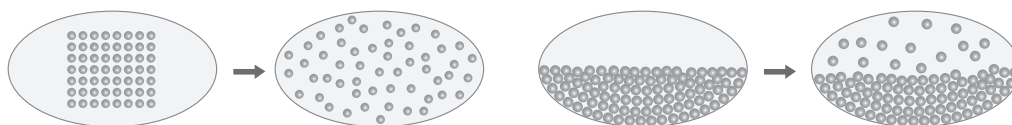


El agua presenta una anomalía poco frecuente. Las sustancias, al enfriarse suelen contraerse; el agua por el contrario, a una temperatura de, aproximadamente, 4 °C se dilata; es decir, cuando se empieza a congelar se cristaliza dejando espacios entre sus partículas y ocupando más volumen.

Lo normal sería que cuando una sustancia se enfría se vaya al fondo y ascienda la parte más caliente, pero debido a esta propiedad característica del agua, al enfriarse ocupa más espacio con la misma cantidad de partículas, o sea sufre una disminución de densidad y puede flotar, formando así una capa sobre el agua que aún está en estado líquido.

Es por eso que cuando los lagos se congelan lo hacen desde la superficie.

3. Los esquemas siguientes representan dos cambios de estado del agua, según el modelo de la teoría cinético-molecular. Los círculos simbolizan en ambos casos moléculas de agua.



a) Razona qué cambio de estado representa cada proceso.

b) Según la teoría cinética, ¿cambian las partículas (moléculas) de agua al cambiar de estado?

c) Cuando se produce un cambio de estado, ¿qué cambia y qué no, según dicha teoría?

a) El primer proceso representa el cambio de sólido a gas, es decir, una sublimación. El segundo proceso representa una evaporación, es decir, un paso de las partículas de la superficie del líquido a estado gaseoso.

b) Las moléculas de agua no modifican su estructura al cambiar de estado.

c) Cambia la ordenación de las moléculas sin que varíe la temperatura.

4. En la clausura de la Expo 2008 celebrada en Zaragoza, el científico Federico Mayor Zaragoza leyó la Carta del Agua de Zaragoza con las conclusiones de la intensa actividad que ha desarrollado la Tribuna del Agua, soporte científico y técnico de la muestra, a través de ponencias, conferencias y debates. Accede a la página de la Carta del Agua a través de este enlace: <http://www.e-sm.net/fq3eso26> y destaca tres de las recomendaciones que se hacen en dicha carta con carácter universal y otras tres hechas a los poderes públicos, usuarios del agua y ciudadanos.

A. CON CARÁCTER UNIVERSAL

A3 Que se impulse una gestión del agua participativa, eficiente y solidaria, de modo que fomente la responsabilidad individual y colectiva, mediante el desarrollo compartido de conocimiento y experiencias.

A5 Que las soluciones y los modelos de gestión hídrica se adapten a los niveles de desarrollo, cultura, y capacidades sociales y económicas de cada territorio y sociedad.

A8 Que el abastecimiento de agua potable y la recolección y el tratamiento de las aguas residuales son prioritarios. Las administraciones públicas deben garantizarlos con tarifas justas y que aseguren la cobertura de los costes.

B. A LOS PODERES PÚBLICOS, USUARIOS DEL AGUA Y CIUDADANOS

B1 Que se protejan de modo eficaz los ecosistemas, por su valor intrínseco y para garantizar las fuentes de agua.

B5 Que se someta al control público la gestión de los servicios públicos de agua y saneamiento.

B12 Que se apliquen criterios de racionalidad económica que promuevan la eficiencia y la sostenibilidad, al tiempo que incorporen principios de justicia social y ambiental en la gestión del agua.

LEE Y COMPRENDE.

¡Arriba y cada vez más lejos!

1. ¿De qué materiales era el primer globo diseñado por los hermanos Montgolfier?
Constaba de un saco de lino esférico recubierto de papel
2. Los globos modernos, ¿qué combustible queman?
Propano
3. ¿Qué tipo de globo se empleó en la primera circunnavegación de la Tierra?
Se empleó un globo de helio.
4. ¿Cómo influye la densidad de los gases para que los globos aerostáticos asciendan?
Deben usarse gases menos densos que el aire, como el helio o el hidrógeno (aunque este último es inflamable y muy peligroso)
5. ¿Qué tipo de bolsa empleó Charles en el diseño de su globo y por qué?
Fabricó una bolsa de seda recubierta con hule, porque el hidrógeno puede escapar con facilidad de una bolsa de papel.
6. En la actualidad los globos que vuelan más tiempo cuentan con una o más celdas, ¿de qué son?
Cuentan con una o más celdas llenas de helio (no inflamable) y también una celda en la cual se puede calentar aire.
7. Explica, con ayuda del diccionario, el significado de las siguientes palabras: **pie**, **libra**, **milla**, **aerostático**, **hule**.
Pie: Medida de longitud usada en muchos países, aunque con varia dimensión. En Castilla equivale a 28 cm.
Libra: Unidad de peso anglosajona que equivale a 453,5 gramos.
Milla: Medida de longitud itineraria, que adopta distintos valores según los usos. La milla terrestre equivale a 1609 metros.
Aerostático: Que se mantiene en equilibrio en el aire.
Hule: Tela resistente y flexible barnizada al óleo por uno de sus lados o plastificada para impermeabilizarla.
8. En los primeros globos aerostáticos, ¿por qué la densidad del gas en el interior de los mismos es menor que la de la atmósfera circundante?
En un globo aerostático, cuando se calienta el aire se expande. Ante la imposibilidad de aumentar el volumen dentro del globo, el aire sale del mismo y, como resultado, queda menos aire en él. Al haber menos masa de aire en un mismo volumen, el gas del interior del globo tiene menor densidad que la atmósfera circundante, por lo cual el globo asciende.
9. En los globos actuales, ¿cuál es la misión del helio? ¿Cuál es la misión de la celda que contiene aire que se puede calentar?
El helio permite que el globo se eleve y la celda que contiene aire caliente permite realizar ajustes en la elevación: desplazándose a una altitud distinta o compensando el enfriamiento del helio durante la noche.
10. Escribe un texto sobre la evolución de los globos aerostáticos, desde el primero, el de los Montgolfier, hasta los actuales que han circunvalado el mundo.
La mayoría de nosotros estudiamos que los hermanos Montgolfier fueron los primeros que pusieron un globo aerostático en el aire, sin embargo, merece la pena considerar como pionero de esta forma de volar al francés Pilatre de Rocier. Dicho personaje realizó el que podemos considerar como "primer vuelo tripulado" en 1783. Conjuntamente con el Marqués de Arlandés, consiguieron elevarse con un globo alimentado por el humo de una hoguera unos 1000 metros de altura, recorriendo una distancia aproximada de 12 kilómetros.
Durante el siglo XIX, la evolución de los globos aerostáticos dio paso a los nuevos dirigibles que, para mantenerse elevados disponían de un depósito estanco de gas menos denso que el aire, y también de un motor que permitía determinar con exactitud el recorrido a realizar.
Los fatales accidentes que en las primeras décadas del siglo XX ocurrieron con este tipo de aeronaves, unidos a los avances de la aviación "convencional" a hélice, hicieron que los globos quedaran relegados a un segundo plano. En España, desde finales del siglo XVIII se tiene constancia de que los inventos aeronáuticos franceses fueron probados. Así, durante el siglo XIX, aparecen progresivamente reflejadas en la prensa de la época, gran cantidad de exhibiciones de vuelos en globo.
Paralelamente a lo lúdico, los globos van siendo introducidos en el ámbito militar; prueba de ello es el proyecto desarrollado durante el reinado de Alfonso XII (a finales del siglo XIX) que pretendía ofertar la posibilidad de realizar el servicio militar en Aerostación. En lo deportivo, es en 1906 cuando se crea en España el primer club de Aerostación "Real Club de España" promovido por Jesús Fernández Duro, apareciendo posteriormente gran cantidad de exhibiciones y concentraciones auspiciadas por dicha entidad.

Autoría: **Mariano Remacha, Jesús A. Viguera, Antonio Fernández Roura, Alberto Sanmartín** • Edición: **Antonio Fernández-Roura** • Corrección: **David Blanco** • Ilustración: **Domingo Duque, Jurado y Rivas** • Diseño: **Pablo Canelas, Alfonso Ruano** • Maquetación: **Grafilia S.L.** • Coordinación de diseño: **José Luis Rodríguez** • Coordinación editorial: **Nuria Corredera** • Dirección editorial: **Aída Moya**

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.