

Conocimientos
Fundamentales de Química. Vol. II



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Juan Ramón de la Fuente
RECTOR

Lic. Enrique del Val Blanco
SECRETARIO GENERAL

Mtro. Daniel Barrera Pérez
SECRETARIO ADMINISTRATIVO

Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez
SECRETARIA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL

Mtro. José Antonio Vela Capdevila
SECRETARIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD

Mtro. Jorge Islas López
ABOGADO GENERAL

Mtra. María de Lourdes Sánchez Obregón
DIRECTORA GENERAL DE LA ESCUELA
NACIONAL PREPARATORIA

Mtro. Rito Terán Olguín
DIRECTOR GENERAL DEL COLEGIO
DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

Dra. Lidia Ortega González
COORDINADORA DEL CONSEJO ACADÉMICO
DEL BACHILLERATO

Dr. Alejandro Pisanty Baruch
DIRECTOR GENERAL DE SERVICIOS
DE CÓMPUTO ACADÉMICO

Dr. Francisco Cervantes Pérez
COORDINADOR DE UNIVERSIDAD
ABIERTA Y EDUCACIÓN A DISTANCIA

Lic. Néstor Martínez Cristo
DIRECTOR GENERAL DE COMUNICACIÓN SOCIAL

Colección Conocimientos Fundamentales

Esta colección es parte de un programa de la UNAM orientado a la producción de libros y materiales digitales para el bachillerato.

Colección Conocimientos Fundamentales

Conocimientos Fundamentales de Química. Vol. II

Adela Castillejos Salazar
(Coordinadora)

Nahieli Greaves Fernández
(Coordinadora adjunta)

Enrique Bazúa Rueda
Adela Castillejos Salazar
Maribel Espinosa Hernández
Nahieli Greaves Fernández
Ana María Martínez Vázquez
Kira Padilla Martínez
Cristina Rueda Alvarado
Ana María Sosa Reyes
Luis Miguel Trejo Candelas



Universidad Nacional Autónoma de México
México, 2007



México • Argentina • Brasil • Colombia • Costa Rica • Chile • Ecuador
España • Guatemala • Panamá • Perú • Puerto Rico • Uruguay • Venezuela

CASTILLEJOS, ADELA *et al.*
Conocimientos Fundamentales de Química. Vol. II

PEARSON EDUCACIÓN, México, 2007

ISBN: 978-970-26-1178-3

Área: Bachillerato

Formato: 21 × 27 cm

Páginas: 160

Programa Conocimientos Fundamentales para la Enseñanza Media Superior

Coordinación general: Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez y Dr. Arturo Argueta Villamar

Coordinación operativa: Dr. Alfredo Arnaud Bobadilla

Coordinación editorial: Lic. Rosanela Álvarez Ruiz

La Coordinación agradece la colaboración de la Escuela Nacional Preparatoria, el Colegio de Ciencias y Humanidades, el Consejo Académico del Bachillerato, la Facultad de Filosofía y Letras, la Facultad de Ciencias, la Facultad de Química, el Instituto de Ecología, el Instituto de Geografía, el Instituto de Investigaciones Filosóficas, el Instituto de Matemáticas, el Instituto de Física, el Instituto de Investigaciones en Materiales, el Centro de Ciencias Físicas, la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico, la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia, la Dirección General de Actividades Cinematográficas, la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, la Dirección General de Televisión Universitaria y la Dirección de Literatura. Se agradece también a la Academia Mexicana de Ciencias.

Conocimientos Fundamentales de Química. Vol. II

1ª edición, 2007

Colección Conocimientos Fundamentales

D. R. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Cd. Universitaria, 04510, México, D. F.

Secretaría de Desarrollo Institucional

ISBN 978-970-32-4638-0

PRIMERA EDICIÓN, 2007

D.R. © 2007 por Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

Atacomulco No. 500 – 5º piso

Col. Industrial Atoto

53519, Naucalpan de Juárez, Edo. de México

Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. Reg. Núm. 1031

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta publicación pueden reproducirse, registrarse o transmitirse, por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o electroóptico, por fotocopia, grabación o cualquier otro, sin permiso previo por escrito del editor.

ISBN 10: 970-26-1178-4

ISBN 13: 978-970-26-1178-3

Impreso en México. *Printed in Mexico.*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 - 10 09 08 07



Presentación

El saber, entendido como fuerza que impulsa de manera determinante al desarrollo, tanto individual como social, constituye una condición necesaria para el crecimiento, la democracia, la equidad y la libertad.

En el contexto de la sociedad del conocimiento, la formación media superior se ha convertido en un tema de atención prioritaria para las instituciones educativas. Sus nuevas tendencias, oportunidades y posibilidades, su función de enlace entre los niveles básico y profesional y su situación estratégica en el proceso formativo, dotan al bachillerato de un gran potencial.

El libro que tienes en tus manos es producto de un muy estimable esfuerzo hecho por la Universidad Nacional Autónoma de México para fortalecer al bachillerato. Forma parte de la **Colección Conocimientos Fundamentales** para la enseñanza media superior, concebida bajo la visión de que los acelerados cambios y transformaciones de las últimas décadas en los diversos campos del saber y del quehacer humano, deben reflejarse en los contenidos educativos del siglo que inicia. En tal sentido, este ciclo de estudios está siendo objeto de un profundo análisis.

Entre los aspectos que sin duda impulsarán al bachillerato, están su articulación orgánica con las etapas educativas posteriores; el establecimiento de estrategias de atención a requerimientos pedagógicos específicos; la modificación curricular sustentada en el perfil de egreso y en los conocimientos relevantes y pertinentes que requiere el estudiante; el mejoramiento de la docencia, y la incorporación de nuevas tecnologías a la enseñanza-aprendizaje en esta etapa.

Con base en lo anterior, la Secretaría de Desarrollo Institucional, en colaboración con la Escuela Nacional Preparatoria, el Colegio de Ciencias y Humanidades y el Consejo Académico del Bachillerato de la UNAM, ha emprendido un programa conducente a replantear los contenidos temáticos de las disciplinas que se imparten en este nivel de estudios.

Los libros y materiales de la **Colección Conocimientos Fundamentales** para la enseñanza media superior son el punto de partida para establecer los cimientos de una formación que, efectivamente, te proporcione una cultura general interdisciplinaria y de capacidades específicas para que puedas responder a las exigencias de un entorno cada vez más complejo y demandante. Dichos conocimientos, además de las habilidades y valores correspondientes, deben prepararte también para el aprendizaje a lo largo de tu vida.

La Colección cuenta con la participación de destacados académicos de la Universidad, en el marco de un programa institucional destinado a rendir sus mejores frutos en beneficio de los jóvenes del bachillerato en México y en América Latina.

*Dr. Juan Ramón de la Fuente
Rector de la Universidad
Nacional Autónoma de México*

Prefacio

La Secretaría de Desarrollo Institucional, en colaboración con la Escuela Nacional Preparatoria, el Colegio de Ciencias y Humanidades y el Consejo Académico del Bachillerato de la UNAM, emprendió la tarea de reflexionar sobre los contenidos temáticos de las disciplinas que se imparten en el bachillerato, bajo la premisa de que la enseñanza media superior tiene como objetivos principales la formación de estudiantes que continúen sus estudios en la licenciatura y el posgrado, con posibilidades reales de incorporarse a la vida laboral, con un claro compromiso social.

Las disciplinas elegidas para trabajar en una primera etapa fueron: biología, filosofía, física, geografía, matemáticas, literatura y química. Se formaron grupos de trabajo integrados por profesores del bachillerato, la licenciatura y el posgrado, que definieron los conocimientos fundamentales de cada disciplina, en función de su desarrollo reciente, de su pertinencia en el marco de la enseñanza media superior y del impulso a la interdisciplina.

La definición de los conocimientos fundamentales tiene como fin el determinar los saberes básicos e imprescindibles con que los estudiantes deben contar al término del ciclo del bachillerato y proporcionar a los alumnos una cultura general de la disciplina, que les permita estar preparados para incursionar en nuevos espacios del saber.

Una vez establecidos tales conocimientos, se integraron grupos de trabajo más amplios para elaborar los contenidos de los libros, de los discos compactos y de la página web, que son los tres materiales de apoyo a tu formación que incluye este programa. Éstos se insertan en el marco de la **Colección Conocimientos Fundamentales** para que puedas usarlos con la orientación y apoyo de tus profesores.

La definición y la producción de los materiales de esta Colección, contó con la amplia participación de la Escuela Nacional Preparatoria, el Colegio de Ciencias y Humanidades, el Consejo Académico del Bachillerato, la Facultad de Filosofía y Letras, la Facultad de Ciencias, la Facultad de Química, el Instituto de Ecología, el Instituto de Geografía, el Instituto de Investigaciones Filosóficas, el Instituto de Matemáticas, el Instituto de Física, el Instituto de Investigaciones en Materiales, el Centro de Ciencias Físicas, la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico, la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia, la Dirección General de Actividades Cinematográficas, la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, la Dirección General de Televisión Universitaria y la Dirección de Literatura. También contribuyó en la tarea un selecto grupo de miembros de la Academia Mexicana de Ciencias, quienes hicieron sugerencias para mejorar los materiales. A todos ellos, nuestro reconocimiento y gratitud.

El Programa de Fortalecimiento del Bachillerato, del que forma parte la **Colección Conocimientos Fundamentales** es una iniciativa de la UNAM destinada a apoyar y fortalecer los estudios de bachillerato en lengua española.

Con esta primera serie de libros y materiales para siete disciplinas, dirigidos a los maestros y estudiantes del nivel medio superior, nuestra Universidad inicia esta Colección que habrá de enriquecerse con una serie de nuevos títulos, realizados con la calidad y el profesionalismo propios de nuestra casa de estudios.

Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez
Secretaria de Desarrollo Institucional

Acerca de los autores

Enrique Bazúa Rueda

Estudió la licenciatura en ingeniería química en la UNAM y el doctorado en la Universidad de California en Berkeley. Desde hace más de treinta años es profesor de la UNAM en el área de termodinámica y se ha dedicado a formar ingenieros químicos en licenciatura y posgrado. La docencia ha sido una de sus pasiones, preocupándose siempre porque sus alumnos comprendan los conceptos difíciles. Recientemente ha incursionado en la formación de profesores de secundaria y bachillerato impartiendo talleres sobre el tema de energía y ambiente.

Adela Castillejos Salazar

Trabaja en la Facultad de Química de la UNAM desde hace 33 años, lo que la enorgullece enormemente. ¡Es puma de corazón! Ha combinado la docencia con la divulgación y la gestión académica durante la mayor parte de este tiempo. Su mayor gusto en el nivel profesional es impartir clases. Ha tenido el placer de participar en la formación de miles de alumnos tanto de bachillerato como de licenciatura. Ha coordinado e impartido cientos de cursos para profesores de secundaria y de bachillerato.

Maribel Espinosa Hernández

Estudió la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo en la UNAM. Tiene la maestría en Ciencias Químico Biológicas en el área de Toxicología, y es profesora de Química a nivel bachillerato. Durante 11 años ha trabajado con los jóvenes motivándolos al estudio y comprensión de los conceptos básicos de la Química y al desarrollo de proyectos de investigación, que despierten su interés por el conocimiento y dedicación a la Química.

Nahieli Greaves Fernández

Es Química Farmacéutica Bióloga y estudió la maestría en Ciencias Bioquímicas, así como el Diplomado en Divulgación de la Ciencia en la UNAM. Ha impartido clases de química a nivel licenciatura, así como la asignatura Ciencia y Sociedad. Le encantan los libros y tiene experiencia como editora y revisora técnica de libros de ciencia.

Ana María Martínez Vázquez

Científica y maestra, se doctoró con una tesis en química cuántica hace más de diez años, pero actualmente trabaja en la restauración ecológica. Ha impartido clases a estudiantes de todas las edades, siendo sus favoritos los alumnos y las alumnas de secundaria y bachillerato.

Kira Padilla Martínez

Estudió el Doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Valencia, España. Es química de formación y le encanta la educación. Se ha dedicado a estudiar cuáles son las mejores técnicas de enseñanza-aprendizaje, tanto en bachillerato como en licenciatura.

Cristina Rueda Alvarado

Estudió la licenciatura en Ingeniería Química y la maestría en Investigación y Desarrollo de la Educación, así como un Diplomado en Estrategias de Enseñanza de la Química. Actualmente coordina el Centro Nacional de Educación Química de la Facultad de Química de la UNAM. Ha sido profesora de ciencias experimentales del CCH desde hace 35 años y es especialista en el área de educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Tiene amplia experiencia en el área de formación docente y diseño curricular para la educación en ciencias.

Ana María Sosa Reyes

Estudió el doctorado en la Facultad de Química de la UNAM donde gracias a profesores como L. Gasque, A. Garritz, P. Sosa, V. Talanquer, A. Castillejos y C. Rincón, la Química terminó siendo un placer. La mejor forma de disfrutar de un regalo así es compartirlo: actualmente combina su trabajo docente en el CCH Sur de la UNAM con el de divulgación de la ciencia.

Luis Miguel Trejo Candelas

Es profesor de la Facultad de Química de la UNAM desde hace 20 años, donde también egresó de químico y se doctoró en Físicoquímica. Disfruta mucho su trabajo académico y se esfuerza por crear experiencias de aprendizaje en Química y Termodinámica para alumnos de licenciatura y bachillerato.

Agradecemos el invaluable apoyo de las siguientes personas que colaboraron de manera desinteresada en este segundo volumen.

Facilidades otorgadas para la filmación de videos y toma de fotografías

M. en C. Rito Terán Olguín. Director General del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH).

Lic. Jaime Flores Suaste. Director del Plantel Sur del CCH.

M. en C. René Reyes Gómez. Encargado de SILADIN en el CCH Sur.

Aportaciones académicas

Dr. Plinio Sosa Fernández. Jefe del Departamento de Química Inorgánica y Nuclear. Facultad de Química, UNAM.

Ilustraciones

José Cárdenas Torres “Pepeto”

Ricardo Peláez Goycochea

Coordinación de Publicaciones Digitales de la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico, UNAM.

Ilustraciones 3D

Luis Alberto Greaves Fernández

Fotografía

Dante Bucio

Alfonso Salgado Aguayo

Fotografía de portada

Cristales de silicato de sodio

Fuente: Comstock

Índice

Presentación	U
Prefacio	U55
Acerca de los autores	5W
Módulo 4. Los enlaces.....	1
Mito.....	1
¿Definitivo o de henna?	1
Objetivos	4
Mapa conceptual	5
¿Natural o artificial?	6
Escudriñando las intimidades de las sustancias 1	6
<i>Comencemos por la fusión</i>	6
Creo que prefiero algo más ¡candente!.....	7
¿Juntos para siempre?.....	9
Hay de sólidos a sólidos	10
Peculiaridades de cada sustancia	10
¿Quién se funde primero?	10
La unión hace la fuerza... hasta en las sustancias	11
Construye tu modelo.....	12
¿Qué unión hace qué fuerza?	13
Las que no se “enredan”	14
Para derretirse.....	15
Determinando temperaturas de fusión	15
Clips, ligas y sus temperaturas de fusión.....	17
¿Carne que hierve?	17
¿Las interacciones intermoleculares tendrán que ver con los olores?	18
Pero... ¿qué es lo que mantiene unidos a los átomos? El modelo de enlace	18
¿Qué queda cuando se funde la sal?	20
De electrones compartidos	20
El dipolo más famoso: el agua.....	21
A construir puentes... de hidrógeno	21
De dipolos y microondas	22
Monadas del agua	24
Y las sustancias cuyas moléculas no son polares, ¿cómo permanecen unidas?	25
Descubriendo la polaridad de los líquidos	27
Escudriñando las intimidades de las sustancias 2	28
<i>Ahora la solubilidad</i>	28
¿No que tan bien enlazados?	29
El agua de limón, todo un reto.....	30
¿La solubilidad en agua y en qué más?	30

¿Muy soluble? ¿En qué?.....	31
¿De qué color es el yodo?.....	31
Escudriñando las intimidades de las sustancias 3	32
La conductividad eléctrica.....	32
Para conducir, nada como cargarse.....	35
La física de las sustancias	35
Limonos productivos.....	35
Y ¿qué onda con las sustancias metálicas que conducen, pero no se disuelven en agua?	36
¿Por qué los diamantes son tan especiales?	38
Todos de carbono	39
Para conducir no es necesario ser un ion o un metal.....	40
Pinta tu raya.....	40
Tirando mitos.....	42
Módulo 5. Reacción química y energía.....	43
Mito.....	43
Las clases de química, ¿sirven?.....	43
Objetivos	44
Mapa conceptual	46
Saber para usar.....	47
Al Gore, un político que sabe química	47
De reacciones y reactivos: el inquieto ácido acético	48
¡A transformar sustancias!	48
¿Qué sucede cuando las sustancias reaccionan?	49
Al buen observador... muchos cambios	50
¿Fácil de ver? Transformación del aluminio	50
¿Difícil de ver? La reacción de ácido clorhídrico con hidróxido de sodio	51
¿Cómo sabemos que ocurren los cambios químicos?	52
De partida y de salida, ¿qué tenemos?	53
Las propiedades de las sustancias y los cambios químicos	54
¡Vamos a cocer huevos!	54
De diseño.....	55
¿Reacción o ecuación?	56
Ahora te toca a ti	56
Para la reacción química, mejor ver en pequeñito	57
¿Qué pasa con los átomos?	57
Veo... luego pienso.....	57
Saber más para pensar mejor.....	59
Ver para imaginar: reacciones en disolución.....	60
Experimentemos un poco más.....	62
¡Ahora va lo mejor! ¿Qué onda con las nuevas sustancias que se forman?.....	64
La reacción química más conocida	65
Lo que ves, lo que imaginas y lo que representas.....	65
¿Las salchichas serán de carne? Para que tomes mejores decisiones.....	67
¿Qué es una empresa socialmente responsable?	69
Café mexicano a precio justo.....	69
De los átomos a la conservación de la masa.....	70
La conservación de la masa... en pequeño.....	71
Balanceando botones.....	72
Más juegos con clips... ..	73
Aplicando toooodo... sobre reacción química.....	74
No todo lo que brilla es oro, ni toda la materia reacciona	76
Ahora, la energía...un concepto escurridizo	77
La energía en México y el mundo.....	79
El efecto invernadero y el cambio climático	80

Experimentos para observar energía involucrada en una reacción química.....	81
Reacciones productoras de luz o sonido	82
<i>Reacciones que producen luz</i>	82
<i>Reacciones que suenan</i>	82
“La energía que es absorbida o liberada como resultado de una reacción química se denomina energía química”	83
¡En busca de energía!	84
La historia de los cerillos	86
Energía química... poco a poco	87
El modelo microscópico de energía química	87
¿Cómo medimos la energía?	88
Aclaración pertinente.....	88
Vamos viendo...y aplicando este modelo	89
Destilar versus reaccionar	89
Enlazando y desenlazando	89
Explícaselo a quien quieras... ..	91
Las pilas	91
Destruyendo mitos.....	92
Anexo 1. Nomenclatura	93
Nomenclatura de especies inorgánicas.....	93
Nomenclatura de especies orgánicas.....	98
1. Hidrocarburos.....	98
2. Grupos funcionales	99
Anexo 2. Preparación de reactivos, manejo y desecho de sustancias	101
Módulo 4	101
Módulo 5	104
Anexo 3. Sistema Internacional de Unidades	115
Prefijos del Sistema Internacional.....	118
Anexo 4. Tabla periódica	119
Bibliografía	121
Bitácora	127



© Fred Hsu

MÓDULO 4

Los enlaces

Mito

¿Definitivo o de henna?

Indecisiones sobre los tatuajes

Maquillajes, aretes, tintes, *piercings* o tatuajes. Los adornos en el cuerpo han cautivado a los seres humanos desde la antigüedad. Representan una forma de diferenciarnos, hacernos especiales, identificarnos como miembros de un grupo, en fin, de ponerle un sello a una época de nuestra vida para después poder decir cosas como “en mi época, pasaba tal cosa y éramos mejores”.

El número de personas que adornan su piel con un tatuaje va en aumento, y el lugar de su cuerpo que eligen para imprimirlo puede ser casi cualquiera. Si has considerado hacerte uno, piénsalo dos veces: las estadísticas indican que la mayoría de las personas que se hacen un tatuaje, tarde o temprano se arrepienten. Lo que en principio parece original o divertido puede volverse aburrido y molesto. O tal vez, los resultados no son los esperados.

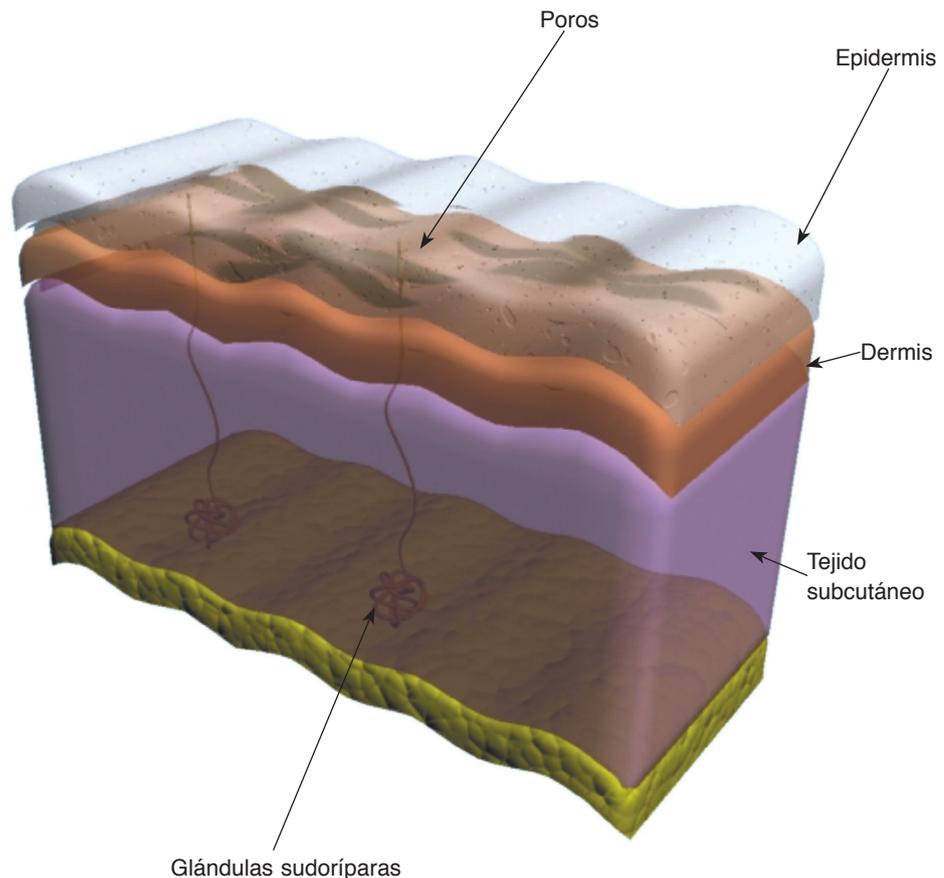


Lawsonia inermis. Para fabricar la henna, las hojas se muelen para formar un polvo.

Como se ha visto que la gente puede arrepentirse, una forma de no perder mercado y de seguir teniendo clientes que quieran hacerse un adornito, es vender tatuajes temporales. Así, si te arrepientes no hay problema: se borra. Si no te lamentas de ser diferente, siempre puedes hacerte otro una vez que el primero se ha borrado. El uso de tatuajes temporales ha ido ganando terreno, en particular los que usan henna natural.

El polvo de henna es una mezcla que se extrae de la planta *Lawsonia inermis*. Su popularidad como pigmento para tatuajes se debe a que sus efectos son temporales. La sustancia que da el color a la henna es la 2-hidroxi-1,4-naftoquinona. Al ser mezclada con jugo de limón o vinagre, ésta forma una pasta capaz de penetrar y alojarse en la capa más externa de la piel, llamada epidermis, que está formada en su mayoría por células muertas. Aunque el pigmento no se disuelve en el agua del cuerpo o cuando te lavas, conforme se reemplaza la piel con nuevas células el tatuaje desaparece.

A diferencia de la henna, ninguna de las sales metálicas que se utilizan en los tatuajes definitivos puede absorberse a través de la piel por lo que es necesario inyectarlas para llegar a zonas más profundas de ésta, que no se desgastan, permitiendo que los tatuajes duren toda la vida.



Noticia: la Administración de Fármacos y Alimentos de Estados Unidos (FDA) no ha aprobado el uso de henna como pintura corporal por no considerarlo seguro. Este organismo se encarga de vigilar y regular la seguridad de alimentos, medicamentos y productos cosméticos en los Estados Unidos.

Los tatuajes de henna se alojan en la epidermis; por el contrario, los de sales metálicas se encuentran en la dermis.

Existe la idea de que, como la henna es un producto natural, es menos dañina que las sales metálicas que se utilizan en los tatuajes definitivos. Claro que algunos podríamos preguntarnos ¿qué tan artificial es una sal metálica? o ¿qué tan natural para el cuerpo es teñir las células muertas con una sustancia como la henna, que proviene de una planta? Es más, si sabemos que la sustancia que le da el color a la henna es la 2-hidroxi-1,4-naftoquinona, como que no suena muy natural el asunto. ¿Dónde está lo natural?



En India son tradicionales los *mendhi*, que son tatuajes de henna en las manos de las mujeres que se van a casar.

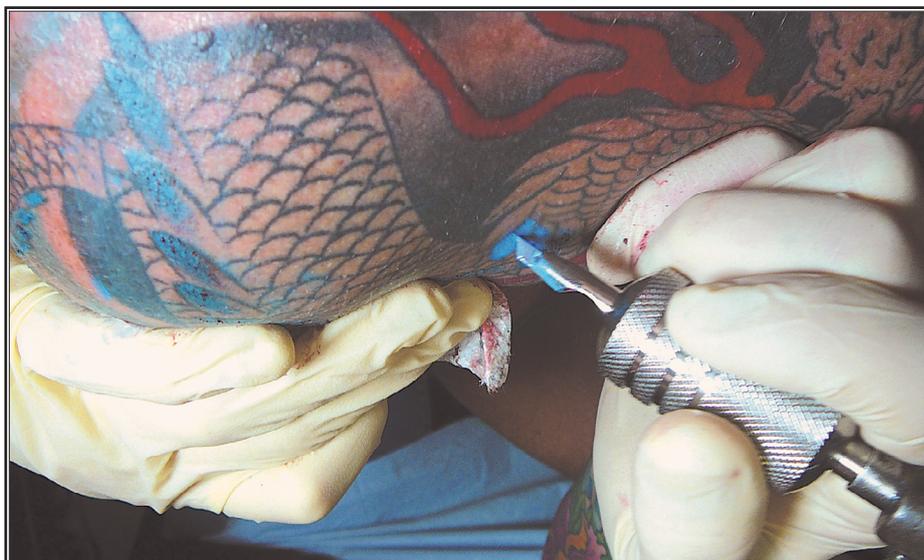
Tanto a las sales metálicas como a las de henna se les atribuye cierta toxicidad; sin embargo, el mayor riesgo se encuentra en la higiene con que se aplican.

¿Por qué la henna puede impregnarse en la piel y las sales metálicas no?

¿Por qué ni los tatuajes definitivos ni los de henna se disuelven y borran con el agua?

¿Cuál es realmente la diferencia entre las sales metálicas y la henna?

¿Es cierto que lo natural es mejor que lo que consideramos artificial?



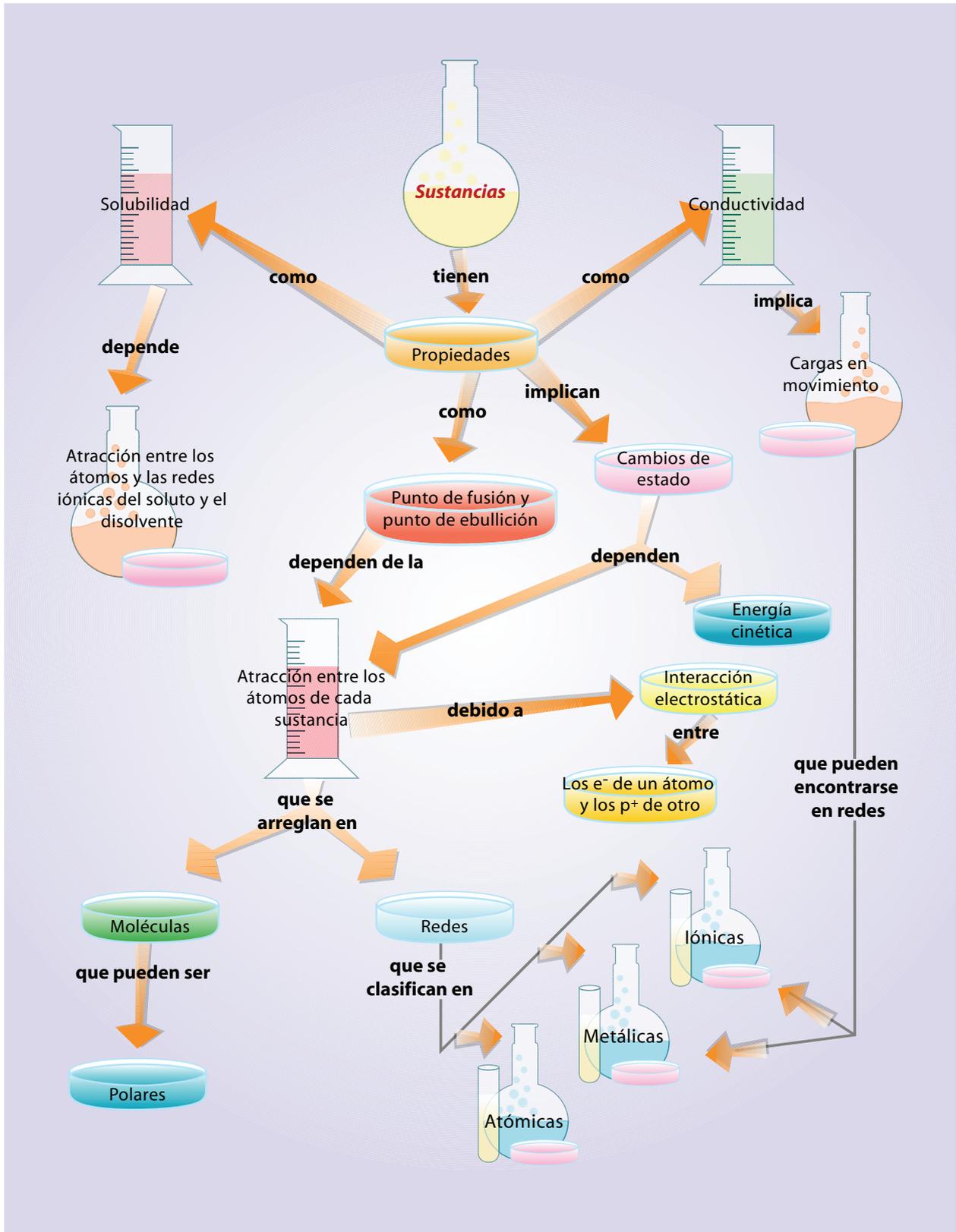
Si estás pensando en hacerte un tatuaje debes buscar un lugar autorizado, que esté limpio, fijarte que las agujas sean estériles y que utilicen pigmentos nuevos.

Objetivos

El alumno:

- Reconocerá que las propiedades físicas de las sustancias moleculares son consecuencia, tanto de la estructura de sus moléculas, como de las interacciones electrostáticas o fuerzas intermoleculares que hay entre ellas.
- Reconocerá que los átomos que forman las moléculas, así como los iones y átomos que forman las redes, están unidos mediante fuerzas electrostáticas que se denominan enlaces químicos.
- Comprenderá que los enlaces químicos se forman debido a fuerzas electrostáticas entre el núcleo de un átomo y los electrones de valencia de otro.
- Comprenderá que las sustancias pueden clasificarse por su constitución microscópica en atómicas, moleculares, redes iónicas, redes covalentes y redes metálicas.
- Reconocerá que los metales conducen la corriente eléctrica en estado sólido como consecuencia de su estructura de red metálica.
- Identificará a las sustancias con estructura de redes covalentes como sustancias sólidas no conductoras con altas temperaturas de fusión.
- Identificará a las sustancias con estructura de redes iónicas como sustancias que conducen la corriente cuando están en estado líquido o disueltas.
- Identificará a las sustancias moleculares como sólidos de baja temperatura de fusión que no conducen la corriente eléctrica.
- Reconocerá que entre las moléculas hay interacciones débiles que también son determinantes en las propiedades físicas de la sustancia.
- Podrá inferir que las uniones intermoleculares, así como los enlaces entre los iones de una sustancia, pueden romperse por la interacción con las partículas de otra sustancia cuando ambas se mezclan formando una disolución.

Mapa conceptual



¿Natural o artificial?

Hay miles y miles de sustancias en el mundo, naturales y artificiales, tóxicas e inocuas. Sabemos que cada sustancia tiene ciertas propiedades, pero ¿de qué dependen esas peculiaridades?

En realidad lo que hay que entender para responder son básicamente dos aspectos:

- Cómo y qué tan fuertemente interaccionan los átomos que forman una sustancia, para que algunas veces se mantengan unidos y otras no.
- Cómo y qué tan fuertemente interaccionan los átomos que forman una sustancia con los de otra sustancia, de tal manera que al ponerse en contacto, su comportamiento se modifica.

En pocas palabras, en este módulo revisarás la forma en que interaccionan los átomos y las moléculas en las sustancias, y de esta forma podrás explicar su conducta. Entenderás propiedades como la temperatura de fusión y ebullición, la solubilidad y la conductividad, todas ellas características que hacen únicas a las sustancias y que imprimen un comportamiento particular.



Escudriñando las intimidades de las sustancias 1

Comencemos por la fusión

Para este experimento necesitas lo siguiente:



- 1 g de sal de mesa
- 1 g de azúcar
- 1 g de cera blanca
- 3 vasos de precipitados de 50 mL
- 1 parrilla de calentamiento
- 1 balanza
- 1 espátula
- Etiquetas o marcador indeleble



Procedimiento

1. Marca cada uno de los vasos como A, B y C, respectivamente, para identificarlos.
2. Agrega la muestra de sal en el vaso A, la muestra de azúcar en el vaso B y la muestra de cera blanca en el vaso C.

Antes de empezar a calentar, revisa las medidas de seguridad en el anexo 2.

3. Coloca los vasos con las muestras sobre la parrilla de calentamiento (previamente calentada) y agita suavemente. Observa lo que ocurre. Si es necesario tapa el vaso con un vidrio de reloj.
4. Toma el tiempo que tarda en fundirse cada muestra.
5. Suspende el calentamiento de cada muestra justo cuando notes que empieza a fundirse. Si después de un rato de que algunas muestras cambiaron no observas diferencias en las demás, retíralas de la parrilla utilizando un guante.
6. Deja enfriar los vasos con las mezclas y anota todas tus observaciones. Contestar las siguientes preguntas puede ayudarte a interpretar tus resultados:
 - ¿Qué ocurre con las muestras conforme pasa el tiempo?
 - ¿Qué le pasa a la sal cuando la calientas y cuando la dejas enfriar?
 - ¿Qué le pasa al azúcar cuando la calientas y cuando la dejas enfriar?
 - ¿Qué le ocurre a la cera cuando la calientas y cuando la dejas enfriar?

Habrás notado que a pesar de que la sal, el azúcar y la cera son sustancias sólidas blancas, se comportan de forma diferente cuando se les administra energía. Trata de encontrar una explicación con base en la forma en que interaccionan los átomos que forman cada sustancia. Para eso tienes que comenzar buscando la fórmula química de la sal (cloruro de sodio), el azúcar (sacarosa) y la cera (parafina). Con todo lo que averigües y con tus observaciones, piensa en un modelo que te permita explicar por qué las sustancias se funden a distintas temperaturas.

Creo que prefiero algo más ¡candente!

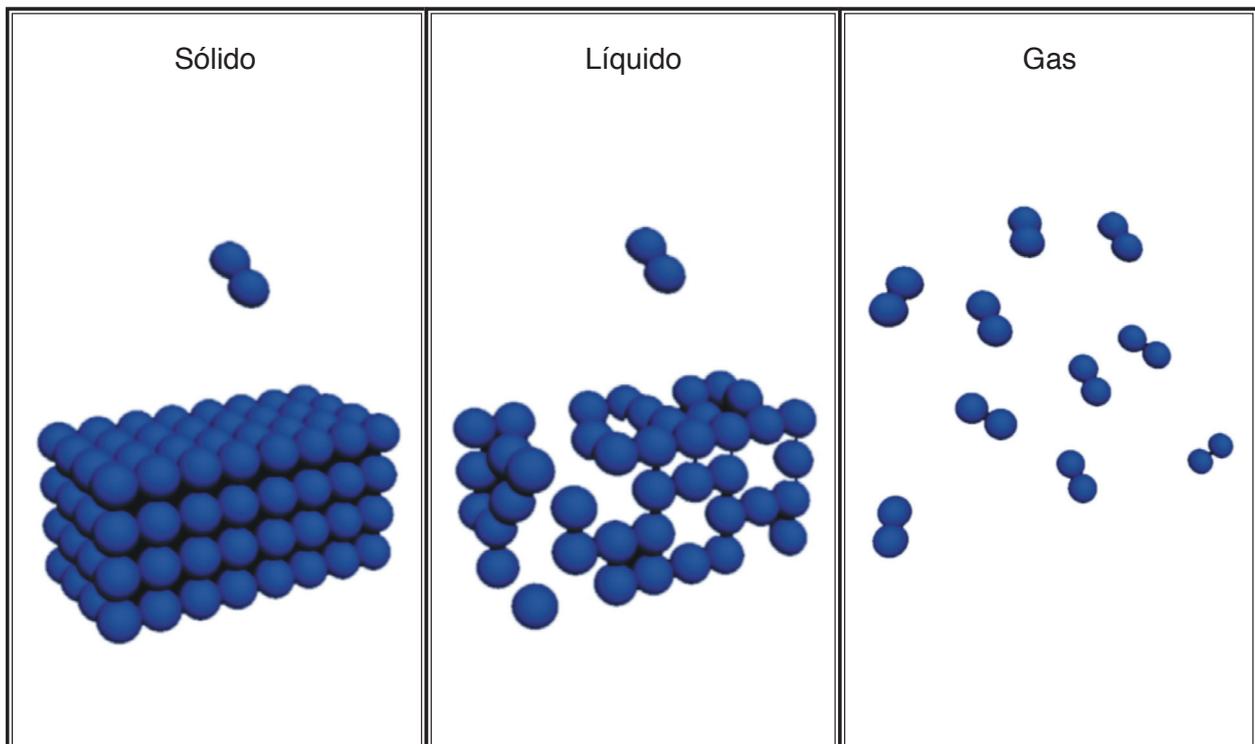
En este módulo entenderás por qué cada sustancia tiene propiedades particulares. Para ello vamos a ver en detalle la estructura de las sustancias. Construiremos un modelo que nos permita explicar las diferencias en las propiedades de las sustancias a partir de entender cómo interaccionan los átomos y las moléculas. Ya sabes que todo está formado por átomos. Pero para comprender la estructura interna de las sustancias debemos contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cómo están unidos los átomos que forman las moléculas y redes de una sustancia?
- ¿Qué hace diferentes a los sólidos de los líquidos y de los gases?
- ¿Cómo interaccionan entre sí las moléculas de una sustancia? ¿Qué hace diferente al diamante del grafito si los dos tienen sólo átomos de carbono?
- ¿Por qué algunas sustancias se disuelven en agua y otras no?
- ¿Qué hace tan especial al agua?

Para comenzar recuerda que las sustancias pueden estar formadas por átomos iguales o por átomos de diferentes elementos. Utilizaremos un modelo que explique las características principales de los estados de agregación de la materia: en el sólido los átomos o moléculas de la sustancia están bastante cerca unos de otros, la cercanía limita su movimiento a un espacio muy reducido. Esta característica de los sólidos hace que tengan una forma definida. En el líquido los átomos o moléculas están un poco más separados y pueden moverse con mayor libertad; por eso el líquido puede adoptar la forma del recipiente. Finalmente, en el estado gaseoso los átomos o moléculas están muy separados unos de otros y pueden recorrer con gran libertad todo el volumen del recipiente que los contiene. Piensa en la siguiente analogía: en un cuarto vacío, como tu salón de clase sin bancas, están cinco de ustedes. Cada uno corre con bastante libertad y recorre todo el salón. Su comportamiento es semejante al de las moléculas en estado gaseoso. ¿Qué pasa si más personas están en el salón? ¿Llegará el momento en que ya no puedas moverte por todo el salón y sólo podrás estar en un lugar definido? ¿Estarán como las moléculas en el estado sólido?

Otro aspecto de nuestro modelo tiene que ver con las interacciones entre partículas. Los átomos o moléculas de una sustancia interactúan entre sí. Estas interacciones dependen de qué tan cerca estén unos de otros; cuando están muy separados, como en un gas, las interacciones son muy débiles. Por el contrario, cuando están muy cerca, como en un sólido, las interacciones son fuertes. En un líquido, las interacciones son menos fuertes que en un sólido porque los átomos o las moléculas están un poco más separadas. Otro aspecto importante de nuestro modelo tiene que ver con la temperatura y el movimiento de las moléculas. Cuanto más alta sea la temperatura, los átomos o moléculas de una sustancia se mueven a mayor velocidad.

Modelo del movimiento de átomos o moléculas y sus cambios al agregar energía.



¿Qué tienen que ver estas características en las propiedades de las sustancias? ¿De qué depende que una sustancia tenga una temperatura de ebullición mayor que otra? En nuestro modelo, las moléculas de un líquido están cerca unas de otras e interaccionan con gran fuerza. Considera dos sustancias que llamaremos A y B. Las moléculas de la sustancia A interaccionan entre sí con mayor fuerza que las moléculas de la sustancia B. ¿Cuál de las dos sustancias necesita una mayor temperatura para hervir? Cuando un líquido hierve, las moléculas que están en él pasan al estado gaseoso; en el líquido las moléculas están cerca e interaccionan con gran fuerza, mientras que en el gas están muy separadas y las interacciones entre las moléculas son muy débiles. La temperatura a la que hierve un líquido depende de la magnitud de las interacciones entre las moléculas.

Completa la siguiente oración:

Si las moléculas de la sustancia A interaccionan con mayor fuerza entre sí que las moléculas de la sustancia B, entonces la sustancia A tendrá una temperatura de ebullición _____ que la sustancia B.

Con este mismo modelo podemos explicar las diferencias entre las temperaturas de fusión de los sólidos, las cuales también tienen que ver con la magnitud de las interacciones entre los átomos o moléculas de las sustancias. Nuevamente considera un par de sustancias que llamaremos X y Y. Si encuentras que la temperatura de fusión de X es mayor que la de Y, ¿qué puedes decir de las fuerzas de interacción entre los átomos o moléculas de X con respecto a las de Y? Recuerda que en un sólido las moléculas están más cerca entre sí que en un líquido. Completa la siguiente oración:

Si la sustancia X tiene una temperatura de fusión mayor que Y, entonces las moléculas de la sustancia X interaccionan entre sí con _____ fuerza que las moléculas de la sustancia Y.



¿Juntos para siempre?

Formen equipos de cinco personas, tómense de las manos y hagan un círculo. Comiencen a brincar despacio al mismo tiempo. Ahora aumenten la velocidad de cada brinco y la altura a la que brincan. Traten de no soltarse de las manos. Aumenten cada vez más los brincos hasta que ya no puedan mantenerse unidos.

Utilicen este ejercicio para hacer una analogía con los cambios en el estado de la materia. No olviden explicar la analogía entre los brincos y la velocidad de las moléculas y entre la fuerza con que se aprietan las manos y las fuerzas de interacción entre los átomos. Coméntenla con su equipo y después con todo el grupo coordinado por su profesor o profesora. Escriban las conclusiones en su bitácora.



Hay de sólidos a sólidos

Peculiaridades de cada sustancia

A partir de la relación entre temperatura y movimiento de las moléculas, la relación entre las interacciones entre los átomos o moléculas y qué tan separados están, podemos entender cómo una sustancia sólida se convierte en líquida (como la cera del experimento anterior) o cómo la líquida se convierte en gas. Sin embargo, esto no explica por completo por qué hay sólidos que se funden a baja temperatura y por qué hay otros que necesitan temperaturas más altas. Es más, tampoco nos explica por qué diferentes sustancias, a la misma temperatura se presentan en distintos estados de agregación (por ejemplo, la cera, el nitrógeno del aire y el agua a temperatura ambiente). Para entender esto hay que investigar la estructura interna de cada sustancia.

Las temperaturas de fusión y de ebullición, es decir la temperatura a la cual una sustancia pasa del estado sólido al líquido y del líquido al gaseoso, respectivamente, son un indicativo de cómo es su estructura interna. Es un indicio de qué tan fuerte o qué tan débilmente están unidos los átomos o moléculas que la forman. De las conclusiones del ejercicio de los brincos habrás aprendido que, cuando se apretaban de las manos con mayor fuerza, para zafarse necesitaban brincar más, con mayor velocidad y más alto. Más brincos, mayor temperatura. El zafarse es la analogía del cambio de fase de sólido a líquido.

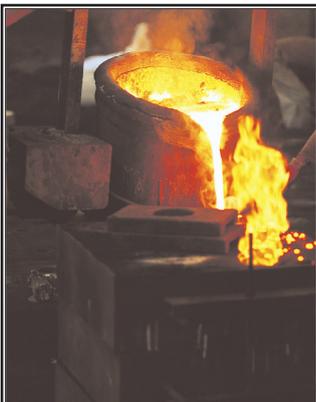


¿Quién se funde primero?

Sugerencia: para encontrar esta información puedes buscar en www.google.com. En la barra de búsqueda escribe el nombre de la sustancia y la palabra fusión.

Busca en la literatura las temperaturas de fusión de las sustancias que se presentan en la tabla:

Sustancia	Temperatura de fusión
Hidroxifosfato de calcio [es una sustancia compuesta que forma nuestros huesos, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$]	1 600 °C
Carbono-diamante	
Carbono-grafito	
Cloruro de sodio	
Azufre	
Hierro	
Azúcar (sacarosa)	
Parafina	



Para fundir el hierro se utiliza equipo especial.