

CONFERENCIA INAUGURAL (ISQCH)

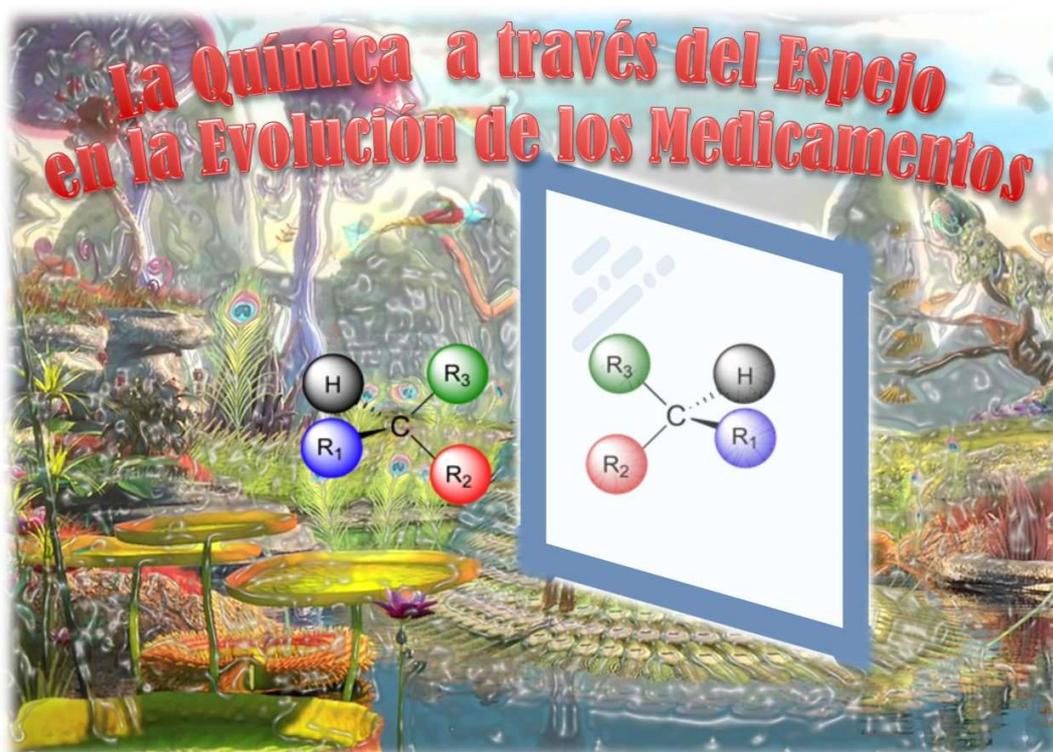
LA QUÍMICA A TRAVÉS DEL ESPEJO EN LA EVOLUCIÓN DE LOS MEDICAMENTOS

Raquel Pérez Herrera

Investigadora científica del CSIC en el Instituto de Síntesis Química y Catálisis Homogénea ISQCH, CSIC-Universidad de Zaragoza

Lunes 10 de junio a las 17:15 h

Lugar: Sala de Grados del Edificio A (Física) - Facultad de Ciencias



Es conocido que las propiedades biológicas que presentan muchos compuestos dependen de su forma enantiomérica. Las trágicas consecuencias que tuvo la administración de talidomida a mujeres embarazadas en los años 60, constituyen un claro ejemplo de esta afirmación. Fue a partir de ese momento cuando creció significativamente la demanda de compuestos enantioméricamente puros por parte de diversas industrias y, en particular, por la industria farmacéutica. En consecuencia, se produjo la necesidad de desarrollar procedimientos eficaces que permitiesen la obtención de los mismos, reto éste aún vigente para los químicos. De forma paralela, en el contexto de un interés creciente por un mundo sostenible, ha sido necesario el “eco-diseño” apropiado de dichos procesos, dentro del cual cabe destacar el importante papel que juega la catálisis.

ACTIVIDADES PROGRAMADAS POR EL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA

Análisis del Aroma y Enología

Nuestro laboratorio de Análisis del aroma y enología (LAAE) es un grupo de investigación que, utilizando las técnicas de separación fundamentalmente, estudia componentes aromáticos desde un punto de vista básico y, por supuesto, práctico. Aplicando una buena Química Analítica del Aroma, se es capaz de entender y conocer los responsables de olores agradables y desagradables en productos muy diferentes (aguas, dentífricos, envases, espumas, zumos...) Además de nuestros aromas preferidos, los del vino; investigamos su génesis (biotecnología), su preparación (análisis sensorial) ¡UN MUNDO APASIONANTE!

Luminiscencia Molecular

Grupo Biosensores Analíticos (GBA). La luminiscencia molecular agrupa a una serie de técnicas (fluorescencia, fosforescencia, quimioluminiscencia) cuya principal característica es la de “generar luz” a partir de energía. En el laboratorio se van a realizar algunas experiencias que “generan luz”, sobre todo las que son más habituales en la vida diaria. También se hará un repaso por los instrumentos que se utilizan para medir “lo fluorescente que es un compuesto”.

Espectroscopia Analítica y Sensores

El Grupo de Espectroscopia Analítica y Sensores (GEAS) es un Grupo de Investigación del Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA) que trabaja en varias líneas de investigación:

a) NANOTECNOLOGÍA Y NANOCIENCIA MEDIOAMBIENTAL ANALÍTICA (NANOMETROLOGÍA), desarrollando técnicas y métodos de caracterización y especiación multielemental química y funcional de nanopartículas (naturales y artificiales), macromoléculas y biocoloides,

b) DISEÑO Y DESARROLLO DE SENSORES, para la determinación in situ de contaminantes y otros parámetros de interés. En el ámbito de la Bioquímica Clínica. Medio Ambiente y Seguridad Alimentaria

c) ARQUEOMETRÍA

¿Hay relación entre la Química y el Arte o la Historia?

Las personas han utilizado materiales desde el principio de los tiempos y los han usado para construir edificios, en su vida diaria o para embellecer su entorno. Saber cómo

están hechos o cómo han evolucionado con el tiempo para conocerlos mejor y conservarlos es papel de la Química Analítica.

¿Cómo está hecha una cerámica? ¿Cómo distinguimos los colorantes? ¿Qué pigmentos usaba un pintor? Son preguntas que intentaremos responder estos días.

En el laboratorio se llevan a cabo algunos ensayos que son la base de muchos métodos de análisis que se desarrollan habitualmente. Se realizan experimentos que muestran qué tipo de información podemos obtener cuando una muestra llega a un laboratorio para su análisis.

Química y Medio Ambiente

El grupo de investigación en Química y Medio Ambiente (QMA) es un grupo de trabajo con objetivos interdisciplinarios que van desde aspectos aplicados de la química hasta el análisis aplicado medioambiental. Las capacidades científicas del grupo son muy diversas entre las que destacarían el desarrollo de nuevos métodos analíticos de ultra-trazas de elementos metálicos y no-metálicos, el análisis de los recursos hídricos y del medio natural, la observación, caracterización y modelización atmosférica o la aplicación de la química a la salud.

Los objetivos investigadores más destacados del grupo QMA son los siguientes:

- Uso de la técnica LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) con interés específico (aunque no único) en muestras de origen medioambiental.
- Análisis y simulación de la calidad del aire y otros parámetros atmosféricos relacionados con la contaminación atmosférica.
- Gestión de la calidad del aire
- Análisis de los recursos hídricos y su gestión global. Impactos socioeconómicos y sobre la seguridad y las relaciones internacionales.
- Evaluación de la calidad ambiental en espacios naturales protegidos.
- Química de los lantánidos.
- Aplicaciones de los compuestos de oro solubles en agua.

ACTIVIDADES PROGRAMADAS POR EL SERVICIO GENERAL DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN- SAI

Servicio de Análisis Químico (SAQ)

El Servicio de Análisis Químico (SAQ) ofrece a la comunidad universitaria, a otros centros de investigación y a las empresas, unas instalaciones dotadas de técnicas analíticas espectrométricas, que permiten la determinación de elementos mayoritarios, minoritarios, trazas y ultratrazas en muestras procedentes de cualquier área científico-tecnológica.

La infraestructura existente en el laboratorio permite llevar a cabo tanto determinaciones semi-cuantitativas como cuantitativas. Para ello cuenta con las siguientes técnicas analíticas:

- Espectrometría de Emisión Atómica con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-OES).
- Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP MS).

El laboratorio cuenta también con un horno de microondas para llevar a cabo una digestión ácida y la puesta en disolución de todas aquellas muestras que lo precisen.

En las visitas programadas al laboratorio se les enseñará a los alumnos el funcionamiento del mismo, todo el equipamiento disponible y se les explicará que tipo de análisis se lleva a cabo en cada uno de ellos.

ACTIVIDADES PROGRAMADAS EN EL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA FÍSICA

1) Práctica en el laboratorio: Recuperación fotocatalítica de aguas contaminadas con colorantes.

Si bien la síntesis química ha contribuido de un modo enorme al desarrollo de la humanidad, las emisiones y vertidos incontrolados de productos han generado un grave problema mundial por la contaminación del aire, de las aguas y de los suelos. Nace así el concepto de *química ambiental* o del *medio ambiente* que incluye el estudio de todos aquellos procesos de contaminación de nuestro planeta así como las posibles vías de solución. Como ejemplo, los participantes realizarán una práctica en el laboratorio que ofrece una solución físico-química económica, sencilla y sostenible para la descontaminación de aguas contaminadas con un colorante. Se usará material de vidrio, se prepararán disoluciones, y posteriormente se determinará mediante espectroscopia UV-vis el grado de descontaminación de las aguas. Es muy importante que los estudiantes se familiaricen con el manejo del material de laboratorio y, teniendo en cuenta que estas jornadas constituyen, en muchos casos, la primera vez que los participantes entran en un laboratorio, estarán en todo momento vigilados y asesorados para tal efecto. La práctica se desarrollará en dos partes, en esta primera se prepararán las disoluciones, se caracterizará el contaminante y se iniciará el proceso de reacción.

2) Visita a diferentes laboratorios de investigación del Departamento

En los laboratorios de investigación que se visitan trabajan los investigadores del grupo de investigación PLATON. Parte de la actividad investigadora del Grupo PLATON se dirige al campo de la NANOCIENCIA y la NANOTECNOLOGÍA.

En la visita a los distintos laboratorios donde se realizan estas actividades se hará una breve introducción a distintas líneas de investigación:

- Almacenamiento de energía en baterías y desarrollo de baterías foto-recargables
- Nano-estructuración de materiales metal-orgánicos para tecnologías cuánticas y refrigeración magnética local
- Dispositivos termoeléctricos para la conversión de calor en electricidad
- Electrónica molecular
- Modelos de membrana celular y Fabricación de exosomas artificiales

3) Práctica en el laboratorio: Recuperación fotocatalítica de aguas contaminadas con colorantes.

Para finalizar la práctica, en esta segunda parte se cuantificará el proceso de descontaminación de las muestras preparadas anteriormente.

Horario de actividades:

10:00 a 11:20 h: primera parte de la práctica de laboratorio

11:20 a 12:00 h: visita a los laboratorios del grupo PLATON

12:00 a 12:30 h: descanso

12:30 a 13:00 h: visita al laboratorio del grupo PLATON

13:00 a 14:00 h: segunda parte de la práctica

ACTIVIDADES PROGRAMADAS POR EL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÁNICA

La Química Orgánica en la vida cotidiana



Departamento de
Química Orgánica
Universidad Zaragoza



Bienvenidos al Departamento de Química Orgánica de la Universidad de Zaragoza. En la sesión de “La Química Orgánica en la vida cotidiana” pretendemos transmitir una parte de la enorme contribución de esta rama de la Química a nuestra vida diaria. Habría que comenzar por definir la Química Orgánica (aunque conviene aclarar que hoy por hoy todas las ramas de la Química están, afortunadamente, muy entrelazadas). El término “Orgánica” está ligado a “derivado de los organismos vivos”. Y es que la vida está basada en compuestos derivados del carbono como los azúcares, las proteínas o los lípidos. La Química Orgánica se ocupa de éstos y muchos otros compuestos de carbono.

Dejando aparte las definiciones ¿en qué se traduce la labor de los químicos orgánicos? Por poner algunos ejemplos, la Química Orgánica contribuye en la

creación de fármacos, plásticos, productos agroquímicos, aditivos alimentarios o productos cosméticos y de higiene. Los químicos orgánicos se encargan de la síntesis y el estudio de la estructura de las moléculas que están detrás de estos productos comerciales. Y también se encargan de aislar productos naturales y estudiarlos, con el fin de conocer mejor la naturaleza y aplicar ese conocimiento a mejorar el bienestar. En la sesión de “La Química Orgánica en la vida cotidiana” vamos a experimentar algunas de estas actividades. Se han dividido en tres bloques:

- **Síntesis orgánica:** preparando compuestos químicos comerciales
- **Purificación de compuestos orgánicos:** aislando productos naturales
- **La química orgánica y los materiales:** creando plásticos y cristales líquidos

A continuación, podéis encontrar una explicación de cómo encajan todas estas actividades en nuestra vida diaria. Es un poco largo, pero esperamos que, con calma, lo leáis y comprendáis el porqué de las actividades que vais a realizar. El trabajo en el laboratorio será muy fácil gracias al apoyo de los profesores, estudiantes y personal técnico que os asesorará en vuestras actividades y os explicarán todo. **No dudéis en preguntarles** cualquier duda que podáis tener sobre Química, y prestad especial atención cuando os expliquen las medidas de seguridad **que hay que cumplir inexcusablemente.**

Estos guiones de prácticas están basados en los guiones elaborados en julio de 2011 por los profesores Luis Oriol y Milagros Piñol, del Dpto. de Química Orgánica de la Universidad de Zaragoza con motivo de los Campus Científicos de Verano-Campus IBERUS.

SÍNTESIS ORGÁNICA: PREPARANDO COMPUESTOS COMERCIALES

SÍNTESIS DE ÉSTERES: SALICILATO DE METILO, BENZOATO DE METILO Y ACETATO DE ISOAMILO

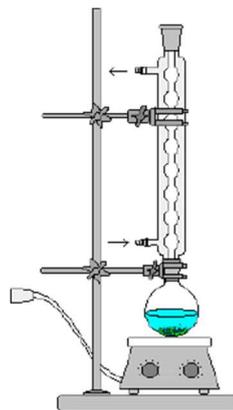
INTRODUCCIÓN

Sin lugar a dudas una de las mayores contribuciones de la Química Orgánica es la síntesis de nuevas moléculas que han contribuido a la mejora continua de nuestra calidad de vida. Desde la antiguamente conocida saponificación de grasas para la elaboración de jabón, hasta la actualidad, los productos derivados de la Química Orgánica han influido notablemente en nuestro estilo de vida. De esta manera, podemos encontrar numerosos ejemplos en nuestra vida diaria en los que aparece la mano de la Química Orgánica, como la industria de cosméticos, aditivos alimentarios (colorantes, conservantes, edulcorantes...), y, fundamentalmente, la síntesis y desarrollo de fármacos, sin los que sería difícil concebir el mundo actual y que han revolucionado la Medicina y contribuido de forma esencial a aumentar nuestra esperanza de vida. Estos campos continúan evolucionando para desarrollar sustancias bioactivas cada vez con mejores prestaciones.

Los ésteres de derivados de ácidos carboxílicos de cadena corta están presentes en numerosas frutas y se caracterizan por su aroma agradable. Por tener estas propiedades organolépticas tan características, se utilizan en perfumería o como aditivos alimentarios. En la presente práctica se va a preparar un derivado de este tipo como es el acetato de isoamilo, que tiene un inconfundible aroma a plátano. Otros derivan de ácidos aromáticos como es el caso del benzoato de metilo o el salicilato de metilo. El primero de ellos, también conocido como aceite de niobe (no es soluble en agua, pero sí en disolventes orgánicos) es utilizado en perfumería, como atractor de insectos y ha sido empleado en el entrenamiento de perros para la detección de cocaína. En el caso de salicilato de metilo es utilizado en productos farmacéuticos. Se emplea como agente analgésico de absorción a través de la piel, que una vez hidrolizado da lugar al ácido salicílico (que ejerce el efecto terapéutico). Además de este uso (su olor se reconocerá rápidamente, principalmente por aquellos aficionados al deporte que han utilizado productos como Radio Salil o Reflex) también se emplea como atractor de insectos o como aditivo alimentario. Este compuesto, también es producido por la naturaleza. El aceite de gaulteria se recomienda para las lesiones de deportistas, la razón es evidente: se trata de salicilato de metilo. En todo caso, se pone de manifiesto lo engañoso de supercherías (en muchos casos favorecidas por evidentes intereses económicos) que recomiendan únicamente el consumo de productos naturales “inocuos” frente a los siempre peligrosos “productos sintéticos” de la industria farmacéutica.

Material Común

- Nuez, pie y pinza
- Matraz 1 boca 50 mL
- Agitador magnético
- Pipeta o Jeringuilla
- Baño de agua
- Placa calefactora
- Vidrio de reloj
- Espátula

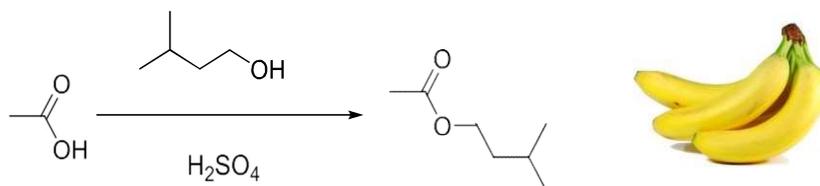


SÍNTESIS DE ACETATO DE ISOAMILO

Material y Reactivos

- Alcohol isoamílico (4.5 mL)
- Ácido acético glacial (6 mL)
- Ácido sulfúrico concentrado (1 mL)

Parte Experimental



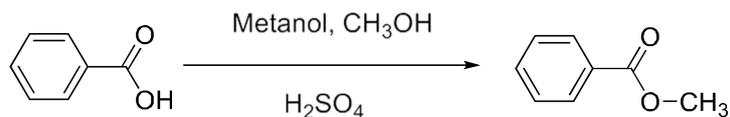
En un matraz de 50 mL con agitador magnético, se añade 4.5 mL de alcohol isoamílico (o 3-metil-1-butanol) y 6 mL de ácido acético glacial. Posteriormente se añade 1 mL de ácido sulfúrico concentrado y se calienta suavemente con ayuda de un baño de agua. Pasado un tiempo se forma un líquido incoloro con un característico olor a plátano.

SÍNTESIS DE BENZOATO DE METILO

Material y Reactivos

- Metanol (4 mL)
- Ácido benzoico (1 g)
- Ácido sulfúrico concentrado (1.5 mL)

Procedimiento Experimental



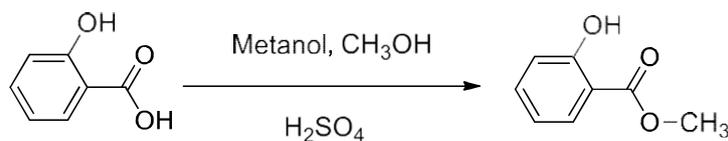
En un matraz de 50 mL con agitador magnético, se añade 1 g de ácido benzoico sobre 4 mL de metanol. Posteriormente se añade 1.5 mL de ácido sulfúrico concentrado y se calienta suavemente con ayuda de un baño de agua. Pasado un tiempo se forma un aceite incoloro (no soluble en agua) de olor agradable, conocido como aceite de niobe.

SÍNTESIS DE SALICILATO DE METILO

Material y Reactivos

- Metanol (2 mL)
- Ácido salicílico (1 g)
- Ácido sulfúrico concentrado (2 gotas)

Procedimiento Experimental



En un matraz de 50 mL con agitador magnético, se añade 1 g de ácido salicílico sobre 2 mL de metanol. Posteriormente se añade 2 gotas de ácido sulfúrico concentrado y se calienta suavemente con ayuda de baño de agua. Pasado un tiempo se forma un aceite de olor agradable, utilizado en la industria farmacéutica como agente analgésico.

Nota: para obtener grandes cantidades del éster correspondiente, la reacción debe estar a reflujo varias horas.

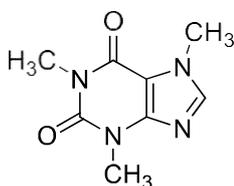
PURIFICACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS: AISLANDO PRODUCTOS NATURALES

AISLAMIENTO DE CAFEÍNA MEDIANTE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO: CAFEÍNA DE UN REFRESCO DE COLA

INTRODUCCIÓN

El origen del uso del café y del té como bebidas es tan antiguo como legendario. Se cuenta que el café fue descubierto por un pastor abisinio que se fijó en la extraña excitación de sus cabras cuando comían una planta de bayas rojizas. Decidió probarlas él mismo y descubrió el café. Los árabes fueron los primeros en cultivarlo y una de las primeras descripciones sobre su empleo se encuentra en un libro de medicina árabe del siglo X. Linneo dio al arbusto el nombre de *Coffea arabica*. Otra leyenda, de origen oriental, atribuye el descubrimiento del té a Daruma, el fundador del budismo Zen. Según dicha leyenda, un día el patriarca se durmió mientras estaba en meditación y, para evitar que volviera a suceder, se cortó los párpados; en el suelo donde cayeron nació una planta que tenía la facultad de mantener despierta a una persona. Linneo llamó al arbusto del té *Thea sinensis*, pero los botánicos modernos lo consideran de la misma familia de la camelia, de ahí que lo rebautizaron con el nombre de *Camellia thea*.

El principio activo que hace que el té y el café sean útiles para el hombre es la cafeína, una molécula orgánica. El té y el café no son las únicas plantas de las que se puede extraer la cafeína. También se puede obtener a partir de las nueces de cola, de las hojas de mate, de las semillas de guaraná y, en menor cantidad, de las semillas de cacao. El compuesto puro fue aislado del café por vez primera en 1821 por el químico francés Pierre Jean Robiquet.



La cafeína pertenece a una familia de productos naturales llamados xantinas. Dichos compuestos, en mayor o menor grado, excitan el sistema nervioso central y los músculos esqueléticos, despejando la mente y disminuyendo la posible sensación de sueño. La cafeína es precisamente la xantina más eficaz en este sentido.

Como ya se ha indicado, la cafeína se encuentra en las nueces de cola. La cola es una bebida basada en el extracto de nuez de cola que se puede conseguir comercialmente en forma de jarabe. Este jarabe contiene cafeína, taninos, pigmentos y azúcar. Se le añade ácido fosfórico y caramelo para darle color, y, finalmente, se adiciona agua y dióxido de carbono para obtener las burbujas. La “Food and Drug Administration, FDA” de los Estados Unidos, especifica que un refresco de cola debe contener algo de cafeína, con un límite de 17 mg por cada 100 mL. Para poder regular el nivel de esta sustancia la mayor parte de los fabricantes eliminan en un primer paso toda la cafeína, y añaden luego al jarabe la cantidad permitida.

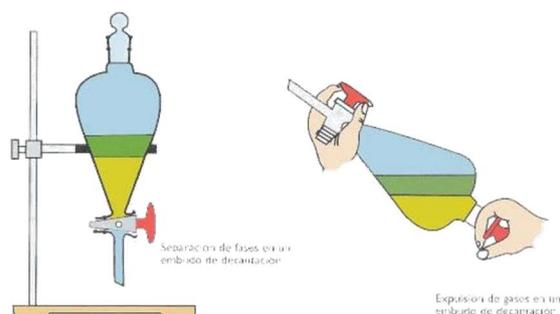
La siguiente tabla indica el contenido en cafeína de diversas bebidas:

Contenido en cafeína (mg/mL) de algunas bebidas			
Café	0.6-0.9	Cacao	0.03
Café instantáneo	0.4-0.5	Coca-Cola	0.1
Café descafeinado	0.2-0.3	Té	0.2-0.5

Esta práctica consiste en la extracción de la cafeína a partir de un refresco comercial de cola. Dicha extracción proporcionará principalmente cafeína, ya que el resto de elementos presentes en el refresco de cola son solubles en agua.

Material y Productos

- Refresco de cola (50 ml)
- Diclorometano (densidad: 1,3 g/cc, p.e. 40 °C)
- Sulfato de magnesio
- Nuez, pie, pinza y aro metálico
- Embudo de decantación 250 mL
- Embudo cónico
- Vaso de precipitados de 400 mL
- Matraz 1 boca 100 mL
- Erlenmeyer 250 mL
- Trompa de vacío
- Erlenmeyer 100 mL
- Rotavapor



Procedimiento Experimental

Se vierten 50 mL del refresco de cola suministrado en un vaso de precipitados y se agita con una varilla de vidrio o espátula para eliminar la mayor cantidad de burbujas

de CO₂. Una vez llevada a cabo esta operación se vierte sobre un embudo de decantación de 250 ml y se añaden 15 ml de diclorometano como disolvente orgánico no miscible con agua. Se tapa la boca del embudo y se agita, de forma que se favorezca al máximo el contacto entre los dos disolventes (agitación vigorosa, pero no excesiva para evitar que se formen emulsiones). Entre agitación y agitación debe eliminarse la sobrepresión dentro del embudo según las indicaciones de los responsables del laboratorio y evitando siempre dirigir la salida de vapores orgánicos hacia uno mismo o hacia los compañeros.

Cuando se deja reposar, se observa la separación de dos fases, recogiendo la fase orgánica en un erlenmeyer seco de 100 mL. La fase acuosa se extrae con diclorometano una vez más (15 mL) y se juntan todos los extractos de diclorometano. Posteriormente se seca la fase orgánica añadiendo la cantidad necesaria de sulfato de magnesio anhidro (captará agua). Se elimina el agente desecante por filtración y se recoge el filtrado en un matraz seco (previamente pesado) de 100 mL. Por último, el disolvente se elimina a presión reducida empleando un rotavapor.

El residuo que queda es mayoritariamente cafeína. Se pesa el matraz con el producto extraído y se calcula por diferencia la cantidad de cafeína extraída y a partir de este dato la concentración de cafeína en el refresco de cola (mg de cafeína/mL de refresco). Anotad su aspecto.

Esta cafeína podría ser purificada adicionalmente por sublimación.

LA QUÍMICA ORGÁNICA Y LOS MATERIALES: CREANDO PLÁSTICOS Y CRISTALES LÍQUIDOS

SÍNTESIS DE UNA POLIAMIDA: Nylon 6-10

INTRODUCCIÓN

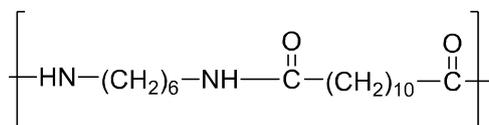
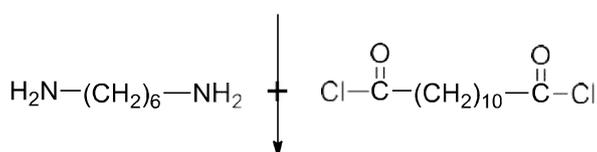
Los polímeros, conocidos como plásticos, son la mayor contribución de la Química Orgánica a la Ciencia de Materiales. Hoy por hoy, los polímeros están plenamente implantados en nuestra vida cotidiana y en prácticamente todos los sectores tecnológicos. Hay muchos polímeros naturales (seda, ADN, ARN, celulosa, caucho...), sin embargo, han sido los polímeros sintetizados por el hombre los que han revolucionado nuestra concepción actual de los materiales: el polietileno, el neopreno, el PET, el nylon, Kevlar, Teflón, Goretex, etc. son nombres o marcas comerciales de polímeros por todos conocidos. Para su preparación, el químico orgánico parte de unos compuestos orgánicos denominados monómeros, de cuya unión (como si fuera los eslabones de una cadena) surgen moléculas de elevada masa molecular (o macromolécula) a las que identificamos como polímeros. En esta práctica vamos a sintetizar una de estas macromoléculas. En concreto una poliamida empleada, por ejemplo, en la preparación de fibras textiles.

Desde tiempos remotos el hombre ha utilizado en su beneficio fibras de polímeros naturales tales como el algodón, la lana, el lino o la seda, principalmente con fines textiles. Sin embargo, la revolución en la industria textil se produjo a raíz de la producción de fibras a partir de polímeros sintéticos que se remonta al siglo pasado. En 1927 la empresa DuPont pone en marcha un programa “sin objetivos comerciales” para el estudio de polímeros orgánicos sintéticos, recién descubiertos (por favor, leed la biografía de Carothers, un genio atormentado que mereció el Nobel). En poco tiempo se optima la preparación de fibras de nylon a partir de poliamidas que son polímeros de condensación obtenidos a partir de diaminas alifáticas y diácidos alifáticos o derivados de los mismos. Estas fibras se hicieron tan populares que durante la 2ª Guerra Mundial tuvieron que ser racionadas para la preparación de paracaídas.

Las fibras de polímeros sintéticos se obtienen cuando se hace pasar un polímero, generalmente en estado fundido, a través de orificios o hileras de pequeño diámetro, de tal forma que al enfriarse el polímero se obtienen filamentos con un diámetro muy similar al del orificio a través del cual ha pasado el fundido. Estas fibras adecuadamente tratadas ofrecen gran resistencia mecánica. Las fibras sintéticas de mayor producción son las derivadas de polímeros de condensación como los poliésteres o poliamidas, una de las cuales sintetizaremos en el laboratorio.

En la actualidad se han desarrollado fibras de prestaciones excepcionales a partir de monómeros aromáticos. Así por ejemplo, de la policondensación de dicloruro de *terc*-ftaloilo y *p*-fenilendiamina (benceno-1,4-diamina) se obtiene un polímero a partir del cual se obtienen las fibras de Kevlar cuyas propiedades mecánicas específicas son muy superiores a las del acero. Se utilizan por ejemplo para fabricar chalecos antibalas, cuerdas o cables de gran resistencia o materiales compuestos para aeronáutica, automoción o la industria del deporte.

En la presente práctica se preparará el nylon 6-10 a partir de 1,6-hexanodiamina y dicloruro de sebacoilo (la nomenclatura 6-10 hace referencia al número de átomos de C que contiene la diamina y el derivado del ácido dicarboxílico). Se trata de un proceso de policondensación en el que en cada paso reactivo se libera con subproducto HCl. La técnica de polimerización utilizada se denomina *policondensación interfacial*, ya que la reacción de polimerización tiene lugar en la interfase de dos disoluciones inmiscibles, cada una de ellas conteniendo uno de los monómeros reaccionantes. El hecho de que la reacción se produzca en la interfase, hace que no sea crítica la estequiometría de la reacción (obsérvese que en la experiencia se utilizar un exceso de diamina, que sirve para neutralizar el HCl que se libera).



Lo que se representa entre corchetes es lo que se repite en la cadena de un polímero (podemos asimilarlo al eslabón de una cadena).

Material y Reactivos

- Dicloruro de sebacoilo
- 1,6-hexametilendiamina
- Cloruro de metileno como disolvente orgánico
- 2 vasos de precipitados de 100 mL

- 2 probetas de 50 mL
- Pipetas Pasteur (o cuentagotas)
- Varilla de vidrio

Precauciones

El dicloruro de sebacoilo es lacrimógeno, irritante y tóxico. La 1,6-hexametilendiamina es irritante y tóxica. Estos productos deben de ser manejados con precaución y con las medidas de seguridad adecuadas (guantes, disolución en vitrina). En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua.

Procedimiento Experimental

Se disuelven 0,8 g de 1,6-hexametilendiamina en 20 mL de agua. En un vaso de precipitados limpio y seco se añaden 0,5 mL de dicloruro de sebacoilo disueltos en 20 mL de cloruro de metileno.

A continuación se añade la disolución acuosa de la diamina, con cuidado y de forma tal que se altere lo menos posible la fase orgánica. Se formará de esta manera dos capas comprobándose que en la interfase se forma una película de nylon. Con unas pinzas o un hilo metálico se separa esta película y se coloca en una varilla que se hace girar lentamente para recoger el nylon que se va formando.

La poliamida que se ha formado se lava con 50 mL de acetona y posteriormente con abundante agua. Se seca inicialmente con papel y posteriormente en estufa.

NOTA

El nylon puede colorearse añadiendo una gota de rojo de metilo o azul de bromocresol a las disoluciones.

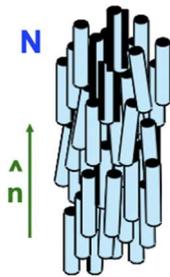
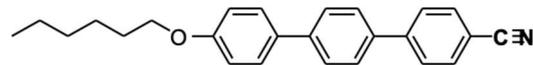
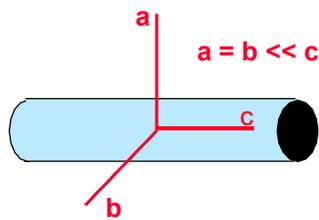
LOS CRISTALES LÍQUIDOS: preparación de un termómetro

INTRODUCCIÓN

Además de los polímeros existen más contribuciones de la Química Orgánica a las aplicaciones tecnológicas de materiales, algunas consolidadas en el mercado y otras que veremos en un futuro. Por ejemplo, células solares flexibles o pantallas planas. En la actualidad, la gran mayoría de pantallas planas están basadas en moléculas que han sintetizado los químicos orgánicos, ya sean de tecnología de cristal líquido (LCDs) (las más numerosas y extendidas en todo el mundo) o las de OLEDs (tecnología que está creciendo en la actualidad). ¿Pero, qué es un cristal líquido y cómo son las moléculas que están en la pantalla de nuestros portátiles, teléfonos móviles o televisiones? Por cristal líquido se entiende un estado de la materia intermedio entre el sólido cristalino y el estado líquido convencional. Como sabemos en un sólido cristalino las partículas

constituyentes están organizadas en las tres dimensiones del espacio. Sin embargo en un líquido convencional (como el agua por ejemplo), no existe tal organización, y se caracteriza por su fluidez. En el estado o fase cristal líquido las moléculas que lo forman no están desorganizadas totalmente (como en un cristal) pero a su vez es fluido (es líquido). Es decir fluyen manteniendo un orden dado y esto les proporciona un gran abanico de aplicaciones en Ciencia de Materiales o en Biomedicina.

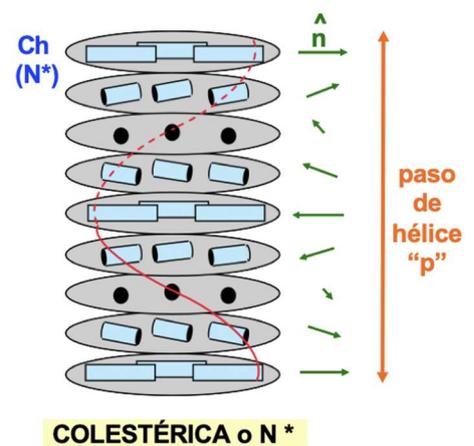
¿Cualquier compuesto orgánico presenta fase cristal líquido?: NO. Entonces, ¿cómo es una molécula que presenta esta fase? La respuesta es algo compleja, pero vamos a concentrarnos en aquellas moléculas que al ir calentando pasan de una fase sólida a otra fase cristal líquido (lo que los científicos llaman cristales líquidos termótrpos). En este caso, lo más habitual es que tengan forma de varilla (lo que los científicos llamamos calamíticos), como es el caso de la molécula de la figura y que podemos encontrar en muchas pantallas.



NEMÁTICA

¿Y cómo se organizan en la fase cristal líquido? La más sencilla es aquella en la que se orientan preferentemente en una dirección sin ninguna organización adicional (unidimensional). Es lo que se llama fase nemática (véase la figura y entiéndase que las moléculas se desplazan unas sobre otras). En esta fase están organizadas las moléculas en las pantallas de televisión o de portátiles que todo conocemos, con la salvedad de que las moléculas son capaces de cambiar su orientación como respuesta a un campo eléctrico en tiempos de ¡milisegundos! Gracias a esto podemos conseguir la reproducción de imágenes.

Otra aplicación tecnológica más simple es la de fabricar un termómetro. También se trata de una fase nemática, pero en este caso algo especial porque las moléculas que la forman tienen al menos un carbono quiral (la quiralidad es una de las partes más apasionantes de la Química Orgánica, pero se dejará para otra ocasión).

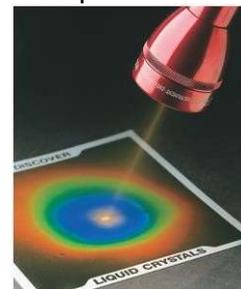


Esto se traduce en que las moléculas que forman la fase nemática van cambiando su orientación formando UNA HÉLICE (ya sea a derechas o a izquierdas, pero solo una de ellas). Y lo curioso es que según cuál sea el paso de hélice pueden reflejar un determinado tipo de luz del espectro del visible. Como el paso de hélice depende de la temperatura, la luz reflejada también depende de la temperatura. ¡Y esta es la base de un termómetro!: una propiedad física fácilmente medible que dependa de la temperatura.

En este caso se fabricará un termómetro utilizando un derivado del colesterol (compuesto natural con carbonos quirales cuyos derivados sintéticos pueden formar fases cristal líquido).

Materiales y Reactivos

- Lámina plástica transparente
- Lámina de plástico negra
- Mezcla de derivados de colesterol



Método Operativo

Según las indicaciones del responsable se procederá a extender la mezcla entre las dos láminas. Tal y como se extiende se verá negro porque el cristal líquido no refleja luz visible y por lo tanto vemos el color del fondo (negro). Sin embargo, al calentar provocamos un cambio en la hélice y comienza a verse luz reflejada según la temperatura. Estos cambios se producen alrededor de la temperatura corporal y por lo tanto pueden ser utilizados para predecir estados febriles.

Nota. Además de esta sencilla demostración de aplicación, se observarán fases cristal líquido en el microscopio óptico.

ACTIVIDADES PROGRAMADAS POR EL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA INORGÁNICA

¡Bienvenidos!

Presentación y acogida en el Departamento de Química Inorgánica.

Química Inorgánica

¿Qué es? Y su impacto social

El “día a día” en un laboratorio de investigación

Visita a los laboratorios de investigación con la descripción y demostración de algunas operaciones básicas del “día a día” de la investigación en este departamento:

Destilación y secado de disolventes

Utilización de una bomba de vacío

Manejo de nitrógeno líquido

Evaporación a presión reducida

Trabajo en atmósfera inerte

..... *acompañados por los propios investigadores*

Con tus propias manos

Los estudiantes realizarán en el laboratorio algunos experimentos “llamativos” de química:

- Fabricación de una tinta invisible.
- Realización de una electrolisis utilizando dos lapiceros como electrodos.
- Preparación de polímero “*blandi-blú*”.
- Obtención de dióxido de carbono

Fabricación de una tinta invisible

Los colores que se asocian con la química no sólo son bonitos y llamativos, sino que son informativos y proporcionan percepciones de la estructura y enlaces de la materia. Un grupo importante de compuestos coloreados lo constituyen los complejos de coordinación. Este tipo de compuestos consta, en general, de un *centro metálico* (típicamente un metal de transición) unido a *ligandos* que pueden ser aniones (Cl^- , SCN^- , etc.), o moléculas neutras (H_2O , NH_3 , etc.). Algunas de estas sustancias se usan en pigmentos para pintura; otros producen los colores del vidrio y las piedras preciosas. ¿Por qué tienen color estas sustancias, y por qué cambian estos colores cuando lo hacen los iones o moléculas unidas al metal?

En esta práctica vamos a ver la facilidad que tiene el hierro para formar complejos coloreados y cómo cambian estos colores variando los ligandos que forman parte de la esfera de coordinación del complejo.

Realización de una electrolisis utilizando dos lapiceros como electrodos.

El objetivo de esta práctica consiste en la formación de yodo por oxidación de yoduro. Se realizará experimentalmente una electrólisis de KI, comprobando que la aplicación de una diferencia de potencial permite llevar a cabo una reacción química en cada uno de los electrodos. Además, de esta forma se pueden diferenciar los procesos de oxidación-reducción espontáneos, que son susceptibles de generar una corriente de electrones (pilas), de aquellos en los que es necesario suministrar una diferencia de potencial al no ser un proceso espontáneo (electrólisis).

Como celda electrolítica se utilizará un recipiente en el que se introduce el compuesto que va a ser electrolizado, y dos electrodos conectados a una batería que suministra la corriente de electrones. Los electrodos que vamos a utilizar son de grafito.

Preparación de polímero “blandi-blú”.

Las reacciones químicas permiten transformar la materia y a partir de unas sustancias obtener otras diferentes con nuevas propiedades.

El boro (B) es el único elemento del grupo 13 que no se clasifica como metal. Su alto estado de oxidación (III) y pequeño tamaño favorecen una química esencialmente covalente. Así, las sales más importantes son derivados de poliácidos: el bórax, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (que contiene el anión $[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4]^{2-}$), es la sal que tiene mayor importancia comercial. Se conocen varios tipos de oxoaniones que pueden interactuar con alcoholes, en algunos casos para formar especies poliméricas. Este es el caso de la reacción entre el alcohol polivinílico y bórax en disolución acuosa. El alcohol polivinílico es un polímero formado por la repetición de unidades de alcohol vinílico $[-\text{CH}_2-\text{CHOH}-]_n$.

En este experimento vas a conseguir, partiendo de materiales cotidianos, obtener un nuevo material: un polímero con nuevas propiedades.

Obtención de dióxido de carbono.

El dióxido de carbono fue el primer gas reconocido como diferente al aire debido a sus propiedades. A 25 °C y 1 atm el dióxido de carbono es un gas incoloro, sin embargo, cuando se enfría a -78 °C condensa a un sólido blanco que sublima a presión atmosférica (coloquialmente, al CO_2 sólido se le llama “hielo seco”).

Debido a sus características, la producción y manipulación de gases debe hacerse en sistemas especiales, controlando las variaciones bruscas de presión para evitar explosiones. Los dispositivos más sencillos constan de varios recipientes que se conectan unos con otros por medio de tubos de vidrio o de goma por los que circularán los gases.

En esta práctica vas a reproducir el primer método de obtención de CO_2 llevado a cabo por Joseph Black en el siglo XVIII y aprenderás a trabajar con reacciones en las que se producen gases. Asimismo, estudiarás algunas de las propiedades de este gas.

ACTIVIDADES PROGRAMADAS POR EL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TECNOLOGÍAS DEL MEDIO AMBIENTE

PROGRAMA

En concreto, las actividades a realizar en este Departamento se centrarán en el Área de Medio Ambiente.

- 10:00-10:30 h: Recepción y presentación

Explicación de diferentes sistemas de tratamientos de aguas y de residuos.

- 10:30-12:00 h: Práctica de tratamiento de depuración de un vertido de una industria de cromados

El alumno realizará en el laboratorio con ayuda de un profesor, el tratamiento completo de depuración de un agua residual contaminada con sustancias inorgánicas mediante un proceso físico-químico.

- 12:30-14:00 h: Reciclaje

El alumno conocerá los destinos de los residuos de los contenedores de vidrio, papel, envase ligero, materia orgánica y residuo urbano de la ciudad de Zaragoza.



ACTIVIDADES

TRATAMIENTO DE DEPURACIÓN DE UN VERTIDO DE UNA INDUSTRIA DE CROMADOS

Objetivo: Eliminación de un contaminante tóxico de las aguas: Cromo VI (amarillo).

Tecnología: Tratamiento Físico-Químico: Coagulación-Floculación.

El tratamiento consiste en:

• Reducción de la toxicidad del vertido: Reducción del Cr^{6+} a Cr^{3+} (menos tóxico) con un agente reductor, el bisulfito sódico (NaHSO_3) y en medio ácido (H_2SO_4). **Proceso de Reducción.**



• Eliminación del Cr^{3+} de la disolución, mediante la adición de coagulantes (Cal) y floculantes químicos (polielectrolito). **Proceso de Coagulación-Floculación.**

A escala de laboratorio se va a determinar las condiciones óptimas de:

- Reducción: Dosis de bisulfito sódico.
- Coagulación-Floculación: pH.

1.- Muestra

Vertido procedente de una industria de cromados, con una concentración de Cr^{6+} de 100 mg/L.

2.- Material y reactivosMaterial

Probeta de 25 mL, 100 mL y de 500 mL
pHmetro
Varilla de vidrio
Vasos de 1 L
Cronómetro

Vasos de 250 mL
Cuentagotas
Jar-test

Reactivos

Ácido sulfúrico 5%
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (cal)

Bisulfito sódico 10 g/l
Polielectrolito

3.- Procedimiento experimental

3.1.- Reducción del Cr^{6+} a Cr^{3+}

3.1.1.- Determinación de la dosis óptima de Bisulfito sódico

En 6 vasos de precipitados (2 cada grupo), se adicionan 100 mL del agua del vertido a tratar. Se añade en cada uno de los vasos una dosis diferente de bisulfito sódico (10 g/l): 1 mL, 2 mL, 4 mL, 6 mL, 8 mL y 10 mL. Con ácido sulfúrico al 5% se ajustan las soluciones a pH=3.

Se produce la reducción del Cr^{6+} a Cr^{3+} cuando en la disolución desaparezcan totalmente las tonalidades amarillas.

3.2.- Eliminación del Cr^{3+} mediante Coagulación-Floculación

3.2.1.- Coagulación con cal y/o polielectrolito

Se añaden 300 mL de muestra a dos vasos de 1 L (dos vasos/grupo) y se adiciona a cada muestra la dosis óptima de bisulfito, ajustándolo con ácido sulfúrico al pH óptimo de reacción, para asegurar que todo el cromo se encuentra como Cr^{3+} . Comprobar que no quedan tonalidades amarillas. Se agita en el Jar-test a 200 rev/min durante 2 min.

Para llevar a cabo la eliminación del Cr^{3+} de la disolución:

- Se añaden el coagulante (cal) hasta que las muestras alcancen tres valores de pH diferentes (cada grupo con un pH): 7, 8,5 y 11 (2 vasos con cada pH).
- Se añaden aproximadamente 5 mL de polielectrolito a uno de los dos vasos.
- Se agitan en el Jar-test a 200 rev/min durante 3 min y a 40 rev/min durante 10 min.
- Se dejan en reposo durante 10 minutos.

Se produce la eliminación del Cr^{3+} cuando en la disolución desaparezcan totalmente las tonalidades azules generándose un sólido con el Cr^{3+} (Residuo Peligroso).

TRATAMIENTO DE DEPURACIÓN DE UN VERTIDO DE UNA INDUSTRIA DE
CROMADOS

1. Indicar las observaciones realizadas en el cálculo de la dosis óptima de bisulfito (NaHSO_3).

<i>ml Bisulfito (10 gr/l)</i>	<i>Color</i>	<i>Observaciones</i>
1		
2		
4		
6		
8		
10		

CONCLUSIÓN: _____

2. Dosis óptima de cal (pH) en la coagulación del vertido y descripción de la precipitación en la coagulación con y sin polielectrolito (describir la presencia o ausencia de cromo, presencia de materia en suspensión, facilidad para decantar, aspecto de los precipitados, etc.).

pH	Tratamiento	Observaciones
7	Sin polielectrolito	
	Con polielectrolito	
8.5	Sin polielectrolito	
	Con polielectrolito	
11	Sin polielectrolito	
	Con polielectrolito	

CONCLUSIÓN:

pH óptimo

Cal

3. ¿Qué tratamiento completo aconsejaríais que hiciese la industria de cromados para eliminar su principal contaminante? Dibujar un diagrama de bloques.

CALENDARIO SEMANA DE INMERSIÓN EN CIENCIAS 2024 - SECCIÓN QUÍMICA

	LUNES 10	MARTES 11	MIÉRCOLES 12	JUEVES 13	VIERNES 14
10:00 h - 12:00 h		Actividades por áreas	Actividades por áreas	Actividades por áreas	Actividades por áreas
12:00 h - 12:30 h		Descanso	Descanso	Descanso	Descanso
12:30 h - 14:00 h		Actividades por áreas	Actividades por áreas	Actividades por áreas	12:30 h Encuestas 13:00 h Acto de Clausura y entrega de certificados
14:00 h - 15:00 h					
16:00 h - 16:30 h	Acto de recepción. Recogida por parte de los coordinadores				
16:45 h - 18:30 h	Presentación de la Coordinadora del Grado en Química. Charla de divulgación. <i>Sala de Grados, Edificio A (Físicas)</i>				

Recepción: lunes 10 de junio a las 16:00 h en el Salón de Actos del Edificio C (Geología).

Clausura: viernes 14 de junio

- a las 12:30 h los alumnos de esta sección realizarán las encuestas en las aulas de informática 1 y 2 del Edificio A (Física), ubicadas en la segunda planta.
- a las 13:00 h Acto de Clausura en el Aula Magna de la Facultad de Ciencias, en el Edificio A (Física).

Durante **los días 11, 12, 13 y 14** de junio, los estudiantes acudirán a las 10 h al hall del Edificio D (Químicas); estarán distribuidos en cuatro grupos (A, B, C y D) y rotarán por las diferentes áreas participantes. **Distribución** de los cuatro grupos en los diferentes días:

Áreas	Martes 11	Miércoles 12	Jueves 13	Viernes 14
Química Orgánica	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Química Analítica	Grupo B	Grupo C	Grupo D ¹	Grupo A
Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente		Grupo A		Grupo C
Química Inorgánica	Grupo C	Grupo D	Grupo A	Grupo B
Química Física	Grupo D		Grupo B	

¹ Para este día y grupo, el descanso se realizará de 11:30 a 12:00 h, manteniendo las horas de inicio y fin de actividades.

Colaboradores Sección Química 2024

Coordinadores

Isabel Abad Alvaro (*Química Analítica*)
Ignacio Gascón Sabaté (*Química Física*)
María Luisa Buil Juan (*Química Inorgánica*)
Carlota Auria Soro (*Química Orgánica*)
Miriam Oliva Alcubierre (*Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente*)
Carolina Ginés Octavio de Toledo (Servicio General de Apoyo a la Investigación-SAI)
Beatriz Latre Morales (ISQCH)

Conferenciante (ISQCH)

Raquel Pérez Herrera

Colaboradores

Departamento de Química Analítica

Isabel Abad Álvaro
Susana Ainsa Zazurca
Jesús Anzano Lacarte
Manuel Aragón Capone
Mónica Bueno Fernández
Juan Buil García
Javier Camacho Aguayo
Arancha De la Fuente Blanco
Susana de Marcos Ruiz
Mario Domínguez García
Ana Escudero Carra
Alicia García García
Teresa Gómez Cotín
M^a Sierra Jiménez García-Alcalá
Noelia Jurado Chivato
Marta Mateo Hernández
M^a Cristina Peña del Olmo
Javier Rayos Hurtado
Eva Tejedor Calvo

Departamento de Química Física

Manuel Abellán Miñana
Laura Dotor Delgado
Enrique Escorihuela López
Alejandro Gómez González
María Graciela Pino Velasquez
Dayra Lisseth Riaño Núñez
Inés Tejedor Ramos

Servicio General de Apoyo a la Investigación- SAI (Servicio de Análisis Químico- SAQ)

Maite Baranguán Badía
Ana Guitart De Juan

Departamento de Química Inorgánica

Irati Barriendos Pérez
María Batuecas Batuecas
Roberto Berbés Martínez
María Luisa Buil Juan
Guillermo Canudo Barreras
Susana García Abellán
Alejandra Gómez España
Belinda Español Sánchez
Susana Izquierdo
Raquel Jiménez Sánchez
Laura Andrea De Las Heras Martín
Joaquín Martínez Sal
Irene Melendo
Marina Padilla Langa
Eva Morales Pioz
Álvaro Polo Ibáñez
Juan Pueyo Soria
Nieves Rodríguez Picazo
Noelia Rosado González
Miguel Ángel López Lázaro
Ángel Madurga Artal
M^a Isabel Lostao Martínez

Departamento de Química Orgánica

Sandra Ardevines Asín
Christian Ascaso Alegre
Carlota Auría Soro
Sara Bescós Ramo
Alejandro Gandarela González
Sara Gracia Barberán
Enrique Guerreiro Gómez
Alejandro Postigo Gómez
Santiago Sarasa San José

Personal Técnico Especialista de Laboratorio

Yolanda Nieto Méndez
Cristina Sarroca Lahuerta

Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente

Clemente Romero Sebastián
José María Matesanz Martín

RECOMENDACIONES IMPORTANTES

1. Entregar las autorizaciones de padres o tutores si no se hubiesen enviado.
2. Traer diariamente la documentación entregada.
3. Llevar colgado en todo momento el identificador.
4. La asistencia es obligatoria.
5. Atender a las indicaciones de los tutores.
6. Si por cualquier causa no pudieseis asistir a alguna de las sesiones o pasase cualquier eventualidad, comunicarlo a **Susana Cebrián: 655 482803**, scebrian@unizar.es.
7. Muy importante: puntualidad
10:00 h Recogida y comienzo de las actividades: hall del Edificio D (Química).

**Facultad de Ciencias.****Edificio A:** Físicas**Edificio B:** Matemáticas**Edificio C:** Geología**Edificio D:** Químicas

Estudiantes en la Sección de Químicas 2024

GRUPO A

Nombre	Apellidos	Centro
Luna	Andrés Montanel	IES Andalán
Ángela	Aparicio Quintín	IES Miguel Servet
Nerea	Aranda Ambroj	IES Corona de Aragón
Soumia	Bel Abbes Rachidi	IES Angel Sanz Briz
Irene	Buiza Millán	IES Fernando Lázaro Carreter
Patricia	Cabeza Lapeña	IES Emilio Jimeno
José	Calvo Mesalles	Colegio Padre Enrique de Ossó
Claudia	Cameo Torres	IES Clara Campoamor
Paula	Casado Roche	IES Pedro de Luna
Clara	Castelló Domenech	IES Pilar Iorengar

GRUPO B

Nombre	Apellidos	Centro
Valeria	Cordero García	IES Élaios
Khady	Dieye	IES Torre de los Espejos
Gemma	Eito Loncán	Colegio San Vicente de Paúl
Carmen	Ferrer Valle	Colegio El Pilar Maristas
Aarón	Frías Escribano	IES La Azucarera
Salomé Anahí	García González	IES. Valle del Jiloca
Juan	García Ripa	IES Vega del Turia
Irene	Gil Vela	IES Hermanos Argensola
Hugo	Gonzalo Petisme	Colegio Juan de Lanuza
Inés	Junquera Lanaspa	IES Tiempos Modernos

GRUPO C

Nombre	Apellidos	Centro
Luna	Lamana Andrés	Escolapias Santa Engracia
Almudena	Llamas Gómez	Colegio Cristo Rey Escolapios
Paola Mariam	López Zelaya	IES Luis Buñuel
Adela	Manzano Cordón	IES José Manuel Blecua
Lara	Martínez García	IES Medina Albaida
David	Maza Luengo	IES Miguel de Molinos
Carmen	Montesinos Pascual	IES El Picarral
María	Moreno Burillo	Colegio la Salle Montemolin
Lucía	Muñoz García	IES Biello Aragón
Lorena	Mur Roche	IES Valdespartera

GRUPO D

Nombre	Apellidos	Centro
Raúl	Ordoyo Soláns	IES Francisco Grande Covián
Daniela	Pellicer Cañas	IES Miralbueno
Nadia	Rubio Olmedo	La Salle Franciscanas Gran Vía
Javier	Sanz Sánchez	Compañía de María
Alejandro	Tello Roda	IES Bajo Aragón
Adela	Torres Casas	IES Francés de Aranda
Antonia	Tuzán	Colegio Hijas de San José
Manuel	Vela Montesinos	IES Félix de Azara
David	Vergilov Mutishev	IES Martínez Vargas
Marina	Vidaña Serrat	IES Sierra de San Quílez