

19th – 29th July 2018
Bratislava, SLOVAKIA
Prague, CZECH REPUBLIC

www.50icho.eu

PROBLEMAS PRÁCTICOS

País:	El Salvador
Nombre según pasaporte:	
Código de estudiante:	SLV-2
Idioma:	Español



50th IChO 2018

International Chemistry Olympiad
SLOVAKIA & CZECH REPUBLIC

BACK TO WHERE IT ALL BEGAN



Instrucciones generales

- Este examen práctico contiene 28 páginas.
- Antes de empezar el examen, tendrás 15 adicionales para leer el folleto del examen. **No trabajes, escribas o calcules durante este tiempo, de otra manera serás descalificado.**
- Puedes comenzar a trabajar tan pronto como se dé la orden de inicio (**Start**).
- Tienes **5 horas** para completar el examen.
- Puedes trabajar los problemas en cualquier orden, Pero se recomienda empezar por el Problema P1.
- Todos los resultados y respuestas deben ser claramente escritos **con bolígrafo en sus áreas respectivas** en las páginas del examen. Las respuestas fuera de los cuadros de respuesta no serán tomadas en cuenta.
- No utilices lápiz o marcador para escribir las respuestas. Utiliza únicamente el bolígrafo y la calculadora que se te dio.
- Te fueron dadas 3 hojas de papel de borrador. Si necesitas más, utiliza el reverso de las hojas del examen. Recuerda que **nada fuera de las áreas designadas será tomado en cuenta.**
- **La versión oficial en inglés** del examen está disponible si la requieres y sirve solo para aclaración.
- Si necesitas dejar el laboratorio (para utilizar el inodoro, beber o comer), dile a tu asistente de laboratorio. Él o ella te acompañará.
- Debes **seguir las reglas de seguridad** dadas en las normas de la IChO. Si rompes las reglas de seguridad, recibirás únicamente una advertencia por parte del asistente de laboratorio. Cualquier violación a las reglas de seguridad luego de la primera advertencia provocará que se te expulse del laboratorio y tendrás 0 puntos en toda la prueba práctica.
- El material de laboratorio y sustancias químicas, a menos que se diga lo contrario, se repondrán o reemplazarán sin penalización únicamente para el primer artículo. Cada incidente adicional provocará que se te descuenta 1 de los 40 puntos del examen práctico.
- El asistente de laboratorio dará un aviso 30 minutos antes de la orden de **Finalización (Stop)**.
- Debes dejar de trabajar inmediatamente cuando se anuncie la orden de **Finalización (Stop)**. Si fallas en dejar de trabajar o escribir durante un minuto o más, esto provocará la anulación de tu examen práctico.
- Después que se haya dado la orden de **Finalizar (Stop)**, un asistente de laboratorio vendrá a firmar tu hoja de respuestas. Luego que ambos el asistente y tú firmen, vuelve a colocar este folleto de examen en el sobre del examen y entrégalo para ser calificados junto con tus productos y placas TLC.



Reglas de laboratorio y seguridad

- Debes utilizar bata de laboratorio y mantenerla abotonada. Los zapatos deben cubrir completamente los pies y talones
- Utiliza siempre lentes de seguridad o lentes graduados mientras trabajas en el laboratorio.
- No comas o bebas en el laboratorio. No se permiten gomas de mascar.
- Trabaja únicamente en las áreas designadas. Mantén tu área de trabajo y el área de trabajo común ordenadas.
- No se permiten experimentos adicionales. No se permiten modificaciones a los experimentos.
- No pipetees con la boca. Siempre utiliza un llenador de pipeta de bulbo.
- Limpia derrames y cristalería quebrada inmediatamente de la mesa y el suelo.
- Todos los desechos deben ser descartados apropiadamente para evitar contaminación o lesiones. Los desechos de laboratorio solubles en agua y no peligrosos son elegibles para su disposición en el lavabo. Otros desechos deben ser dispuestos en un contenedor etiquetado y tapado.



Definición de las indicaciones de peligro GHS

Las indicaciones de peligro GHS (frases-H) asociadas con los materiales utilizados son indicados en los problemas. Sus significados son los siguientes.

Peligros físicos

- H225 Líquido o vapor altamente inflamable.
- H226 Líquido o vapor inflamable.
- H228 Sólido inflamable.
- H271 Puede causar fuego o explosión; oxidante fuerte.
- H272 Puede intensificar el fuego; oxidante.
- H290 Puede ser corrosivo a metales.

Peligros para la salud

- H301 Tóxico en caso de ingestión.
- H302 Nocivo en caso de ingestión.
- H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.
- H311 Tóxico en contacto con la piel.
- H312 Nocivo en contacto con la piel.
- H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
- H315 Provoca irritación cutánea.
- H317 Puede provocar una reacción alérgica en la piel.
- H318 Provoca lesiones oculares graves.
- H319 Provoca irritación ocular grave.
- H331 Tóxico en caso de inhalación.
- H332 Nocivo en caso de inhalación.
- H333 Puede ser nocivo en caso de inhalación.
- H334 Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación.
- H335 Puede irritar las vías respiratorias.
- H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.
- H351 Se sospecha que provoca cáncer.
- H361 Se sospecha que puede perjudicar la fertilidad o dañar el feto.
- H371 Puede provocar daños en los órganos.
- H372 Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.
- H373 Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

Peligros ambientales

- H400 Muy tóxico para los organismos acuáticos.
- H402 Nocivo para los organismos acuáticos.
- H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
- H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
- H412 Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.



Sustancias Químicas

Para todos los problemas

Sustancias químicas	Etiquetado como	Indicaciones de peligro GHS ¹
Agua desionizada en: Frasco lavador (mesa) Bote plástico (mesa) Contenedor plástico (cámara de extracción)	Water	No es peligroso.

Para el Problema P1 (en la canasta blanca a menos que se diga lo contrario)

Sustancias químicas	Etiquetado como	Indicaciones de peligro GHS ¹
Etanol , 100 cm ³ en frasco lavador (mesa)	Ethanol	H225, H319
2-Acetonaftona : ca. 0.002 g en vial de vidrio, estándar para TLC 0.500 g en vial de vidrio.	Standard A	H302, H315, H319, H335, H411
	Reactant A	
2,4-Dinitrofenilhidracina , 33% (p/p) de agua, 0.300 g en vial de vidrio	DNPH	H228, H302
Disolución blanqueadora, 4.7% de NaClO , 13.5 cm ³ en bote de vidrio ámbar.	Bleach	H290, H314, H400
Acetato de etilo , 15 cm ³ en bote de vidrio ámbar.	EtOAc	H225, H319, H336
Eluyente para TLC, hexano/acetato de etilo 4:1 (v/v), 5 cm ³ en bote de vidrio ámbar.	TLC eluent	H225, H304, H315, H336, H411 ²
Disolución acuosa 5% Na₂CO₃ , 20 cm ³ en bote de plástico.	5% Na₂CO₃	H319
Disolución acuosa 20% HCl , 15 cm ³ en bote de plástico.	20% HCl	H290, H314, H319, H335 y otros.

Para el Problema P2 (en la canasta verde)

Sustancias químicas	Etiquetado como	Indicaciones de peligro GHS ¹
Disolución acuosa 8 mmol dm ⁻³ de luminol y 0.4 mol/L de NaOH , 50 cm ³ en bote de plástico.	Luminol in NaOH	H290, H315, H319
Disolución acuosa 2.00 mmol dm ⁻³ de CuSO₄ , 25 cm ³ en bote de plástico.	Cu	No es peligroso.
Disolución acuosa 2.00 mol dm ⁻³ H₂O₂ , 12 cm ³ en bote de plástico pequeña.	H₂O₂ conc.	H302, H315, H318
Disolución acuosa 0.100 mol dm ⁻³ hidrocloruro de cisteína , 12 cm ³ en bote de plástico pequeña.	Cys conc.	No es peligroso.

¹ See page 3 for the definition of the GHS hazard statements.

² The GHS hazard statements for hexanes.



Agua , 50 cm ³ en bote de plástico.	Water	No es peligroso.
---	--------------	------------------

Para Problema P3 (en la canasta gris a menos que se diga lo contrario)

Sustancias químicas	Etiquetado como	Indicaciones de peligro GHS ¹
Muestra de agua mineral , 400 cm ³ en bote de plástico (mesa).	Sample	No es peligroso.
Disolución acuosa 3 mol dm ⁻³ de NH₄Cl / 3 mol dm ⁻³ de NH₃ , 15 cm ³ en bote de plástico.	Buffer	H302, H319, H314, H400
NaCl , sólido, 10 g en bote de plástico.	NaCl	H319
Negro de eriocromo T , mezcla de indicador en bote de plástico.	EBT	H319
Azul de bromotimol , disolución indicadora en bote de plástico.	BTB	H302, H315, H319
Disolución estándar 5.965 × 10 ⁻³ mol dm ⁻³ de etilen diamino tetraacetato de sodio , 200 cm ³ en bote de plástico (mesa).	EDTA	H302, H315, H319, H335
Disolución estándar 0.2660 mol dm ⁻³ de NaOH , 250 cm ³ en bote de plástico (mesa)	NaOH	H314
Resina de intercambio iónico fuertemente ácida , en forma H ⁺ , 50 cm ³ material hinchado lavado con agua desionizada en bote de plástico.	Catex	H319

Equipo

Para todos los problemas (en el estante a menos que se diga lo contrario)

Equipo compartido	Cantidad
Toallitas de papel	1 caja para 2–4
Canasta para descarte de papel (mesa, cerca del lavabo)	1 para 4
Guantes de nitrilo (cámara de extracción)	1 caja para el lab
Equipo personal	
Lentes de seguridad	1
Soporte para pipetas (mesa)	1
Llenador para pipetas de bulbo.	1
Beaker de vidrio de 100 cm ³ que contiene: varilla de vidrio, cuchara plástica, espátula, pinzas, marcador, lápiz, regla.	1 (de cada uno)

Para Problema P1 (en la canasta blanca a menos que se diga lo contrario)

Equipo compartido	Cantidad
Lámpara UV (cámara de extracción)	1 para hasta 12
Fuente de vacío (llave de paso de plástico con manguera de vacío)	1 para 2



Equipo personal	Cantidad
Hotplate agitador (mesa) con: Sensor de temperatura, Plato cristizador, con clip metálico.	1 (de cada uno)
Soporte universal (mesa) con: Pinza de sostén con pinza pequeña. Pinza de sostén con pinza grande.	1 (de cada uno)
Bote de plástico para desechos orgánicos (mesa).	1
Aro de metal abierto.	1
Balón de fondo redondo, 50 cm ³ , con barra magnética.	1
Probeta, 10 cm ³ .	1
Condensador para reflujo.	1
Ampolla de separación, 100 cm ³ , con tapón.	1
Frasco Erlenmeyer sin esmerilado, 50 cm ³ .	1
Frasco Erlenmeyer sin esmerilado, 25 cm ³ .	1
Frasco Erlenmeyer esmerilado, 50 cm ³ .	1
Embudo de vidrio.	1
Kitasato, 100 cm ³	1
Adaptador de hule para kitasato	1
Embudo de filtración de vidrio fritado porosidad S2 (etiqueta blanca)	1
Embudo de filtración de vidrio fritado porosidad S3 (etiqueta naranja).	1
Beaker de vidrio, 50 cm ³ , con placa Petri como tapa.	1
Beaker de vidrio, 150 cm ³ .	1
Capilar graduado para TLC, 5 µl.	3
Bolsa con 5 tiras de papel pH y 1 escala de pH.	1
Bolsa con 2 placas para TLC.	1
Pipeta pasteur de vidrio	4
Bulbo de goma	1
Vial de vidrio etiquetado: Student code B , para el producto de la reacción del haloformo.	1
Vial de vidrio etiquetado: Student code C para el producto de la reacción con el reactivo de Bradley.	1

Para el Problema P2 (en la canasta verde a menos que se diga lo contrario)

Equipo personal	Cantidad
Cronómetro	1
Termómetro digital y tarjeta con su constante de calibración	1
Balón volumétrico, 50 cm ³	1
Pipeta de bulbo, 5 cm ³ (mesa, en el soporte para pipetas)	1
Pipeta graduada, 5 cm ³ (mesa, en el soporte para pipetas)	3
Pipeta graduada, 1 cm ³ (mesa, en el soporte para pipetas)	2



Bote plástico etiquetado H₂O₂ dil. Para disolución de stock de H ₂ O ₂ diluido, 50 cm ³	1
Bote plástico etiquetado Cys dil. Para disolución de stock de cysteine.HCl diluido, 50 cm ³	1
Tubo de ensayo negro de plástico, 15 cm ³	1
Tubo de centrifuga sin tapa, 1.5 cm ³	1
Beaker plástico, 25 cm ³	1
Matraz Erlenmeyer, 100 cm ³	1

Para Problema P3 (en la canasta gris a menos que se diga lo contrario)

Equipo personal	Cantidad
Soporte universal (mesa) with: Hoja de papel blanca Pinza para bureta Bureta, 25 cm ³	1 (de cada uno)
Pipeta volumétrica, 50 cm ³ (mesa, en soporte para pipetas)	1
Pipeta volumétrica, 10 cm ³ (mesa, en soporte para pipetas)	1
Embudo de vidrio	1
Probeta, 5 cm ³	1
Balón de fondo plano, 250 cm ³	2
Matraz Erlenmeyer, 250 cm ³	1
Embudo de filtración de vidrio fritado porosidad S1 (etiqueta azul)	1
Beaker de vidrio, 100 cm ³	2
Beaker de vidrio, 250 cm ³	1
Pipeta Pasteur plástica, boquilla angosta, no graduada.	2
Pipeta Pasteur plástica, boquilla gruesa, graduada.	1
Bolsa con 5 tiras de papel pH y 1 escala de pH.	1
Bolsa con 5 tiras de papel absorbente.	1
Bote plástico para descarte Waste catex (mesa)	1

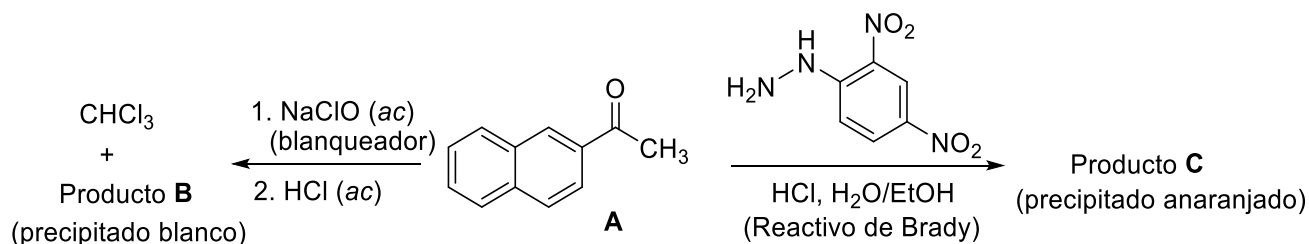


Problema	Pregunta	1.1	1.2	Rendimiento	p.f	Total
Experimental P1	Puntaje	4	16	20	10	50
14% del total	Calificación					

Problema P1. Reacción del Haloformo con blanqueador

Las reacciones de identificación se han utilizado como métodos de identificación de grupos funcionales de compuestos desconocidos. En este problema, explorarás dos ejemplos de reacciones de identificación a escala preparativa, partiendo de (2-naftil)etana (A, 2-acetonaftona):

- La reacción del haloformo es una transformación típica de metilcetonas que reaccionan con una solución básica de un hipohaluro para dar un ácido carboxílico (producto B) y un haloformo (trihalometano).
- La reacción del reactivo de Brady (solución ácida de 2,4-dinitrofenilhidrazina) con el grupo carbonilo de un aldehído o cetona, resulta en la formación de una hidrazona anaranjada que precipita del medio de reacción (producto C).



P1.1 Dibuja las estructuras de los productos B y C.

Producto B	Producto C
------------	------------

Notas:

- El puntaje total otorgado se basará en los valores de los R_f de los compuestos A y B calculados a partir de la placa 1 de TLC, y en la calidad y cantidad de los productos entregados B y C.
- La calidad de tus productos se calificará a partir de la TLC y los puntos de fusión.
- La cantidad de hipoclorito que se te ha entregado no es suficiente para convertir la totalidad del reactivo A en el producto B. Deberás recuperar el reactivo A sin reaccionar por una extracción



ácido-base y aislarlo luego de la reacción con el reactivo de Brady, como la hidrazona **C**. La calificación se basará en el rendimiento combinado de los productos **B** y **C**.

Procedimiento

I. Reacción del Haloformo

1. Enciende el agitador y ajusta la velocidad en 540 rpm. Sumerge el sensor de temperatura en el baño hasta llegar casi al fondo, sosteniendo el cable con la pinza superior y ajusta la temperatura en 80 °C.
2. Transfiere los 0.500 g de 2-acetonaftona del vial rotulado **Reactant A** al balón que contiene el agitador magnético. Mide 3 cm³ de etanol (del frasco lavador) en una probeta y úsalo para transferir cuantitativamente al balón el reactivo **A** remanente, usando una pipeta Pasteur de vidrio.
3. Ubica el balón en el baño de agua caliente. Conecta un condensador de reflujo (no es necesaria la conexión del agua) y asegúralo en la parte superior con una pinza grande, como se muestra en la Figura 1. Deja que el compuesto **A** se disuelva con agitación.

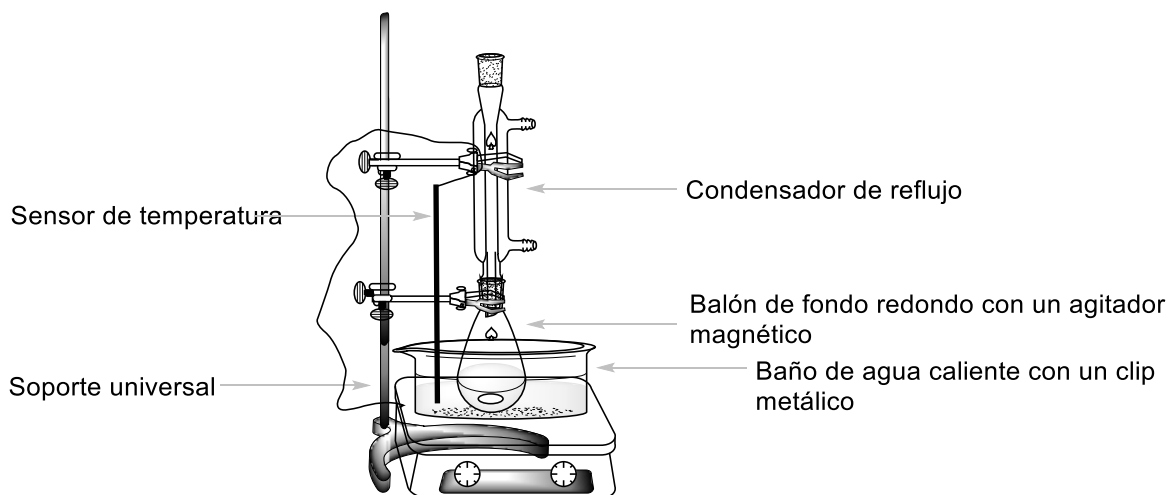


Figura 1. Montaje de equipo para el calentamiento de la mezcla de reacción en un baño de agua.

4. Cuando la temperatura del baño alcance los 75 °C, agrega lentamente toda la solución de NaClO (**Bleach**) a la mezcla de reacción por la parte superior del condensador, usando un embudo de vidrio pequeño. Calienta la mezcla de reacción entre 75-80°C bajo agitación durante 60 minutos.
5. Apaga el calentamiento del hotplate. Afloja un poco la pinza superior y levanta el balón, retirándolo del baño de agua caliente. (*¡Precaución!* Toca sólo las pinzas, el balón está caliente). Deja enfriar la mezcla durante 15 minutos.

II. Tratamiento de la mezcla de reacción.

1. Ubica la ampolla de separación en el aro metálico y un Erlenmeyer no esmerilado de 50 cm³ por debajo. Usando un embudo de vidrio, coloca la mezcla de reacción enfriada en la ampolla. Retira el agitador magnético del embudo usando pinzas. Mide 5 cm³ de acetato de etilo (**EtOAc**) y úsalos para enjuagar el balón de reacción. Agrega los líquidos de lavado a la ampolla usando una pipeta Pasteur de vidrio.



- Realiza la extracción. Deja que las fases se separen. Recoge la fase acuosa en el Erlenmeyer de 50 cm³ no esmerilado. Usando un embudo de vidrio pequeño, coloca la fase orgánica a través del cuello superior en el matraz Erlenmeyer de 25 cm³. ¡Conserva ambas fases!
- Usando un embudo pequeño, coloca la fase acuosa del Erlenmeyer de 50 cm³ en la ampolla. Mide otros 5 cm³ de acetato de etilo y repite la extracción (paso N° II.2). Combina las fases orgánicas en el Erlenmeyer de 25 cm³. ¡Conserva ambas fases!
- Prepara la placa de TLC. Verifícala antes de usar. Las placas dañadas sin usar se reemplazarán si lo solicitas, sin penalización. Usa un lápiz para dibujar la línea de siembra y marca las posiciones para sembrar las muestras. Escribe el número **1** en un círculo y tu código de estudiante en la parte superior de la placa como se muestra en la Figura 2. Disuelve la muestra de 2-acetonaftona que está en el vial (**Standard A**) en aprox. 2 cm³ de etanol (aproximadamente 1 pipeta Pasteur de vidrio llena). Marca las tres posiciones para sembrar y llámalas **A**, **O1** y **O2**. Siembra 1 μl (1 marca del capilar de 5 μl para sembrar) de la muestra **Standard A** y de las fases orgánicas combinadas del paso II.3 (**O1**). Sembrarás **O2** más tarde.

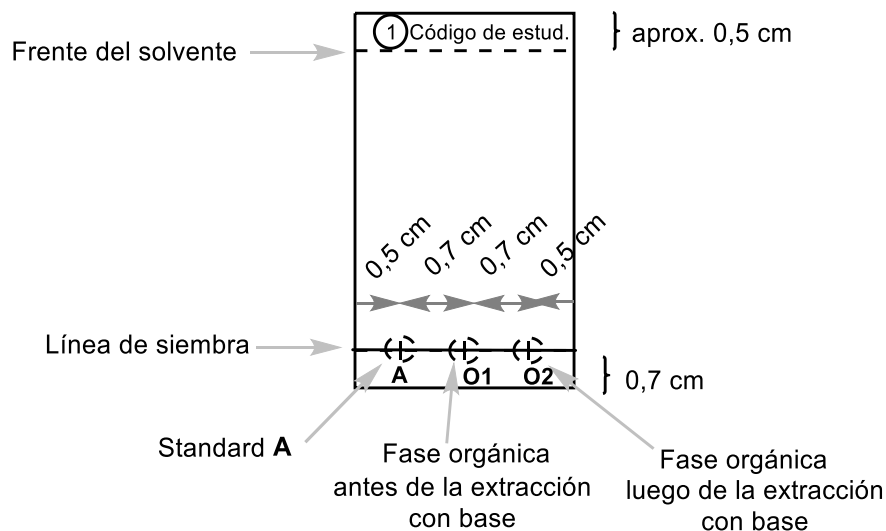


Figura 2. Instrucciones para la preparación de la placa de TLC

- Extrae las fases orgánicas combinadas dos veces con 5 cm³ de solución de Na₂CO₃ 5%. Recoge la fase acuosa en el mismo Erlenmeyer de 50 cm³ sin esmeril, que contiene la fase acuosa de la primera extracción.
- Lava la fase orgánica en la ampolla con 5 cm³ de agua desionizada. Agrega la fase acuosa a los extractos acuosos combinados. Transfiere la fase orgánica (**O2**) a través de la parte superior de la ampolla a un Erlenmeyer esmerilado de 50 cm³. Siembra 1 μl de la solución **O2** en la placa de TLC preparada en el paso II.4 (Placa 1).
- Realiza el análisis por TLC. Toma un vaso de precipitados de 50 cm³ y agrega 2 cm³ del solvente de elución (**TLC eluent**). Introduce la placa de TLC, cubre el beaker con la placa de Petri y deja que el solvente llegue hasta aproximadamente 0.5 cm por debajo del tope de la placa. Usando pinzas, retira la placa, marca la línea del solvente y deja secar la placa al aire. Ubica la placa de TLC bajo la lámpara UV que está en la cámara de extracción de gases. Haz un círculo con un lápiz sobre todas las manchas que se observan y calcula el valor del R_f del reactivo **A** y del producto **B**. Guarda la placa TLC en la bolsa plástica.



Nota 1: El producto **B** puede correr con cola en la placa de TLC. Por lo tanto, evita sembrar una cantidad excesiva de muestra.

Nota 2: En algunos casos, se pueden ver dos manchas adicionales de muy baja intensidad correspondientes a productos secundarios, en las fases orgánicas combinadas **O1** y **O2**. En ese caso, calcula el valor del R_f de las manchas más intensas.

Nota 3: Si la fase orgánica **O2** todavía contiene tanto material de partida **A** como producto **B**, repite la extracción con solución de Na_2CO_3 y agua (pasos No. II.5 y II.6). En este caso, realiza otra placa de TLC luego de esta extracción (Placa 2), sembrando solamente el standard de **A** y la fase orgánica **O2**. Marca esta placa con el número **2** encerrado en un círculo y tu código de estudiante en la parte superior de la placa. Usa eluyente fresco para realizar la placa de TLC 2.

P1.2 Responde las siguientes preguntas sobre tu/s placa/s. A partir de la Placa 1, calcula los valores de los R_f del standard **A** y del producto **B**. Expresa los resultados con 2 cifras decimales.

Basándose en el análisis por TLC, tu fase orgánica O1 contiene:	
	SI NO
Material de partida A	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Producto B	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Basándose en el análisis por TLC, tu fase orgánica final O2 contiene:	
	SI NO
Material de partida A	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Producto B	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Cálculo del $R_f(\mathbf{A})$	
$R_f(\mathbf{A}) =$	
Cálculo del $R_f(\mathbf{B})$	
$R_f(\mathbf{B}) =$	

III. Reacción con el reactivo de Brady

Atención: ¡Usa guantes! El reactivo de Brady tiñe la piel y todas las superficies. ¡Lava cualquier gota inmediatamente con etanol! Cambia tus guantes si es necesario.

Calienta el baño de agua previamente a 80 °C. Introduce el agitador magnético en el Erlenmeyer esmerilado de 50 cm³ que contiene la fase orgánica **O2** del paso II.6 y agrega 0.300 g de 2,4-dinitrofenilhidrazina (**DNPH**). En una probeta mide 10 cm³ de etanol. Usando una pipeta Pasteur de vidrio, enjuaga el vial de vidrio con 5 × 2 cm³ de etanol, para transferir toda la **DNPH** al Erlenmeyer. Ubica el Erlenmeyer en el baño de agua caliente y ajusta el condensador previamente enjuagado con etanol (en condiciones similares a las de la Figura 1). Por el extremo superior del refrigerante, agrega 3 cm³ de HCl 20%, usando un embudo, y agita la mezcla de reacción a 80 °C durante 2 minutos. Empezarán a formarse finos cristales anaranjados del producto **C**. Luego, apaga el calentamiento del hotplate. Levanta el balón de reacción por encima del baño de agua (*¡Precaución!*



Sólo toca las pinzas, el balón está caliente). Deja que la mezcla de reacción se enfríe durante 15 minutos y luego ubícala en un baño de agua fría (preparado con agua fría del grifo en un vaso de 150 cm³).

IV. Aislamiento de los productos

1. Chequea el pH de la fase acuosa combinada del paso No. II.6. Acidifícala agregando cuidadosamente solución de HCl 20%, agitando la mezcla con una varilla de vidrio (aprox. se necesitarán 2 cm³ de la solución de HCl), hasta llegar a pH = 2 (chequea con papel pH). Se formará un precipitado blanco del producto **B**.
2. Arma un aparato de filtración al vacío (Figura 3) usando un embudo de vidrio fritado de porosidad **S2** (con una marca blanca) y asegúralo a un soporte con una pinza de extensión pequeña. Conecta el kitasato a la fuente de vacío. Coloca la suspensión del producto **B** (paso No. IV.1) dentro del embudo fritado, deja que el sólido decante y abre la válvula de vacío. *Precaución:* avisa al asistente de laboratorio antes y después de manipular la válvula. Lava el sólido con 6 cm³ de agua desionizada, hasta que el pH del líquido filtrado sea aproximadamente 6. Deja bajo succión el precipitado durante 5 minutos para secar un poco el producto. Desconecta la fuente de vacío. Usa la espátula para transferir el producto blanco B a un vial de vidrio rotulado **Student code B** y déjalo descubierto sobre la mesa para que se seque. Descarta el líquido filtrado en el lavado y lava el kitasato.

Nota: ¡Sé cuidadoso y no raspes el vidrio fritado sobre tu producto!

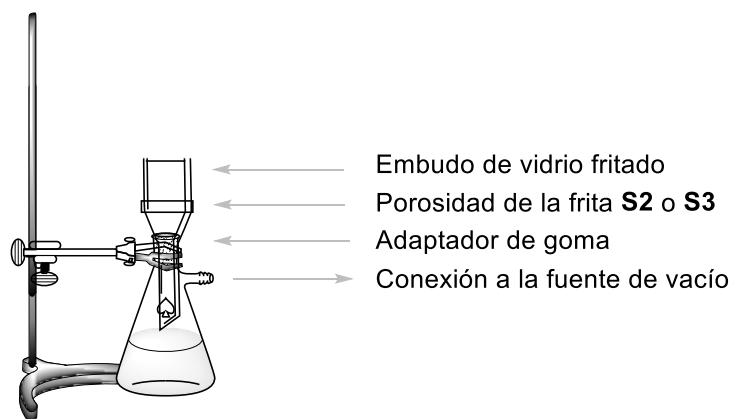


Figure 3. Montaje del equipo de filtración al vacío.

3. Arma un aparato de filtración al vacío usando un embudo de vidrio fritado de porosidad **S3** (con una marca anaranjada), de manera similar al punto IV.2. Vierte la suspensión del producto **C** (paso No. III) en el embudo fritado, espera un minuto y abre la válvula de vacío. **NO** agites o raspes el sólido con la espátula mientras filtras o lavas porque el sólido puede pasar a través del filtro. Lava el precipitado tres veces con 5 cm³ de etanol (15 cm³ en total) hasta alcanzar pH neutro en las gotas del filtrado. Deja el sistema bajo succión de aire durante 5 minutos. Desconecta la fuente de vacío. Usa la espátula para transferir el producto C anaranjado a un vial de vidrio rotulado **Student code C** y déjalo descubierto sobre la mesa para que se seque. Deposita el filtrado en la botella rotulada **Organic waste**.

Nota: Si el producto atraviesa el vidrio fritado, filtra la suspensión una vez más. Si el producto sigue atravesando el filtro, llama al asistente del laboratorio.



Tu asistente de laboratorio se llevará los siguientes ítems y firmará tu hoja de respuestas:

- Viales de vidrio rotulados **Student code B** y **C** con tus productos
- Las placas de TLC en una bolsa plástica rotulada con tu código de estudiante (**Student code**).

Ítems entregados:

Producto **B**

Producto **C**

Placa de TLC 1

Placa de TLC 2 (opcional)

Firmas:

Student

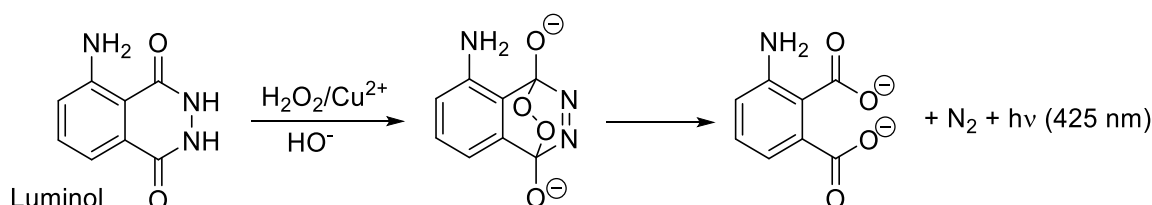
Lab assistant



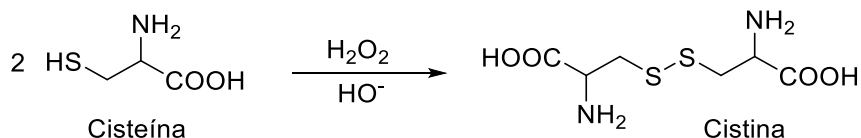
Problema Práctico P2	Pregunta	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	Total
	13% del total	Puntaje	30	30	7	3	4	6
	Calificación							

Problema P2. Una reacción de reloj brillante

El luminol es una fuente bien conocida de quimioluminiscencia. En presencia de un catalizador redox adecuado, por ejemplo, Cu^{2+} , puede reaccionar con agentes oxidantes, más comúnmente H_2O_2 , formando productos en estados electrónicos excitados. Estos liberan el exceso de energía mediante la emisión de luz azul:



El procedimiento puede convertirse en una reacción de reloj, en la cual la luz aparece después de un cierto tiempo de inducción. Al agregar cisteína, el Cu(II) se reduce a Cu(I) y se captura en un complejo de Cu(I) -cisteína, que no facilita la oxidación del luminol. Sin embargo, la inhibición es solo temporal. Un ciclo de reacciones alimentadas por H_2O_2 conduce a la oxidación gradual de la cisteína:



Finalmente, toda la cisteína se consume, el Cu(I) se reoxida a Cu(II) y se restablece su actividad catalítica. Esto es indicado por un flash de quimioluminiscencia azul. El tiempo que tarda el flash en aparecer puede usarse para estudiar las velocidades de oxidación de la cisteína catalizada por Cu .

Procedimiento

Precaución: ¡Mantenga siempre todas sus disoluciones y pipetas lejos de los hotplates!

Los cambios de temperatura razonables no son un problema, ya que los resultados se evaluarán en función de las temperaturas reales de reacción que usted reporte. No perderá ningún punto si sus datos se registran a diversas temperaturas. Sin embargo, debe evitar el calor excesivo, por ejemplo, al colocar las disoluciones o las pipetas cerca de un hotplate.

Nota: Reporte todos los valores con el número de cifras significativas o cifras decimales solicitadas. El redondeo excesivo puede hacer que sea imposible distinguir una respuesta correcta de una respuesta incorrecta.



Estructura general del procedimiento

En la Parte I, usted diluirá dos disoluciones de stock que se proporcionan como concentradas. En la Parte II, medirá los tiempos de reacción de la reacción de reloj para dos sets con concentraciones diferentes, como se define en la tabla a continuación:

	Volumen en el tubo de ensayo negro			En el tubo de centrifuga	
	Agua	Luminol en NaOH	Cys dil.	Cu	H ₂ O ₂ dil.
Conc. set #1	3.00 cm ³	2.50 cm ³	3.30 cm ³	0.50 cm ³	0.70 cm ³
Conc. set #2	3.30 cm ³	2.50 cm ³	3.30 cm ³	0.50 cm ³	0.40 cm ³

Se recomienda que antes de comenzar a medir los datos que le serán evaluados, debe familiarizarse con el procedimiento en una prueba inicial.

Debido a que la velocidad de reacción depende de la temperatura, debe registrar las temperaturas reales en todas las repeticiones. Las temperaturas en las mezclas de reacción se deben medir INMEDIATAMENTE DESPUÉS de haber registrado el tiempo de reacción requerido para producir el flash azul.

En el análisis de datos, cada temperatura registrada en la pantalla del termómetro debe corregirse sumando la constante de calibración del termómetro. Esta constante está impresa en un pedazo de papel en la cesta para el problema 2.

Luego, cada tiempo de reacción $t(x\text{ °C})$ observado a $x\text{ °C}$ (corregido) se debe convertir al tiempo $t(25\text{ °C})$ que sería observado a 25 °C . Esta normalización de los tiempos de reacción a 25 °C es una simple multiplicación de $t(x\text{ °C})$ con un coeficiente de normalización $n_{x \rightarrow 25}$:

$$t(25\text{ °C}) = n_{x \rightarrow 25} t(x\text{ °C})$$

Los valores de los coeficientes de reacción $n_{x \rightarrow 25}$ correspondientes a diversas temperaturas se enumeran en la tabla P2 al final del problema.

I. Dilución de las disoluciones de stock concentradas

Las disoluciones de H₂O₂ (2.00 mol dm⁻³) y cisteína (0.100 mol dm⁻³) se proporcionan de forma concentrada, rotuladas como **H₂O₂ conc.** y **Cys conc.** Usando la pipeta volumétrica de 5 cm³ y el balón volumétrico de 50 cm³, diluya 5.00 cm³ de cada una a 50.00 cm³ con agua desionizada y almacene las disoluciones diluidas en los botes marcados como **H₂O₂ dil.** y **Cys dil.**

Para medir los volúmenes de las disoluciones en los siguientes pasos, asigne una pipeta graduada para cada uno de los botes. Las pipetas de 5 cm³ son para **Luminol in NaOH**, **Cys dil.**, y **Water**. Las pipetas de 1 cm³ son para **Cu** (2.00 mmol dm⁻³) y **H₂O₂ dil.**



II. Procedimiento de la reacción de reloj

Nota: Lea la sección II completamente antes de iniciar el experimento.

1. Coloque el tubo de ensayo negro dentro del matraz Erlenmeyer que sirve como soporte. Con las pipetas asignadas, cargue el tubo de ensayo con los volúmenes prescritos de **Water**, **Luminol in NaOH** y la disolución **Cys dil.**
2. Coloque el tubo de centrifuga pequeño dentro del beaker de plástico pequeño y cárguelo con los volúmenes prescritos de las disoluciones de **Cu** y **H₂O₂ dil.**
3. **Sin demora alguna**, inserte el tubo de centrifuga pequeño dentro del tubo de ensayo negro, **suavemente**, ¡**sin mezclar** las dos soluciones!
4. Cierre el tubo de ensayo con su tapa rosca. Asegúrese de que el tubo esté bien cerrado, porque lo sacudirá. *Precaución:* **No fuerce la tapa más allá de su punto final**, ya que el tubo comenzará a gotear. Si esto sucede, debe solicitar un reemplazo inmediatamente (Aplican reglas de penalización).
5. Tenga el cronómetro listo en su mano, en el modo de toma de tiempo (timing mode). En el momento en que comience a sacudir el tubo de ensayo, comience a medir el tiempo. Debe agitar vigorosamente durante los primeros 10 segundos, para que las dos disoluciones se mezclen perfectamente. Es crucial que no reduzca el tiempo de agitación.
6. Vuelva a colocar el tubo de ensayo en el matraz Erlenmeyer, abra la tapa y observe de cerca la disolución. Puede ayudarle el cubrirlo de la luz con sus manos. Eventualmente, verá un flash de luz azul a través de toda la disolución. En ese momento, detén el tiempo.
7. Inmediatamente, inserte el sensor de metal del termómetro digital en el tubo de ensayo negro. Espere a que la lectura se estabilice (típicamente 10-30 s) y registre el tiempo de reacción y la temperatura de reacción.
8. Con unas pinzas, retire el tubo de centrifuga pequeño del tubo de ensayo negro. Después de cada experimento, vacíe y lave ambos tubos y séquelos con toallitas de papel.

Medición de datos y su evaluación

- P2.1 En la siguiente tabla, registre sus resultados experimentales para el set de concentración #1. A la temperatura mostrada, agregue la constante de calibración del termómetro. Busque el valor del coeficiente de normalización $n_{x \rightarrow 25}$ para cada temperatura en la Tabla P2 y calcule los tiempos de reacción normalizados a 25 °C. En el caso improbable de que sus temperaturas no estén enumeradas en la Tabla P2, obtenga el valor de $n_{x \rightarrow 25}$ del asistente de laboratorio.

Nota: Al igual que en una titulación, la tolerancia para los valores correctos es de $\pm 0.1 \text{ cm}^3$; la tolerancia para los valores correctos de los tiempos normalizados para el set de concentración #1 es de $\pm 2.3 \text{ s}$.

(Use tantas repeticiones como considere necesarias, no necesita completar todas las filas. Los puntos se otorgarán únicamente por el valor aceptado).



	Réplica	Tiempo de reacción [s] 1 cifra decimal	Temperatura mostrada [°C] 1 cifra decimal	Temperatura corregida [°C] 1 cifra decimal	Tiempo de reacción normalizado a 25 °C [s] 3 cifras significativas
Conc. set #1	1				
	2				
	3				
	Valor aceptado para el tiempo de reacción normalizado para el set de concentración #1				

P2.2 En la siguiente tabla, registre sus resultados experimentales, la temperatura corregida y calcule los tiempos de reacción normalizados a 25 °C para el set de concentración #2.

Nota: Al igual que en una titulación, la tolerancia para los valores correctos es de $\pm 0.1 \text{ cm}^3$; la tolerancia para los valores correctos de los tiempos normalizados para el set de concentración #2 es de $\pm 3.0 \text{ s}$.

(Use tantas repeticiones como considere necesarias, no necesita completar todas las filas. Los puntos se otorgarán únicamente por el valor aceptado).

	Réplica	Tiempo de reacción [s] 1 cifra decimal	Temperatura mostrada [°C] 1 cifra decimal	Temperatura corregida [°C] 1 cifra decimal	Tiempo de reacción normalizado a 25 °C [s] 3 cifras significativas
Conc. set #2	1				
	2				
	3				
	Valor aceptado para el tiempo de reacción normalizado para el set de concentración #2				

P2.3 Basándose en el procedimiento y en las concentraciones de las disoluciones de stock (especificadas en la lista de sustancias químicas y en la Parte I del Procedimiento), calcule las concentraciones iniciales de cisteína, cobre y H_2O_2 en ambos sets de concentraciones.



Expresa los tiempos de reacción aceptados (t_1 y t_2) de P2.1 y P2.2 en minutos y calcule las velocidades de reacción correspondientes (v_1 y v_2), expresadas como las velocidades del consumo de la concentración de cisteína, en $\text{mmol dm}^{-3} \text{min}^{-1}$. Puede suponer que la velocidad de consumo de cisteína durante la reacción es constante.

Si no puede encontrar la respuesta, use el valor de velocidad de reacción 11.50 para el conc. set #1, y 5.500 para el conc. set #2.

	Concentraciones iniciales [mmol dm ⁻³] 3 cifras significativas			Tiempo de reacción aceptado [min] 4 cifras significativas	Velocidad de reacción [mmol dm ⁻³ min ⁻¹] 4 cifras significativas
	Cisteína	Cobre [Cu]	H ₂ O ₂		
Conc. set #1					
Conc. set #2					

P2.4 Asumiendo que la ecuación de velocidad puede expresarse como:

$$v = k [\text{H}_2\text{O}_2]^p$$

usa tus datos experimentales para calcular el orden de reacción parcial p con respecto al H₂O₂. Escribe abajo tu respuesta con dos cifras decimales y muestra tus cálculos.

Respuesta:	$p =$
Cálculos:	

Una expresión de la ley de velocidad para el consumo de la cisteína más cercana a la realidad es más complicada y toma la siguiente forma:

$$v = k_1[\text{H}_2\text{O}_2][\text{Cu}] + k_2[\text{Cu}]$$

P2.5 Usando los datos de P2.3, evalúe la dependencia de v con respecto a [H₂O₂] como una función lineal para encontrar la pendiente y el intercepto. Escriba ambas respuestas con 4 cifras significativas. Si no puede encontrar la respuesta, use el valor de 11.50 para a y b .



Respuestas (No incluya los cálculos, pero sí incluya las unidades):

$$v = a[\text{H}_2\text{O}_2] + b$$

$$a =$$

$$b =$$

P2.6 Use los valores numéricos de P2.5 para evaluar las constantes de velocidad k_1 y k_2 . Escriba sus valores con 3 cifras significativas.

Respuestas (incluyendo unidades):

$$k_1 =$$

$$k_2 =$$

Cálculos:



Tabla P2. Coeficientes de normalización $n_{x \rightarrow 25}$ para convertir los tiempos de reacción medidos a diversas temperaturas en tiempos que representan las reacciones a 25.0 °C.

Temp. °C	Set #1	Set #2
22.0	0.8017	0.8221
22.1	0.8076	0.8274
22.2	0.8135	0.8328
22.3	0.8195	0.8382
22.4	0.8255	0.8437
22.5	0.8316	0.8492
22.6	0.8377	0.8547
22.7	0.8438	0.8603
22.8	0.8500	0.8659
22.9	0.8563	0.8715
23.0	0.8626	0.8772
23.1	0.8690	0.8829
23.2	0.8754	0.8887
23.3	0.8818	0.8945
23.4	0.8884	0.9004
23.5	0.8949	0.9063
23.6	0.9015	0.9122
23.7	0.9082	0.9182
23.8	0.9149	0.9242
23.9	0.9217	0.9303
24.0	0.9285	0.9364
24.1	0.9354	0.9425
24.2	0.9424	0.9487
24.3	0.9494	0.9550
24.4	0.9564	0.9613
24.5	0.9636	0.9676
24.6	0.9707	0.9740
24.7	0.9780	0.9804
24.8	0.9852	0.9869
24.9	0.9926	0.9934
25.0	1.0000	1.0000
25.1	1.0075	1.0066
25.2	1.0150	1.0133
25.3	1.0226	1.0200
25.4	1.0302	1.0268
25.5	1.0379	1.0336
25.6	1.0457	1.0404

Temp. °C	Set #1	Set #2
25.7	1.0536	1.0474
25.8	1.0614	1.0543
25.9	1.0694	1.0613
26.0	1.0774	1.0684
26.1	1.0855	1.0755
26.2	1.0937	1.0827
26.3	1.1019	1.0899
26.4	1.1102	1.0972
26.5	1.1186	1.1045
26.6	1.1270	1.1119
26.7	1.1355	1.1194
26.8	1.1441	1.1268
26.9	1.1527	1.1344
27.0	1.1614	1.1420
27.1	1.1702	1.1497
27.2	1.1790	1.1574
27.3	1.1879	1.1651
27.4	1.1969	1.1730
27.5	1.2060	1.1809
27.6	1.2151	1.1888
27.7	1.2243	1.1968
27.8	1.2336	1.2049
27.9	1.2430	1.2130
28.0	1.2524	1.2212
28.1	1.2619	1.2294
28.2	1.2715	1.2377
28.3	1.2812	1.2461
28.4	1.2909	1.2545
28.5	1.3008	1.2630
28.6	1.3107	1.2716
28.7	1.3207	1.2802
28.8	1.3307	1.2889
28.9	1.3409	1.2976
29.0	1.3511	1.3064
29.1	1.3615	1.3153
29.2	1.3719	1.3243
29.3	1.3823	1.3333

Temp. °C	Set #1	Set #2
29.4	1.3929	1.3424
29.5	1.4036	1.3515
29.6	1.4143	1.3607
29.7	1.4252	1.3700
29.8	1.4361	1.3793
29.9	1.4471	1.3888
30.0	1.4582	1.3983
30.1	1.4694	1.4078
30.2	1.4807	1.4175
30.3	1.4921	1.4272
30.4	1.5035	1.4369
30.5	1.5151	1.4468
30.6	1.5267	1.4567
30.7	1.5385	1.4667
30.8	1.5503	1.4768
30.9	1.5623	1.4869
31.0	1.5743	1.4972
31.1	1.5865	1.5075
31.2	1.5987	1.5179
31.3	1.6111	1.5283
31.4	1.6235	1.5388
31.5	1.6360	1.5495
31.6	1.6487	1.5602
31.7	1.6614	1.5709
31.8	1.6743	1.5818
31.9	1.6872	1.5927
32.0	1.7003	1.6038
32.1	1.7135	1.6149
32.2	1.7268	1.6260
32.3	1.7402	1.6373
32.4	1.7536	1.6487
32.5	1.7673	1.6601
32.6	1.7810	1.6716
32.7	1.7948	1.6833
32.8	1.8087	1.6950
32.9	1.8228	1.7068
33.0	1.8370	1.7186



Problema práctico 3 13% del total	Pregunta	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	
	Puntaje	3	20	2	2	16	
	Calificación						
	Pregunta	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	Total
	Puntaje	4	20	2	4	2	75
	Calificación						

Problema P3. Identificación de agua mineral

Se han registrado muchas fuentes de aguas minerales y termales en Eslovaquia. A diario se venden aguas minerales de composición balanceada con contenido natural o modificado de dióxido de carbono. Estas aguas no contienen nitritos, nitratos, fosfatos, fluoruros ni sulfuros y están libres de hierro y manganeso.

La concentración en masa de los iones más importantes se detalla en el envase.

Su tarea será identificar la marca (según la Tabla P3.1) de su muestra de agua mineral.

Nota: El CO₂ fue eliminado de la muestra.

Tabla P3.1. Concentración en masa de iones en algunas aguas minerales de Eslovaquia. (Como es detallado por el fabricante.)

No.	Marca	Concentración en masa del ion, mg dm ⁻³						
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
1	Kláštorná	290	74	71	16	15	89	1 341
2	Budišská	200	50	445	50	25	433	1 535
3	Baldovská	378	94	90	0	78	215	1 557
4	Santovka	215	67	380	45	177	250	1 462
5	Slatina	100	45	166	40	104	168	653
6	Fatra	45	48	550	16	36	111	1 693
7	Ľubovnianka	152	173	174	5	10	20	1 739
8	Gemerka	376	115	85	0	30	257	1 532
9	Salvator	473	161	214	30	116	124	2 585
10	Brusnianka	305	101	187	35	59	774	884
11	Maxia	436	136	107	18	37	379	1 715

**Notas:**

- Use los símbolos propuestos para la presentación de sus cálculos.
- Se le proporcionará una resina activada de intercambio catiónico (**Catex**) en su forma ácida H^+ . Use la pipeta Pasteur de boquilla ancha para transferirla. Usted puede añadir más agua desionizada a la resina si es necesario (la resina siempre debe estar húmeda).
- Concentraciones de las soluciones estándar:
 $c(NaOH) = 0.2660 \text{ mol dm}^{-3}$ $c(EDTA) = 5.965 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

Procedimiento

1.a Mida 5.00 cm^3 de catex en la probeta (volumen V_1). Luego empleando agua desionizada asegúrese de transferir cuantitativamente este volumen en el balón de fondo plano. Añada la cantidad adecuada de agua desionizada que permita que la suspensión pueda ser bien agitada y que se pueda observar el color de la disolución sobre el catex.

1.b Añada 3–4 gotas del indicador azul de bromotimol (**BTB**) y aproximadamente 1 g (media cuchara) de NaCl sólido. Cuando el NaCl se disuelva, titule toda la suspensión con la solución estándar de hidróxido de sodio (volumen V_2) de amarillo a azul. Cerca del punto de equivalencia, titule lentamente y agite bien de modo que cualquier analito al interior del esqueleto del catex pueda difundirse en la solución. Repita el experimento si lo cree necesario.

1.c Después de la titulación, decante y descarte la mayor parte de la solución acuosa sobre el catex en el balón de fondo plano y transfiera la suspensión restante al recipiente de desechos (**Waste catex**).

P3.1 Escriba todas las reacciones químicas que ocurren la etapa 1. Use R–H como la fórmula para el catex en su forma ácida H^+ y HInd para el indicador.





P3.2 Complete los valores experimentales y el valor aceptado para la etapa 1 en la tabla.

(No necesitas llenar todas las filas.)

Analysis No.	Volumen de Catex V_1 [cm ³]	NaOH consumido V_2 [cm ³]
1	5.00	
2		
3		
Valor aceptado V_2 4 cifras significativas		

P3.3 Usando el valor aceptado de V_2 , calcule la capacidad de intercambio iónico de la resina $Q_V(\text{H}^+)$ en mmol cm⁻³.

Cálculos:

Si usted no pudo encontrar el valor de $Q_V(\text{H}^+)$, utilice 1.40 mmol cm⁻³ para sus cálculos siguientes

- 2.a Usando una probeta, mida 5.00 cm³ de catex (volumen V_3). Transfiera cuantitativamente la cantidad medida de catex al beaker de 250 cm³. Utilizando una pipeta, añada 50.00 cm³ de su muestra (volumen V_4). Agite la muestra ocasionalmente durante 5 minutos. Luego filtre el catex con el embudo de placa porosa (de porosidad **S1**) utilizando el matraz Erlenmeyer como soporte para el embudo y para coleccionar el filtrado. Y lave con agua desionizada hasta pH neutro (verifique con papel pH). Descarte el filtrado.
- 2.b Usando agua desionizada, transfiera cuantitativamente el catex del embudo de placa porosa al balón de fondo plano.
- 2.c Añada 3–4 gotas de indicador azul de bromotimol y aproximadamente 1 g (media cuchara) de NaCl sólido y titule la suspensión con disolución estándar de hidróxido de sodio (volumen V_5) de amarillo a azul. Repita el experimento si lo considera necesario.
- 2.d Luego de la titulación, decante y descarte la mayor parte de la solución acuosa que está sobre el catex en el balón de fondo plano y transfiera la suspensión restante al recipiente de desechos (**Waste catex**).

P3.4 Escriba las ecuaciones para las reacciones de intercambio iónico. Los iones monovalentes y divalentes deberán ser representados por M^+ and M^{2+} , respectivamente.



3. Mida con la pipeta 10.00 cm^3 (V_6) de la muestra y colóquela en el balón de fondo plano. Añada aprox. 25 cm^3 de agua desionizada y ajuste el pH agregando 3 cm^3 de solución buffer. Agregue indicador negro de eriocromo T (**EBT**, con la punta de la espátula) y titule con la disolución estándar de EDTA de rojo vino a azul (V_7).

P3.7 Complete los valores experimentales y el valor aceptado de la etapa 3 en la tabla.

(No necesita llenar todas las filas)

Análisis No.	Volumen de muestra V_6 [cm^3]	EDTA consumido, V_7 [cm^3]
1	10.00	
2		
3		
Valor aceptado V_7 4 cifras significativas		

- P3.8 Para el volumen aceptado de V_7 , calcule la concentración molar de cationes M^{2+} en el agua mineral, $c(M^{2+})$ en mmol dm^{-3} .

Cálculos:

Si no pudo encontrar el valor $c(M^{2+})$, utilice $15.00 \text{ mmol dm}^{-3}$ para siguientes cálculos.

4. Utilice la Tabla P3.2 en el siguiente procedimiento de identificación.

- P3.9 En la Tabla P3.2, escriba los valores experimentales encontrados en las preguntas P3.6 y P3.8 y chequee (✓) todas las líneas que presenten una semejanza aproximada ($\pm 10\%$) del parámetro encontrado $c(M^{2+})$ y $c^*(M^+)$ con los datos de la tabla.



Tabla P3.2

Agua mineral		Datos del fabricante			Comparación con el experimento	
No.	Marca	$c(M^{2+})$ [mmol dm ⁻³]	$c(M^+)$ [mmol dm ⁻³]	Concentración molar de cationes $c^*(M^+)$ [mmol dm ⁻³]	Conformidad para $c(M^{2+})$	Conformidad para $c^*(M^+)$
Sus valores exp.			XXX		XXX	XXX
1	Kláštorná	10.30	3.50	24.1		
2	Budišská	7.06	20.63	34.7		
3	Baldovská	13.32	3.91	30.5		
4	Santovka	8.13	17.67	33.9		
5	Slatina	4.35	8.25	16.9		
6	Fatra	3.11	24.32	30.5		
7	Ľubovnianska	10.92	7.70	29.5		
8	Gemerka	14.13	3.70	32.0		
9	Salvator	18.46	10.07	47.0		
10	Brusnianska	11.79	9.03	32.6		
11	Maxia	16.50	5.11	38.1		

P3.10 Con base en sus resultados, decida qué marca de agua mineral corresponde a su muestra. Coloque un cheque (✓) en el número(s) del(las) agua(s) mineral(es)

No.		Marca	No.		Marca
1	<input type="checkbox"/>	Kláštorná	7	<input type="checkbox"/>	Ľubovnianska
2	<input type="checkbox"/>	Budišská	8	<input type="checkbox"/>	Gemerka
3	<input type="checkbox"/>	Baldovská	9	<input type="checkbox"/>	Salvator
4	<input type="checkbox"/>	Santovka	10	<input type="checkbox"/>	Brusnianska
5	<input type="checkbox"/>	Slatina	11	<input type="checkbox"/>	Maxia
6	<input type="checkbox"/>	Fatra	12	<input type="checkbox"/>	other



Reactivos y equipos reemplazados

Ítem o incidente	Penalidad	Firma	
		Estudiante	Asistente de Laboratorio
	0 pt		