

Experiment



G0-1

Castellano (Spain)

Instrucciones importantes para este examen:

- Este examen consta de **tres problemas**.
- Antes del inicio del examen práctico, se da la señal **«READ»**. Tienes **15 minutos** para leer el folleto del examen. Durante este tiempo, sólo puedes leer. **No escribas ni utilices la calculadora. No resuelvas ningún problema ni manipules ningún equipo.**
- Podrás empezar a trabajar cuando se dé la señal **«INICIO»**. Dispones de **5 horas** para completar el examen. Puedes realizar las tareas en cualquier orden, pero **ten en cuenta que P1 y P3 conllevan tiempos de espera de 1 h y 20 min**, respectivamente.
- En las preguntas en las que debas marcar la casilla o casillas correctas, **para cambiar tu respuesta inicial, rellena completamente la casilla y dibuja una nueva casilla junto a ella**. Marca la casilla correspondiente a la respuesta que desees dar.
- Cuando sea necesario, **lava el material de vidrio en tu puesto de trabajo** con agua destilada de un frasco lavador, **vertiéndola directamente en el recipiente de residuos líquidos. No se deben utilizar los fregaderos** para lavar el material de vidrio.
- **Debes respetar las normas de seguridad** que figuran en el reglamento de la IChO que se incluye a continuación. **Cualquier incumplimiento de las normas de seguridad puede dar lugar a tu expulsión del laboratorio y a la anulación de tu trabajo en el examen práctico.**

Normas de seguridad

Los alumnos deben respetar las siguientes normas de seguridad. Cualquier alumno que no las cumpla deberá abandonar el examen práctico y podrá recibir una calificación de cero en dicho examen.

- No se permite comer ni beber en el laboratorio. Tampoco se permite masticar chicle.
- Trabaja únicamente en la zona designada. Mantén ordenadas tanto tu zona de trabajo como las zonas comunes.
- No se permiten experimentos no autorizados. No se permite modificar los experimentos.
- Los viales y los frascos con tapón de rosca deben mantenerse cerrados siempre que sea posible.
- No pipetees con la boca. Utiliza siempre una pera de llenado para pipetas.
- Informa inmediatamente a tu asistente de laboratorio de cualquier derrame, rotura de material de vidrio o cualquier accidente.
- Todos los residuos deben eliminarse adecuadamente para evitar la contaminación o lesiones. Deseche las disoluciones en los recipientes debidamente etiquetados. Informe a su asistente de laboratorio cuando alguno de los recipientes esté lleno.
- Está prohibido llevar lentes de contacto o lentillas en el laboratorio. Los alumnos que necesiten corrección visual deben llevar gafas.

En la sala de exámenes prácticos, los alumnos deben llevar:

- pantalones largos u otras prendas que cubran las piernas por completo
- zapatos cerrados
- una bata de laboratorio
- gafas de protección

- guantes al manipular disoluciones y sustancias nocivas o desconocidas
- llevar recogido el pelo largo y/o la barba.

Instrucciones generales

- Todos los resultados y respuestas deben escribirse claramente con bolígrafo **en los espacios previstos para ello en las hojas de respuestas**. Las respuestas escritas fuera de los recuadros correspondientes no se calificarán. En las hojas de preguntas se incluyen algunas figuras para que realices tus cálculos preliminares. Estas no se calificarán. **Asegúrate de copiar tu respuesta definitiva en las hojas de respuestas.**
- **Escribe únicamente** con el bolígrafo que se te ha facilitado en las hojas de respuestas. No utilices el rotulador permanente que se te ha facilitado para escribir tus respuestas y no escribas a lápiz. El rotulador permanente sólo sirve para etiquetar el material de laboratorio. **Utiliza únicamente** la calculadora que se te ha facilitado.
- **Realiza** los cálculos pertinentes cuando sea necesario. Sólo se otorgarán todos los puntos a las respuestas que muestren el proceso de cálculo correcto.
- La versión oficial en inglés está disponible previa solicitud, en caso de que se necesiten aclaraciones.
- Los productos químicos y el material de laboratorio, salvo que se indique lo contrario, se repondrán o sustituirán sin penalización únicamente una vez (un artículo). Cada sustitución adicional supondrá la deducción de 1 punto de los 40 puntos del examen práctico.
- No está permitido abandonar el puesto de trabajo sin autorización. Si necesitas ayuda, **muestra** la tarjeta de comunicación no verbal correspondiente (consulta la tabla siguiente para conocer su significado).
- **Mantén** todos los objetos dentro del área delimitada de tu mesa.
- Los asistentes de laboratorio avisarán con **30 minutos** de antelación antes de la señal de «STOP».
- Debes interrumpir tu trabajo inmediatamente cuando se anuncie la señal de «STOP». Si no dejas de trabajar o de escribir, tu trabajo del examen práctico podría ser anulado.
- Una vez que se haya dado la señal de «STOP», el asistente de laboratorio se acercará para firmar tu hoja de respuestas.
- Una vez que tanto tú como el asistente de laboratorio hayáis firmado, vuelve a meter **todas las hojas, con la portada encima**, en el sobre. **No cierres** el sobre.

Experiment

		
Tengo que ir al baño.	Necesito un recambio o un producto de sustitución, o tengo alguna duda.	Necesito comer algo o hacer un descanso.

Tarjetas de comunicación no verbal.

¡BUENA SUERTE!

Problemas e información sobre la calificación

	Título	Páginas de preguntas	Páginas de respuestas	Total de puntos	Porcentaje
1	Síntesis y análisis	6	3	33	14
2	Atlas de las enzimas	6	3	108	11
3	Las aventuras de Hodja Nasreddin	4	8	87	15
				Total	40

Tabla periódica de los elementos

[illegible]

Frases del SGA (GHS)

Código de riesgo	Frase de riesgo
H225	Líquido y vapores altamente inflamables
H226	Líquidos y vapores inflamables
H272	Puede intensificar el fuego; oxidante
H290	Puede ser corrosivo para los metales
H301	Tóxico en caso de ingestión
H302	Nocivo en caso de ingestión
H311	Tóxico en contacto con la piel
H312	Nocivo en contacto con la piel
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y daños oculares
H315	Provoca irritación cutánea
H317	Puede provocar una reacción alérgica en la piel
H318	Provoca graves daños oculares
H319	Provoca irritación ocular grave
H331	Tóxico si se inhala
H332	Nocivo si se inhala
H335	Puede provocar irritación respiratoria
H336	Puede provocar somnolencia o mareos
H341	Se sospecha que provoca defectos genéticos
H351	Se sospecha que provoca cáncer
H361	Se sospecha que puede afectar a la fertilidad o al feto
H372	Provoca daños en los órganos tras una exposición prolongada o repetida
H373	Puede provocar daños en los órganos en caso de exposición prolongada o repetida
H400	Muy tóxico para la vida acuática
H402	Nocivo para la vida acuática
H410	Muy tóxico para la vida acuática, con efectos duraderos
H411	Tóxico para la vida acuática, con efectos duraderos
H412	Nocivo para la vida acuática, con efectos duraderos

Experiment

Productos químicos:	
Buffer/Disolución reguladora de amoníaco, pH 10	H314, H335, H412
Disolución de sulfato de cobre (II)	H319, H411
Diclorometano	H351
Ditizona (dithizone)	H315, H319, H335
Indicador de Eriocromo (Eriochrome Black T)	H315, H319, H335, H411, H412
Etanol	H225
EDTA (Ácido etilendiaminotetraacético disódico)	H332, H373
Disolución de nitrato de hierro (III)	H314, H318
Ácido clorhídrico	H314, H331
Piridina en disolución de etanol	H225, H302, H312, H332
Col lombarda cortada en tiras	sin riesgos
Hidróxido de sodio	H314
Disolución Y1	H302, H312, H315, H319, H332, H335
Disoluciones E1-E5	H301, H302, H311, H312, H314, H315, H318, H319, H331, H335, H341, H373, H400, H402, H410, H412
Disoluciones M1-M3	sin riesgos
Disoluciones S1-S10	sin riesgos
Disoluciones W1-W7	H302, H312, H315, H317, H318, H319, H332, H334, H341, H361, H372, H400, H410, H411
Disoluciones X3-X6	H226, H290, H302, H314, H318, H331
Disolución desconocida R1	H272, H302, H315, H318, H319, H335, H400, H410, H411
Disolución desconocida R2	H302, H312, H318, H319, H332, H400, H412
Disolvente desconocido	H225, H319, H336

Experiment



G0-7

Castellano (Spain)

Equipos y productos químicos habituales

Equipamiento

Ítem	Cantidad	Etiqueta
Compartido en la mesa de uso común:		
Guantes de nitrilo (S, M, L)	según sea necesario	
Recambio de pañuelos de papel	según sea necesario	
Frasco lavador con agua destilada	según sea necesario	
Para cada alumno:		
Gafas de protección	1	
Placa agitadora/calefactora	1	
Bureta, 25,00 mL	2	
Soporte de laboratorio con pinza abrazadora y pinza abrazadera para bureta doble	1	
Succionador (pera) de 3 válvulas	1	
Embudo para bureta	2	
Rotulador permanente	1	
Regla	1	
Bolígrafo	1	
Paquete de pañuelos de papel	1	
Recipiente para la eliminación de residuos líquidos	1	Liquid waste
Contenedor para la eliminación de residuos sólidos	1	Solid waste

Productos químicos

Nombre	Estado	Concentración	Cantidad	Ubicado en	Etiqueta
Para cada alumno:					
Agua destilada	l	-	500 mL	Frasco lavador, 500 mL	H₂O
Hidróxido de sodio	aq	0,0100 M	200 mL	Botella de plástico, 250 mL	NaOH 0.01 M

Equipamiento adicional y productos químicos

Ítem	Sanción	Firma del alumno	Firma del asistente
	Sin penalización (Gratis)		
	1/40 puntos de examen práctico		
	1/40 puntos de examen práctico		
	1/40 puntos de examen práctico		
	1/40 puntos de examen práctico		
	1/40 puntos de examen práctico		

Infracciones de seguridad

Tipo de infracción	Sanción	Firma del alumno	Firma del asistente
	Warning/Advertencia		
	Descalificación (40 puntos)		

Experiment



A0-1

Castellano (Spain)

Extra equipment and chemicals

Item	Penalty	Student signature	Assistant signature
	Free		
	1/40 practical exam points		
	1/40 practical exam points		
	1/40 practical exam points		
	1/40 practical exam points		
	1/40 practical exam points		

Safety violations

Type of violation	Penalty	Student signature	Assistant signature
	Warning		
	Disqualification (40 Points)		

Experiment



Q1-1

Castellano (Spain)

P1. Síntesis y análisis (un nuevo problema de complejos)

Equipamiento

Ítem	Cantidad	Etiqueta
Parte A		
Barra de agitación magnética	1	
Espátula de acero	1	
Embudo sinterizado	1	
Matraz de fondo redondo con junta de vidrio esmerilado	1	
Bomba de vacío con una manguera conectada a un burbujeador situado en la parte trasera	1	
Vaso de precipitados de cristal, 100 mL	1	
Frasco de vidrio prepesado con tapón para el producto	1	A+Código de estudiante
Probeta, 10 mL	1	
Varilla magnética	1	
Papel amarillo para transferencia de producto	1	
Parte B		
Pipeta graduada, 10,0 mL	1	
Vaso de precipitados de vidrio, 50 mL	2	
Matraz Erlenmeyer, 100 mL	2	
Probeta, 10 mL	1	
Parte C		
Pipeta Pasteur de plástico, 3 mL	12	
Tubo Eppendorf 0,5 mL	15	

Experiment



58th International
Chemistry Olympiad
Uzbekistan 2026

Q1-2

Castellano (Spain)

Reactivos

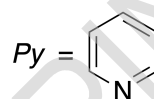
Nombre	Estado	Concentración	Cantidad	Ubicado en	Etiqueta
Parte A					
Disolución R1 (síntesis)	aq	A determinar	10,0 mL	Frasco de cristal con tapón, 30 mL	R1-syn
Disolución R2	aq	1,03 M	10,0 mL	Frasco de cristal con tapón, 30 mL	R2
Piridina en etanol (síntesis)	dis	8,4 % v/v	10 mL	Tubo de plástico (15 mL) en un vaso de plástico	Py
Parte B					
Disolución R1 (análisis)	aq	A determinar	10,0 mL	Matraz aforado, 100 mL	R1-an
Sal disódica del ácido etilendiamino- tetraacético	aq	0,077 M	50 mL	Frasco, 50 mL	EDTA
Buffer/Disolución reguladora de amoníaco	aq	-	40 mL	Frasco, 50 mL	NH₃ buffer
Negro de Eriocromo T	con	1 % en NaCl	0,2 g	Recipiente para muestras	Eriochrome
Parte C					
Complejo A	s	-	10 mg	Tubo Eppendorf 0,5 mL	A
Nitrato de hierro (III)	aq	0,4 %	0,5 mL	Tubo Eppendorf 0,5 mL	Fe³⁺
Sulfato de cobre (II)	aq	5 %	0,5 mL	Tubo Eppendorf 0,5 mL	Cu²⁺
Piridina en etanol (análisis)	dis	8,4 % v/v	0,5 mL	Tubo Eppendorf 0,5 mL	Py-qual
X ⁻	aq	0,1 M	0,5 mL	Tubo Eppendorf 0,5 mL	X⁻ – qual
Disolvente desconocido	I	-	1 mL	Tubo Eppendorf 1,5 mL	Solvent
Ditizona (Dithizone)	s	-	1 mg	Tubo Eppendorf 0,5 mL	Dithiz.
Diclorometano	I	-	0,75 mL	Tubo Eppendorf 1,5 mL	CH₂Cl₂

Experiment

14 % del total											
Pregunta	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	Total
Total	10	0	10	1	3	1	4	2	1	1	33

En este ejercicio, sintetizarás y analizarás un compuesto **A** con la fórmula $[M(Py)_mX_n]$ molecular, dónde:

- M^{k+} es un catión metálico desconocido;
- Py (piridina);
- X^- es OCN^- o bien SCN^- ;
- $m = 0, 1, 2, 3, \dots$;
- $n = 1, 2, 3, \dots$



Parte A. Síntesis

Para sintetizar el complejo **A**, se utilizan las disoluciones **R1-syn** y **R2** :

- La disolución **R1-syn** contiene 10,0 mL una disolución acuosa de una sal de M^{k+} cuya concentración se desconoce.
 - La disolución **R2** contiene 10,0 mL una disolución acuosa de la sal potásica de X^- con una concentración de 1,03 M.
1. **Introduce** la barra agitadora en el vaso de precipitados de 100 mL.
 2. **Vierte** toda la disolución **R1-syn** en el mismo vaso de precipitados.
 3. **Enjuaga** el vial **R1-syn** con 1 mL de agua utilizando una pipeta de Pasteur y **transfiérelo** al vaso de precipitados.
 4. **Añade gota a gota** toda la disolución **R2** con una pipeta de Pasteur, sin dejar de agitar en el agitador magnético.
 5. **Enjuaga** el vial **R2** con 1 mL agua utilizando una pipeta de Pasteur y **transfiérelo** al vaso de precipitados.
 6. **Añade gota a gota** toda la disolución de piridina (**Py**) con una pipeta de Pasteur sin dejar de agitar.
 7. **Sigue** agitando durante 5 minutos.
 8. **Conecta** el embudo sinterizado a un matraz de fondo redondo para montar el aparato de filtración a vacío.
 9. **Filtra** el producto mediante filtración a vacío y **lávalo** tres veces con agua, en porciones de 10 mL.
 10. Una vez que hayas terminado de lavar, **pide** al asistente de laboratorio que recoja el filtrado para evitar derrames. Para ello, **levanta** la tarjeta verde con el signo de interrogación, **apaga** la bomba y **desconecta** la manguera de vacío. **Retira** el filtro y **entrega** el matraz al asistente de laboratorio. El asistente de laboratorio desechará el filtrado y **te devolverá** el matraz vacío.
 11. **Vuelve a montar** el sistema de filtración y **deja que** el producto se seque durante **1 hora** con el vacío activado. Durante el secado, **es importante utilizar** la espátula **para romper** los grumos de producto que se hayan formado en el filtro.

Experiment

12. Una vez que se haya secado por completo, **transfiere** con cuidado el producto al vial previamente pesado y etiquetado como «**A + Código de estudiante**». Para ello, puedes utilizar el papel amarillo que se te ha facilitado.

Q1.1 El asistente de laboratorio **recogerá** tu producto al finalizar el examen. Tanto tú como el asistente de laboratorio debéis **firmar** la hoja de respuestas. Los organizadores secarán todavía más tu producto en una estufa antes de medir la masa; sin embargo, **es importante que hayas secado el producto al vacío durante 1 hora y hayas deshecho cualquier aglomerado** para eliminar la mayor parte del agua antes de introducirlo en el frasco. (Si el producto **no** se **traslada** al frasco, **no** se **recogerá** y se otorgarán **CERO puntos** por la síntesis.) 10pt

Parte B. Análisis cuantitativo

Utilizarás una valoración complexométrica para determinar la concentración de M^{k+} en la disolución **R1-an**. El matraz aforado **R1-an** contiene 10,0 mL de M^{k+} disolución con la misma concentración que la de **R1-syn** en la parte A.

1. **Diluye** la disolución **R1-an** del matraz aforado con H_2O hasta la marca y **mézclala** bien.
2. **Rellena** la bureta con 0,077 M **EDTA**.
3. **Añade** a un matraz de Erlenmeyer una alícuota de 10,0 mL de la disolución **R1-an** diluida, utilizando una pipeta graduada, 5 mL de disolución tampón de amoníaco (**NH_3 buffer**), y una pizca de la espátula de plástico con indicador (**Eriochrome**; la espátula se encuentra dentro del recipiente para muestras). **Cierra** el frasco de **NH_3 buffer** después de utilizarlo.
4. **Valora** la mezcla con la disolución 0.077 M **EDTA** hasta que el color adquiera un tono azul claro estable.
5. **Repite** los pasos 3 y 4, si es necesario.

Q1.2 **Anota** los volúmenes observados (V_0 , mL – lectura inicial de la bureta; V_f , mL – lectura final de la bureta; T , mL – Volumen gastado). Esta tabla es sólo para tu comodidad y no se calificará. 0pt

Q1.3 **Anota** el volumen gastado aceptado de **EDTA** (V_{EDTA} , mL). 10pt

Q1.4 **Calcula** la proporción entre X^- y M^{k+} ($n_{X^-}/n_{M^{k+}}$) utilizada en la síntesis según tu resultado. **Redondea** la respuesta a dos decimales. 1pt

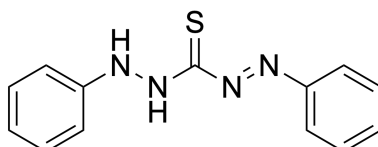
Parte C. Análisis cualitativo

En esta parte, debes realizar diferentes ensayos químicos para identificar los componentes del complejo **A**.

1. **Prepara** 0,4 mL de una disolución del complejo **A** en el tubo Eppendorf añadiendo el disolvente con una pipeta Pasteur desde el tubo Eppendorf etiquetado **Solvent** hasta la marca de 0,4 mL. Si la muestra no se ha disuelto por completo, agita el tubo y utiliza el sobrenadante para los ensayos que se indican a continuación.

Experiment

2. **Prepara** 0,4 mL de una disolución del indicador ditizona (**Dithiz.**) en el tubo Eppendorf añadiendo el disolvente con una pipeta Pasteur desde el tubo Eppendorf etiquetado **Solvent** hasta la marca de 0,4 mL. A continuación se muestra la estructura del indicador.



3. **Coge** cuatro tubos Eppendorf vacíos y **echa** en cada uno de ellos una gota de la disolución **A** obtenida.
4. **Realiza** los ensayos individuales **T1-T4 añadiendo** los siguientes reactivos a cada uno de los cuatro tubos Eppendorf:
- **T1:** 2 gotas de Fe^{3+} ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ acidificado)
 - **T2:** 2 gotas de la disolución preparada de **Dithizone**
 - **T3:** 2 gotas de Cu^{2+} (CuSO_4)
 - **T4:** 2 gotas de Cu^{2+} (CuSO_4) y, a continuación, 3 gotas de CH_2Cl_2 y **agitar**

Puedes realizar ensayos adicionales; para ello, se te proporciona material y productos químicos adicionales (por ejemplo, disoluciones de Py y X^-). *Información adicional:* $\rho(\text{CH}_2\text{Cl}_2) = 1,32 \text{ g/cm}^3$

Q1.5 **Marca** la(s) casilla(s) que correspondan a tu observación u observaciones en **T1 - T3**. 3pt

- (a) No se aprecia ningún cambio
- (b) Formación de precipitado
- (c) La disolución se volvió incolora
- (d) La disolución se volvió roja o rosa

Q1.6 **Marca** la(s) casilla(s) que correspondan a tu observación u observaciones en **T4**. 1pt

- (a) La fase acuosa cambió de color
- (b) La fase acuosa no cambió de color
- (c) La fase de CH_2Cl_2 cambió de color
- (d) La fase de CH_2Cl_2 no cambió de color

Q1.7 Los ensayos **T1-T4** anteriores están diseñadas para identificar los componentes del complejo **A**. **Marca** la(s) casilla(s) que describan correctamente el resultado o resultados de cada prueba. 4pt

- (a) Detecta la presencia de metal M^{k+}
- (b) Detecta la presencia de un ligando X^-
- (c) Detecta la presencia de un ligando Py
- (d) Detecta la ausencia de ligando Py

Experiment



Q1-6

Castellano (Spain)

Q1.8 Identifica el ligando X^- y el metal M^{k+} con su carga en el complejo **A**. 2pt

Q1.9 De la lista que figura a continuación, elige la descripción correcta de M^{k+}/X^- la estequiometría en la síntesis basándote en los resultados que has comunicado. Considera que incluso un 1% adicional (en mol) ya constituye un exceso del reactivo. 1pt

(a) M^{k+} y X^- se utilizaron en una cantidad estequiométrica
(b) M^{k+} estaba en exceso
(c) X^- estaba en exceso

Q1.10 Escribe la fórmula molecular del complejo **A**, suponiendo que cumple la regla de los 18 electrones. 1pt

Experiment



A1-1

Castellano (Spain)

P1. Síntesis y análisis (un nuevo problema de complejos)

14% del total											
Pregunta	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	Total
Puntos	10	0	10	1	3	1	4	2	1	1	33
Resultado											

Q1.1 (10pt)

Se ha presentado el producto A Yes ☐ No ☐ No vial ☐

Student signature _____ Assistant signature _____

Q1.2 (0pt)

Nº	V_0 , mL	V_f , mL	V , mL

Q1.3 (10pt)

$V_{\text{EDTA}} = \text{_____ mL}$

Experiment



A1-2

Castellano (Spain)

Q1.4 (1pt)

$n_{X^-}/n_{M^{k+}} =$ _____

Q1.5 (3pt)

	T1	T2	T3
a	☐	☐	☐
b	☐	☐	☐
c	☐	☐	☐
d	☐	☐	☐

Q1.6 (1pt)

	T4
a	☐
b	☐
c	☐
d	☐

Experiment



A1-3

Castellano (Spain)

Q1.7 (4pt)

	T1	T2	T3	T4
a	☐	☐	☐	☐
b	☐	☐	☐	☐
c	☐	☐	☐	☐
d	☐	☐	☐	☐

Q1.8 (2pt)

--	--

Q1.9 (1pt)

a	☐
b	☐
c	☐

Q1.10 (1pt)

A: _____

Experiment



Q2-1

Castellano (Spain)

P2. Atlas de enzimas

Equipamiento

Ítem	Cantidad	Etiqueta
Gradilla de tubos Eppendorf	2	
Micropipeta, 10-100 μL	1	
Puntas de micropipeta	40	
Caja de puntas de micropipetas	1	
Placa de 96 pocillos (96-well plate)	2	

Productos químicos

DELEGATION PRINT

Experiment



Q2-2

Castellano (Spain)

Nombre	Estado	Concentración	Cantidad	Ubicado en	Etiqueta
Parte A					
Mezcla E1	aq	-	4 mL	Tubo Eppendorf 5 mL	E1
Mezcla E2a	aq	-	4 mL	Tubo Eppendorf 5 mL	E2a
Mezcla E2b	aq	-	4 mL	Tubo Eppendorf 5 mL	E2b
Mezcla E3	aq	-	4 mL	Tubo Eppendorf 5 mL	E3
Mezcla E4	aq	-	4 mL	Tubo Eppendorf 5 mL	E4
Mezcla E5	aq	-	4 mL	Tubo Eppendorf 5 mL	E5
Disoluciones para sustratos S1-S10	aq	-	0,5 mL	Tubo Eppendorf 0,5 mL	S1-S10
Parte B					
Disoluciones para sustratos M1-M3	aq	-	0,5 mL	Tubo Eppendorf 0,5 mL	M1-M3
Parte C					
Disoluciones para sustratos W1-W7	aq	-	0,5 mL	Tubo Eppendorf 0,5 mL	W1-W7

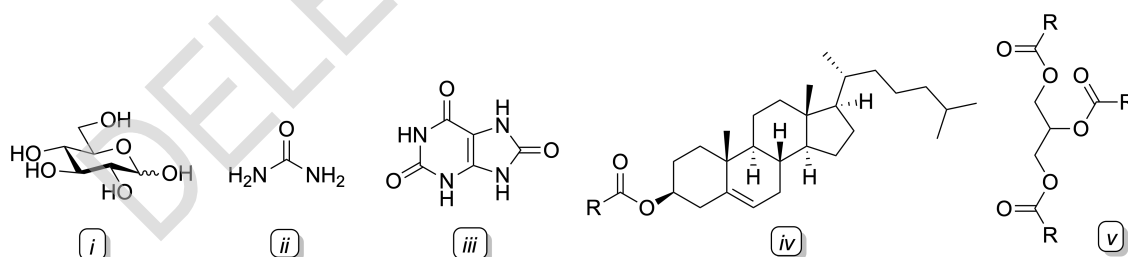
Experiment

11 % del total									
Pregun- ta	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	Total
Puntos	50	2	4	1	5	9	35	2	108



El atlas es un tejido liso de una sola cara, elaborado con seda natural. El atlas no es sólo un simple tejido, sino una crónica tejida de la cultura y la identidad únicas de Uzbekistán.

Las mezclas enzimáticas se utilizan para el análisis cualitativo y cuantitativo de sustancias orgánicas en fluidos biológicos (plasma, orina, etc.). **E1–E5** pueden contener una o varias mezclas enzimáticas. Además, contienen todos los reactivos necesarios (buffer y otros componentes). **E1–E5** están diseñados para la determinación selectiva de: i) glucosa, ii) urea, iii) ácido úrico, iv) ésteres de colesterol y v) triglicéridos.



Todas las mezclas de reacción de este problema se preparan en una placa de 96 pocillos (96-well plate) utilizando una micropipeta.

Las instrucciones que figuran a continuación se aplican al realizar la reacción entre cualquier disolución de sustrato y cualquier mezcla enzimática **E1–E5**:

- Para todos los ensayos de reacción, excepto aquellos con **E2**, **añadir** 20 μL de la disolución de sustrato a 100 μL de la disolución enzimática e **incubar** durante aproximadamente 5 min a temperatura ambiente.
- Para la mezcla **E2** (compuesta de disoluciones independientes de **E2a** y **E2b**), **añadir** 20 μL de la disolución de sustrato a 100 μL de la disolución **E2a**. **Incubar** durante aproximadamente 5 min a

Experiment

temperatura ambiente. **Añadir** 100 μL de la disolución **E2b** a esta mezcla y **continuar** incubando durante aproximadamente otros 5 min a temperatura ambiente.

3. Si la disolución analizada contiene el sustrato específico, la mezcla presenta un color distinto al de las demás disoluciones que no contienen dicho sustrato.

Parte A

Se te proporcionan las siguientes sustancias en las 10 disoluciones etiquetadas de **S1** a **S10**. Cada disolución **S1–S10** contiene sólo dos de las cinco sustancias *i–v*. **S1–S10** contienen diferentes combinaciones de sustancias *i–v*. La composición de **S1–S5** es:

- **S1:** *i + ii*
- **S2:** *i + iv*
- **S3:** *ii + iii*
- **S4:** *iii + v*
- **S5:** *iv + v*

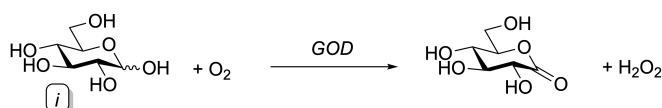
Realiza los ensayos de cada disolución **S1–S10** con cada mezcla enzimática **E1–E5**. Es posible que los tubos de tu gradilla no estén necesariamente ordenados por orden numérico. Algunos sustratos pueden presentarse en forma de disoluciones turbias o suspensiones.

Q2.1 **Marca** la casilla con el cambio de color correspondiente para cada una de las mezclas enzimáticas **E1–E5** con los sustratos **S1–S10**, en relación con el color inicial de **E1**, **E2a**, **E3**, **E4** y **E5**. A continuación, se indican los códigos de color:
N - sin cambio de color (No colour change)
Y - cambiar a amarillo (Yellow)
G - cambiar a verde (Green)
B - cambiar a negro (Black)
PR - cambiar a rosa/rojo (Pink/Red) 50pt

Q2.2 **Marca** la casilla correspondiente al par o pares de enzima-sustrato que dieron un resultado positivo. 2pt

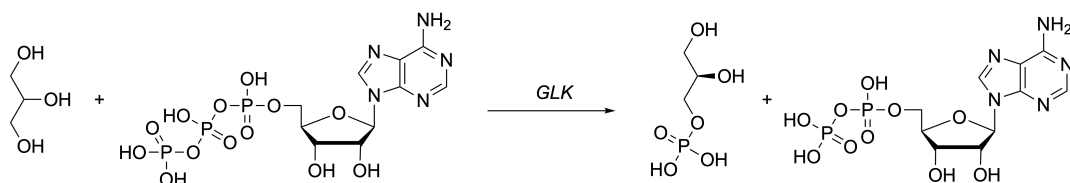
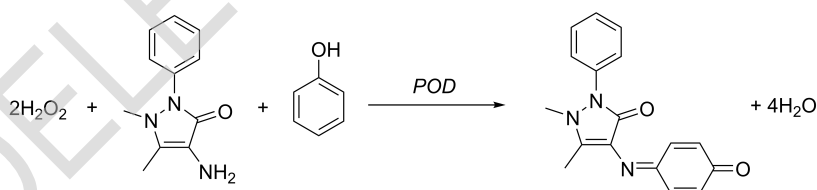
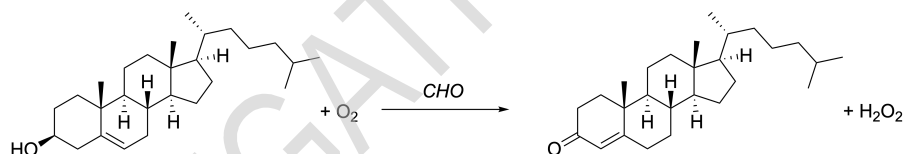
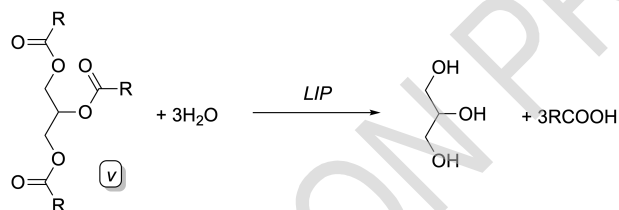
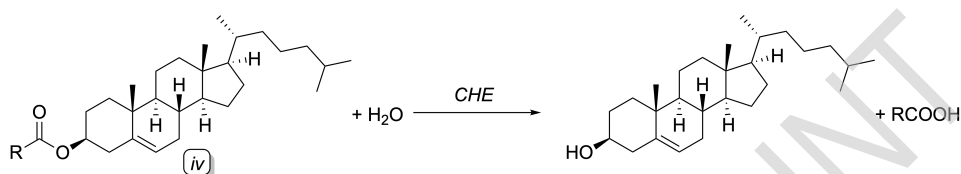
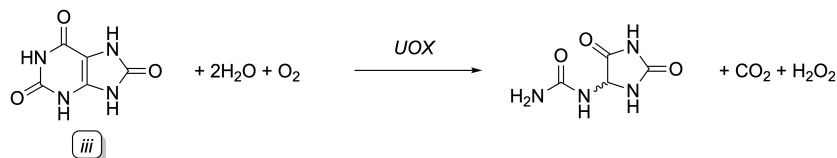
Q2.3 **Marca** las casillas correspondientes a los sustratos correctos que están presentes en **S6–S10**. 4pt

A continuación, se presenta el esquema de reacción de las enzimas, los sustratos *i–v* y los componentes adicionales de las mezclas **E1–E5**:

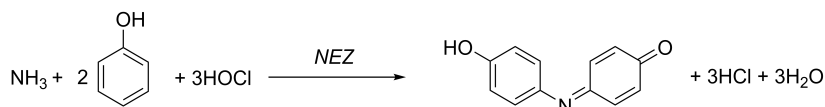


Q2-5

Castellano (Spain)



Experiment



Todas las reacciones anteriores están balanceadas estequiométricamente. Abreviaturas:

- Glucosa oxidasa – *GOD*
- Ureasa – *URE*
- Uricasa – *UOX*
- Colesterol esterasa (*Cholesterol estearase*) – *CHE*
- Lipasas – *LIP*
- Colesterol oxidasa (*Cholesterol oxidase*) – *CHO*
- Peroxidasa – *POD*
- Glicerol-3-fosfato oxidasa – *GPO*
- Glicerol quinasa (*Glycerol kinase*) – *GLK*
- Reacción no enzimática (*Non-enzymatic reaction*) – *NEZ*

Q2.4 Los productos de colores intensos se forman únicamente en dos de las reacciones de la lista anterior. 1pt
Marca las casillas correspondientes a las reacciones que dan lugar a productos de color.

Q2.5 **Marca** los componentes que están presentes en las mezclas de reacción **E1–E5**. 5pt

Parte B

Las enzimas **E2**, **E4** y **E5** dan resultados positivos en las pruebas con los sustratos **F**, **G** y **H**, respectivamente. Las disoluciones **M1**, **M2**, y **M3** contienen todos los sustratos **F**, **G** y **H** en diferentes concentraciones. Para las disoluciones **M1–M3**, tras aproximadamente 5 min, la intensidad del color de la mezcla de reacción depende linealmente de la concentración inicial del sustrato. Supondremos que unos 5 min son suficientes para lograr la conversión completa del sustrato.

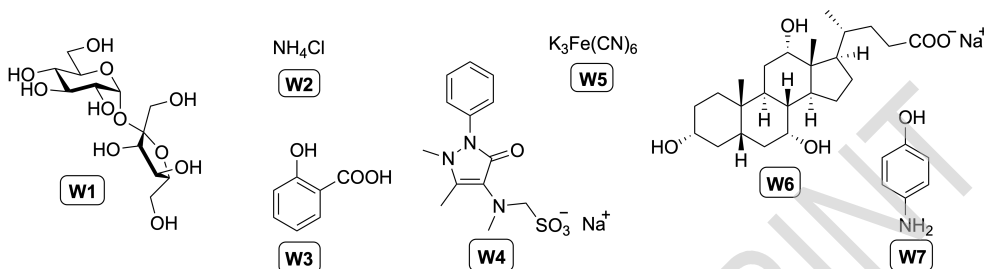
Realiza los ensayos de cada disolución **M1–M3** con cada mezcla enzimática **E2**, **E4** y **E5**. Algunos sustratos podrían presentarse en forma de disoluciones turbias o suspensiones.

Q2.6 **Ordena** **M1–M3** en orden creciente de concentración para cada uno de los sustratos **F**, **G** y **H** en función de las reacciones realizadas. 9pt

Experiment

Parte C

Algunas o todas las sustancias **W1–W7** pueden reaccionar con los componentes de las mezclas **E1–E5** e interferir en la determinación precisa de sus sustratos naturales. A continuación, se enumeran las sustancias **W1–W7**:



Realiza los ensayos de cada sustancia **W1–W7** con cada mezcla enzimática **E1–E5**. Algunos sustratos podrían presentarse en forma de disoluciones turbias o suspensiones.

Q2.7 **Marca** la casilla con el cambio de color correspondiente para cada una de las mezclas enzimáticas **E1–E5** con sustancias **W1–W7**. Utiliza los mismos códigos de color que en **Q2.1**. Compara el color de las mezclas de reacción con el color inicial de **E1**, **E2a**, **E3**, **E4** y **E5**. 35pt

Q2.8 **Escribe** la ecuación o ecuaciones de reacción ajustadas estequiométricamente que describan el resultado positivo de la prueba o pruebas en **Q2.7**. 2pt

Experiment



58th International
Chemistry Olympiad
Uzbekistan 2026

A2-1

Castellano (Spain)

P2. Atlas de enzimas

11 % del total									
Pregunta	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	Total
Puntos	50	2	4	1	5	9	35	2	108
Resultados									

Q2.1 (50pt)

	S1 i + ii		S2 i + iv		S3 ii + iii		S4 iii + v		S5 iv + v	
E1	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E2	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E3	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E4	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E5	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
	S6		S7		S8		S9		S10	
E1	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E2	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E3	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E4	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E5	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR

Q2.2 (2pt)

E1	☐ i ☐ ii ☐ iii	☐ iv ☐ v
E2	☐ i ☐ ii ☐ iii	☐ iv ☐ v
E3	☐ i ☐ ii ☐ iii	☐ iv ☐ v
E4	☐ i ☐ ii ☐ iii	☐ iv ☐ v
E5	☐ i ☐ ii ☐ iii	☐ iv ☐ v

Q2.3 (4pt)

S6		S7		S8		S9		S10	
☐ i ☐ ii ☐ iii	☐ iv ☐ v	☐ i ☐ ii ☐ iii	☐ iv ☐ v	☐ i ☐ ii ☐ iii	☐ iv ☐ v	☐ i ☐ ii ☐ iii	☐ iv ☐ v	☐ i ☐ ii ☐ iii	☐ iv ☐ v

Experiment



A2-2

Castellano (Spain)

Q2.4 (1pt)

<i>GOD</i>	<i>URE</i>	<i>UOX</i>	<i>CHE</i>	<i>LIP</i>	<i>CHO</i>	<i>POD</i>	<i>GPO</i>	<i>GLK</i>	<i>NEZ</i>
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Q2.5 (5pt)

	<i>GOD</i>	<i>URE</i>	<i>UOX</i>	<i>CHE</i>	<i>LIP</i>	<i>CHO</i>	<i>POD</i>	<i>GPO</i>	<i>GLK</i>	<i>NEZ</i>
E1	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E5	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Q2.6 (9pt)

F:

< <

G:

< <

H:

< <

Experiment



A2-3

Castellano (Spain)

Q2.7 (35pt)

	W1		W2		W3		W4		W5		W6		W7	
E1	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B
	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR
	☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G	
E2	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B
	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR
	☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G	
E3	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B
	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR
	☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G	
E4	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B
	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR
	☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G	
E5	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B
	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR
	☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G	

Q2.8 (2pt)

DELEGATION PRESENT

P3. Las aventuras de Hodja Nasreddin

Equipamiento

Ítem	Cantidad	Etiqueta
Parte A		
pH-metro con soporte y sonda alojada en 3 M KCl	1	
Pipeta volumétrica, 50 mL	1	
Varilla de vidrio	1	
Parte B		
Termómetro	1	
Embudo para filtración	1	
Algodón	1	
Vaso de precipitados de vidrio, 200 mL	2	
Probeta, 50 mL	1	
Pipeta Pasteur de plástico, 3 mL	2	
Vaso de plástico, 250 mL	20	

Productos químicos

Experiment



Q3-2

Castellano (Spain)

Nombre	Estado	Concentración	Cantidad	Ubicado en	Etiqueta
Parte A					
Disolución X3	aq	Por determinar	200 mL	Bote de plástico, 250 mL	X3
Disolución X4	aq	Por determinar	200 mL	Bote de plástico, 250 mL	X4
Disolución X5	aq	Por determinar	200 mL	Bote de plástico, 250 mL	X5
Disolución X6	aq	Por determinar	200 mL	Bote de plástico, 250 mL	X6
Parte B					
Disolución Y1	aq	-	3 mL	Tubo Eppendorf 4 mL	Y1
Col lombarda cortada en tiras	s	-	15 g	Frasco de vidrio, 100 mL	RC
Ácido clorhídrico	aq	0,0100 M	100 mL	Bote de plástico, 250 mL	HCl 0.01 M

Experiment



Q3-3

Castellano (Spain)

15 % del total										
Pregun- ta	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	Total
Puntos	2	0	50	12	1	9	2	10	1	87

Parte A

El químico Nasreddin preparó disoluciones de **diferentes ácidos** con el mismo valor de pH. Para ello, tomó:

- un ácido monoprótico fuerte, HA,
- un ácido monoprótico débil, HB,
- un ácido diprótico, H₂C.

Nasreddin obtuvo seis disoluciones (**X1–X6**), todas con **el mismo valor de pH** redondeado al número entero más cercano. Estas seis disoluciones incluían tres disoluciones de ácidos individuales y tres mezclas de dos ácidos, que contenían los ácidos individuales en una proporción molar 1 : 1 (no necesariamente en el orden que se indica a continuación).

HA	HB	H ₂ C	HA + HB (1 : 1)	HA + H ₂ C (1 : 1)	HB + H ₂ C (1 : 1)
----	----	------------------	--------------------	----------------------------------	----------------------------------

En esta parte, debes **realizar valoraciones** de disoluciones **X3–X6** con un pH-metro. Por desgracia, de camino a la IChO 2026, Nasreddin perdió las disoluciones **X1** y **X2**, pero promete ayudarte a determinar su composición.

1. Con una pipeta volumétrica, **trasvasa** 50,0 mL de **X3** a un **vaso de plástico**.
2. **Mide** el pH de **X3** con el pH-metro.

Q3.1 Redondea el valor de pH de **X3** al entero más cercano.

2pt

3. Utilizando el pH-metro, **valora** 50,0 mL de **X3** con la disolución de NaOH 0,0100 M añadiendo **porciones (alícuotas)** de **0,5 mL** de NaOH a la disolución y midiendo el pH de la mezcla resultante hasta que alcance un valor de ~10. **No utilices** la placa agitadora en este experimento.
4. **Anota** los valores de pH. Cuando se requiera una medición más precisa, **espere** hasta que el valor mostrado de pH se mantenga estable durante al menos 5 segundos.
5. **Repite** los pasos 1, 3 y 4 para **X4–X6**.

Q3.2 Anota los resultados de la valoración de las disoluciones **X3–X6**. **Puedes trazar** las curvas de valoración en las cuadrículas que se te proporcionan, pero no se tendrán en cuenta para la calificación.

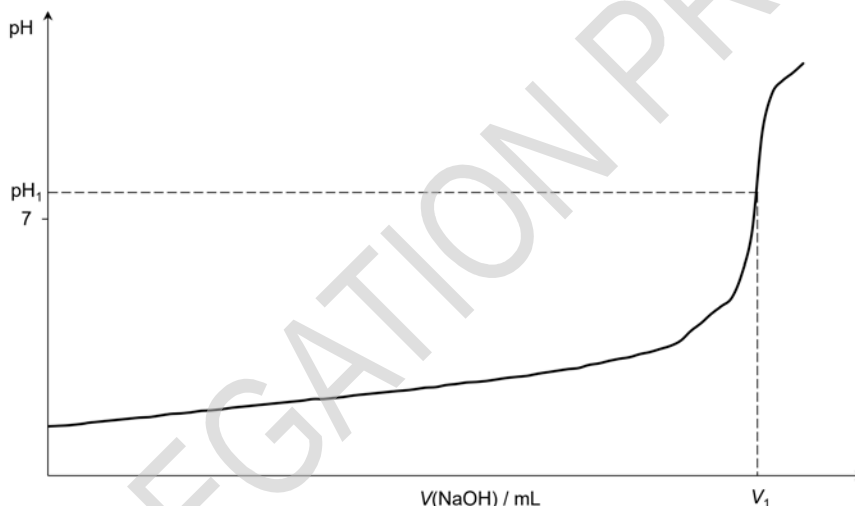
0pt

Experiment

Q3.3 Determina los intervalos de volumen de NaOH (en mL) que corresponden a los puntos de equivalencia durante las valoraciones de **X3-X6**. Marca las casillas correspondientes según los resultados obtenidos en **Q3.2**. 50pt
 Por ejemplo, si el punto de equivalencia se encuentra en el intervalo $4,0 < V \leq 4,5$, debes marcar la casilla tal y como se muestra a continuación:

V_{NaOH}	3.5	☐	4.0	☒	4.5	☐	5.0
-------------------	-----	--------------------------	-----	-------------------------------------	-----	--------------------------	-----

Nasreddin presentó la siguiente curva de valoración de 50,0 mL de **X1** con una disolución de NaOH de 0,0100 M, donde $V_1 = 34,75$ mL:



También señala que, para la disolución **X2**, la relación entre el $V(\text{NaOH})$ total necesario para alcanzar el segundo punto de equivalencia y el $V(\text{NaOH})$ necesario para alcanzar el primer punto de equivalencia es aproximadamente 3 : 2.

Q3.4 Determina la composición de **X1-X6**. Marca las casillas correspondientes. 12pt

Q3.5 Indica el pH de la disolución resultante tras mezclar volúmenes iguales de **X1-X6**. 1pt

Experiment

Parte B

Nasreddin también preparó los indicadores universales **Y1** y **Y2** para la valoración ácido-base. Para preparar **Y2**, elaboró un extracto a partir de col lombarda.

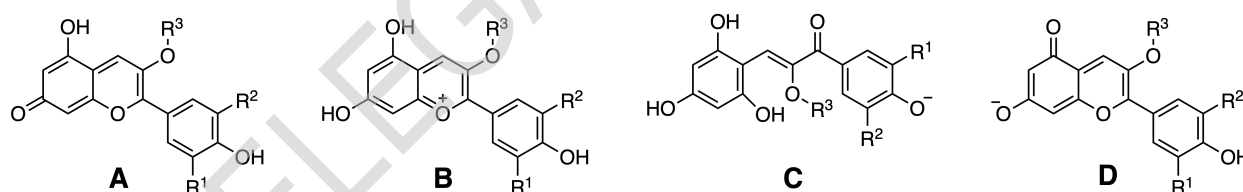
Prepara una disolución fresca **Y2** de col lombarda de la siguiente manera:

1. **Echa** toda la col lombarda cortada en el vaso de precipitados de 200 mL con 60 mL agua.
2. **Coloca** el vaso de precipitados sobre la placa calefactora y **caliéntalo** a 70–95°C durante 20 min.
3. **Filtra** el extracto a través del embudo disponiendo un poco de algodón y **recoge** la disolución **Y2** en el vaso de precipitados limpio de 200 mL.
4. **Determina** el orden de las transiciones de color de **Y2** a medida que cambia el pH, utilizando las disoluciones y el equipo disponibles. Usando 100 µL de **Y2** por 1 mL de analito se obtienen los resultados más fiables.

Q3.6 **Ordena** los colores de **Y2** en orden creciente de pH utilizando las abreviaturas de colores que se indican a continuación. 9pt

Rojo/rosa (Red/pink)	Amarillo (Yellow)	Verde (Green)	Azul (Blue)	Morado (Violet)
R	Y	G	B	V

El extracto de col lombarda contiene antocianinas, responsables de esa amplia gama de colores. A continuación se muestran las estructuras de las antocianinas en diferentes pH:



Q3.7 **Ordena** A–D según qué estructuras sean más predominantes a medida que el valor de pH pasa de bajo a alto. 2pt

Experiment

Para preparar **Y1**, Nasreddin mezcló dos indicadores concretos de la tabla:

#	Indicador	gama de pH de cambios de color
1	Azul de bromofenol (BPB)	amarillo < 3,0 – 4,6 < azul
2	Rojo Congo (CR)	azul < 3,0 – 5,2 < rojo
3	Verde de bromocresol (BG)	amarillo < 3,8 – 5,4 < azul
4	Rojo de metilo (MR)	rojo < 4,4 – 6,2 < amarillo
5	Rojo de clorofenol (CPR)	amarillo < 5,2 – 6,8 < morado
6	Azul de bromotimol (BTB)	amarillo < 6,0 – 7,6 < azul
7	Rojo de fenol (PR)	amarillo < 6,8 – 8,2 < rosa
8	Azul de timol (TB)	amarillo < 8,0 – 9,6 < azul
9	Fenolftaleína (PP)	incoloro < 8,2 – 10,0 < rosa
10	Amarillo de alizarina R (AYR)	amarillo < 10,1 – 12,0 < rojo

Determina los intervalos de pH de los cambios de color de **Y1** utilizando el pH-metro y las disoluciones disponibles. Usando 5 µL de **Y1** por 1 mL de analito proporciona los resultados más fiables.

Q3.8 Marca las casillas correspondientes a los intervalos de pH de los cambios de color de **Y1**. 10pt

Q3.9 Determina la composición de **Y1**. Marca las casillas correspondientes. 1pt

Castellano (Spain)

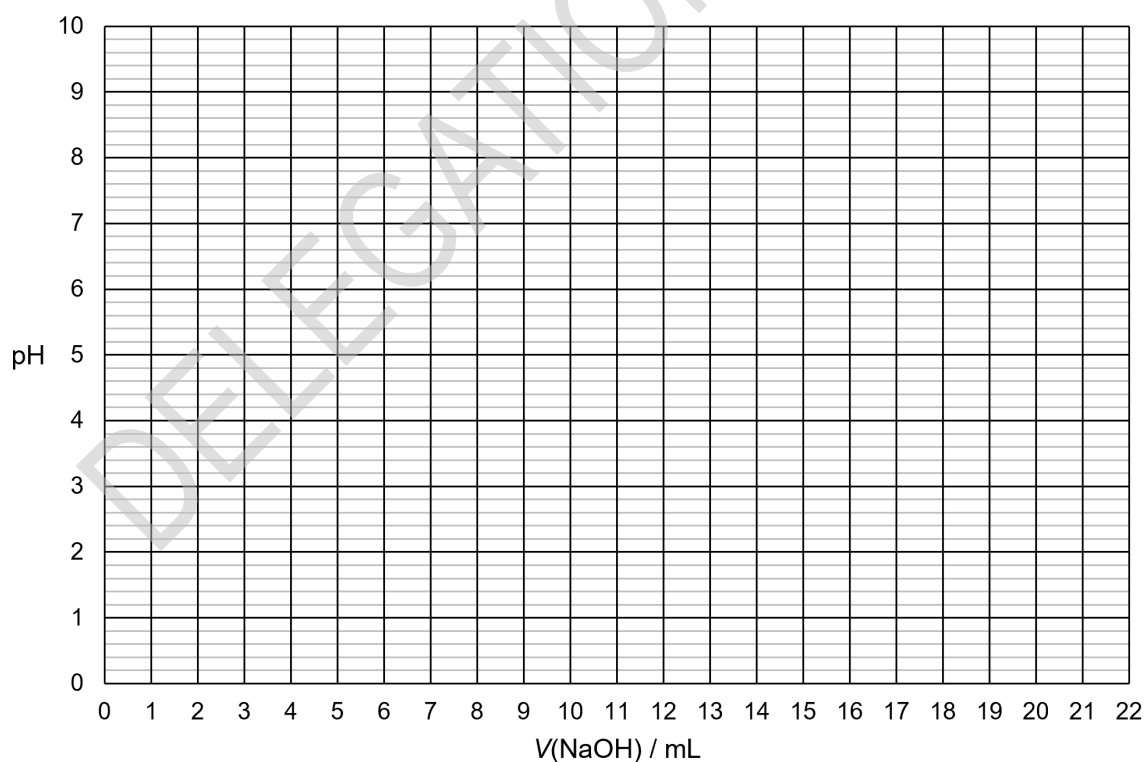
[illegible][illegible]

Experiment

Q3.2 (0pt)

X3

V_{NaOH}	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
pH									
V_{NaOH}	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
pH									
V_{NaOH}	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
pH									
V_{NaOH}	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5
pH									
V_{NaOH}	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0
pH									

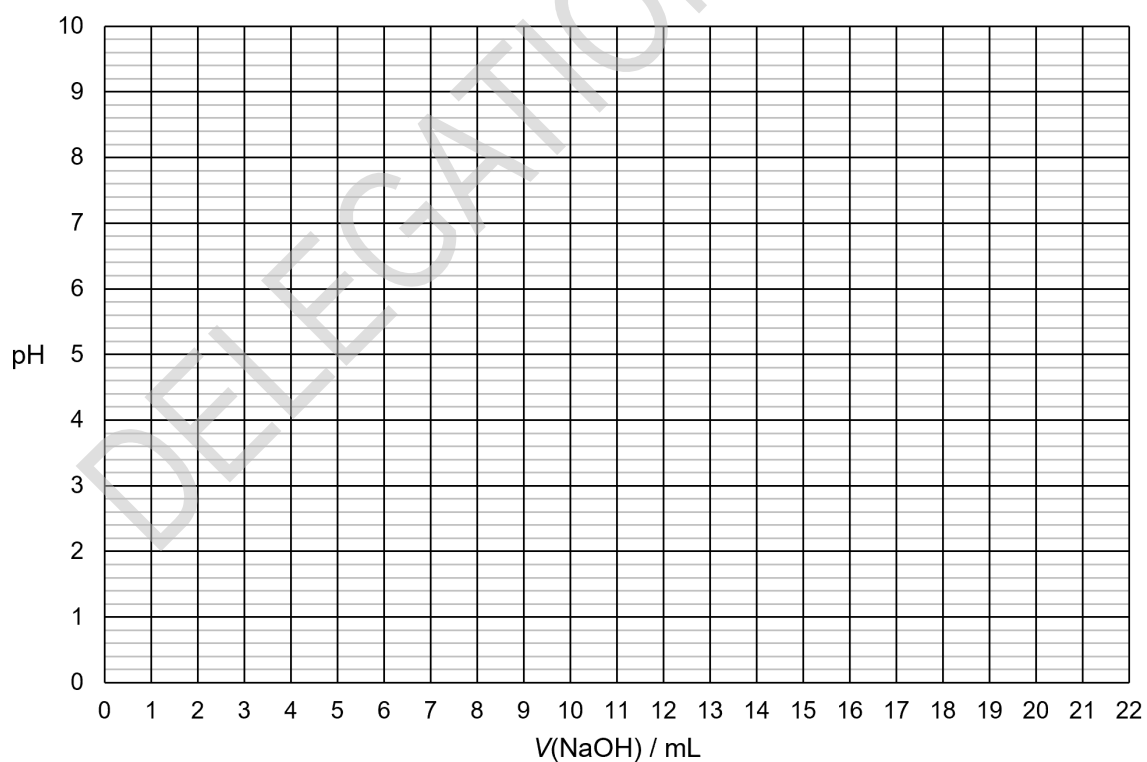


Experiment

Q3.2, cont. (Opt)

X4

V_{NaOH}	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
pH									
V_{NaOH}	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
pH									
V_{NaOH}	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
pH									
V_{NaOH}	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5
pH									
V_{NaOH}	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0
pH									

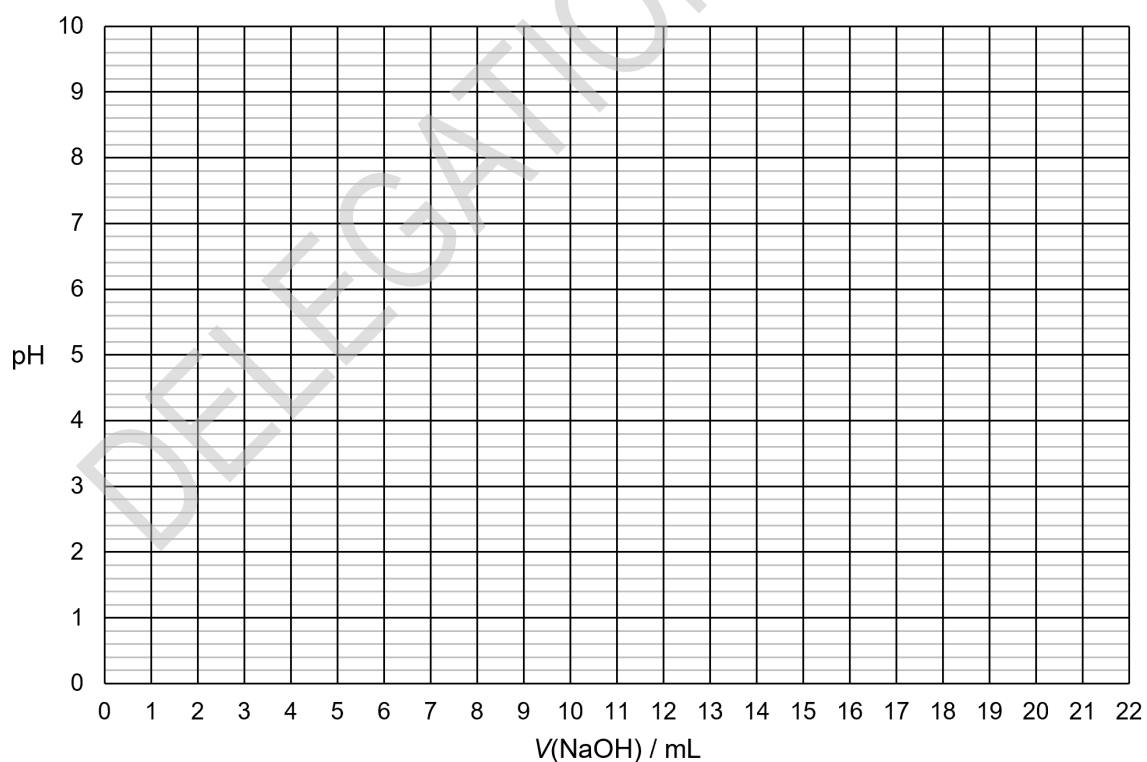


Experiment

Q3.2, cont. (Opt)

X5

V_{NaOH}	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
pH									
V_{NaOH}	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
pH									
V_{NaOH}	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
pH									
V_{NaOH}	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5
pH									
V_{NaOH}	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0
pH									

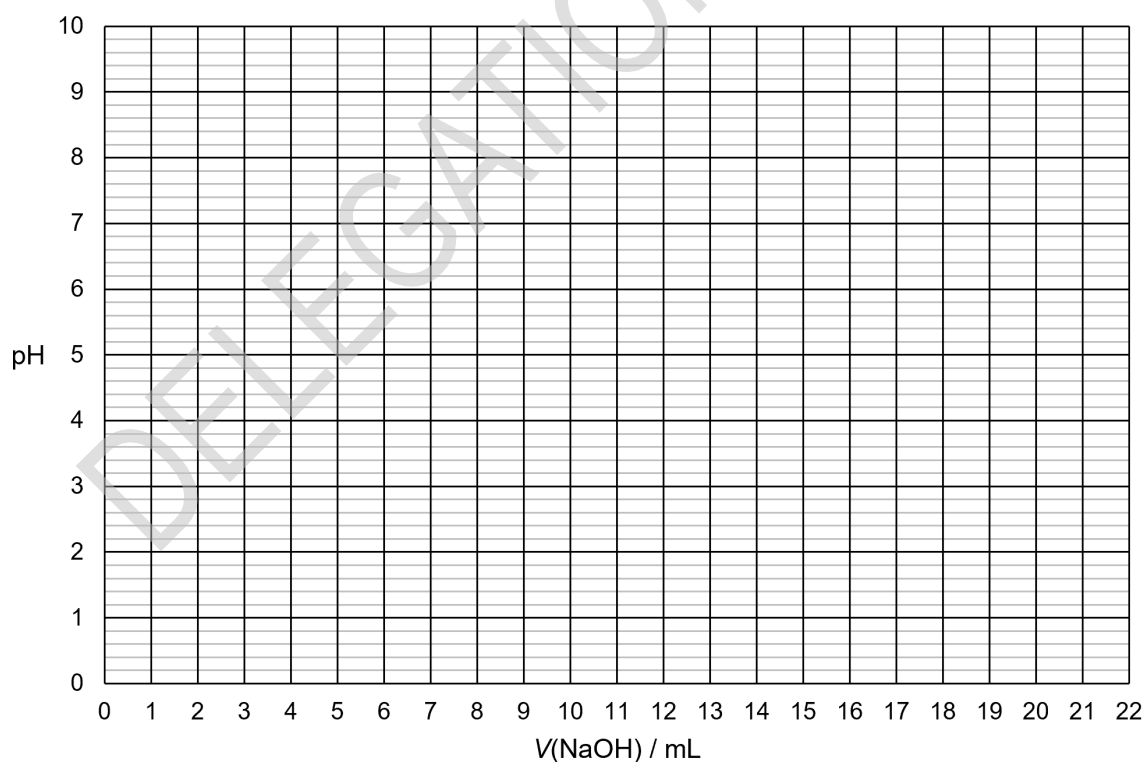


Experiment

Q3.2, cont. (Opt)

X6

V_{NaOH}	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
pH									
V_{NaOH}	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
pH									
V_{NaOH}	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
pH									
V_{NaOH}	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5
pH									
V_{NaOH}	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0
pH									



Experiment

Q3.3 (50pt)

X3

V_{NaOH}	0.0	☐	0.5	☐	1.0	☐	1.5	☐	2.0	☐	2.5	☐	3.0	☐	3.5
V_{NaOH}	3.5	☐	4.0	☐	4.5	☐	5.0	☐	5.5	☐	6.0	☐	6.5	☐	7.0
V_{NaOH}	7.0	☐	7.5	☐	8.0	☐	8.5	☐	9.0	☐	9.5	☐	10.0	☐	10.5
V_{NaOH}	10.5	☐	11.0	☐	11.5	☐	12.0	☐	12.5	☐	13.0	☐	13.5	☐	14.0
V_{NaOH}	14.0	☐	14.5	☐	15.0	☐	15.5	☐	16.0	☐	16.5	☐	17.0	☐	17.5
V_{NaOH}	17.5	☐	18.0	☐	18.5	☐	19.0	☐	19.5	☐	20.0	☐	20.5	☐	21.0

X4

V_{NaOH}	0.0	☐	0.5	☐	1.0	☐	1.5	☐	2.0	☐	2.5	☐	3.0	☐	3.5
V_{NaOH}	3.5	☐	4.0	☐	4.5	☐	5.0	☐	5.5	☐	6.0	☐	6.5	☐	7.0
V_{NaOH}	7.0	☐	7.5	☐	8.0	☐	8.5	☐	9.0	☐	9.5	☐	10.0	☐	10.5
V_{NaOH}	10.5	☐	11.0	☐	11.5	☐	12.0	☐	12.5	☐	13.0	☐	13.5	☐	14.0
V_{NaOH}	14.0	☐	14.5	☐	15.0	☐	15.5	☐	16.0	☐	16.5	☐	17.0	☐	17.5
V_{NaOH}	17.5	☐	18.0	☐	18.5	☐	19.0	☐	19.5	☐	20.0	☐	20.5	☐	21.0

X5

V_{NaOH}	0.0	☐	0.5	☐	1.0	☐	1.5	☐	2.0	☐	2.5	☐	3.0	☐	3.5
V_{NaOH}	3.5	☐	4.0	☐	4.5	☐	5.0	☐	5.5	☐	6.0	☐	6.5	☐	7.0
V_{NaOH}	7.0	☐	7.5	☐	8.0	☐	8.5	☐	9.0	☐	9.5	☐	10.0	☐	10.5
V_{NaOH}	10.5	☐	11.0	☐	11.5	☐	12.0	☐	12.5	☐	13.0	☐	13.5	☐	14.0
V_{NaOH}	14.0	☐	14.5	☐	15.0	☐	15.5	☐	16.0	☐	16.5	☐	17.0	☐	17.5
V_{NaOH}	17.5	☐	18.0	☐	18.5	☐	19.0	☐	19.5	☐	20.0	☐	20.5	☐	21.0

Experiment

Q3.3 (cont.)

X6

V_{NaOH}	0.0	☐	0.5	☐	1.0	☐	1.5	☐	2.0	☐	2.5	☐	3.0	☐	3.5
V_{NaOH}	3.5	☐	4.0	☐	4.5	☐	5.0	☐	5.5	☐	6.0	☐	6.5	☐	7.0
V_{NaOH}	7.0	☐	7.5	☐	8.0	☐	8.5	☐	9.0	☐	9.5	☐	10.0	☐	10.5
V_{NaOH}	10.5	☐	11.0	☐	11.5	☐	12.0	☐	12.5	☐	13.0	☐	13.5	☐	14.0
V_{NaOH}	14.0	☐	14.5	☐	15.0	☐	15.5	☐	16.0	☐	16.5	☐	17.0	☐	17.5
V_{NaOH}	17.5	☐	18.0	☐	18.5	☐	19.0	☐	19.5	☐	20.0	☐	20.5	☐	21.0

Q3.4 (12pt)

	HA	HB	H ₂ C	HA + HB (1:1)	HA + H ₂ C (1:1)	HB + H ₂ C (1:1)
X1	☐	☐	☐	☐	☐	☐
X2	☐	☐	☐	☐	☐	☐
X3	☐	☐	☐	☐	☐	☐
X4	☐	☐	☐	☐	☐	☐
X5	☐	☐	☐	☐	☐	☐
X6	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Q3.5 (1pt)

pH = _____

Castellano (Spain)

$$\boxed{} < \boxed{} < \boxed{} < \boxed{} < \boxed{}$$

$$\square < \square < \square < \square$$

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 pH

[illegible]

P2. Atlas of Enzymes

Plate 1

Plate 2

DELEGATION PRINT