



APELLIDOS – Nombre propio: Escriba su nombre en este espacio

Después de responder este cuestionario, le sugerimos escanear el código QR para acceder a las respuestas y proceder a su autoevaluación.

Parte 1. Operaciones analíticas. Valoración volumétrica de sistemas redox. Uso de indicadores visuales del $V_{p.f.v.}$

El Fe^{2+} presente en muestras farmacéuticas puede cuantificarse usando Ce^{4+} en medio ácido a $pH = 0$ como titulante (patrón primario) directamente. El punto final de valoración se detecta por medio del potencial de equilibrio a la equivalencia empleando un electrodo inerte de platino. Se sabe que:

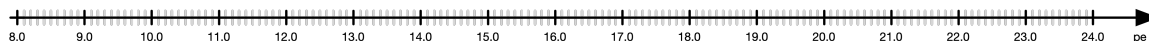
$$pK_r(Fe^{2+}/Fe^{3+}) = 13.0$$

$$pK_r(Ce^{3+}/Ce^{4+}) = 22.0$$

Para el estudio teórico, se propone analizar una alícuota de $FeSO_4$ con una $C_0 = 0.01 \text{ mol L}^{-1}$, en un volumen suficiente para generar un medio dispersivo (a $pH = 0$) que cubra los electrodos. Posteriormente, se realizarán adiciones controladas de una disolución de $Ce(NO_3)_4$ de concentración conveniente, utilizando una bureta. Considere que la temperatura es tal que el cociente $\frac{RT \ln(10)}{F} = 0.06 \text{ V}$.

Preguntas.

- 1) Determine la reacción operativa de valoración volumétrica por medio de una escala de pe.



- 2) ¿Cuál es el valor de $\log K_{reac}$ de la reacción operativa de valoración volumétrica (válida para $pH = 0$)?

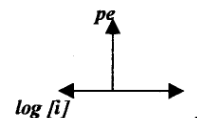
Escriba su respuesta en este espacio.

- 3) Presente la tabla de variación de especies en función del parámetro adimensional de operación analítica, f . Considere que dicho parámetro se define como $f = n_{ag}/n_o$.

Escriba su respuesta en este espacio.

- 4) Presente la curva teórica de valoración volumétrica con un diagrama logarítmico de concentraciones molares efectivas acoplado, con la siguiente amplitud para los ejes. Puede utilizar el cuadrante auxiliar de la Página 3 para realizarlo por trazo rápido.

- Eje x, parte de la izquierda: $-10.0 \leq \log [i] \leq 0.0$
- Eje x, parte de la derecha: $0.0 \leq f \leq 2.0$
- Eje y: $6.0 \leq pe \leq 24.0$



- 5) Complete la siguiente tabla de acuerdo con la información obtenida con la curva teórica de titulación volumétrica.

Porcentaje de avance de la operación analítica	f	pe	ΔE vs. E.N.H. [V]
0%	Valor de f	Valor de pe	Valor de ΔE
1%	Valor de f	Valor de pe	Valor de ΔE
10%	Valor de f	Valor de pe	Valor de ΔE
50%	Valor de f	Valor de pe	Valor de ΔE
90%	Valor de f	Valor de pe	Valor de ΔE
99%	Valor de f	Valor de pe	Valor de ΔE
100%	Valor de f	Valor de pe	Valor de ΔE
101%	Valor de f	Valor de pe	Valor de ΔE
110%	Valor de f	Valor de pe	Valor de ΔE
150%	Valor de f	Valor de pe	Valor de ΔE
200%	Valor de f	Valor de pe	Valor de ΔE

- 6) ¿Cuál es el valor del potencial a la equivalencia y qué equilibrio lo determina?

Escriba su respuesta en este espacio.

- 7) Determine la cuantitatividad química de la reacción operativa de valoración volumétrica a la equivalencia. **Reporte en porcentaje, usando el formato XX.XXXX%.**

Escriba su respuesta en este espacio.

- 8) Considere que se analizan distintas valoraciones por separado para determinar qué indicador es el más adecuado para la determinación. Recuerde que, tanto las disoluciones de hierro como las de cerio son incoloras. **Complete la siguiente tabla y señale el indicador idóneo, coloreando en rojo la fila completa correspondiente a él.**

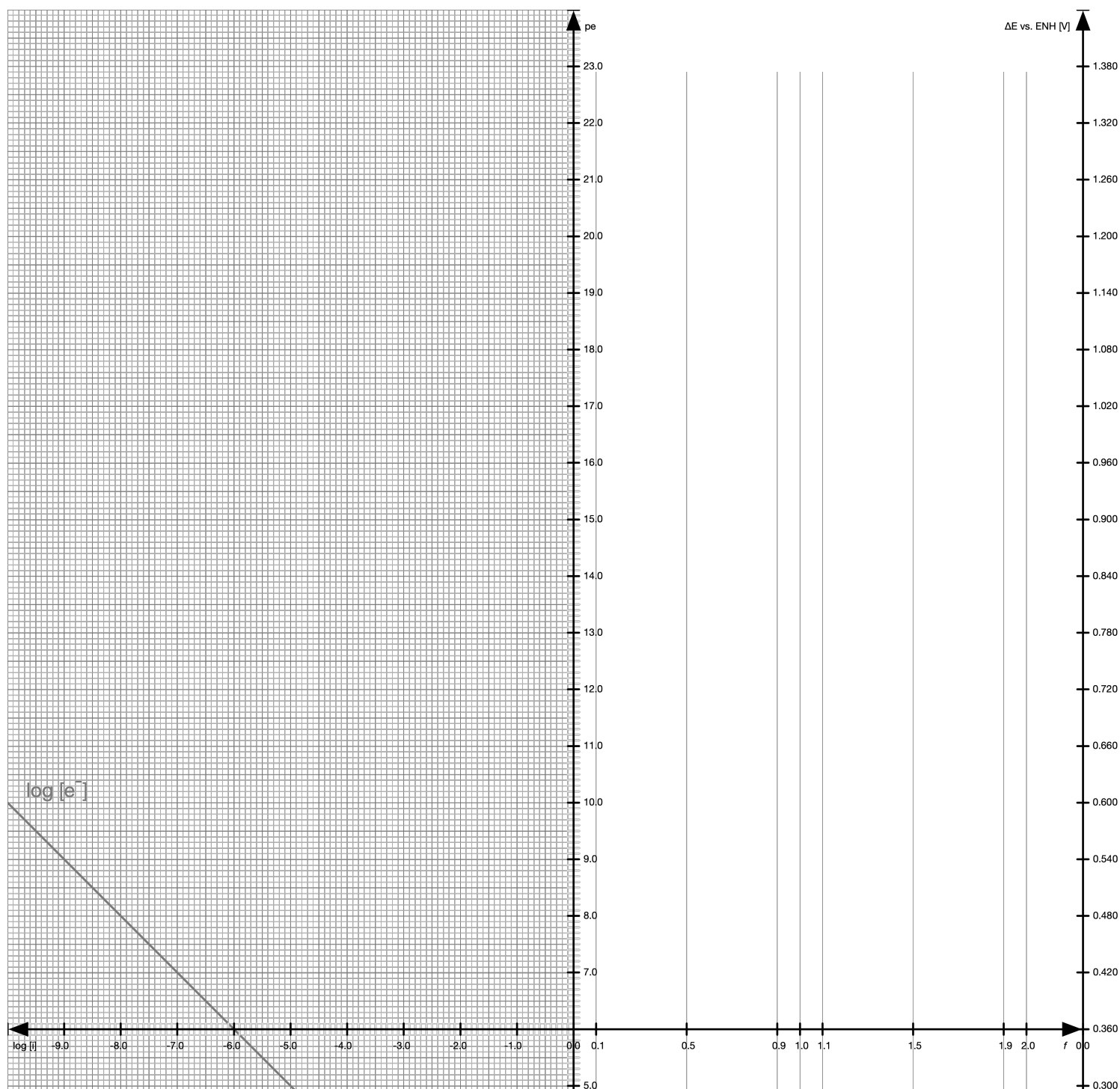
Indicador	Color		E°
	Oxidado	Reducido	
Fenosafranina	Rojo	Incoloro	0,28
Tetrasulfonato de índigo	Azul	Incoloro	0,36
Azul de metileno	Azul	Incoloro	0,53
Difenilamina	Violeta	Incoloro	0,75
4'-Etoksi-2,4-diaminoazobenceno	Amarillo	Rojo	0,76
Ácido difenilaminosulfónico	Rojo-violeta	Incoloro	0,85
Ácido difenilbencidinsulfónico	Violeta	Incoloro	0,87
Hierro tris(2,2'-bipiridina)	Azul claro	Rojo	1,120
Hierro tris(1,10-fenantrolina) (ferroína)	Azul claro	Rojo	1,147
Hierro tris(5-nitro-1,10-fenantrolina)	Azul claro	Rojo-violeta	1,25
Rutenio tris(2,2'-bipiridina)	Azul claro	Amarillo	1,29

Indicador utilizado	Color inicial de la disolución	Color de la disolución al vire del punto final	Valor de ΔE vs. ENH del vire	Valor de pe del vire	Tipo de error (por exceso o por defecto)	% Δf
Ácido difenilamino-sulfónico	Color	Color	Valor ΔE	Color	Escriba	Valor Δf
Ferroína	Color	Color	Valor ΔE	Color	Escriba	Valor Δf
Hierro tris(2,2')-bipiridina	Color	Color	Valor ΔE	Color	Escriba	Valor Δf

- 9) ¿La cuantitatividad química de esta reacción operativa de titulación es una función de C_0 ? **Argumente su respuesta.**

Escriba su respuesta en este espacio.

Pregunta 4. Cuadrante acoplado auxiliar para presentar la curva teórica de valoración volumétrica con monitoreo potenciométrico del volumen del punto final de valoración.



Referencias.

- Baeza, A. (2011). *Química Analítica. Expresión Gráfica de las reacciones químicas*. S y G.
- Baeza, A. & García-Mendoza, A. (2021). *Química Analítica I-II-III. Principios y operaciones analíticas*. Cruz Ulloa Alejandro (978-607-99579).
- Briones-Guerash-S., U., García-Mendoza, A. & Aguilar-Cordero, J. C. (2023). Spreadsheet Methodology for the Calculation of Equilibrium Diagrams Including Precipitation Reactions and Formation of Mixed Ligand and Polynuclear Hydroxo Complexes. *Journal of Chemical Education*, 100(12), 4663–4673.
- Rodríguez-de-San-Miguel, E. (2018). A New Model for the Full Inclusion of Precipitation Reactions in the General Ionic Equilibrium Framework of Homogeneous Solutions Based on the Fraction of Species Concept in Heterogeneous Systems. *Journal of Applied Solution Chemistry and Modeling*, 7, 39–51.
- Scholz, F. & Kahlert, H. (2019). *Chemical Equilibria in Analytical Chemistry*. Springer International Publishing.
- Sillén, L. G. (1952). Redox diagrams. *Journal of Chemical Education*, 29(12), 600–608.

Objetivo didáctico.

Proporcionar un cuestionario sobre temáticas propias de la Química Analítica para estimar la capacidad de asimilación de los conceptos revisados en clase mediante un proceso de autoevaluación ulterior apoyado en las TIC.

Licencia.

“Serie A4E – Valoración volumétrica de Fe(II) usando Ce(IV) como titulante” © 2025 por “Arturo de Jesús García Mendoza”, Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida Universidad 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> (CC-BY-NC-SA).



Forma sugerida de citar:

García Mendoza A. [RUA UNAM – Oficial]. (03 de diciembre de 2025). “Serie A4E – Valoración volumétrica de Fe(II) usando Ce(IV) como titulante” [Archivo PDF]. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

Cursos relacionados.

UNAM. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Química (Plan 2004, Clave 1122) → Química Analítica 1 (Clave 1417) → Química Analítica 2 (Clave 1518)
Ingeniería Química (Plan 2004, Clave 1118) → Química Analítica 1 (Clave 1425) → Química Analítica 2 (Clave 1523)
Química Industrial (Plan 2013, Clave 1600) → Química Analítica 2 (Clave 1411) → Química Analítica 3 (Clave 1513)

UNAM. Facultad de Química.

Química (Plan 2005, Clave 2192) → Química Analítica 1 (Clave 1402) → Química Analítica 2 (Clave 1504)
Química Farmacéutico Biológica (Plan 2005, Clave 2191) → Química Analítica 1 (Clave 1402) → Q. Analítica 2 (Clave 1504)
Química de Alimentos (Plan 2005, Clave 2190) → Química Analítica 1 (Clave 1402) → Química Analítica 2 (Clave 1504)
Ingeniería Química (Plan 2005, Clave 2188) → Química Analítica 1 (Clave 1402) → Química Analítica 2 (Clave 1504)

Agradecimientos.

Trabajo realizado con el apoyo del programa UNAM-DGAPA-PAPIME PE200325.