APELLIDOS – Nombre propio:

Parte 1. *Reactividad química en medio homogéneo. Sistema ácido – base.*
El polisistema redox del hierro en disolución acuosa es $Fe^0/Fe^{2+}/Fe^{3+}$ y la información concerniente a los potenciales de los pares redox, reportados a una $I = 0.1\ mol\ L^{-1}$, es la siguiente, si y sólo si el pH = 0. Utilizar 0.06 V cuando sea necesario.

$Fe^{3+} + e^- \rightleftarrows Fe^{2+}$ $\quad E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0.78\ V\ vs.ENH$ $\quad \log K_{Fe^{2+}}^{1e^-} = \log K_{1,1}^{Fe^{3+}|e} = \log \beta_1^{Fe^{3+}|e} = 13$

$Fe^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Fe^0$ $\quad E^0(Fe^{2+}/Fe^0) = -0.45\ V\ vs.ENH$ $\quad \log K_{Fe^0}^{2e^-} = \log K_{1,2}^{Fe^{2+}|e} = -15$

Preguntas

1) ¿Cuál es el valor del $pK_r(Fe^{2+}/Fe^{3+})$, también denotado como pK_{r1}?

$$pK_{r1} = pK_r(Fe^{2+}/Fe^{3+}) = 13$$

2) ¿Cuál es el valor del $pK_r(Fe^0/Fe^{2+})$, también denotado como pK_{r3}?

$$pK_{r3} = pK_r(Fe^0/Fe^{2+}) = -15$$

3) ¿Cuál es el valor del $\log \beta_3^{Fe^{3+}|e}$?

$$\log \beta_3^{Fe^{3+}|e} = pK_{r1} + pK_{r3} = 13 + (-15) = -2$$

4) Escribir el balance único de materia del sistema $Fe^0/Fe^{2+}/Fe^{3+}$.

$$C_0 = \{Fe^0\} + [Fe^{2+}] + [Fe^{3+}]$$

Nota: El término $\{Fe^0\}$ hace referencia a la cantidad de sustancia de esa fase condensada expresada en unidades de mol sobre litro. Hace referencia a la cantidad total de ese sólido presente en el sistema.

5) Escribir los polinomios que describen las fracciones molares distributivas para:
   a) Donador.

$$\phi_3 = \phi_{Fe^0} = \frac{C_0 10^{-2-3pe}}{1 + 10^{13.0-pe} + C_0 10^{-2-3pe}} = \phi_0(C_0 10^{-2-3pe})$$

   b) Anfolito.

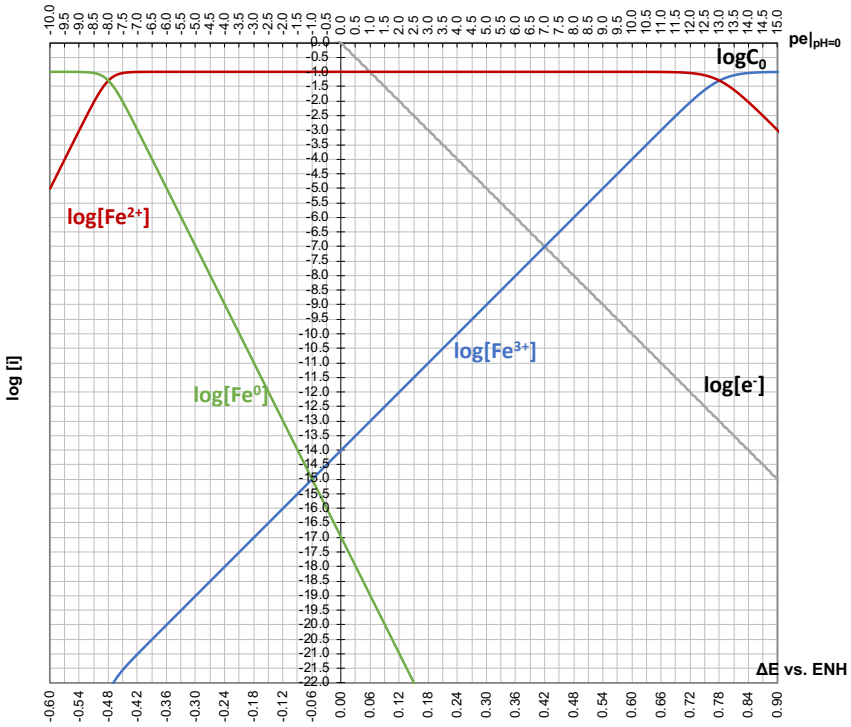
$$\phi_1 = \phi_{Fe^{2+}} = \frac{10^{13.0-pe}}{1 + 10^{13.0-pe} + C_0 10^{-2-3pe}} = \phi_0(10^{13.0-pe})$$

   c) Receptor.

$$\phi_0 = \phi_{Fe^{3+}} = \frac{1}{1 + 10^{13.0-pe} + C_0 10^{-2-3pe}}$$

Dr. Arturo de Jesús García Mendoza
Universidad Nacional Autónoma de México

A continuación, se presenta el diagrama logarítmico de concentraciones molares efectivas para el polisistema $Fe^0/Fe^{2+}/Fe^{3+}$, con una $C_0 = 0.1\ mol\ L^{-1}$. Con base en él responda las siguientes preguntas.



6) ¿Qué especie química del sistema predomina cuando el potencial de la disolución es de E = 0.78 V *vs*. ENH (pe = 13)?
   a) Únicamente Fe^0.
   b) Únicamente Fe^{2+}.
   c) Únicamente Fe^{3+}.
   d) Tanto Fe^0 como Fe^{2+}.
   e) Tanto Fe^{2+} como Fe^{3+}.

7) Con ayuda del diagrama anterior, complete la siguiente tabla, colocando en las celdas los valores de pe solicitados y la especie química predominante del polisistema $Fe^0/Fe^{2+}/Fe^{3+}$, cuando el potencial de la disolución adquiere los siguientes valores.

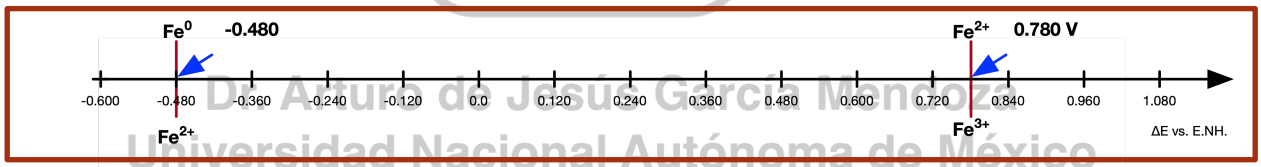
	Potencial de electrodo de E = -0.54 V vs. ENH.	**Potencial de electrodo de E = 0.00 V vs. ENH.**	**Potencial de electrodo de E = +0.84 V vs. ENH.**
Especie química predominante del polisistema redox.	Fe^0	Fe^{2+}	Fe^{3+}
Valor de pe impuesto.	pe = - 9	pe = 0	pe = 14
Fracción de Fe^{2+} presente (en el formato X.XXXXXX)	0.009901	1.000000	0.090909

8) Escriba la reacción de dismutación del anfolito, Fe^{2+}. Determine el valor del logaritmo de la constante de dismutación.

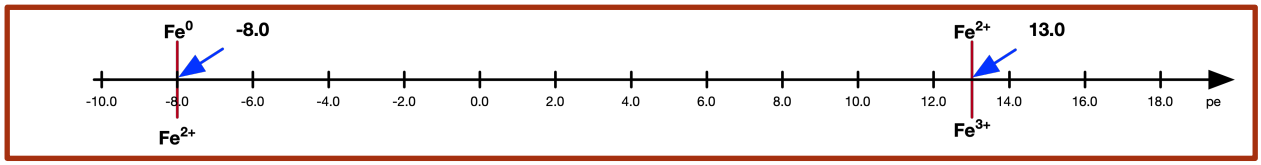
La reacción de dismutación es $2Fe^{2+} + Fe^{2+} \rightleftarrows 2Fe^{3+} + Fe^0$

$$\log K_{dism} = \log \beta_3^{Fe^{3+}|e} - 3\log \beta_1^{Fe^{3+}|e} = -2 - 3(13) = -41$$

9) Escriba los pares redox del polisistema $Fe^0/Fe^{2+}/Fe^{3+}$ sobre una escala de potencial en voltios con respecto al ENH.



10) Escriba los pares redox del polisistema $Fe^0/Fe^{2+}/Fe^{3+}$ sobre una escala de pe considerando al sistema $H_{2(g)}/H^+$ como par redox de referencia.



Dr. Arturo de Jesús García Mendoza
Universidad Nacional Autónoma de México

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 A4B – Especiación química del polisistema $Fe^0/Fe^{2+}/Fe^{3+}$ en términos del ΔE y del pe", Arturo de Jesús García Mendoza, D.R., ©, 2024*, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, Universidad Nacional Autónoma de México, C.U., Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.*

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución, No Comercial Código Legal: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.es, (CC-BY-NC).

Forma sugerida de citar:
García Mendoza A. [RUA UNAM – Oficial]. (03 de octubre de 2024). "Serie A4B – Especiación química del polisistema $Fe^0/Fe^{2+}/Fe^{3+}$ en términos del ΔE y del pe" [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)

Dr. Arturo de Jesús García Mendoza
Universidad Nacional Autónoma de México

Agradecimientos.

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