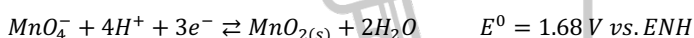
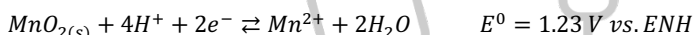




APELLIDOS – Nombre propio:

**Parte 1. Condicionalidad química en medio homogéneo. Sistemas redox – acidez colateral.**

El permanganato de potasio es un agente oxidante útil en operaciones analíticas volumétricas. Para el polisistema redox  $Mn^0/Mn^{2+}/MnO_{2(s)}/MnO_4^-$  se tienen lo siguiente. Considere que la temperatura es tal que el cociente  $\frac{RT \ln(10)}{F} = 0.06 \text{ V}$ .



Además, se reporta la siguiente información concerniente a equilibrios ácido base.



**Preguntas.**

- 1) Escriba la expresión numérica para el coeficiente  $\alpha_{Mn^{2+}(H)}$ .

$$\alpha_{Mn^{2+}(OH)} = 1 + 10^{3.4-pOH} + 10^{9.0-2pOH} + 10^{7.2-3pOH} + 10^{7.7-4pOH}$$

$$\alpha_{Mn^{2+}(H)} = 1 + 10^{pH-10.6} + 10^{2pH-19.0} + 10^{3pH-34.8} + 10^{4pH-48.3}$$

- 2) Escriba la expresión numérica que permite describir la variación del  $pe$  asociado al par  $Mn^0/(Mn^{2+})'$ . Describalo en función del pH y de los coeficientes de especiación adecuados.

$$pe = \frac{1}{2} \left( -39 + \log[Mn^{2+}] + \log \left( \frac{1}{\alpha_{Mn^{2+}(H)}} \right) \right) \quad \text{Donde } pK_r(Mn^0/Mn^{2+}) = -39$$

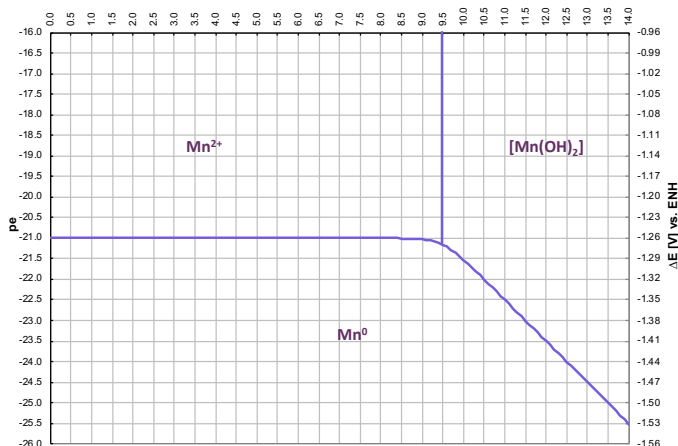
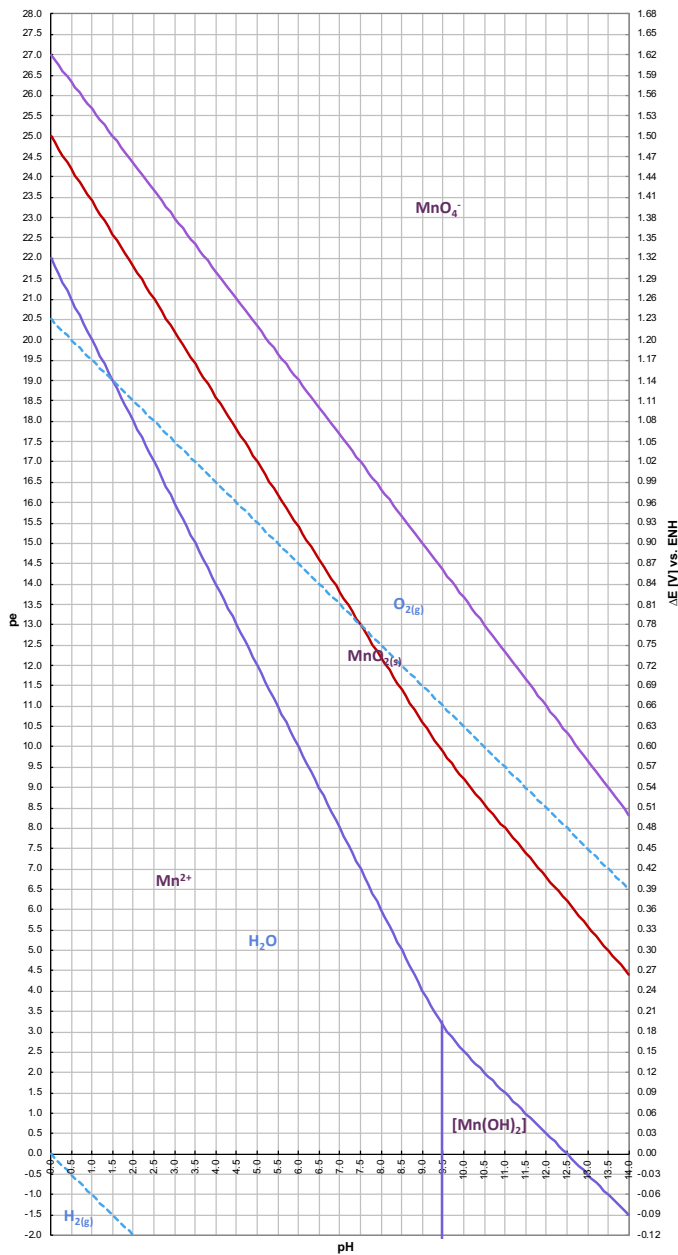
- 3) Escriba la expresión numérica que permite describir la variación del  $pe$  asociado al par  $(Mn^{2+})'/MnO_{2(s)}$ . Describalo en función del pH y de los coeficientes de especiación adecuados.

$$pe = \frac{1}{2} \left( 41 + \log \left( \frac{1}{\alpha_{Mn^{2+}(H)}} \right) + \log \alpha_{Mn^{2+}(H)} - 4pH \right) \quad \text{Donde } pK_r(Mn^{2+}/MnO_{2(s)}) = 41$$

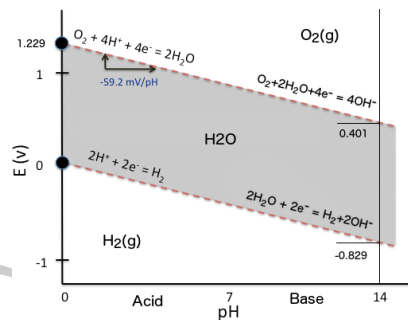
- 4) Escriba la expresión numérica que permite describir la variación del  $pe$  asociado al par  $MnO_{2(s)}/MnO_4^-$ . Describalo en función del pH y de los coeficientes de especiación adecuados.

$$pe = \frac{1}{3} (84 + \log[MnO_4^-] - 4pH) \quad \text{Donde } pK_r(MnO_{2(s)}/MnO_4^-) = 84$$

- 5) Elaborare el diagrama  $pe = f(pH)$  para el polisistema  $Mn^0/(Mn^{2+})'/MnO_{2(s)}/MnO_4^-$ . Indique sobre el diagrama las especies representativas a cada zona de predominio y considere que  $C_0 = 0.001 \text{ mol L}^{-1}$ . Utilice los cuadrantes de la siguiente página para presentarlos claramente. No anexe hojas.



A continuación, se presenta el diagrama de Marcel Pourbaix para la electrólisis del agua en función de los niveles de acidez, usando electrodos de platino.



- 6) Presente el diagrama de Pourbaix de los sistemas del agua sobre el diagrama del polisistema  $\text{Mn}^0/(\text{Mn}^{2+})'/\text{MnO}_{2(s)}/\text{MnO}_4^-$ . Escribalo con tinta AZUL.
- 7) (A) ¿En qué intervalos de valores de pH es inestable una disolución de permanganato de potasio en agua y cuál es el producto de dicha interacción? (B) ¿Por qué razón es posible preparar dichas disoluciones en agua sin observar la descomposición inmediata de algún componente en la mezcla?

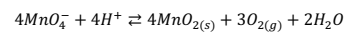
(7A)

Es inestable de  $0 \leq \text{pH} \leq 14$ .

La reacción produce  $\text{MnO}_{2(s)}$  y  $\text{O}_{2(g)}$ .

(7B)

La cinética de la reacción de descomposición es muy lenta.



- 8) ¿Es posible la reducción directa del permanganato hacia  $(\text{Mn}^{2+})'$  en disolución acuosa por la acción de un agente reductor fuerte?

Sí es posible.

- 9) Señale, esta frontera en el diagrama de Pourbaix de la Pregunta 5, marcándolo en color ROJO. Considere que la reacción  $\text{Mn(VII)} + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn(II)}$  es esencial para muchas operaciones analíticas.

## 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 B2J – Diagrama de Predominio de Estados en condiciones de amortiguamiento simple para el sistema  $Mn(0)$ ,  $Mn(II)$ ,  $Mn(IV)$  y  $Mn(V)$ ” © 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 B2J – Diagrama de Predominio de Estados en condiciones de amortiguamiento simple para el sistema  $Mn(0)$ ,  $Mn(II)$ ,  $Mn(IV)$  y  $Mn(V)$ ” [Archivo PDF]. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

## Cursos relacionados.

UNAM. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Química (Plan 2004, Clave 1122) → Química Analítica 3 (Clave 1616) → Laboratorio de Paquete Terminal (Clave 1935)  
Ingeniería Química (Plan 2004, Clave 1118) → Química Analítica 2 (Clave 1523)  
Química Industrial (Plan 2012, Clave 1600) → Química Analítica 2 (Clave 1411) → Química Analítica 3 (Clave 1513)  
Bioquímica Diagnóstica (Plan 2008, Clave 1316) → Química Analítica Aplicada (Clave 1439).  
Farmacia (Plan 2008, Clave 1317) → Química Analítica Aplicada (Clave 1542).

UNAM. Facultad de Química.

Química (Plan 2005, Clave 2192) → Química Analítica 2 (Clave 1504) → Química Analítica 3 (Clave 1604)  
Química Farmacéutico Biológica (Plan 2005, Clave 2191) → Química Analítica 2 (Clave 1504)  
Química de Alimentos (Plan 2005, Clave 2190) → Química Analítica 2 (Clave 1504)  
Ingeniería Química (Plan 2005, Clave 2188) → Química Analítica 2 (Clave 1504)

## Agradecimientos.

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