

Práctica 9: Curvas de titulación ácido-base. Titulación de un ácido fuerte y un ácido débil, con una base fuerte.

Problema a resolver:

- Determinar la concentración de dos disoluciones de distintos ácidos mediante curvas de titulación pHmétrica.
- Determinar el valor del pKa del par conjugado HAc/Ac⁻ mediante una curva de titulación pHmétrica.

Investigación y Tarea previa

Imprimir el documento “determinación gráfica del punto de equivalencia” en la liga del AMyD, traerlo como material de apoyo. Consultar el documento: Medir-pH.recomendaciones. Traer hojas de papel milimétrico, regla y compás.

Responde las siguientes preguntas y realiza los cálculos correspondientes:

1. ¿Qué es una curva de titulación o de valoración?
2. ¿A qué se le llama el “punto de equivalencia” en una curva de titulación?
3. ¿Qué significa “neutralizar”?
4. Para la siguiente ecuación que representa la expresión de la constante de acidez

$$K_a = \frac{[H^+][Base]}{[Ácido]}$$

Aplica las leyes de los logaritmos necesarias para llegar a la siguiente ecuación:

$$pH = pK_a + \log \frac{[Base]}{[Ácido]}$$

5.- Considerando que se tienen 20mL (V_i) de HCl 0.1M y se van agregando los volúmenes de NaOH 0.1M indicados en la primera columna de la siguiente tabla, calcular, para cada adición de NaOH, lo que se indica en cada columna, para obtener en cada renglón el pH correspondiente. Anexa en la siguiente hoja un ejemplo de cada cálculo que realizaste.

Volumen de NaOH 0.1M agregado (mL)	Cantidad de OH ⁻ agregados (moles)	moles restantes de H ⁺ (moles iniciales menos moles neutralizados)	Volumen total (V _i + Volumen de NaOH agregado) (mL)	[H ⁺]	pH
0					
4					
8					
12					
16					
18					

19					
20					

Volumen de NaOH 0.1M agregado (mL)	Cantidad de OH ⁻ agregados (moles)	moles de OH ⁻ en exceso	Volumen total (V _i + Volumen de NaOH 0.1M agregado) (mL)	[OH ⁻]	pOH	pH
21						
22						
24						
26						
30						

7. Graficar en una hoja de papel milimétrico, los volúmenes de NaOH agregados en las abscisas, de 0 a 30 mL y el pH correspondiente en las ordenadas. **Anexa tu gráfica.** Aplica alguno de los métodos mencionados en el documento del AMYD para localizar el punto de equivalencia en esta curva.

Procedimiento

1. Fijar el pHmetro junto a la bureta como se muestra en la figura 1:

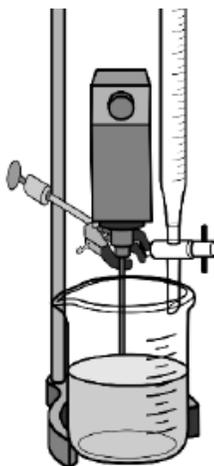


Figura 1.

2. Llenar con solución de NaOH 0.1M una bureta de 50mL. En esta operación el hidróxido de sodio será la *solución titulante*.
3. Colocar 20mL de la solución de HCl (problema 1) en un vaso de precipitados o un matraz Erlenmeyer.
4. Introducir *con mucho cuidado* en este vaso el electrodo y la punta de la bureta (sin que ésta toque la disolución). El electrodo se encontrará previamente calibrado por el profesor o el laboratorista. **No oprimir el botón de "cal"** ya que esto hace que se pierda la calibración.
5. Tomar el valor de pH inicial de la disolución de HCl.

- Realizar adiciones de volúmenes de NaOH de acuerdo a la tabla 1, agitando después de cada adición y tomar nota del valor de pH después de cada adición. (Utilizar la Tabla 1 para registrar los datos).
- Repite los pasos 1 a 5 sustituyendo la disolución de HCl por ácido acético (problema 2)

Resultados

A fin de organizar mejor tu información, puedes utilizar si lo deseas la siguiente tabla como guía.

Tabla1:

Titulación de HCl con NaOH		Titulación de CH ₃ COOH con NaOH	
Volumen TOTAL de NaOH agregado (mL)	pH	Volumen TOTAL de NaOH agregado (mL)	pH
0		0	
4		4	
8		8	
10		10	
12		12	
15		15	
17		17	
18		18	
19		19	
20		20	
21		21	
22		22	
24		24	
26		26	
30		30	

- Graficar **en una misma hoja de papel milimétrico**, las dos curvas de titulación, colocando el volumen de NaOH añadidos en las abscisas y los valores de pH en las ordenadas.
- Localiza y señala** el punto de equivalencia en cada una de las dos gráficas obtenidas con los datos de la Tabla 1 mediante un método gráfico.

Análisis de resultados

Incluye tus gráficas en el informe y señala TODOS los datos que utilices para responder las preguntas:

- ¿Qué significado físico tienen las coordenadas del punto de equivalencia (p.e)? Es decir, x(p.e.) y y(p.e.)
- Identifica los puntos solicitados en la siguiente tabla:

Titulación de HCl con NaOH		Titulación de CH ₃ COOH con NaOH	
Valor "x" en el punto de equivalencia	Valor "y" en el punto de equivalencia	Valor "x" en el punto de equivalencia	Valor "y" en el punto de equivalencia

2. Escribir la reacción de neutralización llevada a cabo en la primera titulación. Considerando que se tomaron 20mL de alícuota, calcula a partir del volumen gastado en el punto de equivalencia, y de la concentración de titulante, la concentración molar de la disolución de HCl que se tituló.

3. Escribir la reacción llevada a cabo en la segunda titulación. Considerando que se tomaron 20mL de alícuota, calcula a partir del volumen gastado en el punto de equivalencia, y de la concentración de titulante, la concentración molar de la disolución de ácido acético que se tituló.

4. ¿Cuáles son todas las especies químicas presentes en el vaso durante las titulaciones? (indicar correctamente a las especies **disociadas y/o moleculares**, de acuerdo al tipo de ácido: fuerte/débil)

	Titulación de HCl con NaOH	Titulación de CH ₃ COOH con NaOH
En el punto inicial , antes de iniciar las adiciones de titulante:		
Durante la titulación, antes del punto de equivalencia:		
En el punto de equivalencia:		
Durante la titulación, después del punto de equivalencia:		

5. ¿Cuánto vale el pH en el punto de equivalencia? ¿Por qué es distinto el valor de pH en el punto de equivalencia para cada ácido?

6. Utilizando los datos de la gráfica de titulación de **HAc con NaOH**, responde lo siguiente:

- ¿Cuánto volumen de NaOH se utilizó para neutralizar **totalmente** al ácido acético?
- ¿Cuánto volumen de NaOH se utilizó para neutralizar **solamente la mitad** del ácido acético?
- ¿Cuánto vale el pH cuando se ha neutralizado exactamente la mitad del ácido acético?
- ¿Cómo son las concentraciones de ácido acético y acetato en las condiciones de la pregunta anterior?
- Con estos valores de concentración, y utilizando la ecuación que se dedujo como parte de la tarea previa, obtener el valor para el pKa del ácido acético.
- Comparar el valor obtenido con el reportado en tablas (pKa = 4.75) ¿Qué tan similar es el pKa determinado experimentalmente con el reportado?

9.- Usando esta misma fórmula, calcula el valor del pH cuando:

- la concentración del ácido acético es el doble de la concentración de acetato
- la concentración de acetato es el doble de la concentración de ácido acético
- ¿Qué tan alejados están estos valores respecto al pKa?

Conclusión

Resumir la utilidad de las curvas de valoración, comparando con el método de titulación empleados en las primeras prácticas. ¿Qué información nos proporciona la curva de valoración?

Manejo de residuos: Las disoluciones pueden verterse al drenaje una vez neutralizadas