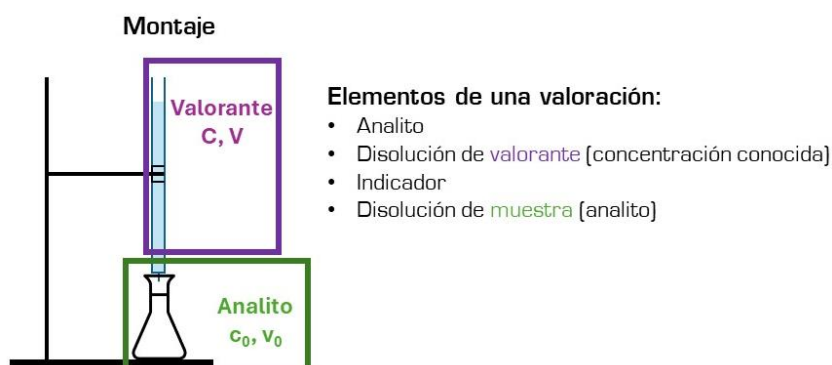


Volumetrías ácido-base

- **Objetivo:** Conocer la concentración de un compuesto de interés (*analito*) en una muestra a partir de una reacción ácido-base con un compuesto de concentración conocida (*valorante*).
- **Montaje:**

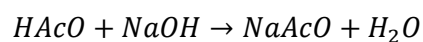


En esta práctica:

Analito: ácido acético ($\text{CH}_3\text{-COOH} = \text{HAcO}$) y ácidos contenidos en el vinagre (tartárico, láctico, cítrico...)

Valorante: Hidróxido sódico (NaOH)

Reacción de valoración:



Conociendo la relación estequiométrica 1:1 entre el *valorante* y el *analito* y la concentración exacta de NaOH , se puede obtener la concentración de ácido presente en la muestra [*desarrollar cálculos*].

$$C \cdot V = c_0 \cdot v_0$$

Consideraciones a tener en cuenta:

Patrones tipo primario: Son sustancias de las cuales conocemos de manera *exacta* su concentración, y que permiten, por estequiometría, obtener la concentración del valorante¹.

En el caso de las estandarizaciones de NaOH, el patrón tipo primario más habitual es el ftalato ácido de potasio (= KHFt).

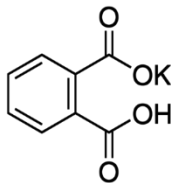


Figure 1. Ftalato ácido de potasio

Estos compuestos han de tener una serie de características para poder ser utilizados como PTP, entre las cuales están:

- Ser estables con el tiempo
- Tener una composición conocida
- Dar reacción estequiométrica y conocida con la sustancia que se pretende estandarizar
- No ser higroscópicos (captan agua del ambiente) ni eflorescentes (pierden humedad con el tiempo)
- Tener una elevada pureza
- Preferiblemente tener una elevada masa molecular, para minimizar errores por pesada

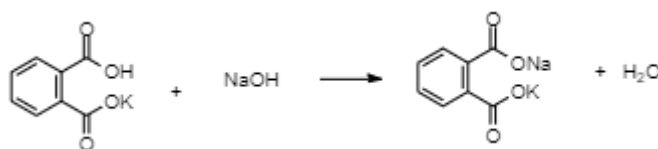


Figure 2. Reacción de estandarización de la NaOH con KHFt.

Parámetros a conocer de manera exacta: En las valoraciones ácido-base, es muy importante saber, exactamente, cuál es la **concentración del valorante** (obtenida mediante la estandarización, **C**), así como cuál es la **cantidad de muestra valorada** (**v₀**).

¹ <https://goldbook.iupac.org/terms/view/S05924>

Exactitud vs. precisión: El término exactitud hace referencia a la diferencia entre el valor real de la concentración de analito en la muestra y el valor de concentración que obtenemos mediante las mediciones en el laboratorio. La precisión es una medida de la dispersión de los resultados, sin tener en cuenta cuál es el valor real.

Por tanto, una medida analítica puede ser muy precisa, pero poco exacta, si todas las réplicas proporcionan valores similares entre ellas pero alejadas del valor 'correcto'.

Análogamente, una medida puede ser muy exacta, pero poco precisa, si las diferentes réplicas proporcionan valores muy dispares entre ellas.

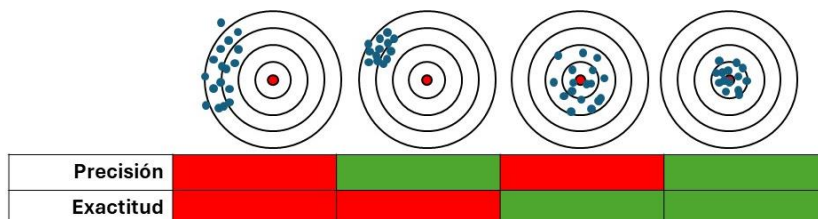


Figure 3. Exactitud vs. precisión

Curvas de valoración:

El pH de la disolución, inicialmente ácido (debido a la muestra), irá aumentando a medida que se añade valorante (NaOH). Una vez se alcance un determinado volumen (*volumen de semiequivalencia*), el pH de la disolución será el pK_a del ácido acético, y las concentraciones de HAcO y NaAcO serán iguales. En ese intervalo de $pH \pm 1$, se tiene un *sistema tamponado*.

Cuando la cantidad de NaOH añadida sea equivalente estequiométricamente a la de ácido presente (en este caso, la equivalencia en moles es 1 a 1), se habrá alcanzado el *punto de equivalencia*. En este caso, el pH de la disolución en ese punto será 7, al haber la misma cantidad de $[H^+]$ que de $[OH^-]$.

Sin embargo, y debido a la naturaleza del **indicador**, no se finaliza la valoración en ese momento. El momento en que visualmente se tiene el viraje del indicador, se finaliza la valoración. A ese punto se le conoce como *punto final*.

Es importante ver que el punto de equivalencia y el punto final son diferentes. Dicha diferencia generará un *error de valoración*.

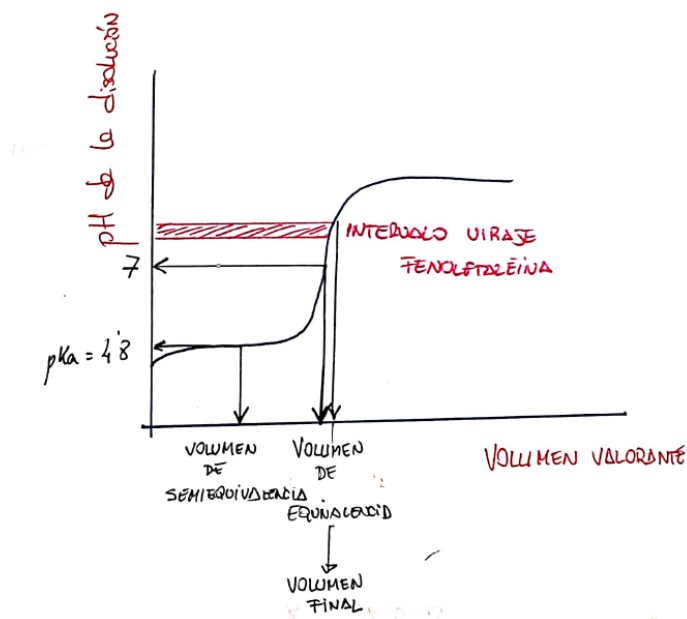


Figure 4. Curva de valoración del ácido acético con NaOH

Preguntas

1.- La fenolftaleína tiene un intervalo de pH de viraje que se encuentra entre 8,2 y 10. En base a lo explicado en este documento, en la valoración de ácido acético con sosa con fenolftaleína, ¿Se comete un error por exceso o por defecto?

2.- En base a la tabla adjunta más abajo, ¿Qué otro/s indicador se podría utilizar para la valoración llevada a cabo en esta práctica?

Intervalos de pH indicadores ácido-base

Nombre comercial	Intervalo de pH	Cambio de color, ácido-alcalino
Rojo de <i>o</i> -cresol (B) (intervalo ácido)	0,2-1,8	Rojo-amarillo
Azul de timol (B) (intervalo ácido)	1,2-2,8	Rojo-amarillo
Rojo de pentametoxi (B)	1,2-3,2	Rojo-violeta-incoloro
Tropeolín OO (B)	1,3-3,2	Rojo-amarillo
2,4-Dinitrofenol (A)	2,4-4,0	Incoloro-amarillo
Amarillo de metilo (B)	2,9-4,0	
Naranja de metilo (B)	3,1-4,4	Rojo-naranja
Azul de bromofenol (A)	3,0-4,6	Amarillo-violeta-azul
Azul de tetrabromofenol (A)	3,0-4,6	Amarillo-azul
Sulfonato sódico de alizarina (A)	3,7-5,2	Amarillo-violeta
Rojo de α -naftilo (B)	3,7-5,0	Rojo-amarillo
<i>p</i> -Etoxi crisoidina (B)	3,5-5,5	Rojo-amarillo
Verde de bromocresol (A)	4,0-5,6	Amarillo-azul
Rojo de metilo (A)	4,4-6,2	Rojo-amarillo
Púrpura de bromocresol (A)	5,2-6,8	Amarillo-púrpura
Rojo de clorofenol (A)	5,4-6,8	Amarillo-rojo
Azul de bromotimol (A)	6,2-7,6	Amarillo-azul
<i>p</i> -Nitrofenol (A)	5,0-7,0	Incoloro-amarillo
Azolitmina (A)	5,0-8,0	Rojo-azul
Rojo de fenol (A)	6,4-8,0	Amarillo-rojo
Rojo neutro (B)	6,8-8,0	Rojo-amarillo
Acido rosólico (A)	6,8-8,0	Amarillo-rojo
Rojo de cresol (A) (intervalo alcalino)	7,2-8,8	Amarillo-rojo
α -Naftolftaleína (A)	7,3-8,7	Rosa-verde
Tropeolina OOO (B)	7,6-8,9	Amarillo-rosa-rojo
Azul de timol (A) (intervalo alcalino)	8,0-9,6	Amarillo-azul
Fenolftaleína (A)	8,0-10,0	Incoloro-rojo
α -Naftolbenceína (A)	9,0-11,0	Amarillo-azul
Timolftaleína (A)	9,4-10,6	Incoloro-azul
Azul Nilo	10,1-11,1	Azul-rojo
Amarillo de alizarina (A)	10,0-12,0	Amarillo-lila
Amarillo de salicilo (A)	10,0-12,0	Amarillo-naranja-pardo
Violeta diazo	10,1-12,0	Amarillo-violeta
Tropeolina O (B)	11,0-13,0	Amarillo-naranja-pardo
Nitramina (B)	11,0-13,0	Incoloro-naranja-pardo
Azul de Poirrier	11,0-13,0	Azul-violeta-rosa
Acido trinitrobenzoico	12,0-13,4	Incoloro-naranja-pardo

^a Se conoce como **error por exceso** al error cometido cuando se sobreestima el contenido de analito en la muestra.

Por el contrario, el **error por defecto** es aquel que se obtiene cuando se infraestima su concentración en muestra.