

TABLAS DE EQUIVALENCIA MOLARIDAD- MOLALIDAD- FRACCIÓN MOLAR

	x_1	c_1	m_1
x_1	x_1	$\frac{M_0 c_1}{1000 r - c_1 (M_1 - M_0)}$	$\frac{M_0 m_1}{1000 + M_0 m_1}$
c_1	$\frac{1000 x_1 r}{M_0 + x_1 (M_1 - M_0)}$	c_1	$\frac{m_1 r 1000}{1000 + m_1 M_1}$
m_1	$\frac{1000 x_1}{M_0 (1 - x_1)}$	$\frac{1000 c_1}{1000 r - M_1 c_1}$	m_1

Si la disolución está muy diluida, entonces $\rho_0 \approx \rho$, entonces la tabla anterior queda con los valores aproximados:

	x_1	c_1	m_1
x_1	x_1	$\frac{M_0 c_1}{1000 r_0}$	$\frac{M_0 m_1}{1000}$
c_1	$\frac{1000 r_0 x_1}{M_0}$	c_1	$r_0 m_1$
m_1	$\frac{1000 x_1}{M_0}$	$\frac{c_1}{r_0}$	m_1

Se insistirá también en la importancia de leer detalladamente las etiquetas de los frascos que contienen las especies químicas, haciendo observar que normalmente, entre otras indicaciones contienen:

- Riqueza del producto
- Masa molecular
- Densidad
- Precauciones especiales para su conservación y manejo

Determinar la concentración de una determinada disolución es una de las técnicas más usuales en química.

Suele hacerse comparando la disolución problema con una disolución de concentración conocida y que reaccione con aquella de acuerdo con una estequiometría conocida. Es el fundamento de la técnica de análisis volumétrico.

Cuando se produce la equivalencia entre ambas disoluciones el número de equivalentes de una y otra debe ser el mismo por lo cual conocidos los volúmenes de ambas reacciones y la concentración normal de una de ellas hallar la otra es inmediato.

Patrón primario:

Normalmente habrá que preparar el patrón correspondiente. Una sustancia es patrón primario cuando:

1. Es de elevada pureza, a poder ser 100 % y esta pureza se conoce con la precisión necesaria.
2. Si contiene impurezas, deberán ser inertes para la reacción que se va estudiar.
3. No se altera con el tiempo ni con las circunstancias ambientales: humedad, temperatura, oxígeno atmosférico o dióxido de carbono atmosféricos, etc.
4. Reacciona de forma cuantitativa es decir, de forma rápida, completa y estequiométrica.
5. Debe tener masa equivalente elevada, a fin de cometer el menor error relativo posible en la pesada.
6. Debe ser relativamente barato, de fácil adquisición y manipulación.

Indicadores:

Como se dijo más arriba, detectar el punto final de una valoración es crucial en una buena valoración. Este punto puede encontrarse mediante un cambio brusco y sensible de alguna propiedad física de la disolución que coincida con este punto. La propiedad que más se usa es el cambio de color, bien debido a la propia reacción, entonces se llama autoindicadora, bien por la adición de un reactivo que cambie bruscamente, a este reactivo se le llama indicador.

La acción de un indicador varía según la reacción.

- Indicadores ácido base. Cambian de color (color_a → color_b o incoloro → color) a un determinado valor de pH, que será aproximadamente el del punto final.
- Indicadores redox. Cambian de color a una f.e.m. muy próxima a la del punto final.
- Forman productos solubles de color diferente.
- Desaparece el color de la sustancia que se valora.
- Forman un precipitado de color diferente.
- Aparece turbidez.
- Termina la precipitación o aparece el punto claro.

Los indicadores siempre deben añadirse en cantidad muy pequeña a fin de que interfieran lo menos posible en la reacción principal. La elección de un indicador adecuado puede hacer que una valoración sea aceptable o errónea.

El punto de equivalencia puede determinarse por otros métodos, por ejemplo de tipo potenciométrico pero la sencillez de los métodos visuales hace que sean los de uso más frecuente.

Material y reactivos:

- Aforado de 250 ml
- Probeta de 100 ml
- Bureta de 50 ml
- Cuentagotas
- Balanza
- Erlenmeyer de 250
- Indicadores: Fenolftaleína, anaranjado de metilo, almidón soluble.
- Ácido clorhídrico
- Carbonato de sodio
- Ácido tereftálico

- Hidróxido de sodio
- Permanganato de potasio
- Oxalato de sodio
- Ácido sulfúrico
- Vinagre
- Lejía de hipoclorito
- Agua oxigenada

Procedimiento:

Preparación de una disolución de ácido clorhídrico 1 m.

Cálculos

A partir de la fórmula correspondiente se encuentra que para preparar 250 ml de disolución se precisan 9,125 g de HCl puro. Puesto que el comercial tiene una riqueza del 35% serán necesarios $9,125 \cdot 100/35 = 26,07$ g y dado que la densidad es 1,17 se precisarán $26,07/1,17 = 22,28$ ml **(1)**.

Se medirá esta cantidad se llevará al aforado y se enrasará a 250 ml. **(2)**

A partir de esta disolución se preparará 250 ml de disolución 0,1 M, midiendo 25 ml de aquella y enrasando a 250 ml.

Preparación de sosa 1 M

Se calculará la cantidad de sosa necesaria, se echará en el aforado se verterá una cierta cantidad de agua, se agitará hasta su disolución, y se enrasará.

Preparación de permanganato 0,1 M

Para los 250 ml previstos se precisa 3,95 g. Se procederá del modo habitual. **(3)**

Debe observarse que la molaridad del permanganato no depende de la reacción, sin embargo, su normalidad redox si depende de ella. El permanganato dependiendo de la acidez del medio puede reducirse a manganato ($1 e^-$) a bióxido de manganeso ($3 e^-$) o a Mn^{2+} ($5 e^-$) por lo que la normalidad será igual a la molaridad por el número de electrones puestos en juego y por supuesto, esta circunstancia deberá tenerse en cuenta a la hora de plantear los cálculos.

Titulación

La técnica general consiste en pesar tres muestras del patrón primario sólido, calculándose una masa que signifique un gasto unos 10 ml de disolución para titular. Cada una de las muestras se lleva a un erlenmeyer y se enumera. Se disuelve en un poco de agua destilada y se le echan unas gotas del indicador adecuado **(4)**, si es necesario. A continuación se procede a valorar cada muestra. Si no se encuentran diferencias significativas en el gasto de reactivo, se toma un valor medio y se calcula el correspondiente factor.

Aplicación práctica:

Se van a valorar:

- Sosa comercial
- Amoníaco comercial
- Vinagre comercial
- Lejía comercial
- Agua oxigenada comercial.

Se tienen preparadas las disoluciones patrón ya tituladas.

Se mide una cantidad de sosa comercial y se valora con ácido clorhídrico. Se usa fenolftaleína como indicador. La comparación entre el volumen gastado y el que en teoría debía haberse gastado indicará la pureza de la sosa.

Amoníaco comercial

También se valorará con ácido clorhídrico, pero ahora el indicador será el anaranjado de metilo.

Vinagre

Se valorará con sosa. También aquí el indicador adecuado es la fenolftaleína.

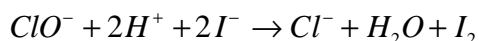
Lejía comercial

Se valorará su alcalinidad, recurriéndose al ácido clorhídrico.

Para medir también su carácter oxidante, aplicación fundamental de estas lejías, como blanqueante e incluso como desinfectante, habría que usar un reductor y retrovalorar el yodo resultante con tiosulfato de sodio.

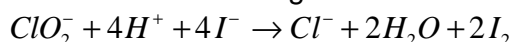
Se usará yoduro de potasio.

La reacción iónica es:



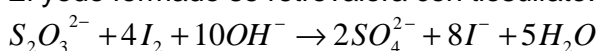
Esta reacción transcurre bien incluso en medio ligeramente ácido.

Realmente las mezclas blanqueantes son mezclas de hipoclorito y clorito. El clorito también se reduce según:



Sin embargo, esta reacción requiere un medio muy ácido, es por tanto posible discriminar la proporción de ambos componentes en una mezcla, sin embargo, en la práctica lo que se mide es el poder oxidante total de la mezcla como "cloro disponible" u "oxígeno disponible", para lo cual se trabaja en medio ácido.

El yodo formado se retrovalora con tiosulfato.



Esta reacción se desarrolla en medio básico, en medio ácido debe trabajarse con agitación intensa.

Método operativo:

Preparación del tiosulfato

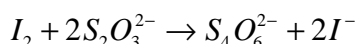
Para 1 litro 25 g de tiosulfato pentahidrato y 1 g de carbonato de sodio (resultará 0,1 M).

Se tomarán 5 ml de la muestra de lejía y se disolverán hasta 250 ml, de esta muestra se tomará 40 ml a los que se añadirá unos 25 ml de agua, 2 g de KI y 10 ml de ácido sulfúrico 6 N.

Esta disolución se valorará con el tiosulfato. Se usará almidón soluble como indicador. Se añadirá cuando la disolución tome color amarillo ámbar, es suficiente una punta de espátula del producto sólido. La valoración acaba cuando se alcanza un color blanco lechoso.

Cálculos

En medio ácido la reacción que tiene lugar es

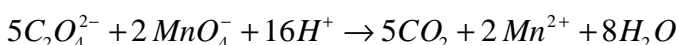


En consecuencia el equivalente del tiosulfato vale su masa molecular partido por dos y análogamente el del yodo.

Agua oxigenada comercial.

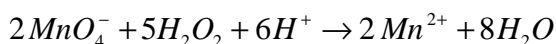
Se valorará con permanganato

El permanganato se titulará con oxalato de sodio



Siempre en medio ácido y en caliente (60°)

La reacción entre el agua oxigenada y el permanganato es



Modo operativo

Se miden 10 ml del problema, se vierten en un erlenmeyer de 250 ml y se acidulan con ácido sulfúrico, es preferible excederse que quedarse corto, se procede a la valoración, trabajando sin prisas porque la reacción al principio es lenta, luego se autocataliza por el ion Mn^{2+} , la equivalencia se alcanza cuando desaparece el color violeta.

Incidencias:

La más normal es “pasarse del punto de equivalencia”, lo más razonable es repetir la valoración.

Se tendrá sumo cuidado en la limpieza de todo el material y en la corrección de las pesadas.

No es recomendable usar reactivos preparados con mucha antelación.

Se extremarán las precauciones para no contaminar los patrones.

Preguntas:

En las reacciones redox, escríbanse las semirreacciones parciales y calcúlese la normalidad de cada patrón.

¿Podría efectuarse el cálculo por simple estequiometría de las reacciones?

¿Por qué ni la sosa, ni el ácido clorhídrico ni el permanganato son patrones primarios?

¿Por qué, en general no se valora directamente con el patrón primario?

Una disolución que se ha titulado correctamente hace algún tiempo ¿Puede emplearse con garantía?

¿Por qué es conveniente, cuando se prepara un reactivo, indicar en la etiqueta la fecha de preparación?

¿Son consistentes los resultados obtenidos con las indicaciones del fabricante de los productos comerciales analizados?

Notas

- (1) Los datos deberán obtenerse del frasco, varían de un fabricante a otro y se aceptarán como simple indicación.
- (2) Es conveniente verter en el aforado unos 100 ml de agua previamente al ácido, verter este y remover hasta completa mezcla, para enrasar luego. Si el ácido es sulfúrico debe verterse casi toda el agua, y echar el ácido con sumo cuidado, para evitar proyecciones.
- (3) En realidad, para una correcta preparación habría que pesar la cantidad de soluto, disolver en algo más de 250 ml, hervir durante una hora la solución resultante, a fin de eliminar óxidos, dejar reposar unas 24 horas, reponer el disolvente y titular.
- (4) Para el carbonato, puesto que va a buscar el segundo punto de equivalencia, convendrá el anaranjado de metilo. Para la sosa con ácido tereftálico, es un buen indicador la fenolftaleína. La reacción entre permanganato y ácido oxálico es autoindicadora, sin embargo hay que cuidar mucho la temperatura, a menos de 50 o 60°C es muy lenta, y la acidez del medio.