SECRETARÍA DE ECONOMÍA

PROYECTO DE NORMA MEXICANA

PROY-NMX-AA-008-SCFI-2008

ANÁLISIS DE AGUA.- DETERMINACIÓN DEL PH.- MÉTODO DE PRUEBA- (CANCELA A LA NMX-AA-008-SCFI-2000)

WATER ANALYSIS.-DETERMINATION OF PH.- TEST METHOD

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

PREFACIO

En la elaboración de esta norma mexicana participan las siguientes empresas e instituciones:

- ANÁLISIS DE AGUA, S.A. DE C.V.
- ARVA, LABORATORIO DE ANÁLISIS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.
- ATLATEC, S.A. DE C.V.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASESORÍA TECNOLÓGICA EN CUERO Y CALZADO, A.C. (CIATEC)
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ELECTROQUÍMICA, S.C.
- CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA
- COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE MÉXICO
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA.
- CONTROL QUÍMICO NOVAMANN INTERNACIONAL, S.A. DE C.V.
- ECCACIV, S. A. DE C. V.
- ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN, A.C.
- FASIQ INTERNACIONAL, S.A. DE C.V.
- GRUPO ECOTEC, S.A. DE C.V.
- HACH COMPANY
- INDEX-LAB, Q.F.B. MARTHA ELENA IZAGUIRRE VILLANUEVA
- INTEMA, S.A. DE C.V.
- INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE TAMAULIPAS, A.C.

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Centro de Investigación y Tecnología en Saneamiento Ambiental (CITSA)

- INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
- INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA
- LABORATORIO DE CALIDAD QUÍMICA VERACRUZANA, S.C.
- LABORATORIO DE QUIMICA DEL MEDIO E INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.
- LABORATORIO IDECA, S.A. DE C.V.
- LABORATORIO FERMI, S.A. DE C.V.
- LABORATORIO QUIMICO INDUSTRIAL.
- LABORATORIOS ABC QUIMICA, INVESTIGACION Y ANALISIS, S.A. DE C.V
- MERCURY LAB, S.A. DE C.V.
- MÓNICA OROZCO MÁRQUEZ
- PERKIN ELMER DE MEXICO, S.A.
- PEMEX PETROQUÍMICA COMPLEJO PETROQUÍMICO CANGREJERA
- PEMEX PETROQUÍMICA COMPLEJO PETROQUÍMICO MORELOS
- PEMEX PETROQUÍMICA COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS
- PROTECCIÓN AMBIENTAL Y ECOLOGÍA, S.A. DE C.V.
- PROYECTOS Y ESTUDIOS SOBRE CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.
- QFB. CÉSAR CLEMENTE ALVARADO GARCÍA / SERVICIOS AMBIENTALES

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

- SERVICIOS DE AGUA Y DRENAJE DE MONTERREY, S.A. DE C.V.
- SERVICIOS DE INGENIERIA Y CONSULTORIA AMBIENTAL
- SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
  Facultad de Química
  Instituto de Biología

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Número del capítulo **Página**

0 INTRODUCCIÓN 1
1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN 2
2 REFERENCIAS 2
3 DEFINICIONES 2
4 INTERFERENCIAS 3
5 REACTIVOS 3
6 EQUIPO 4
7 MUESTREO Y MUESTRAS 6
8 PROCEDIMIENTO 6
9 CÁLCULO DE PH PARA DIVERSAS TEMPERATURAS 8
10 COMPROBACIÓN DE LA EXACTITUD Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS 8
11 EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS 10
12 DESVIACIÓN ESTÁNDAR 11
13 INFORME DE ENSAYO 11
14 VIGENCIA 13
15 BIBLIOGRAFÍA 13
16 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES 14
APENDICE INFORMATIVO 16
ANEXO A (INFORMATIVO) 16
ANEXO B (INFORMATIVO) 18
ANEXO C (INFORMATIVO) 20

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

PROYECTO DE NORMA MEXICANA

PROY-NMX-AA-008-SCFI-2008

ANÁLISIS DE AGUA.- DETERMINACIÓN DEL PH.- MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-008-SCFI-2000)

WATER ANALYSIS.-DETERMINATION OF PH.- TEST METHOD

0 INTRODUCCIÓN

La medición del pH del agua es muy importante para muchos tipos de muestra. Los valores altos y bajos de pH son tóxicos para organismos acuáticos, ya sea directamente o indirectamente. Es el parámetro más importante utilizado en la evaluación de las propiedades corrosivas de un medio ambiente acuático. Asimismo, es importante para el funcionamiento efectivo de los procesos de tratamiento de aguas y su control (por ejemplo, floculación y desinfección de cloro), el control de plumbosolvencia y de aguas potable y tratamiento biológico de aguas residuales y los vertidos de aguas residuales.

Se utilizan distintos métodos de determinación, que van desde la simple utilización de papel indicador a sofisticados métodos utilizando un pH-metro. La determinación de pH se puede clasificar en dos clases, colorimétricas y electrométrico métodos (ver 15.1[1] y 15.2 [2]).

Los métodos colorimétricos emplean indicadores que desarrollan una gama de colores a diferentes pH. Su precisión es restringida y sólo son satisfactorias para su uso en una prueba de campo.

El método electrométrico se basa en la medición de la fuerza electromotriz de una celda electroquímica, que consta de la muestra, un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia. Se puede obtener Una desviación estándar de ΔpH

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

= 0,05 o menos mediante este método. Si la muestra es baja en la fuerza iónica, es decir, menos de 5 mS/m de conductividad electrolítica, son necesarios equipos especiales de análisis y procedimientos (véase 8.3).

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece el método de prueba para determinar el pH en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

Este método es aplicable a todos los tipos de agua y muestras de aguas residuales en el intervalo de pH 3 a pH 10.

2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de la presente norma mexicana, se deben consultar las siguientes normas vigentes:

NMX-AA-003-1980 Aguas residuales - muestreo
ISO 5667-3, Water quality, –Sampling- Part 3: Guidance on the preservation and handling of samples , o la NMX que la adopte.

3 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma mexicana, se aplican las siguientes definiciones:

3.1 pH:

El logaritmo base 10 negativo del valor numérico de la actividad del ion de hidrógeno expresada en moles por litro. Debido a la interacción de iones, la actividad de los iones de hidrógeno es algo inferior a su concentración.

La escala práctica de pH se especifica en términos de pH de unas series de disoluciones estándar de referencia primarias (véase el anexo B).

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

4 INTERFERENCIAS

La temperatura, algunos gases y materiales orgánicos interfieren con la medición de pH. Materiales suspendidos en la muestra pueden provocar errores significativos (efecto de suspensión). Espere la sedimentación y sumerja los electrodos en la fracción clara. O bien, filtrar la muestra. Cuando se hace la medición en aguas residuales y algunas aguas superficiales, hay un alto riesgo de manchar los electrodos o de contaminación de las membranas y los diafragmas con aceite, grasa u otros contaminantes.

En el caso de los electrodos de referencia, esto se puede evitar (véase 6.4, nota 4), si la precipitación se lleva a cabo en el diafragma, por ejemplo, sulfuro de plata o aglomerados de proteínas, por lo que será necesario formar un puente de electrolito entre la muestra y el electrodo de referencia con electrolitos inertes, por ejemplo, $c(KN0_3)$ = 1 mol/L.

Es necesaria la limpieza regular de los electrodos (véase 10.2).

5 REACTIVOS

5.1 Agua libre de dióxido de carbono

Prepare agua destilada o agua desionizada por ebullición o por burbujeo con nitrógeno. Esta agua es utilizada para diluir las disoluciones reguladora de pH de la doble calibración (véase 10.1).

5.2 Disoluciones reguladoras de pH de referencia

Utilice las disoluciones B, C, D, F e I, que se encuentran en el anexo B, o disoluciones reguladora de pH de referencia comerciales que no estén afectadas por el crecimiento de microorganismos. Si las disoluciones no se esterilizan son estables durante aproximadamente 6 semanas. El dióxido de carbono de la atmósfera afecta a reguladora de pHs con valores de pH de más de 4.

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Las disoluciones reguladora de pH que son de mayor fuerza iónica que las disoluciones reguladora de pH en el anexo B no son adecuadas para las mediciones en agua con una baja concentración de sal (ver 15.9 [9]).

NOTAS:

1 No se deben usar disoluciones reguladoras de pH comercialmente disponibles que contienen sales de mercurio como conservador.

2 Para otras disoluciones reguladora de pH, véase 15.6 [6], 15.10 [IO] y 15.11[11]

5.3 Electrolito de referencia

Disolución de electrolitos para rellenar el electrodo de referencia de acuerdo con las instrucciones del fabricante, por ejemplo, disoluciones de cloruro de potasio con las siguientes concentraciones:

I: $c(KCl) = 3.5$ mol/L [$\rho(KCl) = 261$ g/L]
II: $c(KCl) = 3.0$ mol/L [$\rho(KCl) = 224$ g/L]
III: $c(KCl) = 1.0$ mol/L [$\rho(KCl) = 74.6$ g/L]

Disolver la masa especificada de cloruro de potasio en agua y diluir a 1 litro. Para llegar al punto de saturación del cloruro de plata, se recomienda añadir algunos mililitros de disolución de nitrato de plata [c ($AgNO_3$) ≈ 1 mol/L].

6 EQUIPO

6.1 Recipiente de muestreo,

Con capacidad mínima de 500 mL, fondo plano y hecho con vidrio de baja alcalinidad, por ejemplo, vidrio de borosilicato. Recipientes de plástico que puedan ser impermeables a los gases.

6.2 Termómetro

Con una escala de 0.5 °C

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

6.3 Potenciómetro

Con una impedancia de entrada superior a 10^{12} Ω, y con una compensación de temperatura y correlación en milivoltios por valor de pH. El potenciómetro deberá ser capaz de leer valores de pH de 0.01 o más bajos.

6.4 Electrodo de vidrio y electrodo de referencia

El sistema de medición del electrodo de vidrio tendrá un voltaje cero entre pH = 6.5 y pH = 7.5, usando un electrodo de referencia similar al electrodo de referencia que tiene membrana de vidrio (Sistema de electrodo simétrico) (ver 15.12[12] y 15.13 [13]). La resistencia de la membrana de los electrodos de vidrio será Rm < 10^9 Ω.

La celda puede también ser un electrodo combinado comercialmente disponible, por ejemplo, un solo electrodo.

NOTAS:

3 Los electrodos de calomel contienen mercurio y sus sales. En el caso de una rotura, el contenido tóxico del metal pesado entra en contacto con el medio, por lo tanto, en general, y especialmente en el agua utilizada para beber o de albercas, debe ser utilizado un electrodo de referencia de plata / cloruro de plata. Para evitar que se obstruya el diafragma con cloruro de plata, se recomienda un electrolito de referencia c(KCI) = 1.0 mol/L.

4 Se recomiendan electrodos de referencia con un caudal de 0.1 mL a 2 mL por día. Todos los electrodos nuevos deben ser probados antes de su uso y, a continuación, a intervalos regulares (ver 10.1). Para prevenir la contaminación del diafragma, es necesario un exceso de la presión hidrostática en el electrolito de referencia, lo que equivale a una diferencia en el nivel de agua de 2 cm o más,

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

5 Electrodo de vidrio para agua con una baja conductividad (véase 8.3.1).

6 Procedimientos de ensayo de unidades electrónicas y los electrodos (véase 15.8 [8]).

7 MUESTREO Y MUESTRAS

El valor de pH puede cambiar rápidamente en la muestra de agua como resultado de procesos químicos, físicos o biológicos. Por esta razón, mida el pH lo más rápidamente como sea posible pero no exceda 6 hr después del muestreo (véase NMX-AA-003-1980 o ISO 5667-3).

Si éste no es el caso, pase un tubo flexible de la toma de muestras al fondo de un recipiente de muestreo y llene el recipiente hasta desbordar. Siempre, enjuague el recipiente con la muestra y sumérjalo en la misma. Llene el recipiente evitando la presencia de aire. Elimine todas las burbujas de aire de la muestra por agitación suave y tapando el recipiente. Analice a más tardar 24 horas después de la toma de muestras. Evite los cambios en temperatura y el intercambio gaseoso con la atmósfera. Ejemplo: sumergir botella winkler, y taparla dentro de la muestra evitando la turbulencia.

8 PROCEDIMIENTO

8.1 Preparación

Mida la temperatura de las disoluciones reguladoras de pH (véase 15.14 [14]. Ajuste el control de la temperatura del potenciómetro. De acuerdo con las instrucciones del fabricante, considere la posibilidad del punto isopotencial. Las disoluciones reguladoras de pH y las muestras deben tener la misma temperatura.

8.2 Calibración y medición directa

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Mida la temperatura de la muestra (ver 15.14 [14]) y restablezca el control de la temperatura en el potenciómetro, de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Lave el electrodo con agua y con la muestra, y sumérjalo en la muestra. Agite la disolución y lea el valor de pH, sin agitar.

Enjuague el electrodo sumergiéndolo en agua para eliminar restos de muestra o de la disolución reguladora de pH.

Lave el electrodo con agua y sumérjalo en la disolución reguladora de pH D (ver 5.2). Agite la disolución suavemente con el electrodo y permita que la disolución repose (lea, sin agitar). Fije el punto de partida en el instrumento al leer el pH de la disolución reguladora de pH D. El punto de partida compensado será $\Delta pH \leq 0.5$ (ver cláusula 6). Si éste no es el caso, entonces uno de los electrodos está defectuoso. Enjuague el electrodo con agua y sumerja la disolución reguladora de pH en C o F (ver 5.2). Agite la disolución y tome la lectura de pH sin agitar. Ajuste la pendiente hasta que se obtenga la lectura que coincida con el valor de la disolución reguladora de pH a la temperatura medida. (Para el intervalo permisible de la pendiente, ver tabla A.1).

Repita los pasos de la calibración hasta su estabilización.

NOTA 7: Debe elegirse la disolución reguladora de pH B, C, F o I de modo que el pH esperado de la muestra se encuentre dentro del intervalo de las disoluciones reguladoras de pHs utilizadas.

8.3 Medición en el agua con baja conductividad

Las mediciones de pH en agua con una baja fuerza iónica (conductividad inferior a 5 mS/m) y baja capacidad reguladora de pH necesitan de cuidados especiales. Ejemplos de tales aguas son: agua desionizada, condensada y de lluvia.

8.3.1 Equipos

Utilice un electrodo de vidrio comercialmente disponible con una membrana de vidrio de baja solubilidad, por ejemplo, un electrodo altamente alcalino. Estos

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

electrodos se recomiendan para todas las mediciones en aguas. Es necesario tomar un electrodo de referencia con una junta aterrizada y un electrolito de referencia con *c*(KCl) = 1 mol/L. Agite suavemente el electrodo de vidrio para evitar que se derrame el cloruro de potasio. Para evitar que el aire interfiera, permita que parte de la muestra fluya a la celda de medición. Para eliminar los efectos electrostáticos, la muestra se blinda por una celda de Faraday y aterriza mediante un electrodo metálico en la muestra.

8.3.2 Calibración

Compruebe la calibración utilizando una de las disoluciones de referencia de baja capacidad reguladora de pH dada en el anexo C.

9 CÁLCULO DE pH PARA DIVERSAS TEMPERATURAS

El pH debe estar referido a 25 °C. Si el valor es medido a diferente temperatura, debe indicarse. Si es necesario, expresar el pH para otras temperaturas diferentes a la medición, refiriérase a la figura 1 y utilizar el cálculo siguiente:

$$pH_{25} = pH_{tm} + \Delta pH_{tm}$$

donde

pH_{25} es el pH a 25 °C

pH_{tm} es el pH a la temperatura de la medición

ΔpH_{tm} es la desviación de pH con referencia a 25 °C para la temperatura de la medición (ver figura 1)

NOTA 8: El cálculo es válido para las aguas con una capacidad reguladora de pH debido principalmente a los iones de bicarbonato.

10 COMPROBACIÓN DE LA EXACTITUD Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

10.1 Comprobación del equipo

La siguiente prueba es para detectar el mal funcionamiento de los electrodos de vidrio y de referencia. Esta prueba se aplica a los nuevos electrodos, electrodos que no se han utilizados durante 2 semanas o más, y electrodos que se usan regularmente.

Calibre los electrodos usando una de las disoluciones estándar de referencia contenidas en la tabla B.1. Este valor es pH(S). Luego, diluya el reguladora de pH con agua libre de CO_2 al 50 %. La desviación, ΔpH, que supera el efecto de dilución $\Delta pH_{1/2}$ dada en la Tabla B.1, es el error de la intersección del líquido, ΔpHi (calibración doble).

$$\Delta pHi = \Delta pH - \Delta pH_{1/2}$$

donde

$\Delta pH_{1/2}$ es el pH de la disolución estándar de referencia diluida.

Agite la disolución suavemente y, mientras existe agitación, anote el nuevo pH_E estable. El cambio en la agitación, ΔpH_E, se calculará de la siguiente manera:

$$\Delta pH_E = pH_E - pH(S) - \Delta pHi$$

Donde el pH(S) es el pH de la disolución estándar de referencia.

Si la señal fluctúa, estimar la diferencia, ΔpH_n, entre las lecturas máximas y mínimas. Utilice la lista en la Tabla 1 para evaluar el desempeño del electrodo.

Tabla 1 Para evaluar el desempeño del electrodo

Características del	Intervalo óptimo	Intervalo

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

desempeño		aceptable
Error de intersección del líquido, ΔpHi	≤ 0.03	≤ 0.05
Cambio en la agitación, ΔpH_E	≤ 0.005	≤ 0.02
Ruido, ΔpH_n	≤ 0.005	≤ 0.02

10.2 Mantenimiento de los electrodos

Después de una extensa serie de mediciones, es necesario limpiar el sistema de electrodos (celda de medición) cuando el pH de una disolución de referencia requiere un mayor plazo de equilibrio. Limpie regularmente los electrodos (diario o semanalmente) con trapos de limpieza con celulosa tejidos, o, si las muestras contenían impurezas orgánicas, con etanol (70%), acetona o disolución de detergente tibia. Eliminar calcita con ácido clorhídrico diluido. Usar de disolventes orgánicos por un corto período de tiempo únicamente, porque disminuyen la sensibilidad de los electrodos de vidrio por deshidratación de los lixiviados de la capa de membrana de vidrio. En caso de utilizar los disolventes orgánicos, el electrodo se recarga permaneciendo en agua durante varias horas. Es esencial la recalibración.

Observe las instrucciones del fabricante con respecto a su almacenamiento y mantenimiento. Los electrodos de referencia y combinados deben almacenarse en las disoluciones que también se utilizan como electrolito de referencia. Electrodos de vidrio deben almacenarse en el agua.

Electrodos utilizados para baja conductividad del agua no se utilizan para otras muestras, por ejemplo, aguas residuales.

11 EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Reportar el pH con dos cifras decimales.

Reportar la temperatura a la cual se efectuó la medición.

EJEMPLOS

pH 8.45, medido a 10.2 °C.

pH 7.62, medido a 16.4 °C en el laboratorio 2 hr después de la toma de muestras.

12 DESVIACIÓN ESTÁNDAR

La desviación estándar obtenida a partir de la repetibilidad de 10 mediciones reproducidas con agua potable, realizados en dos laboratorios, es ΔpH = 0.01.

Las desviaciones sistemáticas hasta ΔpH = 0.05 pueden ser causadas por interferencias inevitables, por ejemplo, en agua de baja conductividad.

Una prueba comparativa con muestras sintéticas de baja conductividad (C) mostró que una desviación estándar de ΔpH = 0.05 o menos es aceptable. Los laboratorios cumplen el objetivo de ΔpH = 0.2 como error total.

NOTA 9: El error relativo es: $\pm\, \Delta C/C = 10^{\mp \Delta pH} - 1$. Una desviación de la ΔpH = 0.05 significa un factor de 1.12 y un error del 12% en la estimación de la actividad de iones de hidrógeno.

13 INFORME DE ENSAYO

El informe de ensayo deberá contener la siguiente información:

13.1 una referencia a esta norma mexicana;

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

13.2 identificación precisa de la muestra, localización de la fuente, hora de muestreo, procedimiento de muestreo y el tiempo transcurrido entre la toma y medición de la muestra;

13.3 la expresión de los resultados de acuerdo a la cláusula 11;

13.4 cualquier desviación de este método y una descripción de cualquier circunstancia que pueda haber influido en los resultados;

13.5 añadir, para el agua de lluvia la duración de la toma de muestras.

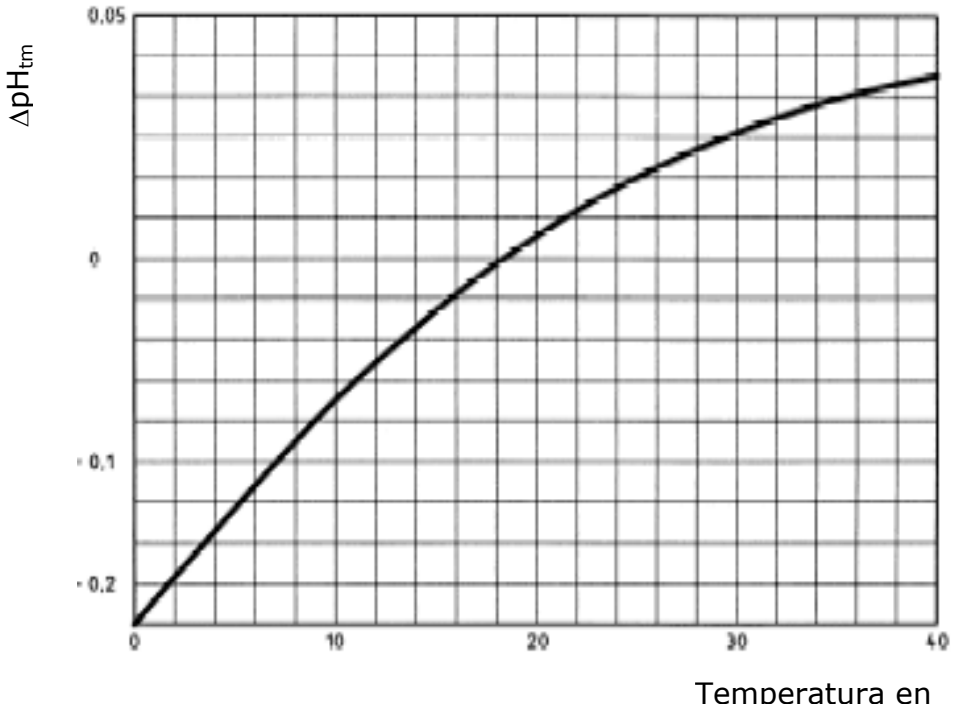

Figura 1 Grafica corrección por temperatura

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

14 VIGENCIA

La presente norma mexicana entrará en vigor 60 días naturales después de la publicación de su declaratoria de vigencia en el **Diario Oficial de la Federación**.

15 BIBLIOGRAFÍA

15.1 [1] BATES, R. G. Determination of pH, J. Wiley & Sons, New York (1973).

15.2 [2] GALSTER, H. pH-Measurement, VCH-Verlag, Weinheim (1991).

15.3 [3] DIN 38404 Part 5:1984, German Standard methods for examination of water, waste water and sludge; physical and physical-Chemical paranietet- s (group C); determination of pH-value (C5) .

15.4 [4] D I N 19260: 197 1, p H-measurement; definition of general terms.

15.5 [5] DIN 19261:1971, pH-measurement; terms and definitions for methods of measurement using galvanic cells.

15.6 [6] DIN 19266:1979, pH-measurement; Standard reguladora de pH solutions.

15.7 [7] IEC 746-1 :1982, fxpression of Performance of electrochemical analyzers. Part 1: General.

15.8 [8] IEC 746.2:1982, Expression of Performance of electrochemical analyzers. Part 2: pH value.

15.9 [9] DAVISON, W., COVINGTON, A. K. and WHALLEY, P. D. Conventional residual liquid junction potentials in dilute solutions, Ana/. Chim. Acta 223 (1989), pp. 441-447.

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

15.10 [10] COVINGTON, A. K., WHALLEY, P. D. and DAVISON, W. Recommendations for the determination of pH in low ionic strength fresh waters, (IUPAC) Pure Appl. Chem. 57 (1985), pp. 877-886.

15.11 [11] COVINGTON, A. K., BATES, R. 6. and DURST, R. A. Definition of pH scales Standard reference values, measurement of pH and related terminology, Pure & Appl. Chem. Vol. 57 (1985), pp. 531-542.

15.12 [12] DIN 19263:1989, Glass electrodes for p H-measurement

15.13 [13] DIN 19264: 1985, pH-measurement; referente electrodes.

15.14 [14] DIN 38404 Part 4:1976, German Standard methods for analysing wa ter, waste wa ter and sludge; ph ysical and ph ysical-Chemical parameters (Group C); determina tion sf temperature (C4).

15.15 [15] BAUCKE, F. G. K. Low Temperature Limit of NBS (DIN) pH Standard Reguladora de pH Solution Potassium Tetroxalate, Electrochim. Acta 24 (1979), pp. 95-97.

15.16 [16] VDI-Richtlinie 3870 Blatt 10 Entwurf Mai 1988: Messen von Regeninhaltsstoffen; Messen des PH-Werts in Regenwasser. VDI-Kommission Reinhaltung der Luft, Düsseldorf.

16 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma mexicana coincide totalmente con la norma internacional ISO 10523:1994.- Water quality – Determination of pH.

México D.F., a

DR. FRANCISCO RAMOS GÓMEZ
DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

APENDICE INFORMATIVO

ANEXO A (INFORMATIVO)

Cálculo del valor de pH

El valor de pH de la muestra se calcula de la siguiente manera

$$pH = pH(S)+(U[S]- U)(F/Log_{10}RT)$$

donde

pH(S) es el valor de pH de la disolución reguladora de pH de referencia;

U[S] es el voltaje del electrodo de la celda del electrodo de vidrio en contacto con la disolución reguladora de pH de referencia;

U es el voltaje de la misma celda del electrodo en contacto con la muestra

F es la constante de Faraday, en coulombs por mol ($F = 9.648 \times 10^4$ C/mol);

R es la constante molar de gas, en joules por mol Kelvin [R = 8.314 J/(mol.K)];

T es la temperatura de la muestra, en Kelvins;

$F/Log_{10}RT$ es el factor de la pendiente de un electrodo ideal y depende de la temperatura (véase la Tabla A. 1).

La tensión U es la suma del número de contribuciones de potenciales, incluidos los de vidrio y los electrodos de referencia, una junta líquido y el potencial de asimetría y depende de la temperatura. Por lo tanto, las muestras de referencia y la disolución reguladora de pH debe estar preferentemente a la misma temperatura.

El potencial de junta depende del contenido iónico de la muestra y el electrodo de referencia.

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Agitando la muestra cambia la lectura, debe tenerse en cuenta el correcto valor (sin agitar).

Tabla A.1 - Variación de la pendiente con el factor temperatura

Temperatura °C	Pendiente teórica mV	Pendiente practica aceptable mV
0	54.20	53 a 54.5
10	56.18	55 a 56.5
20	58.17	57 a 58.5
25	59.16	58 a 59.5
30	60.15	59 a 60.5
40	62.13	61 a 62.5
50	64.12	63 a 64.5

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

ANEXO B (INFORMATIVO)

Disoluciones estándares de referencia primaria de pH

Tabla B.1. - Valores de pH(S) para disoluciones estándar de referencia primaria (Véase 15.6 [6])

Temperatura	B	C	D	F	I
	Bitartrato de potasio[1)]	Biftalato de potasio[2)]	Fosfato	Bórax	Hidrógeno de sodio / Bicarbonato de sodio
0	-	4.000	6.984	9.464	10.317
5	-	3.998	6.951	9.395	10.245
10	-	3.997	6.923	9.332	10.179
15	-	3.998	6.900	9.276	10.118
20	-	4.001	6.881	9.225	10.062
25	3.557	4.005	6.865	9.180	10.012
30	3.552	4.011	6.835	9.139	9.966
35	3.549	4.018	6.844	9.102	9.926
40	3.547	4.027	6.838	9.068	9.889
45	3.547	4.038	6.834	9.038	9.856
50	3.549	4.050	6.833	9.011	9.828
C(mol/L)	0.027	0.016	0.029	0.020	0.029
$\Delta pH_{1/2}$	+ 0.049	+ 0.052	+ 0.080	+ 0.01	+ 0.079

1) La solubilidad de hidrógeno de potasio tartrato es reducido por enfriamiento y no puede utilizarse a una temperatura inferior a 25 °C. (Véase 15.15 [15])
2) Esta disolución se denomina "disolución estándar de referencia de pH" (Véase 15.11 [11])

La primer disolución estándar de referencia siempre será preparada con agua que esté libre de dióxido de carbono (5.1). Los siguientes métodos se utilizan para disoluciones de B, C, D, F y I.

Disolución B: tartrato hidrogeno de potasio

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

$b(KHC_4H_4O_3)$ = 0.214 mol/kg

Añadir 30 g de tartrato hidrógeno de potasio a un 1 litro de agua en una botella con tapón y agitar por 20 min a 25 °C $\pm$ 1 °C. Dejar de pie la botella y decantar la disolución clara. Descartar cuando el crecimiento aparece.

Disolución C: ftalato hidrógeno de potasio

$b[C_6\ H_4\ (COOH)(COOK)]$ = 0.05 mol/L

Disolver 10.21 g de ftalato de hidrógeno de potasio, que se ha secado durante 2 horas a 120 °C, en agua a 25 °C y diluir a 1 litro en un matraz volumétrico.

Disolución D: fosfato hidrógeno disódico

$b(Na_2\ HPO_4)$ = 0.025 mol/kg y fosfato dihidrógeno de potasio, $b(KH_2\ PO_4)$ = 0.025 mol/kg.

Secar las sales de anhidro a 120 °C durante 2 h. Disolver 4.45 g de hidrógeno fosfato disódico dihidratado (Na2HP04, .2 H2O) (o 3.55 g Na2, HPO4) y 3.40 g de fosfato dihidrógeno de potasio en agua a 25 °C y diluir a 1 litro con agua. Las sales de anhidro se secan a 120 °C.

Disolución F: Bórax

$b(Na_2B_4O_7\ .\ 10H_2O)$ = 0.01 mol/kg.

Disolver 3.81 g de bórax en agua a 25 °C y diluir a 1 litro en un matraz volumétrico.

Disolución 1: Carbonato de sodio $b(Na_2\ CO_3)$ = 0.025 mol/kg y bicarbonato de sodio $b(NaHCO_3)$ = 0.025 mol/kg.

Disolver 2.640 g de carbonato de sodio, que se ha secado durante 90 min a 250 °C, y 2.092 g de bicarbonato de sodio, que se ha secado por más de 2 días a tamiz molecular, en agua y diluir a 1 litro en un matraz volumétrico.

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

ANEXO C (INFORMATIVO)

Disoluciones de referencia de baja capacidad reguladora de pH

$c(H_2 SO_4)$ = 0.05 mmol/L

Esta disolución tiene un pH de 4,005 de 0 °C a 30 °C

$c(NaHCO_3)$ = 0,05 mmol/L, aire equilibrado [$p(CO_2)$ = 316 mbar]

Temperatura °C	10	20	30	40	50
pH	6.93	6.99	7.06	7.14	7.20

Airear la disolución reguladora de pH por aireación con una bomba para lograr la correcta presión parcial de CO_2.

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Anexo D
(informativo)
Agua de lluvia sintética
Cuadro D.L - Agua de lluvia sintética producida por la mezcla de muestras de disoluciones acuosas existentes (ver 15.6 [16])

Reactivo	Disolución existente Concentración en masa mg/L	Cantidad de la concentración de la sustancia mmol/L	Control de muestras mL de la disolución existente en 5 litros de agua	
			Muestra 1	Muestra 2
H_2SO_4	-	50.0	2.500	7.500
$CaCl_2.2H_2O$	920	6.26	0.30	1.00
$NaNO_3$	2456	28.9	1.00	2.00
NH_4Cl	1497	28.0	1.500	0
KNO_3	650	6.43	1.00	2.00
$MgSO_4 .7H_2O$	1026	4.16	1.00	2.00
$(NH_4)_2SO_4$	9170	64.4	0	2.00
HNO_3	-	100.0	0.050	5.00
HCl	-	50.0	0	2.500
NaF	588	14.0	1.00	2.00
pH (25 °C			4.30 ± 0.02	3.59 ± 0.02
Conductividad µS/cm			26 ± 2	130 ± 2