

TALLER 01

CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE PARA MEDICIONES FÍSICAS

Objetivo:

Aplicar los conceptos teóricos de incertidumbre en el cálculo de la incertidumbre de mediciones físicas.

Metodología:

Conformar grupos de 3 a 5 personas

Leer completamente el taller

Utilizar los datos de la tabla para calcular lo siguiente:

La media de la muestra.

La desviación estándar muestral (s).

La incertidumbre Tipo A, Tipo B, Combinada y Expandida.

Concluir si las mediciones realizadas son adecuadas para el proceso

Tiempo estimado:

30 minutos para realizar el taller.

Descripción:

El analista de metrología Julio Kelvin, realiza la calibración de un horno de temperatura controlada para la incineración de desechos sólidos hospitalarios.

TABLA DE DATOS:

| Temperaturas | Prueba 1: 300 °C | Prueba 2: 450 °C | Prueba 3: 600 °C |
|--------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Exactitud de la Horno ⁽¹⁾ | 2,0 °C | 2,0 °C | 2,0 °C |
| Tolerancia del Proceso | ± 6,0 °C | ± 6,0 °C | ± 10,0 °C |

| Prueba 1 a 300 °C | | Prueba 2 a 450 °C | | Prueba 3 a 600 °C | |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Temp. Programada 300 °C | | Temp. Programada 450 °C | | Temp. Programada 600 °C | |
| Temp. Indicador 300 °C | | Temp. Indicador 450 °C | | Temp. Indicador 600 °C | |
| Posición | Indicación del Patrón | Posición | Indicación del Patrón | Posición | Indicación del Patrón |
| 1 | 298 | 1 | 451 | 1 | 603 |
| 2 | 300 | 2 | 449 | 2 | 588 |
| 3 | 299 | 3 | 453 | 3 | 586 |
| 4 | 300 | 4 | 450 | 4 | 590 |
| 5 | 297 | 5 | 448 | 5 | 596 |
| 6 | 301 | 6 | 449 | 6 | 597 |
| 7 | 300 | 7 | 453 | 7 | 600 |
| 8 | 303 | 8 | 455 | 8 | 608 |
| 9 | 301 | 9 | 450 | 9 | 601 |
| 10 | 297 | 10 | 451 | 10 | 604 |
| 11 | 302 | 11 | 449 | 11 | 599 |
| 12 | 299 | 12 | 452 | 12 | 602 |
| $\bar{x} \rightarrow$ | | | | | |
| $s \rightarrow$ | | | | | |
| u_A | | | | | |
| u_B | | | | | |
| u_c | | | | | |
| U | | | | | |

⁽¹⁾= Dato tomado de las especificaciones del fabricante

Conclusión:

TALLER 02

CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE PARA MEDICIONES FÍSICAS

Objetivo:

Aplicar los conceptos teóricos de incertidumbre en el cálculo de la incertidumbre de un medio de medición.

Metodología:

Conformar grupos de 3 a 5 personas

Leer el ejercicio y establecer:

Las fuentes de incertidumbre

Cuantificar las fuentes de incertidumbre y hallar la incertidumbre combinada y expandida.

Expresar la incertidumbre como expandida y como incertidumbre estándar combinada.

Tiempo estimado:

20 minutos para realizar el taller.

Descripción :

Hallar la incertidumbre en la medición de un volumen de un matraz aforado de 250 mL, cuyo catálogo del fabricante señala una Tolerancia de 0,15 mL. Se realizaron 10 repeticiones obteniendo una dispersión de 0,012 mL; la diferencia de temperatura durante la medición con respecto a la especificada en el calibrado del matraz son 3 °C (nivel de confianza 95,45 %). El coeficiente de dilatación del agua (α) = $2,1 \times 10^{-4} \text{ C}^{-1}$.

TALLER 03

Descripción:

1. Describir las etapas del proceso para la estimación de la incertidumbre asociada a la preparación de 500 mL de una solución acuosa de cloruro de sodio.
2. Realizar la estimación de la incertidumbre empleando los siguientes datos:
Peso de Cloruro de sodio: 2,5103 g
Características de la balanza analítica empleada
 - Certificado de calibración: Indica que en pesadas por diferencia la incertidumbre es de $\pm 0,1$ mg para un nivel de confianza del 95%
 - Control interno de la balanza
Se ha realizado series de repeticiones de pesadas encontrándose la desviación estándar media en estas pesadas. (Ver tabla)**Característica del material volumétrico empleado**
 - Matraz aforado (fiola) de 500 mL $\pm 0,25$ mL
 - Ensayo:
Se evaluará la variación en el proceso de enrase del matraz con agua pura y pesando y se obtiene la variabilidad en mL (Ver tabla)
 - Variación de temperatura en el ambiente es de $\pm 3^{\circ}\text{C}$ (medido con un nivel de confianza de 95%). El coeficiente de dilatación del agua es $2,1 \times 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
3. A partir de la preparación de la solución acuosa de cloruro de sodio (1) se diluye 1:10 y se repite 10 veces la preparación:
 - Calcular la concentración de la solución diluida
 - Estimar la incertidumbre asociada a la preparación de la solución diluida, considerando la siguiente información:
Se utilizo una pipeta de 10 mL
 - Certificado de fabricante indica una variación máxima de $\pm 0,020$ mL
 - Se realizaron ensayos para determinar un valor de variabilidad media en mL (Ver tabla)**Una fiola de 100 mL**
 - Certificado de fabricante indica una variación máxima de $\pm 0,10$ mL
 - Se realizaron ensayos para determinar un valor de variabilidad media en mL (Ver tabla)

Para ambos materiales de vidrio considerar que la variación de temperatura en el ambiente es de $\pm 3^{\circ}\text{C}$ (medido con un nivel de confianza de 95%). El coeficiente de dilatación del agua es $2,1 \times 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

CONTROL INTERNO DE LA BALANZA

| No. | Fecha | Masa (g) | | RANGO (g) | L-inf | L-sup |
|-----|------------|----------|----------|--------------|--------|--------|
| | | rep1 | rep2 | | | |
| 1 | 2007-09-01 | 200,0001 | 200,0003 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 |
| 2 | 2007-10-02 | 199,9999 | 200,0001 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 |
| 3 | 2007-10-03 | 200,0002 | 200,0000 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 |
| 4 | 2007-10-04 | 200,0001 | 199,9999 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 |
| 5 | 2007-10-05 | 200,0002 | 200,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 |
| 6 | 2007-10-06 | 200,0000 | 200,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 |
| 7 | 2007-10-07 | 199,9999 | 200,0001 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 |
| 8 | 2007-10-09 | 200,0003 | 200,0001 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 |
| 9 | 2007-10-10 | 200,0001 | 200,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 |
| 10 | 2007-10-11 | 200,0001 | 200,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 |
| 11 | 2007-10-12 | 199,9998 | 199,9999 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 |
| 12 | 2007-10-13 | 200,0001 | 200,0003 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 |
| 13 | 2007-10-14 | 200,0001 | 199,9999 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 |
| 14 | 2007-10-16 | 199,9994 | 199,9993 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 |
| 15 | 2007-10-17 | 199,9996 | 199,9998 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 |
| 16 | 2007-10-18 | 199,9998 | 200,0001 | 0,0003 | 0,0000 | 0,0006 |
| 17 | 2007-10-19 | 200,0000 | 200,0002 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 |
| 18 | 2007-10-20 | 200,0001 | 199,9998 | 0,0003 | 0,0000 | 0,0006 |
| 19 | 2007-10-21 | 199,9997 | 199,9999 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 |
| 20 | 2007-10-23 | 199,9999 | 199,9998 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 |
| 21 | 2007-10-24 | 199,9998 | 199,9997 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 |
| 22 | 2007-10-25 | 200,0001 | 199,9999 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 |
| 23 | 2007-09-27 | 200,0005 | 200,0001 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0006 |
| 24 | 2007-09-28 | 199,9999 | 200,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 |
| 25 | 2007-09-29 | 199,9997 | 199,9996 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 |
| 26 | 2007-09-30 | 199,9999 | 199,9998 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 |
| 27 | 2007-10-02 | 200,0000 | 199,9996 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0006 |
| 28 | 2007-10-03 | 199,9998 | 199,9997 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 |
| 29 | 2007-10-04 | 199,9999 | 200,0001 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 |
| 30 | 2007-10-05 | 199,9998 | 200,0000 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0006 |

| | | |
|------------------------|--------|---|
| PROMEDIO DE RANGOS | 0,0002 | g |
| Desviación estándar | 0,0002 | g |
| Incertidumbre estándar | 0,0001 | g |

ENSAYO EN FIOLA DE 500 mL

| No. | Fecha | Volumen (mL) | | | s (mL) | L-inf | L-sup |
|-----|------------|--------------|---------|---------|-----------|--------|--------|
| | | rep1 | rep2 | rep2 | | | |
| 1 | 2007-10-02 | 500,025 | 500,002 | 499,998 | 0,0148 | 0,0000 | 0,0213 |
| 2 | 2007-10-03 | 499,990 | 499,997 | 499,993 | 0,0035 | 0,0000 | 0,0213 |
| 3 | 2007-10-04 | 499,995 | 500,005 | 500,003 | 0,0052 | 0,0000 | 0,0213 |
| 4 | 2007-10-05 | 499,990 | 500,002 | 500,010 | 0,0101 | 0,0000 | 0,0213 |
| 5 | 2007-10-06 | 499,990 | 500,005 | 499,995 | 0,0076 | 0,0000 | 0,0213 |
| 6 | 2007-10-07 | 499,992 | 500,000 | 499,998 | 0,0041 | 0,0000 | 0,0213 |
| 7 | 2007-10-09 | 500,002 | 499,997 | 499,995 | 0,0036 | 0,0000 | 0,0213 |
| 8 | 2007-10-10 | 499,990 | 500,008 | 500,003 | 0,0090 | 0,0000 | 0,0213 |
| 9 | 2007-10-11 | 499,995 | 500,003 | 499,990 | 0,0063 | 0,0000 | 0,0213 |
| 10 | 2007-10-12 | 499,997 | 500,013 | 499,987 | 0,0128 | 0,0000 | 0,0213 |
| 11 | 2007-10-13 | 499,985 | 499,995 | 499,990 | 0,0050 | 0,0000 | 0,0213 |
| 12 | 2007-10-14 | 500,020 | 500,003 | 499,997 | 0,0120 | 0,0000 | 0,0213 |
| 13 | 2007-10-16 | 499,997 | 500,003 | 499,990 | 0,0063 | 0,0000 | 0,0213 |
| 14 | 2007-10-17 | 500,002 | 499,985 | 500,005 | 0,0108 | 0,0000 | 0,0213 |
| 15 | 2007-10-18 | 499,995 | 499,990 | 499,992 | 0,0025 | 0,0000 | 0,0213 |
| 16 | 2007-10-19 | 500,003 | 499,995 | 499,990 | 0,0063 | 0,0000 | 0,0213 |
| 17 | 2007-10-20 | 499,992 | 500,022 | 499,997 | 0,0161 | 0,0000 | 0,0213 |
| 18 | 2007-10-21 | 499,998 | 500,008 | 499,985 | 0,0113 | 0,0000 | 0,0213 |
| 19 | 2007-10-23 | 499,995 | 500,003 | 499,990 | 0,0063 | 0,0000 | 0,0213 |
| 20 | 2007-10-24 | 499,992 | 500,020 | 499,995 | 0,0154 | 0,0000 | 0,0213 |
| 21 | 2007-10-25 | 499,987 | 499,998 | 499,990 | 0,0054 | 0,0000 | 0,0213 |

| | | |
|---------------------------|--------|----|
| PROMEDIO DE DESV ESTANDAR | 0,0083 | mL |
|---------------------------|--------|----|

| | | |
|---------------------|--------|----|
| Desviación estándar | 0,0094 | mL |
|---------------------|--------|----|

| | | |
|------------------------|--------|----|
| Incertidumbre estándar | 0,0054 | mL |
|------------------------|--------|----|

ENSAYO EN FIOLA DE 100 mL

| No. | Fecha | Volumen (mL) | | | Desv Std (mL) | L-inf | L-sup |
|-----|------------|--------------|---------|---------|------------------|--------|--------|
| | | Rep1 | Rep2 | Rep3 | | | |
| 1 | 2007-10-02 | 99,957 | 99,958 | 99,959 | 0,0009 | 0,0000 | 0,0104 |
| 2 | 2007-10-03 | 99,958 | 99,959 | 99,958 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0104 |
| 3 | 2007-10-04 | 99,957 | 99,956 | 99,954 | 0,0015 | 0,0000 | 0,0104 |
| 4 | 2007-10-05 | 99,957 | 99,956 | 99,950 | 0,0040 | 0,0000 | 0,0104 |
| 5 | 2007-10-06 | 100,036 | 100,020 | 100,028 | 0,0080 | 0,0000 | 0,0104 |
| 6 | 2007-10-07 | 99,909 | 99,908 | 99,917 | 0,0053 | 0,0000 | 0,0104 |
| 7 | 2007-10-09 | 99,917 | 99,929 | 99,923 | 0,0061 | 0,0000 | 0,0104 |
| 8 | 2007-10-10 | 99,944 | 99,946 | 99,949 | 0,0026 | 0,0000 | 0,0104 |
| 9 | 2007-10-11 | 99,932 | 99,920 | 99,930 | 0,0063 | 0,0000 | 0,0104 |
| 10 | 2007-10-12 | 99,928 | 99,930 | 99,931 | 0,0015 | 0,0000 | 0,0104 |
| 11 | 2007-10-13 | 99,932 | 99,945 | 99,939 | 0,0068 | 0,0000 | 0,0104 |
| 12 | 2007-10-14 | 99,917 | 99,930 | 99,927 | 0,0067 | 0,0000 | 0,0104 |
| 13 | 2007-10-16 | 99,907 | 99,910 | 99,908 | 0,0015 | 0,0000 | 0,0104 |
| 14 | 2007-10-17 | 99,916 | 99,916 | 99,919 | 0,0020 | 0,0000 | 0,0104 |
| 15 | 2007-10-18 | 99,952 | 99,946 | 99,939 | 0,0069 | 0,0000 | 0,0104 |

| | | |
|---------------------------|--------|----|
| PROMEDIO DE DESV ESTANDAR | 0,0040 | mL |
| Desviación estándar | 0,0046 | mL |
| Incertidumbre estándar | 0,0026 | mL |

ENSAYO EN PIPETA VOLUMÉTRICA DE 10 mL

| No. | Fecha | Volumen (mL) | | | Desv Std (mL) | L-inf | L-sup |
|-----|------------|--------------|--------|--------|------------------|--------|--------|
| | | Rep1 | Rep2 | Rep3 | | | |
| 1 | 2007-10-02 | 10,002 | 9,996 | 9,997 | 0,0031 | 0,0000 | 0,0112 |
| 2 | 2007-10-03 | 10,014 | 10,002 | 10,006 | 0,0061 | 0,0000 | 0,0112 |
| 3 | 2007-10-04 | 10,007 | 9,997 | 10,008 | 0,0061 | 0,0000 | 0,0112 |
| 4 | 2007-10-05 | 9,996 | 10,001 | 9,993 | 0,0037 | 0,0000 | 0,0112 |
| 5 | 2007-10-06 | 9,996 | 10,001 | 9,993 | 0,0037 | 0,0000 | 0,0112 |
| 6 | 2007-10-07 | 10,011 | 10,003 | 10,008 | 0,0039 | 0,0000 | 0,0112 |
| 7 | 2007-10-09 | 10,012 | 10,006 | 10,006 | 0,0035 | 0,0000 | 0,0112 |
| 8 | 2007-10-10 | 10,003 | 9,992 | 9,998 | 0,0055 | 0,0000 | 0,0112 |
| 9 | 2007-10-11 | 10,005 | 9,999 | 10,003 | 0,0030 | 0,0000 | 0,0112 |
| 10 | 2007-10-12 | 9,995 | 10,008 | 9,994 | 0,0077 | 0,0000 | 0,0112 |
| 11 | 2007-10-13 | 10,004 | 10,005 | 10,004 | 0,0007 | 0,0000 | 0,0112 |
| 12 | 2007-10-14 | 9,995 | 10,001 | 10,003 | 0,0040 | 0,0000 | 0,0112 |
| 13 | 2007-10-16 | 10,008 | 9,993 | 10,002 | 0,0074 | 0,0000 | 0,0112 |
| 14 | 2007-10-17 | 9,996 | 9,997 | 10,003 | 0,0035 | 0,0000 | 0,0112 |
| 15 | 2007-10-18 | 10,002 | 9,996 | 9,995 | 0,0036 | 0,0000 | 0,0112 |

| | | |
|---------------------------|--------|----|
| PROMEDIO DE DESV ESTANDAR | 0,0044 | mL |
| Desviación estándar | 0,0049 | mL |
| Incertidumbre estándar | 0,0028 | mL |

TALLER 04

CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE UN MÉTODO DE ENSAYO POR ABSORCIÓN ATÓMICA

Metodología:

Conformar grupos de 3 a 5 personas

Leer el ejercicio y de acuerdo a este establecer:

Las fuentes de incertidumbre

Cuantificar las fuentes de incertidumbre y hallar la incertidumbre combinada y expandida.

Tiempo estimado: 30 minutos para realizar el taller.

Descripción:

Demostrar la trazabilidad y calcular la incertidumbre del método para la determinación de manganeso en el producto farmacéutico mediante espectroscopia de absorción atómica por llama.

A) Material de referencia (estándar):

- Se llevó a cabo el análisis del material de referencia certificado (15 repeticiones), encontrándose los siguientes resultados en ppb:

| Datos: | | |
|--------|------|------|
| 17,1 | 16,9 | 19,5 |
| 18,4 | 17,7 | 16,4 |
| 20,2 | 16,8 | 19,4 |
| 19,3 | 18,9 | 17,6 |
| 18,1 | 17,6 | 16,2 |

- Valor declarado en el Certificado del Material de referencia: 17,3 ppb
Incertidumbre estándar determinado con 21 datos: 1,1 ppb

B) Muestra:

Se realizó en la muestra una serie de repeticiones, bajo las mismas condiciones experimentales, obteniéndose las siguientes lecturas de absorbancia en el espectrofotómetro de absorción atómica:

| Datos: | | | | |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 0,275 | 0,280 | 0,291 | 0,284 | 0,285 |

C) Previamente, el espectrofotómetro se calibró con patrones de manganeso y se obtuvo la siguiente recta de calibrado.

$$y = 0.018 x + 0.003$$