

PRÁCTICA DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Consultar:

- ISO TR 20461
- Euramet cg-19

Modelo de estimación de incertidumbre para la calibración de micropipetas.

$$V_m = M \cdot \left(\frac{1}{\rho_{\text{agua}} - \rho_{\text{aire}}} \right) \cdot \left(1 - \frac{\rho_{\text{aire}}}{\rho_B} \right) \cdot (1 - \alpha(t_{\text{agua}} - t_{\text{aire}})) + C_{\text{sel}} + C_{\text{bal}} + C_{\text{evap}} + C_{\text{rep}}$$

ρ_A Es la densidad del agua que se usa en la calibración, y se calcula con la ecuación de Kell [4], [mg/ μ L].

ρ_a Es la densidad del aire a las condiciones ambientales del laboratorio, y se calcula con la ecuación propuesta por el CIPM, [5], [mg/ μ L].

ρ_B Es la densidad de las pesas usadas para calibrar la balanza (de acuerdo con OIML R33, $\rho_B = 8000 \text{ kg/m}^3$), [6].

α Coeficiente de expansión cúbica del polipropileno ($= 2,40 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$, [3]).

T_A Es la temperatura del agua, medida durante la calibración, [$^{\circ}\text{C}$].

$$\rho_W = a_5 \left[1 - \frac{(t + a_1)^2 (t + a_2)}{a_3 (t + a_4)} \right] \text{ g/mL}$$

Where:

t = water temperature, in $^{\circ}\text{C}$

$a_1 = -3,983035 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$a_2 = 301,797 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$a_3 = 522528,9 \text{ (}^{\circ}\text{C)}^2$

$a_4 = 69,34881 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$a_5 = 0,999974950 \text{ g/mL}$

$$\rho_A / (10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}) = \left[3,483740 + 1,4446 \times (x_{\text{CO}_2} - 0,0004) \right] \times \frac{p}{ZT} \times (1 - 0,3780 \times x_V) \quad (3)$$

p ambient pressure, in Pa

T thermodynamic temperature $= 273,15 + t / ^{\circ}\text{C}$, in K

x_V mole fraction of water vapour

x_{CO_2} mole fraction of carbon dioxide in laboratory air

Z compressibility factor

If the laboratory ambient conditions are within the limits given then Spieweck's [7] equation (4) can be used. The limits are: pressure between 940 hPa and 1080 hPa; temperature between 18 $^{\circ}\text{C}$ and 30 $^{\circ}\text{C}$; humidity less than 80 %,

$$\rho_A = \frac{k_1 p_A + h_r (k_2 t_A + k_3)}{t_A + 273,15} \text{ g/mL} \quad (4)$$

Where :

t_A ambient temperature, in $^{\circ}\text{C}$

p_A ambient pressure, in hPa

h_r relative air humidity, in %

$k_1 = 3,4844 \times 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C/hPa}$

$k_2 = -2,52 \times 10^{-6} \text{ g/mL}$

$k_3 = 2,0582 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}$

Peso de las aportaciones (**Volumen bajo**):

Selección nominal 10%

Masa de agua 5% → Balanza

Densidad del agua 0%

Densidad del aire 0%

Densidad masas calibración 0%

Coficiente alpha 0%

Temperatura del agua 0%

Repetibilidad 35%

Evaporación 50%

Modelo de incertidumbre

- Definir el modelo matemático.
- Correcciones/contribuciones.
- Modelo en volumen:
- Balanza.
- Instrumento.
- Operario.
- Condiciones ambientales.
- Evaporación.
- Tiempo.

Modelo simplificado:

Establecemos el siguiente modelo para el cálculo de incertidumbre:

Densidad determinación externa.

$$V_m = M \cdot \delta_{agua} + C_{sel} + C_{bal} + C_{evap}$$

Tipo B

$$u = \sqrt{u_{sel}^2 + u_{bal}^2 + u_{evap}^2 + u_{rep}^2}$$

$$u_{sel} = \frac{E/2}{\sqrt{3}}$$

$$u_{bal} = \frac{U_{cc}}{k}$$

$$u_{evap} = \frac{Experimental}{\sqrt{3}}$$

Tipo A

$$u_{rep} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Incertidumbre expandida:	$U = k \cdot u \rightarrow U = 2 \cdot u$
--------------------------	---