

Методи визначення похибок вимірювань

Перевід одиниць виміру до системи СІ

Дано – щільність речовини 120 г/см^3 .
Перевести у системні одиниці виміру (кг/м^3).

Допоміжні множники:

$$m = 1 \text{ кг} / 1000 \text{ г}$$

$$V = (1 \text{ м} / 100 \text{ см})^3$$

Примітка. Якщо переводять у більші одиниці, то ділять (значення зменшується), якщо в менші – то перемножують (значення збільшується).

Дано – щільність речовини 120 г/см³.

$$\rho \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right) = 120 \cdot \frac{\frac{1}{1000}}{\left(\frac{1}{100} \right)^3} =$$

$$= 120 \cdot \frac{1}{1000} \cdot \frac{100^3}{1} =$$

$$= 120 \cdot 10^3 = 1,2 \cdot 10^5 [\text{кг}/\text{м}^3]$$

Дано — швидкість стрічкового транспортера 15 км/год. Перевести у системні одиниці виміру (м/с).

Допоміжні множники:

$$L=1000\text{м}/1\text{км}$$

$$T=3600\text{с}/1\text{год.}$$

$$v \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = 15 \cdot \frac{1000}{1} \cdot \frac{1}{3600} = 4,1 \text{ [м/с]}$$

Абсолютна, відносна та приведена похибки

Під час метрологічної перевірки гирі було визначено, що її маса складає 0,5 кг. А під час поточного її використання на побутових електронних вагах було визначена маса 0,53 кг. Визначити абсолютну похибку електронного приладу.

Під час метрологічної перевірки гирі було визначено, що її маса складає 0,5 кг. А під час поточного її використання на побутових електронних вагах було визначена маса 0,53 кг. Визначити абсолютну похибку електронного приладу.

$$\text{Абсолютна} - \Delta x = |x_{\text{в}} - x|$$

$x_{\text{в}}$ – виміряне значення, x – дійсне.

$$\Delta x = |x_{\text{в}} - x| = |0,53 - 0,5| = 0,03$$

$$\textit{Відносна} - \overline{\Delta x} = \frac{|x_B - x|}{x}$$

$$\overline{\Delta x} = \frac{|x_B - x|}{x} = \frac{|0,53 - 0,5|}{0,5} = 0,06$$

$$\text{Приведена} - \gamma = \frac{|x_B - x|}{x_N}$$

x_N – діапазон вимірювань.

Максимальне значення на шкалі вагів – 5 кг.

$$\gamma = \frac{|x_B - x|}{x_N} = \frac{|0,53 - 0,5|}{5} = 0,006$$

Ціна одного ділення шкали вимірювального приладу.

Амперметр з максимальним значенням на шкалі 5 А. Кількість рисок – 50. Визначити «ціну» однієї риси.

$$Ц = \frac{П}{n} = \frac{5}{50} = 0,1\text{А}$$

Інструментальна похибка:

$$d = \frac{Ц}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05\text{А}$$

Похибка спільних вимірів.

$$U = IR$$

$$I = 0,5 \pm 0,01 \text{ A (абсолютна похибка } \Delta I = 0,01)$$

$$R = 10 \pm 0,2 \text{ Ом (абсолютна похибка } \Delta R = 0,2)$$

Визначимо коли буде найкраще значення U .

$$U_{\text{найкращ}} = I_{\text{найкращ}} \cdot R_{\text{найкращ}} = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ В}$$

Розрахуємо відносну похибку.

$$\overline{\Delta I} = \frac{\Delta I}{I_{\text{найкращ}}} = \frac{0,01}{0,5} = 0,02 = 2\%$$

$$\overline{\Delta R} = \frac{\Delta R}{R_{\text{найкращ}}} = \frac{0,2}{10} = 0,02 = 2\%$$

Відповідно відносна похибка U буде складати:

$$\overline{\Delta U} = 2\% + 2\% = 4\%.$$

Загальне правило знаходження похибки спільних вимірів.

- відносна похибка множення або ділення дорівнює сумі відносних похибок співмножників або діленого і дільника.
- відносна похибка суми перебуває між найбільшою і найменшою з відносних похибок доданків (діапазон).

Абсолютна похибка серії вимірів.

При вимірі маси з використання важільних вагів отримали значення 99,8 г, 101,2 г, 100,3 г, 100,8 г. Інструментальна похибка приладу $d=0,05$ г. Знайти дійсне значення і абсолютну похибку.

Спочатку знаходимо середнє значення маси

$$m_{\text{середн}} = \frac{99,8 + 101,2 + 100,3 + 100,8}{4} \approx 100,52 \text{ г}$$

Можна прийняти його за дійсне значення маси.

Абсолютна похибка для кожного виміру:

$$\Delta_1 = |100,52 - 99,8| = 0,72$$

$$\Delta_2 = |100,52 - 101,2| = 0,68$$

$$\Delta_3 = |100,52 - 100,3| = 0,22$$

$$\Delta_4 = |100,52 - 100,8| = 0,28$$

Середня абсолютна похибка

$$\Delta_{\text{CP}} = \frac{0,72 + 0,68 + 0,22 + 0,28}{4} = 0,47$$

Абсолютна похибка:

$$\Delta m = \max\{\Delta_{\text{CP}}, d\} = \max\{0,47, 0,05\} = 0,47 \text{ гр}$$

$$\text{Результат: } m = m_{\text{CP}} \pm \Delta m = 100,52 \pm 0,47 \text{ гр}$$

Відносна похибка:

$$\overline{\Delta m} = \frac{0,47}{100,52} \cdot 100\% \approx 0,05\%$$