



Фізичні величини, вимірювання та Міжнародна система одиниць (SI)

Точність вимірювань – основа нашого розуміння
фізичного світу

Частина 1

Що таке фізична величина?



Властивість

Фізична величина — це властивість об'єкта або явища, що підлягає кількісному вимірюванню.



Приклади

Довжина, маса, час, температура, сила струму — все це фізичні величини, з якими ми стикаємося щодня.



Числове значення

Вимірювання дають числове значення з обов'язковою одиницею виміру (м, кг, с тощо).

Вимірювання: мистецтво та наука

Вимірювання — це процес порівняння величини з еталоном для отримання кількісного результату. Це основа науки та техніки.

Ключові аспекти вимірювань:

- **Точність** — близькість виміряного значення до істинного
- **Повторюваність** — можливість отримати однакові результати при повторних вимірюваннях
- **Достовірність** — впевненість у коректності результатів



Приклад вимірювання довжини різними інструментами



Точність — ключ до надійних результатів

Сучасні вимірювальні прилади забезпечують надзвичайну точність,
необхідну для наукових досліджень і технологічних процесів

Частина 2

Міжнародна система одиниць (SI)

Основа сучасних вимірювань

SI — сучасна метрична система, прийнята у 1960 році Генеральною конференцією з мір і ваг.

Історія та поширення:

- Прийнята для уніфікації та спрощення вимірювань у науці, техніці, торгівлі
- Офіційно використовується у 195 країнах світу
- Замінила численні національні системи одиниць



Сім основних одиниць SI

Одиниця	Позначення	Фізична величина
метр	м	довжина
кілограм	кг	маса
секунда	с	час
ампер	А	електричний струм
кельвін	К	температура
моль	моль	кількість речовини
кандела	кд	сила світла

Ці сім величин є фундаментом для всіх фізичних вимірювань у світі

Визначення метра та секунди: революція точності

Метр

Довжина шляху світла у вакуумі за $1/299\,792\,458$ секунди.

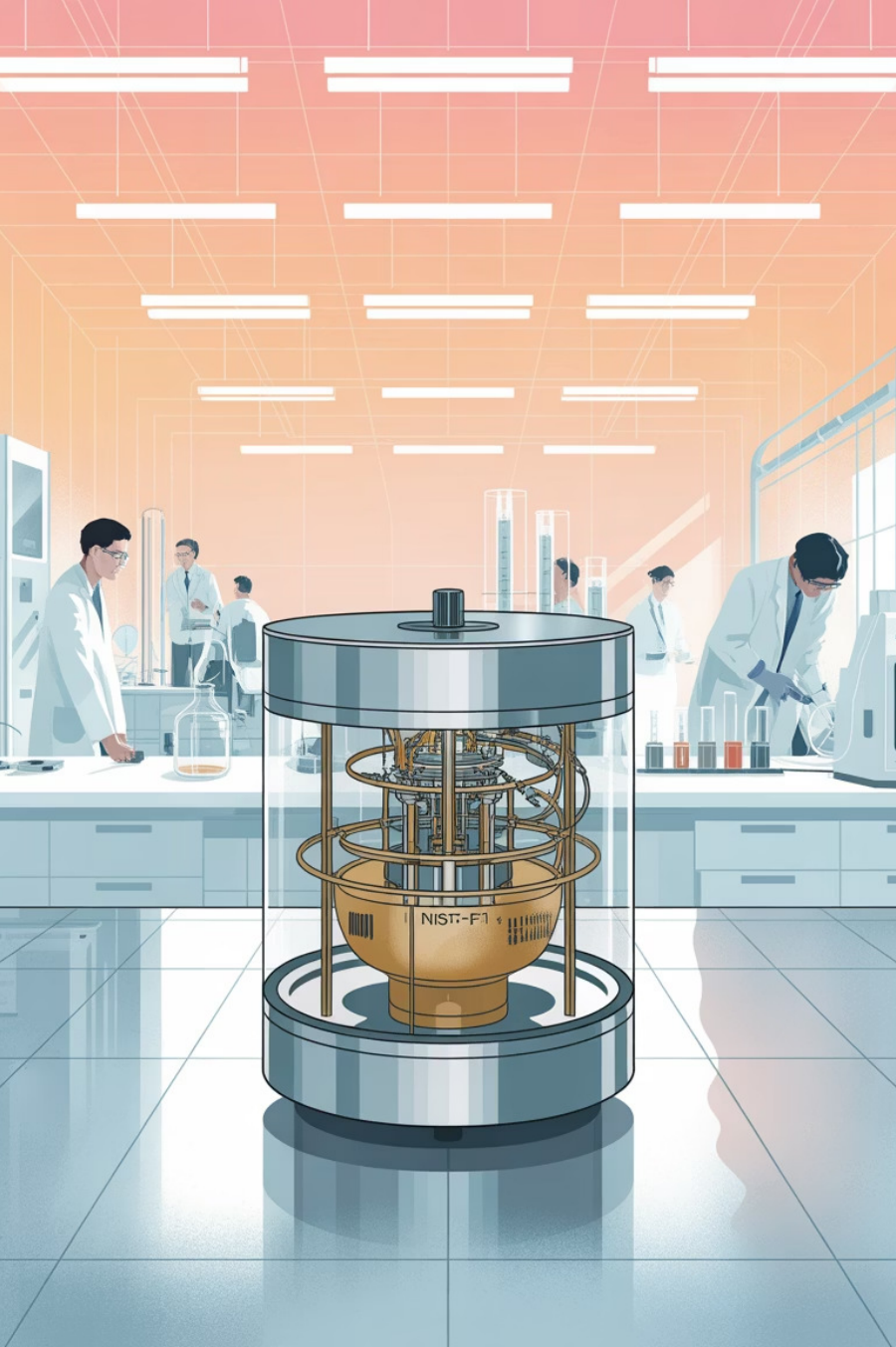
Це визначення змінено у 2019 році та базується на фундаментальній фізичній константі — швидкості світла.

Секунда

Тривалість $9\,192\,631\,770$ періодів випромінювання, що відповідає переходу між двома надтонкими рівнями основного стану атома цезію-133.

Атомні годинники

Забезпечують точність до 1 секунди за $27,4$ млн років, що дозволяє синхронізувати всі системи навігації та зв'язку.



АТОМНИЙ ГОДИННИК NIST-F1

Час, що не підвладний часу

Найточніший вимірювальний інструмент у світі, який визначає стандарт
часу для всієї планети

Похідні одиниці SI: від швидкості до енергії

Швидкість

метр на секунду (м/с)

Приклад: швидкість звуку в повітрі
 ≈ 343 м/с

Сила

ньютон (Н) = $\text{кг}\cdot\text{м}/\text{с}^2$

Приклад: сила тяжіння яблука ≈ 1 Н

Енергія

джоуль (Дж) = $\text{кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}^2$

Приклад: енергія лампочки за 1 с ≈ 60 Дж

Потужність

ват (Вт) = $\text{кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}^3$

Приклад: потужність лампочки ≈ 60 Вт

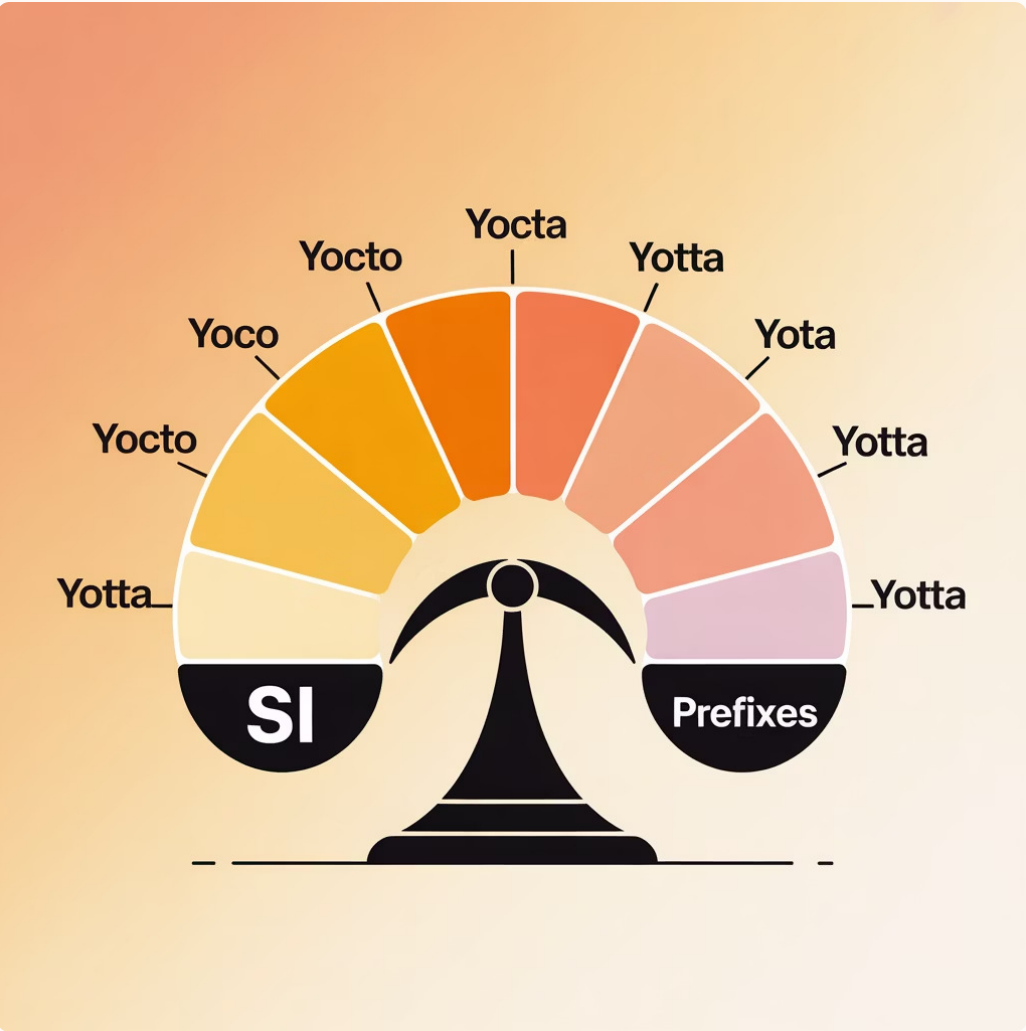
Тиск

паскаль (Па) = $\text{Н}/\text{м}^2$

Приклад: атмосферний тиск ≈ 101325 Па

Похідні одиниці утворюються комбінацією основних одиниць SI

Префікси SI: масштабування величин



Система SI використовує 24 префікси для зручного вираження дуже малих і дуже великих значень.

Префікс	Множник	Приклад
деци (д)	10^{-1}	дециметр (дм)
кіло (к)	10^3	кілометр (км)
мілі (м)	10^{-3}	міліграм (мг)
тера (Т)	10^{12}	терават (ТВт)

Частина 3

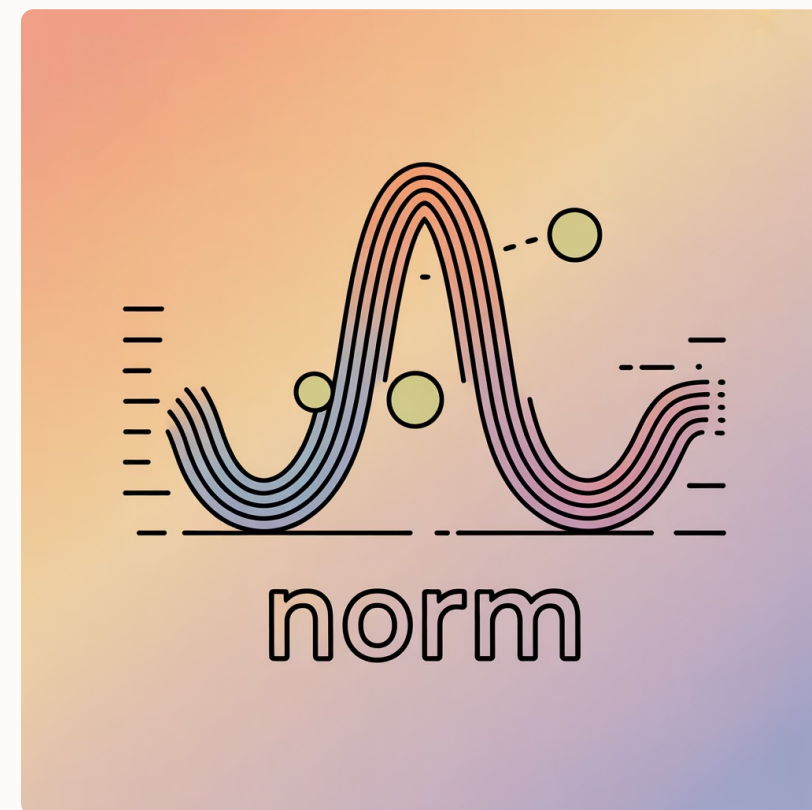
Точність вимірів і невизначеність

Всі вимірювання мають **похибки** — невідворотні відхилення від істинного значення.

Типи похибок:

- **Систематичні** — постійні при повторних вимірюваннях, викликані недосконалістю приладів або методів
- **Випадкові** — змінюються при повторних вимірюваннях, описуються статистичними методами

Невизначеність вимірювання — статистичний розкид можливих значень вимірюваної величини.



Вимірювання повні лише з вказанням невизначеності (стандартного відхилення)

Важливість точності: приклади

1 Лабораторні ваги

Хімічні експерименти вимагають надзвичайної точності при зважуванні речовин. Похибка $\pm 0,001$ г – це стандарт для аналітичних ваг.

2 Атомний годинник

Похибка всього 2 наносекунди на добу забезпечує синхронізацію глобальних систем навігації, телекомунікацій та фінансових транзакцій.

3 Виробництво мікросхем

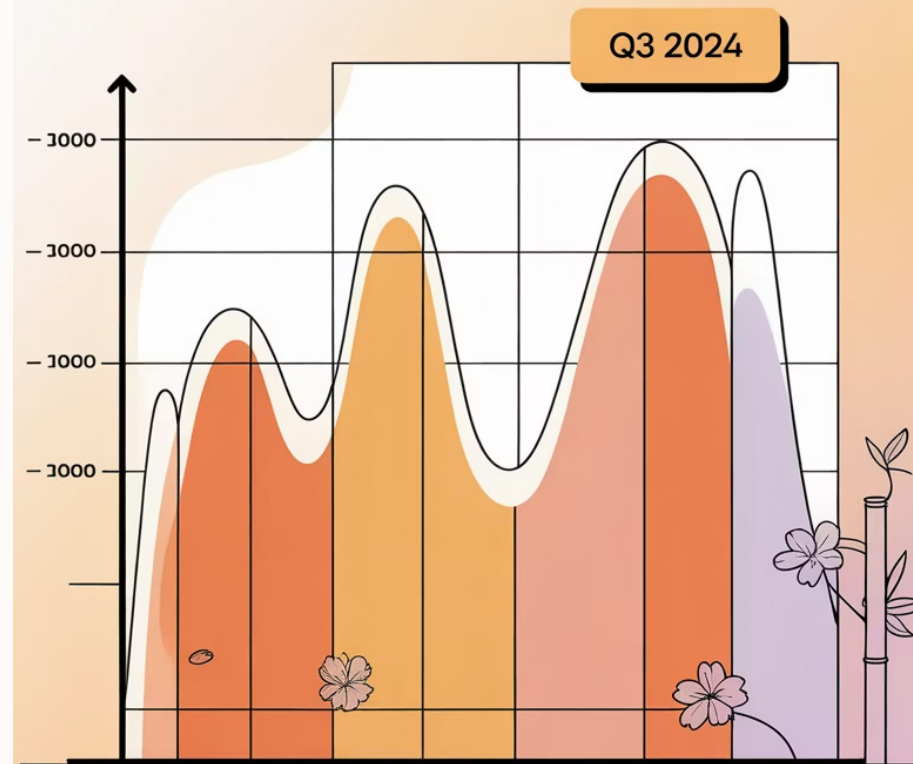
Виготовлення сучасних електронних компонентів вимагає надточних вимірювань для забезпечення якості та продуктивності.

Від точності вимірювань залежить якість наукових досліджень і промислових процесів

Невизначеність — це частина науки

Кожне вимірювання супроводжується певною невизначеністю, яку необхідно розуміти та враховувати.

Вказання похибки вимірювання так само важливе, як і саме вимірювання. Воно відображає нашу **чесність перед природою**.



Міжнародна співпраця у метрології



Глобальна система вимірювань:

BIPM (Міжнародне бюро мір і ваг) — організація, що координує розвиток SI та метрологічну співпрацю між країнами.

- **CGPM** — Генеральна конференція з мір і ваг, що регулярно оновлює стандарти
- **Національні метрологічні інститути** — забезпечують відтворення еталонів у своїх країнах
- **Калібрувальні лабораторії** — передають еталони до промисловості

Спільна робота забезпечує **глобальну сумісність вимірювань** у науці, промисловості та торгівлі.

Висновок: Чому SI і точність важливі для нас?

1

Універсальна мова

SI — універсальна мова науки і техніки, що забезпечує глобальне порозуміння та співпрацю між країнами та галузями.

2

Основа прогресу

Точні вимірювання — основа інновацій, безпеки та сталого розвитку. Без них неможливі сучасні технології та наукові відкриття.

3

Шлях до відкриттів

Розуміння фізичних величин і їх вимірювання відкриває шлях до нових відкриттів і технологій, що змінюють наше життя.

Запрошую вас досліджувати світ через призму точності та стандартів!