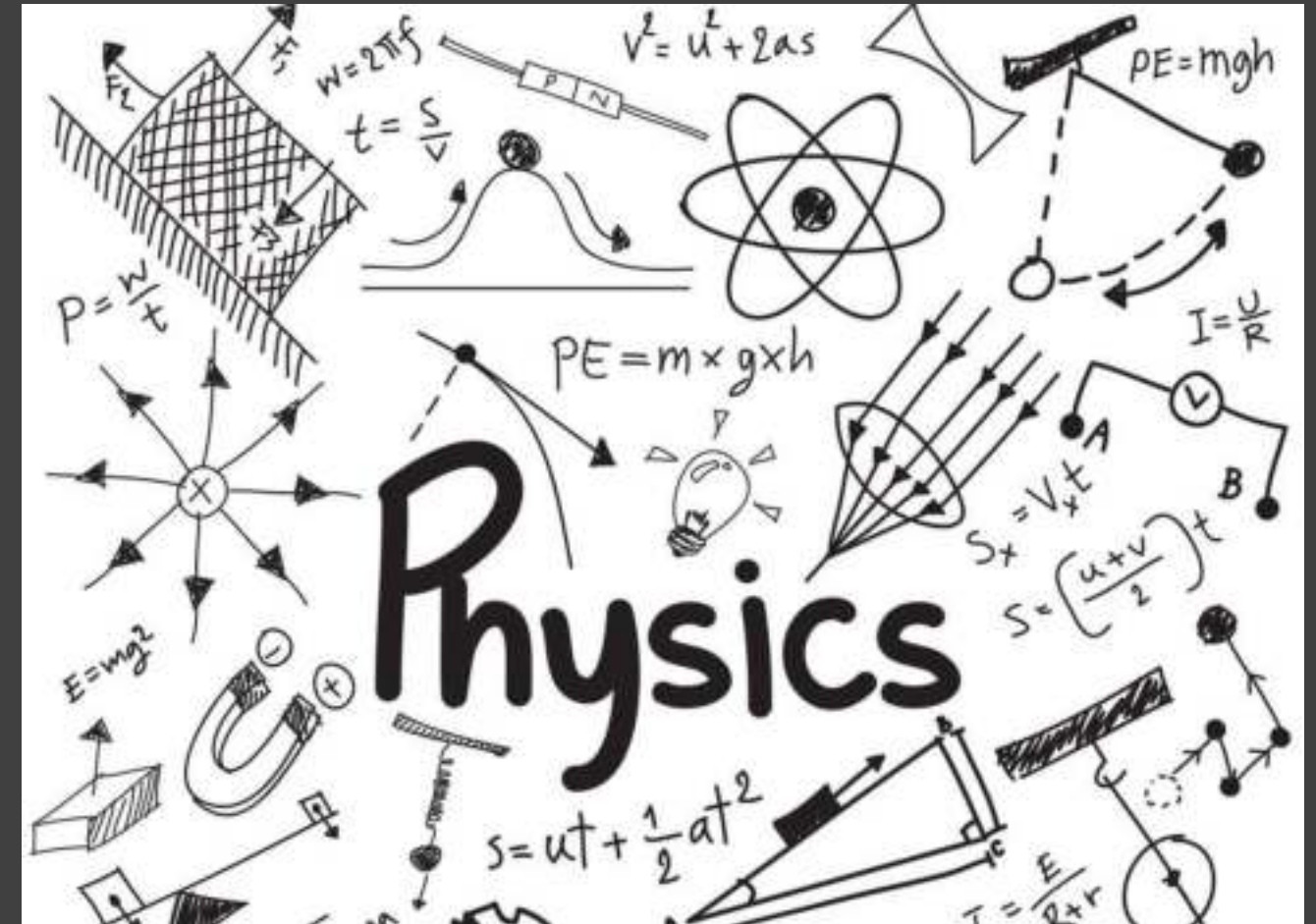


# УРОК 02



ФІЗИКА 10

Методи наукового пізнання. Фізичні величини та їх вимірювання. Невизначеності вимірювань



# Проблемні запитання

Кожен із вас  
щоденно  
досліджує  
**навколишній**  
**світ** і одержує  
**нові знання**



# Проблемні запитання

Як отримують **нові**  
**знання** вчені?

Із чого починається  
**дослідницька** робота  
вчених?



# Фізичне дослідження та його методи

**Спостереження** –  
це сприйняття  
природи з метою  
одержання  
первинних даних  
для подальшого  
аналізу



# Фізичне дослідження та його методи

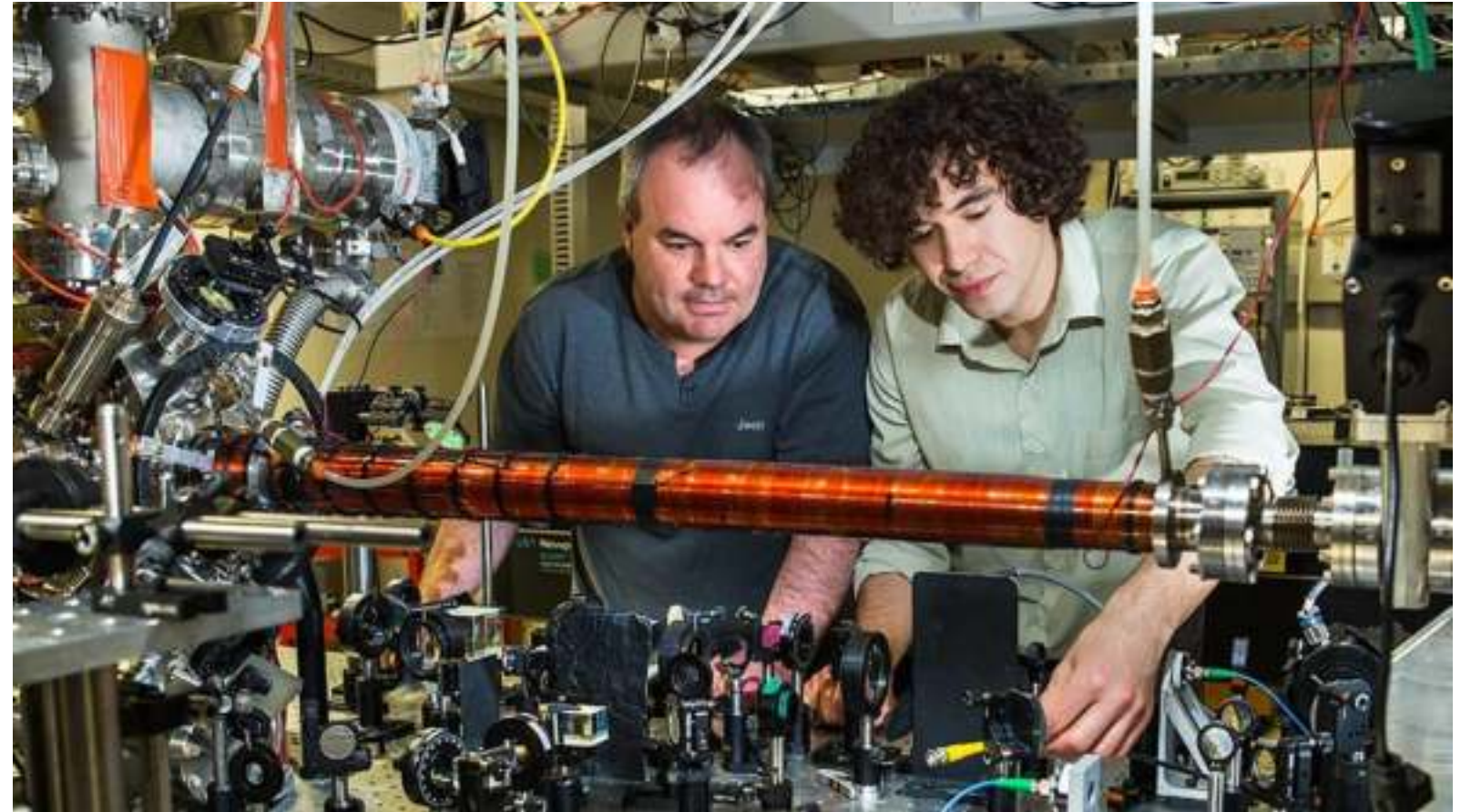
Чи завжди  
спостереження ведуть до  
**правильного висновку?**

Що роблять учені, щоб  
**спростувати** або **довести**  
власні висновки?



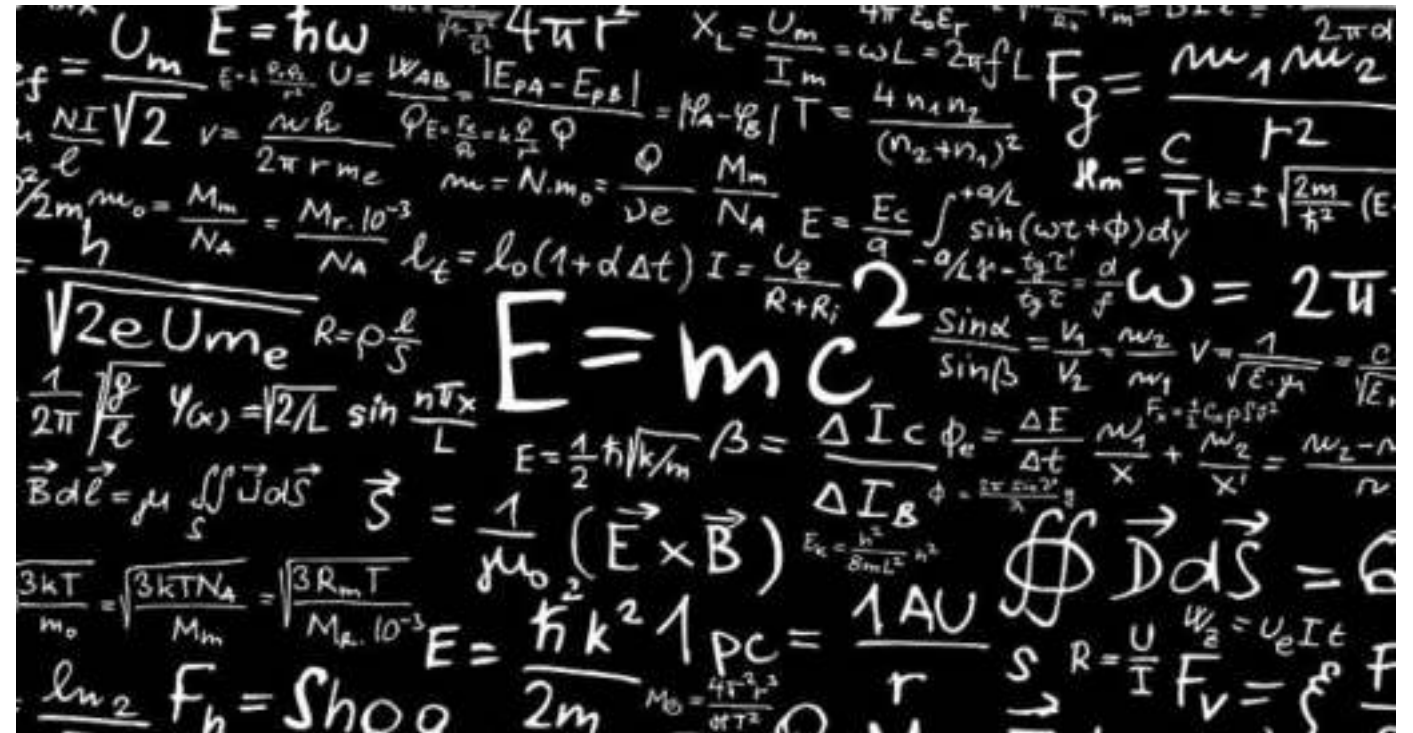
# Фізичне дослідження та його методи

**Фізичне дослідження** – це цілеспрямоване вивчення явищ і властивостей природи засобами фізики



# Фізичне дослідження та його методи

## Методи фізичних досліджень



### Експериментальний

(дослідження фізичного явища в умовах, які перебувають під контролем ученого)

### Теоретичний

(Аналіз отриманих у результаті експериментів даних, формулювання законів природи)



# Фізичне дослідження та його методи

Які **спостереження**,  
**теоретичні й**  
**експериментальні**  
**дослідження** ви  
могли б провести,  
щоб дослідити  
світіння лампи  
розжарення?





# Фізичне дослідження та його методи

## Кочення кулі

Механічне явище

Теплове явище

Оптичне явище

Електромагнітне явище

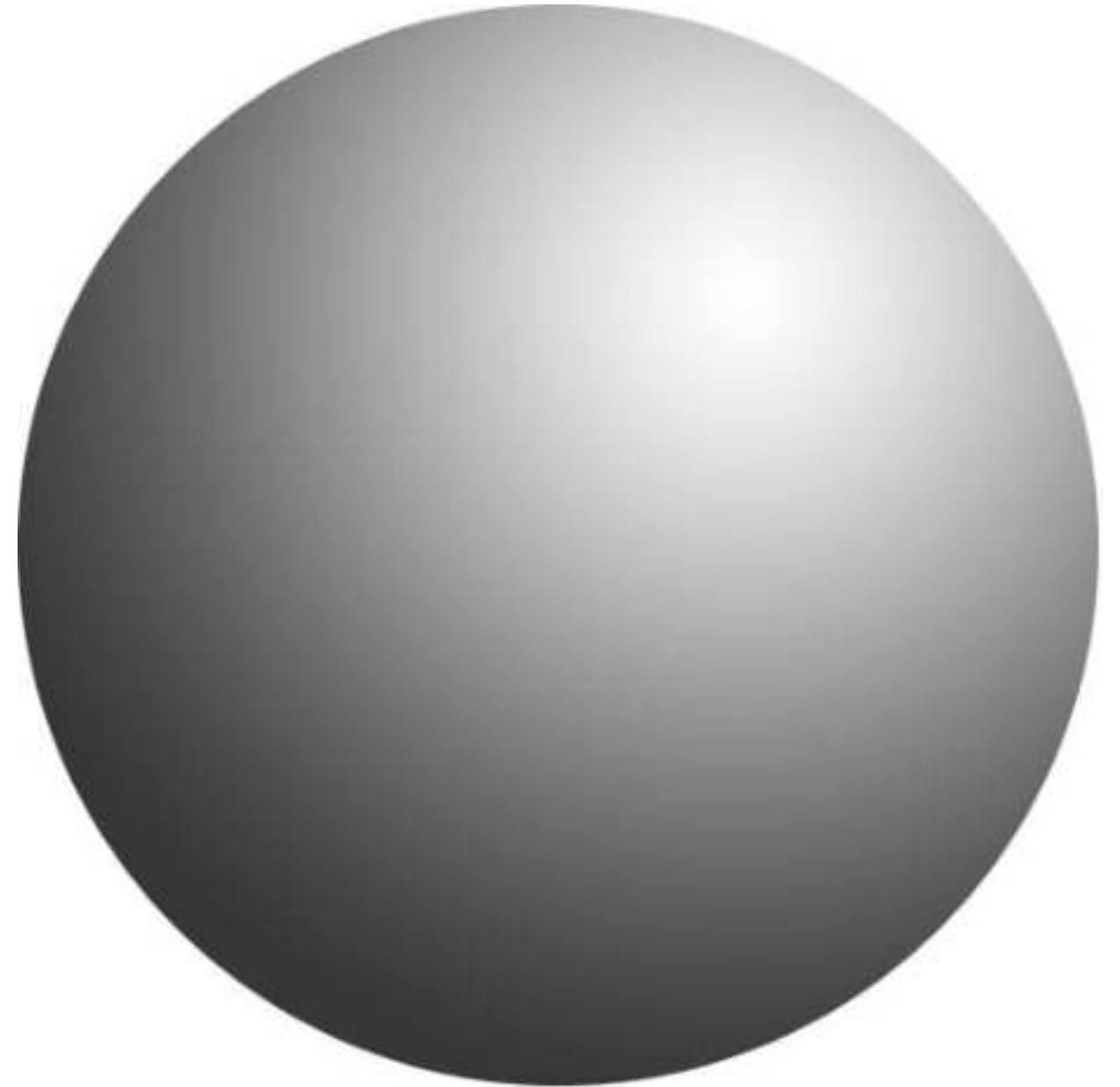


Чи слід ураховувати всі ці явища,  
визначаючи, **час кочення кулі?**



# Фізичне дослідження та його методи

**Фізична модель** – це уявний ідеалізований об'єкт, що має головні риси реального і дозволяє спростити аналіз явищ



# Вимірювання фізичних величин

Які **кількісні**  
**характеристики** ми  
використовуємо  
описуючи **рух**  
**автомобіля?**

Швидкість

Прискорення

Час руху

Сила тяги

Потужність



# Вимірювання фізичних величин

**Фізична величина**  
– це кількісна міра певної властивості тіла, певного фізичного процесу або явища



# Вимірювання фізичних величин

Як ви вважаєте,  
наскільки часто  
люди виконують  
**вимірювання?**

Що означає  
**виміряти фізичну  
величину?**



# Вимірювання фізичних величин

**Виміряти фізичну величину** – значить порівняти її з однорідною величиною, яку приймають за одиницю

## Види вимірювання



Прямі



Непрямі  $\left(\rho = \frac{m}{V}\right)$



# Міжнародна система одиниць СІ

## Основні одиниці СІ

Величина		Одиниця	
Назва	Позначення	Назва	Позначення
Маса	$m$	кілограм	кг
Довжина	$l$	метр	м
Час	$t$	секунда	с
Сила струму	$I$	ампер	А
Кількість речовини	$\nu$	моль	МОЛЬ
Температура	$T$	кельвін	К
Сила світла	$I_\nu$	кандела	кд



# Міжнародна система одиниць СІ

Що  
використовують  
для зручності  
запису **великих** і  
**малих значень**  
**фізичних величин?**





# Міжнародна система одиниць СІ

**Кратні одиниці** є більшими за основні одиниці в 10, 100, 1000 і більше разів

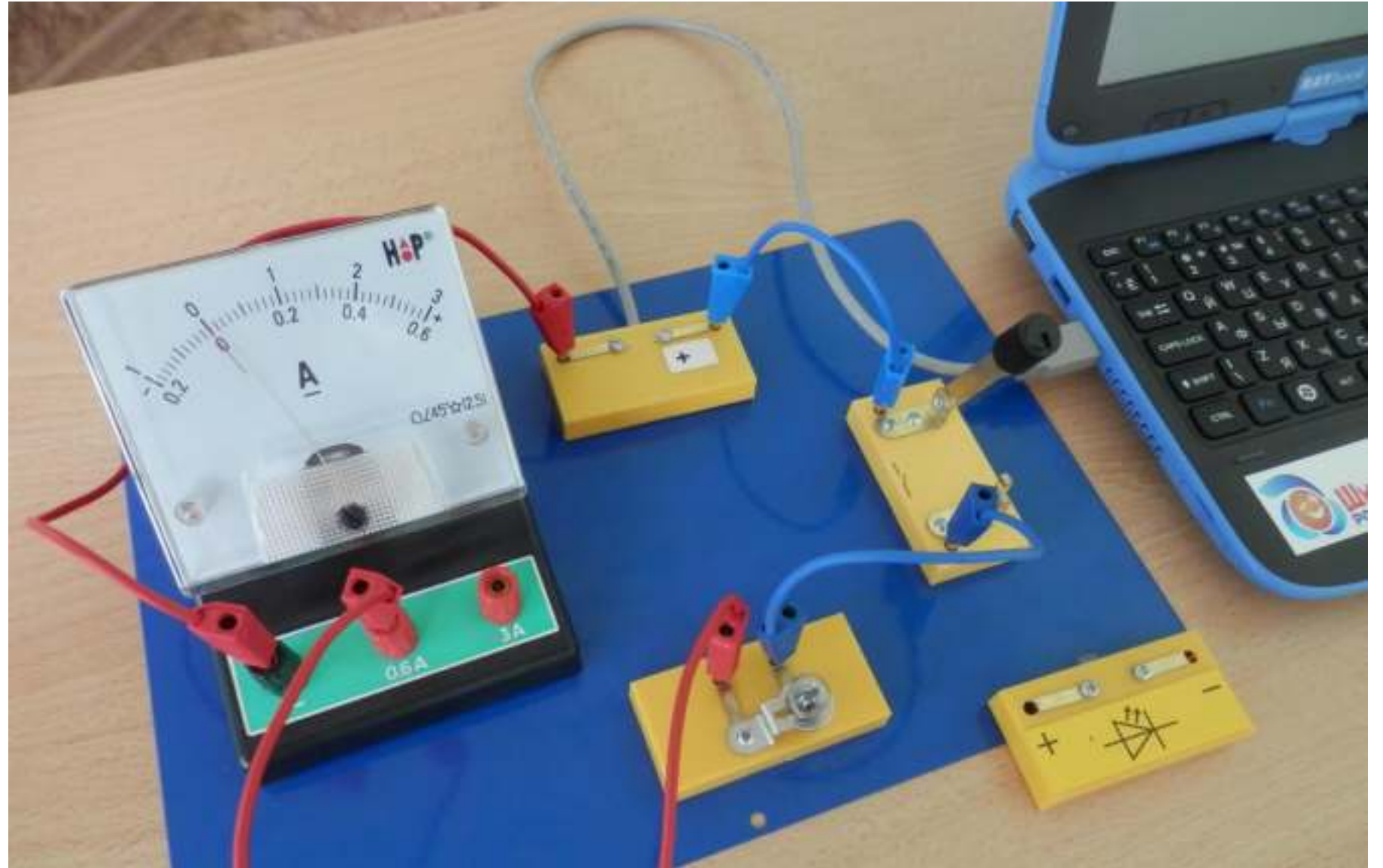
**Частинні одиниці** є меншими за основні одиниці в 10, 100, 1000 і більше разів

Префікс	Позначення	Множник
атто-	а	$10^{-18}$
фемто-	ф	$10^{-15}$
піко-	п	$10^{-12}$
нано-	н	$10^{-9}$
мікро-	мк	$10^{-6}$
мілі-	мл	$10^{-3}$
санти-	с	$10^{-2}$
кіло-	к	$10^3$
мега-	М	$10^6$
гіга-	Г	$10^9$
тера-	Т	$10^{12}$
пета-	п	$10^{15}$
екса-	е	$10^{18}$



# Похибки вимірювань

Як ви  
вважаєте, чи  
МОЖЛИВО  
здійснити  
вимірювання  
абсолютно  
точно?



# Похибки вимірювань

**Похибка вимірювання** – це відхилення значення виміряної величини від її істинного значення

**Абсолютна похибка вимірювання**

$$\Delta x = |x_{\text{ВИМ}} - x|$$

$x_{\text{ВИМ}}$  виміряне значення

$x$  істинне значення

**Відносна похибка вимірювання**

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{x_{\text{ВИМ}}}$$

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{x_{\text{ВИМ}}} \cdot 100\%$$

# Похибки вимірювань

**Похибки в ході  
вимірювань  
фізичних величин**

**Випадкові**  
(пов'язані з процесом  
вимірювання)

**Систематичні**  
(похибки приладу)  
пов'язані насамперед  
із вибором приладу



# Випадкові похибки

Як покращити  
**результат**  
**вимірювання?**

Вимірювання  
проводять **кілька**  
**разів**

Визначають **середнє**  
**значення** вимірюваної  
величини



# Випадкові похибки

## Середнє значення вимірюваної величини

$$x_{\text{вим}} = x_{\text{сер}} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_N}{N}$$

$x_1, x_2, \dots, x_N$  –  
результати кожного  
з  $N$  вимірювань

## Випадкова абсолютна похибка

$$\Delta x_{\text{вип}} = \frac{|x_1 - x_{\text{вим}}| + |x_2 - x_{\text{вим}}| + \dots + |x_N - x_{\text{вим}}|}{N}$$

Якщо вимірювання проводилися **один раз**, то **випадкова похибка дорівнює половині ціни поділки шкали приладу**



# Систематичні похибки

Абсолютні похибки деяких фізичних приладів (систематичні похибки)		
Фізичний прилад	Ціна поділки шкали приладу	Абсолютна похибка приладу
Лінійка учнівська	1 мм	$\pm 1$ мм
Стрічка вимірювальна	0,5 см	$\pm 0,5$ см
Штангенциркуль	0,1 мм	$\pm 0,05$ мм
Циліндр вимірювальний	1 мл	$\pm 1$ мл
Секундомір	0,2 с	$\pm 1$ с за 30 хв
Динамометр навчальний	0,1 Н	$\pm 0,05$ Н
Термометр лабораторний	1 °С	$\pm 1$ °С
Амперметр шкільний	0,1 А	$\pm 0,05$ А
Вольтметр шкільний	0,2 В	$\pm 0,1$ В

Якщо ви користуєтесь іншими приладами, тоді похибка приладу дорівнює **половині ціни поділки шкали цього приладу**

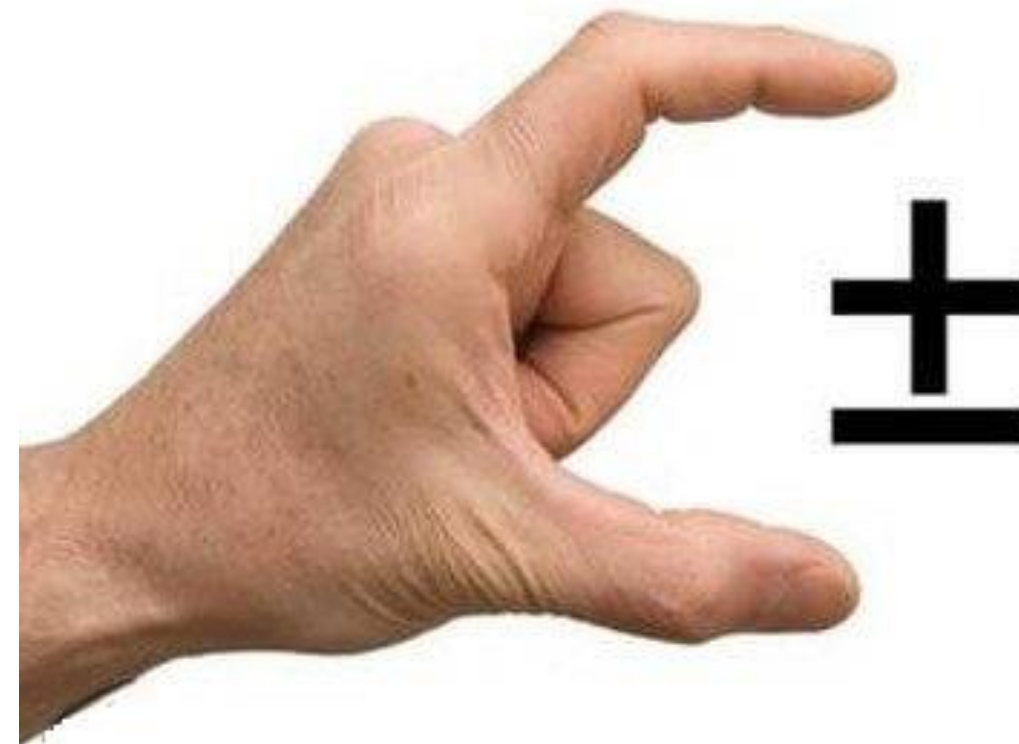
# Абсолютна похибка прямого вимірювання

## Абсолютна похибка прямого вимірювання

$$\Delta x = \Delta x_{\text{прил}} + \Delta x_{\text{вип}}$$

$\Delta x_{\text{прил}}$  систематична похибка,  
зумовлена приладом

$\Delta x_{\text{вип}}$  випадкова похибка,  
зумовлена процесом вимірювання



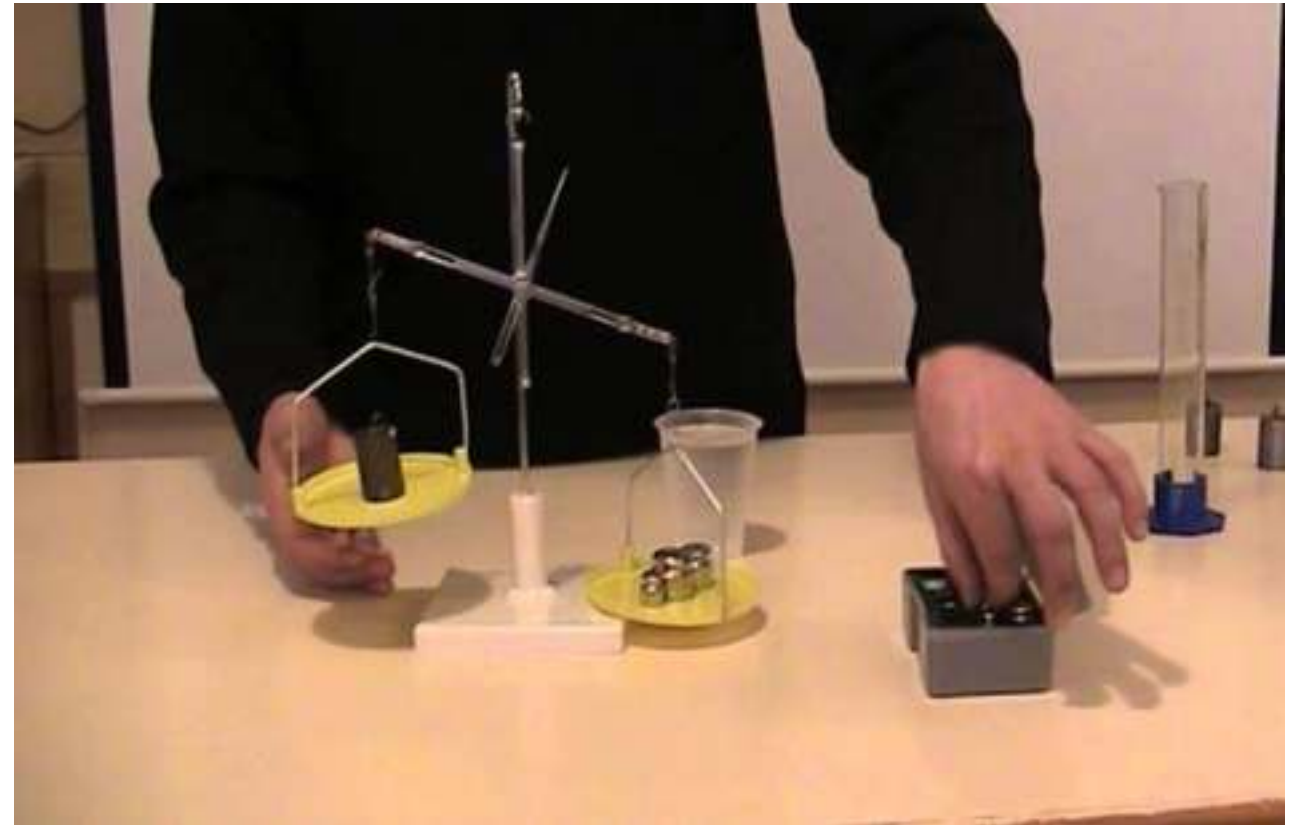


# Похибки непрямих вимірювань

Як визначити абсолютну та відносну **похибки** **непрямих вимірювань**?

1) методом **прямих вимірювань** знаходять значення певних величин, наприклад  **$x$ ,  $y$**

2) за відповідною **формулою** обчислюють шукану величину



# Похибки непрямих вимірювань

Деякі формули для визначення відносної похибки

Вид формули (функції)

Відносна похибка

$$f = x + y$$

$$\varepsilon_f = \frac{\Delta x + \Delta y}{x + y}$$

$$f = x - y$$

$$\varepsilon_f = \frac{\Delta x + \Delta y}{x - y}$$

$$f = xy$$

$$f = \frac{x}{y}$$

$$\varepsilon_f = \varepsilon_x + \varepsilon_y$$

$$f = x^n$$

$$\varepsilon_f = n\varepsilon_x$$

$$f = \sqrt[n]{x}$$

$$\varepsilon_f = \frac{1}{n} \varepsilon_x$$

Абсолютна похибка

$$\Delta f = \varepsilon_f \cdot f_{\text{ВИМ}}$$

Відносна похибка  
експериментальної  
перевірки рівності  
 $X = Y$

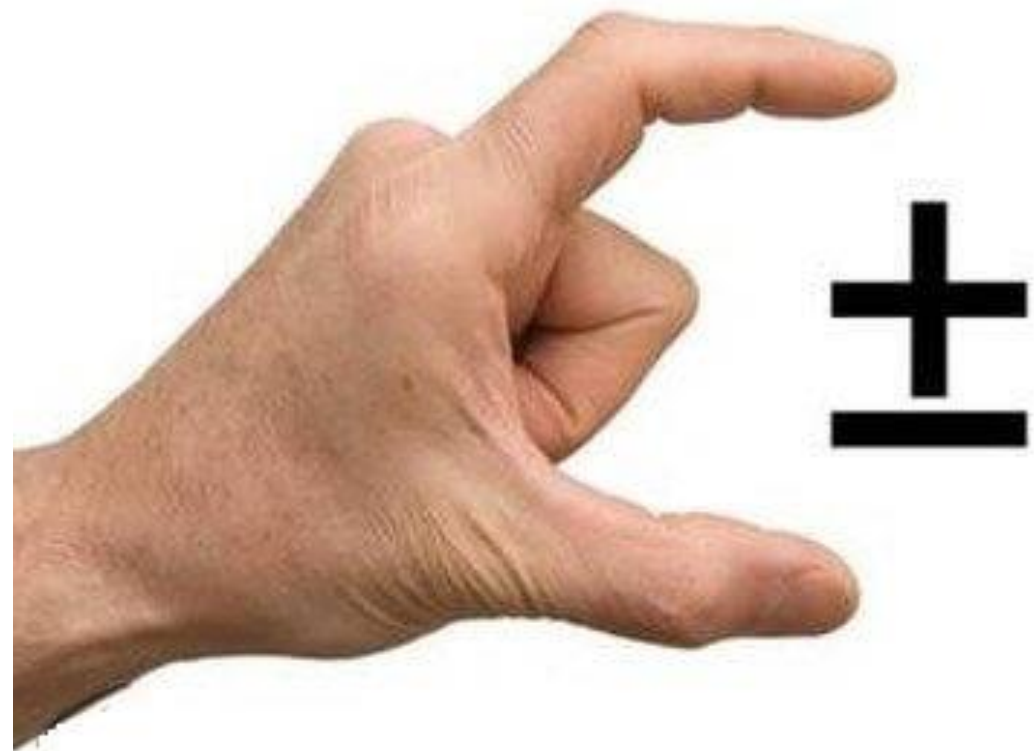
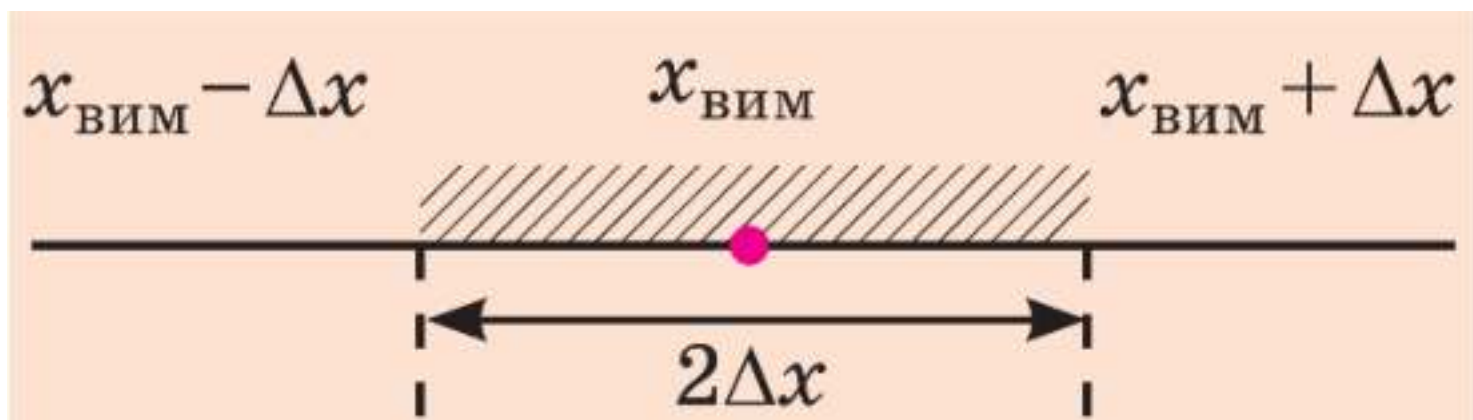
$$\varepsilon = \left| \frac{X}{Y} - 1 \right| \cdot 100\%$$



# Результати вимірювання

Як правильно записати  
результати вимірювання?

$$x = x_{\text{ВИМ}} \pm \Delta x$$



Абсолютну похибку  $\Delta x$  округлюють до однієї **значущої цифри із завищенням**, а результат вимірювання  $x_{\text{ВИМ}}$  – до величини розряду, який залишився в абсолютній похибці після округлення

# Розв'язування задач

1. Щоб довести закон збереження механічної енергії, провели експеримент. Було отримано, що середня енергія системи тіл до взаємодії дорівнює **225 Дж**, а після взаємодії – **243 Дж**. Оцініть **відносну похибку експерименту**



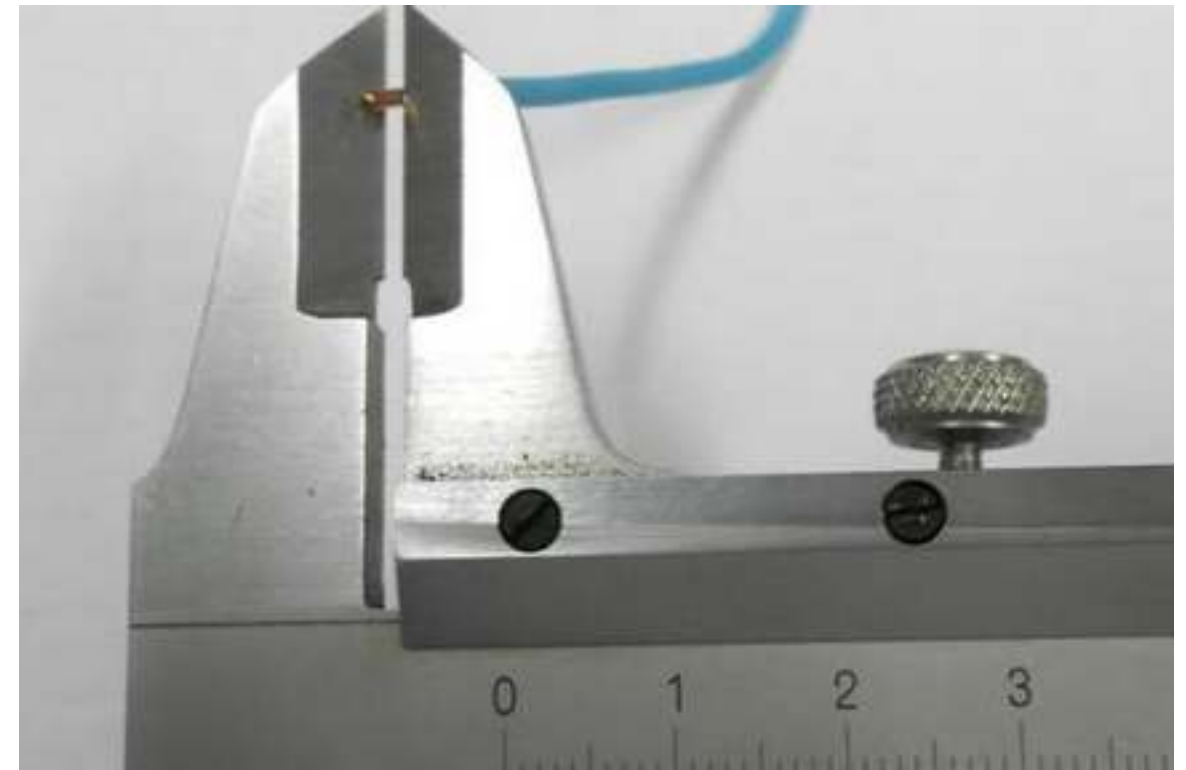
# Розв'язування задач

2. Визначаючи діаметр дроту за допомогою штангенциркуля, вимірювання проводили чотири рази. Було одержано такі результати:

$$d_1 = 2,2 \text{ мм}; d_2 = 2,1 \text{ мм};$$

$$d_3 = 2,0 \text{ мм}; d_4 = 2,0 \text{ мм}.$$

1) Обчисліть середнє значення діаметра дроту, випадкову похибку вимірювання, абсолютну та відносну похибки вимірювання. 2) Округліть одержані результати й запишіть результат вимірювання.



# Запитання для фронтального опитування

1. Назвіть основні **методи фізичних досліджень**.  
Наведіть приклади.

2. Наведіть приклади **фізичних моделей**. Чому фізична модель – це ідеалізований об'єкт?

3. Назвіть **основні одиниці СІ** та **величини**, для вимірювання яких вони слугують.



# Запитання для фронтального опитування

4. Які **види похибок вимірювань** ви знаєте?

5. Як визначити **випадкову похибку вимірювання?**

6. Чим визначається **абсолютна систематична похибка?**



# Запитання для фронтального опитування

7. Що називають **відносною похибкою** вимірювання?

8. Як правильно округлити й записати **результати вимірювань**?





# Домашнє завдання

Опрацювати § 2,  
Вправа № 2 (1 – 2)