

УРОК 10

Електричний струм в металах

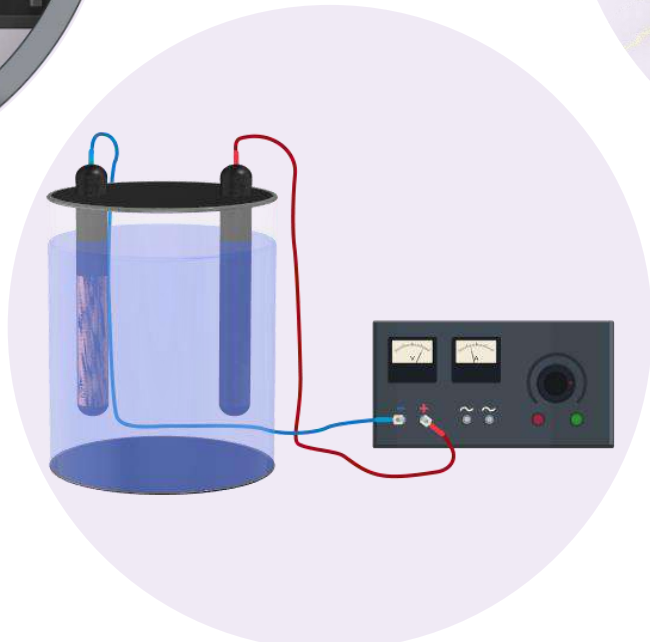


Проблемні питання

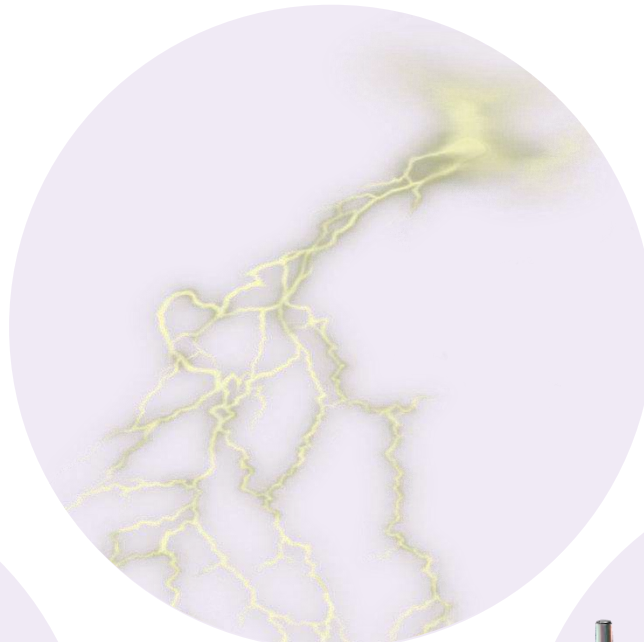
Електричний струм – це напрямлений (упорядкований) рух частинок, які мають електричний заряд



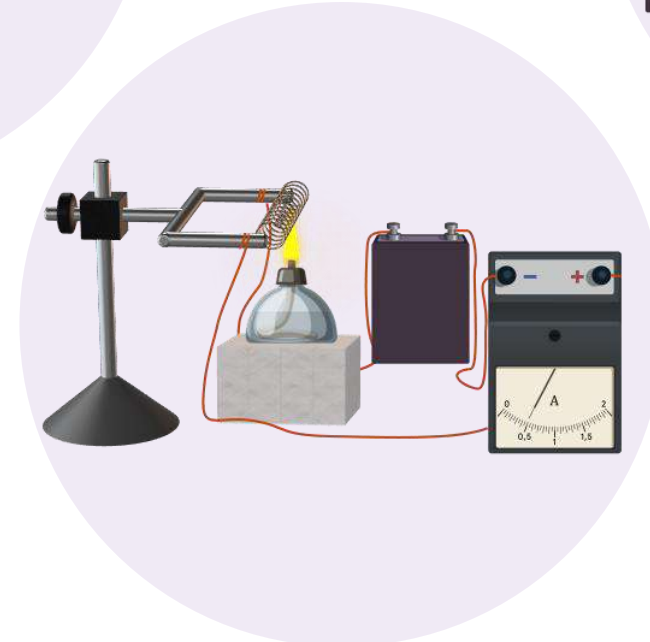
Метали



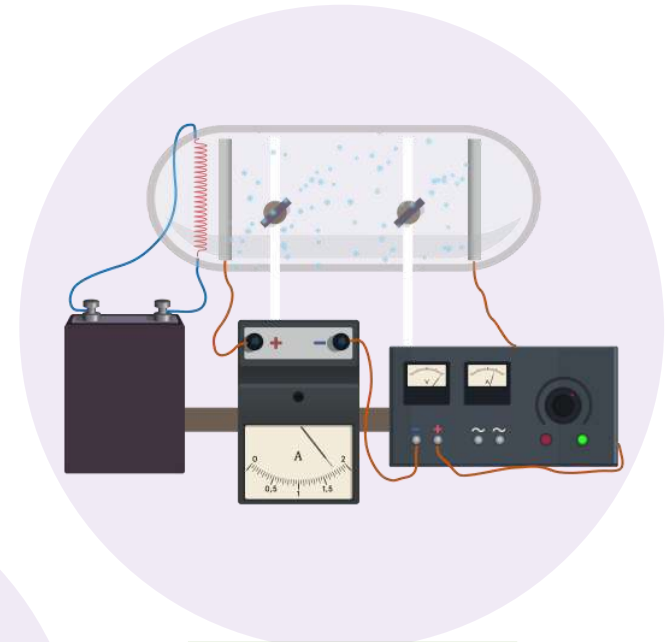
Рідини



Гази



Напівпровідники



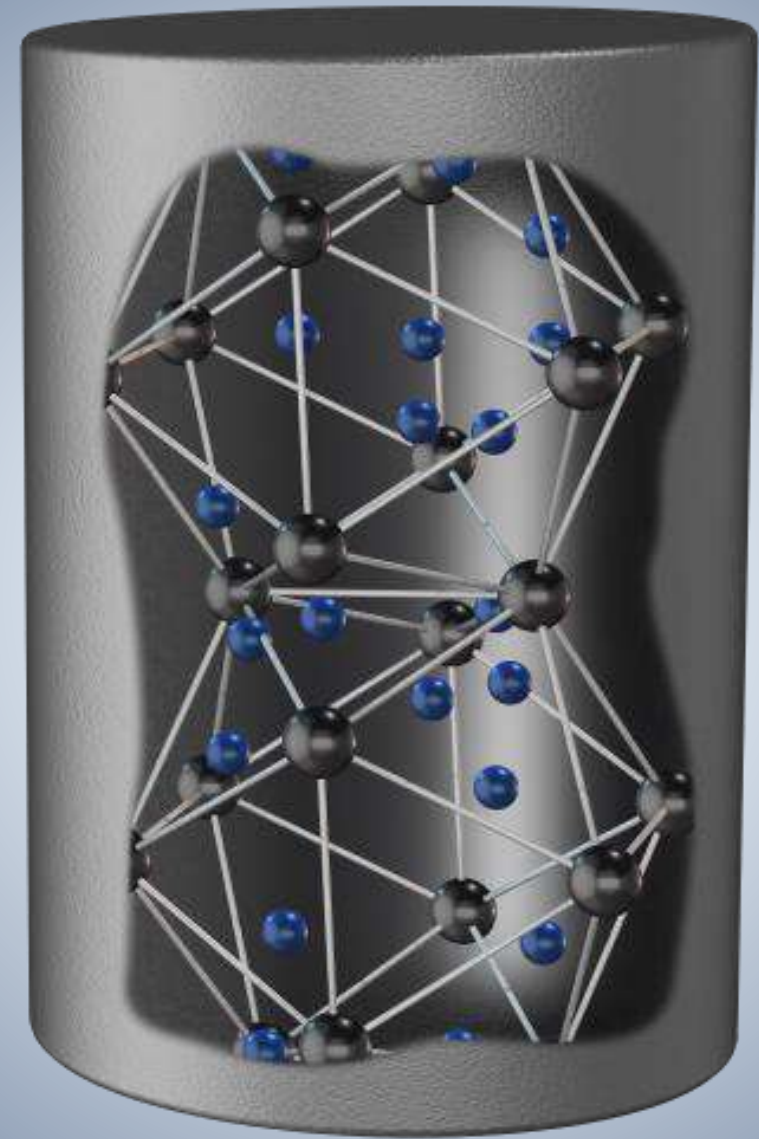
Вакуум

Які це частинки?



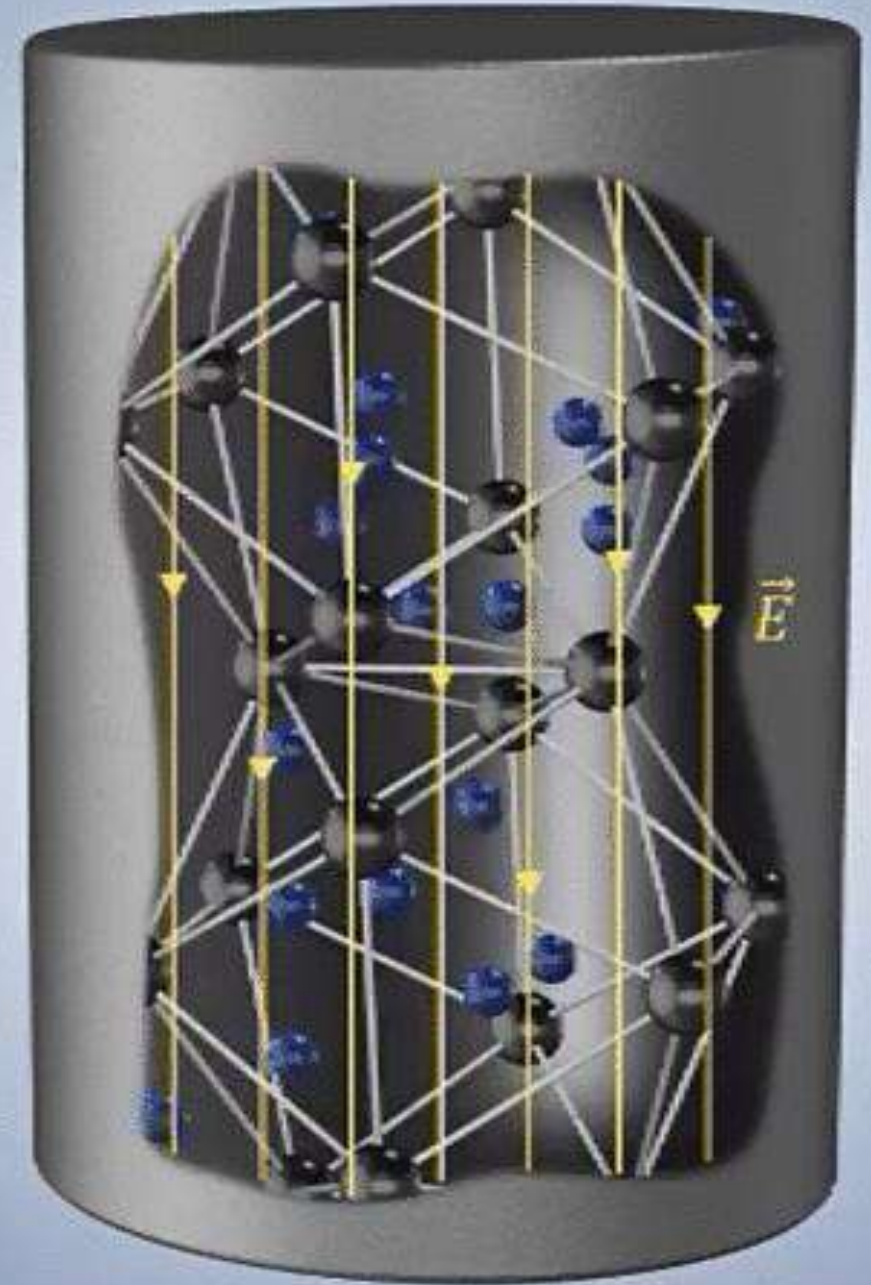
Електричний струм в металах

За відсутності електричного поля вільні електрони всередині металевого провідника **рухаються хаотично у вигляді електронного газу**



Електричний струм в металах

Електричний струм у металах – це напрямлений рух електронів під дією електричного поля



Швидкість руху електронів

Середня швидкість **хаотичного руху** вільних електронів:

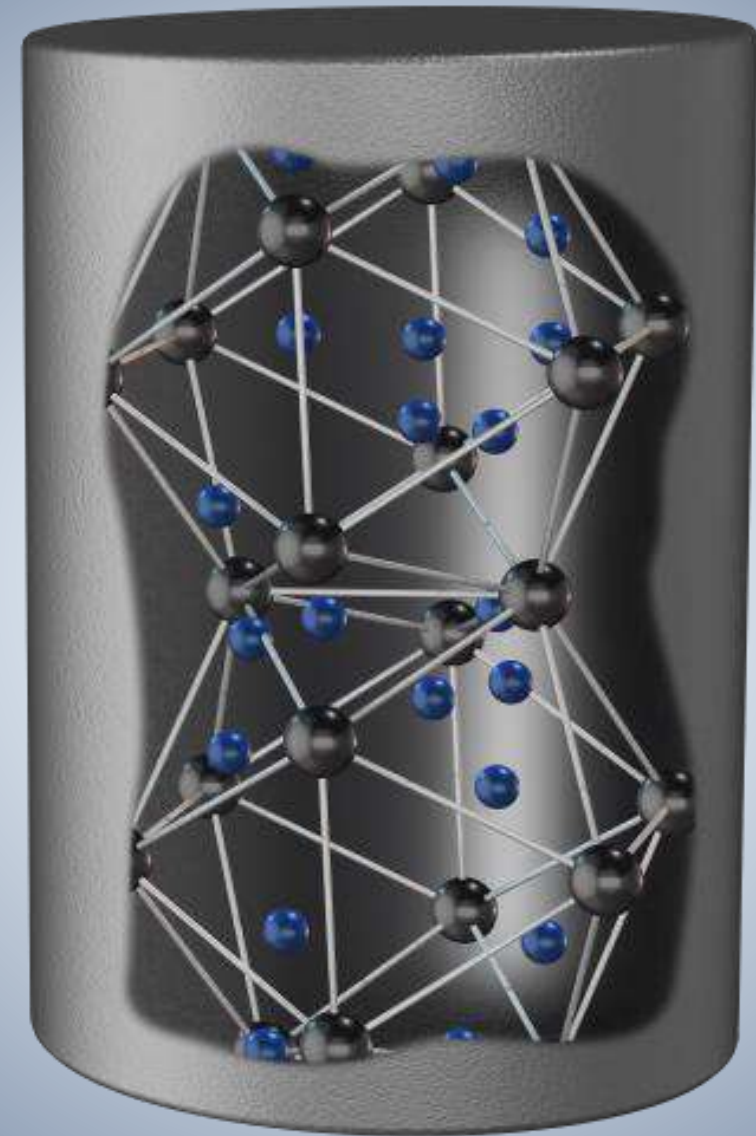
близько 300 км/с

Середня швидкість **напрямленого руху** вільних електронів:

кілька міліметрів за секунду

Чому коли ми натискаємо вмикач лампи, вона **відразу спалахує?**

Електричне поле поширюється в провіднику зі швидкістю 300000 км/с



Середня швидкість напрямленого руху електронів

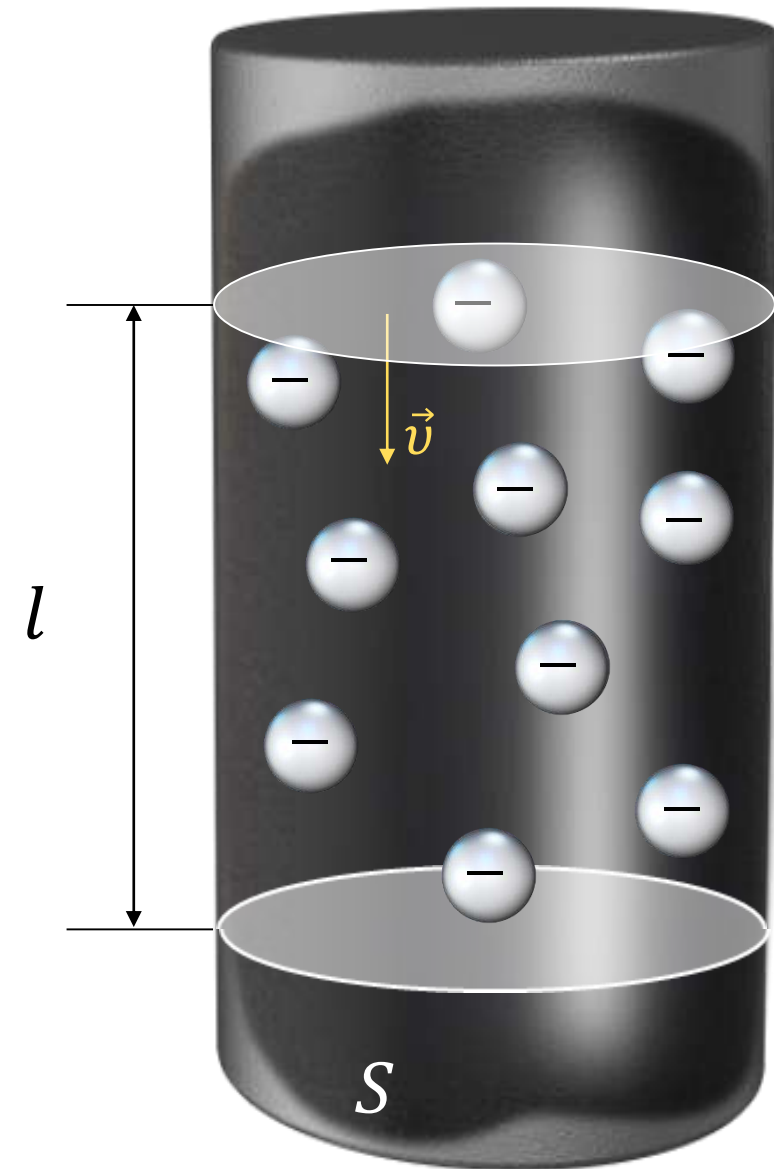
Середня швидкість \bar{v}
направленого руху електронів

$$N = nV = nSl = nS\bar{v}t \quad q = N|e|$$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{nS\bar{v}t|e|}{t} = n|e|\bar{v}S$$

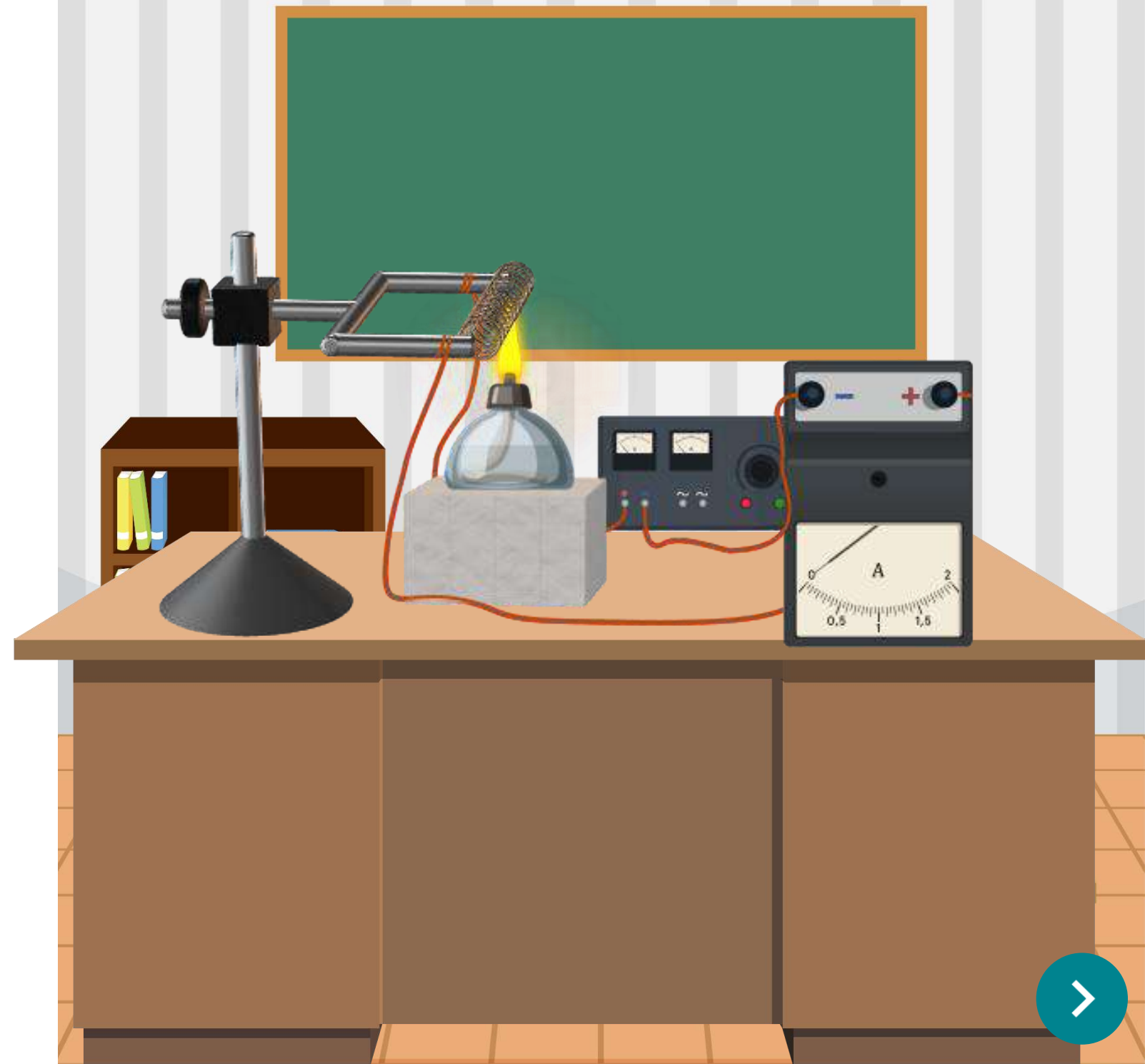
$$I = n|e|\bar{v}S$$

$$\bar{v} = \frac{I}{n|e|S}$$



Залежність опору металів від температури

Опір металевого провідника збільшується в разі підвищення температури



Залежність опору металів від температури

Залежність питомого опору та опору провідника від температури:

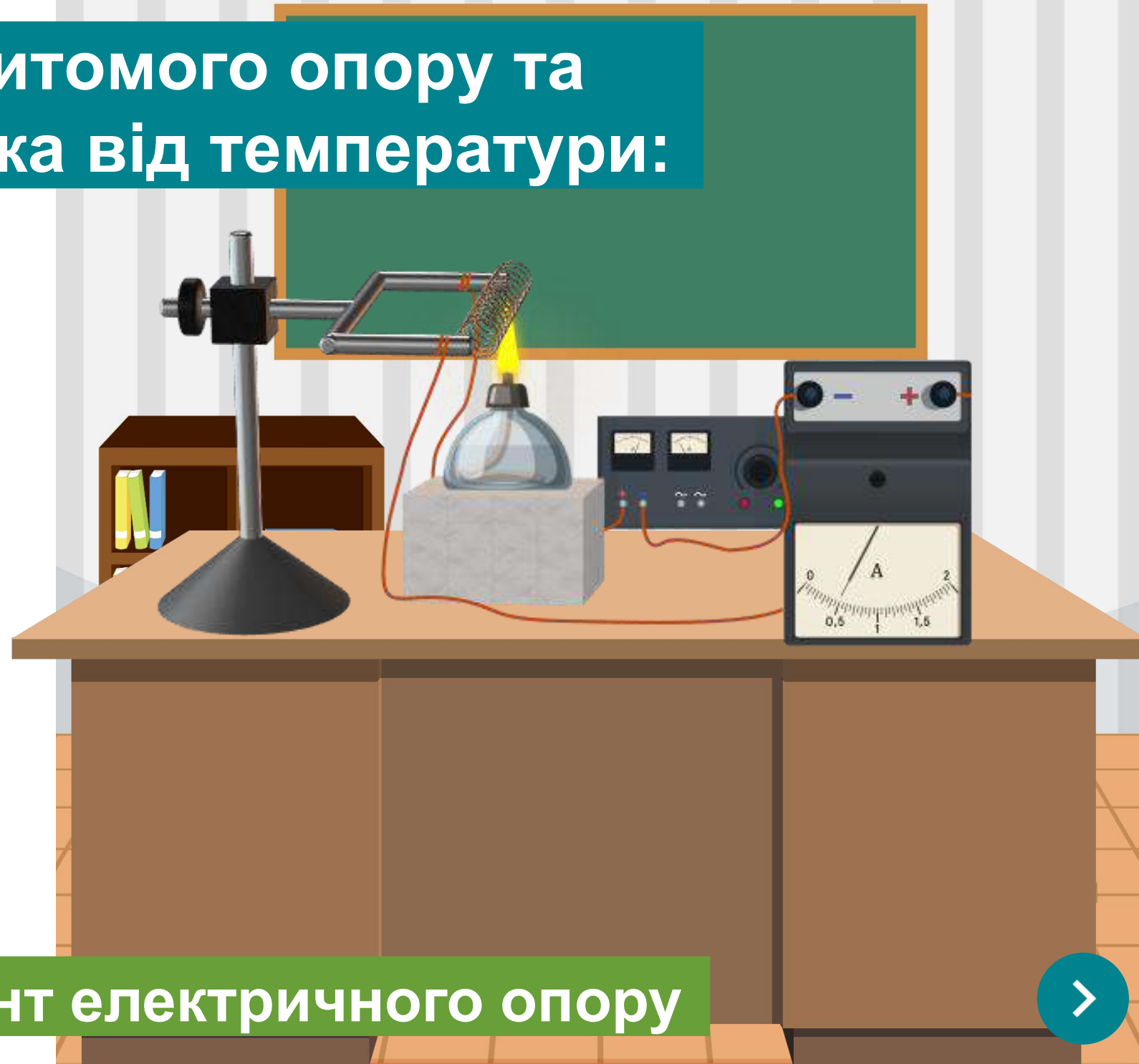
$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

$$R = R_0(1 + \alpha t)$$

ρ_0, R_0 – питомий опір і опір провідника за 0°C

ρ, R – питомий опір і опір провідника за температури t

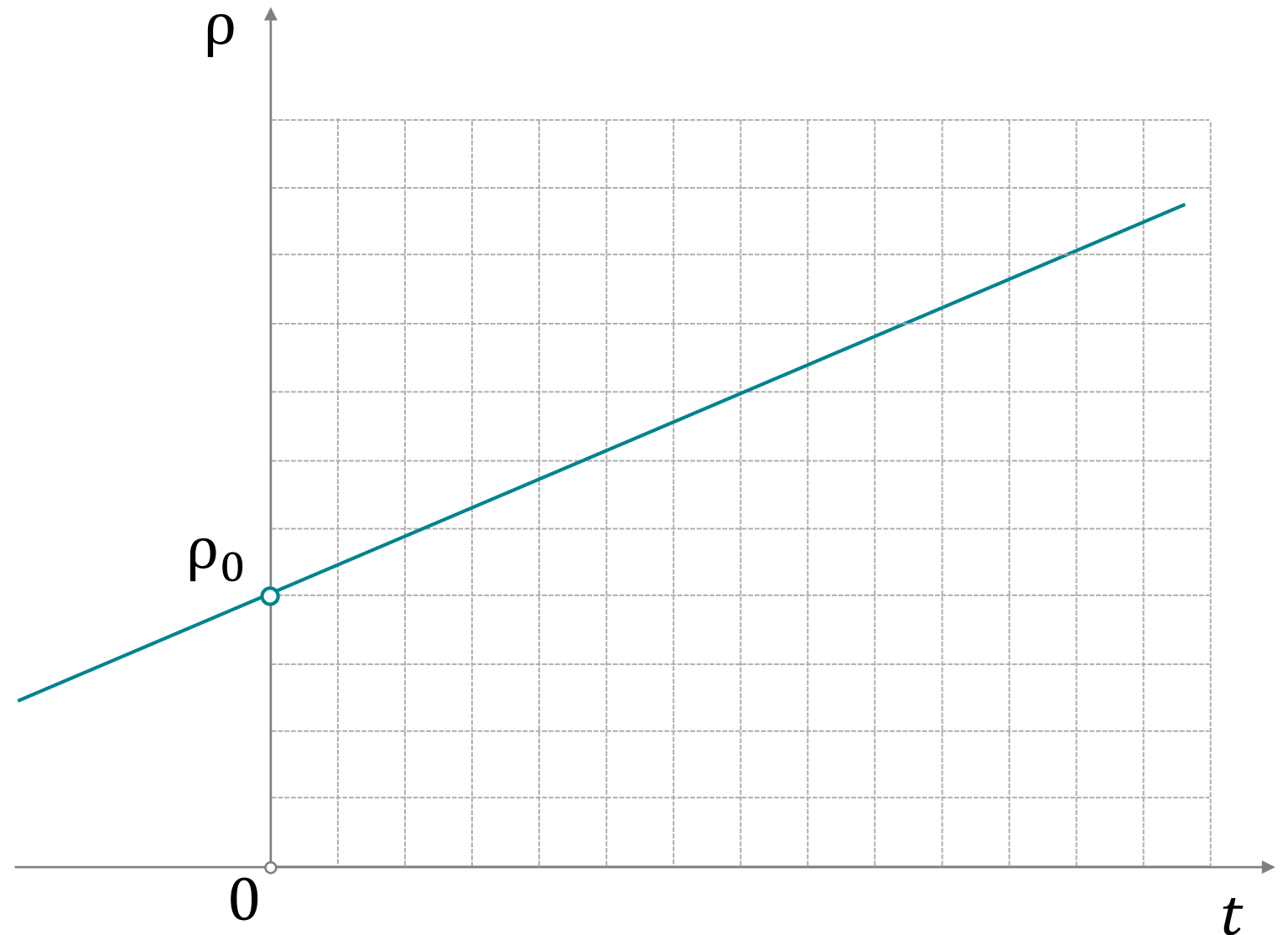
α – температурний коефіцієнт електричного опору



Залежність опору металів від температури

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

Зі збільшенням температури питомий опір провідника збільшується



Температурний коефіцієнт електричного опору

Температурний коефіцієнт електричного опору – це фізична величина, яка характеризує залежність питомого опору речовини від температури

$$[\alpha] = \text{K}^{-1}$$

обернений кельвін

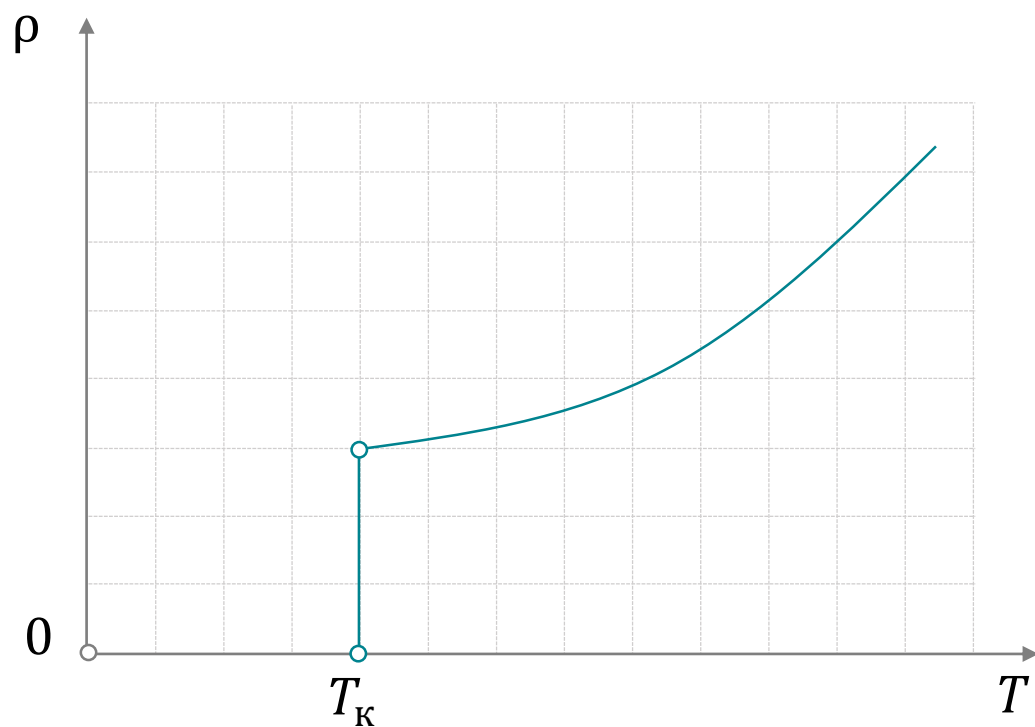
Середній температурний коефіцієнт опору α речовини при температурі 293 К, $\times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

Алюміній	4,2	Платина	4,2
Вольфрам	4,6	Ртуть	0,89
Залізо	6,51	Свинець	3,66
Константан	0,01	Срібло	4,2
Латунь	1	Сталь	6
Манганін	0,03	Титан	3,5
Мідь	4,3	Фарфор	—
Нікелін	0,02	Цинк	4,2
Ніхром	0,2	Ебоніт	—
Олово	4,2	Ербій	252



Надпровідність

Надпровідність – властивість деяких провідників стрибкоподібно зменшувати питомий опір до нуля за умови охолодження нижче певної критичної температури



Критична температура T_K деяких речовин, К

Алюміній	1,2
Вольфрам	0,01
Ніобій	9,25
Олово	3,69
Свинець	7,2
Ртуть	4,15
Свинец	7,26
Тантал	4,5
Титан	0,4
Цинк	0,88

Надпровідність

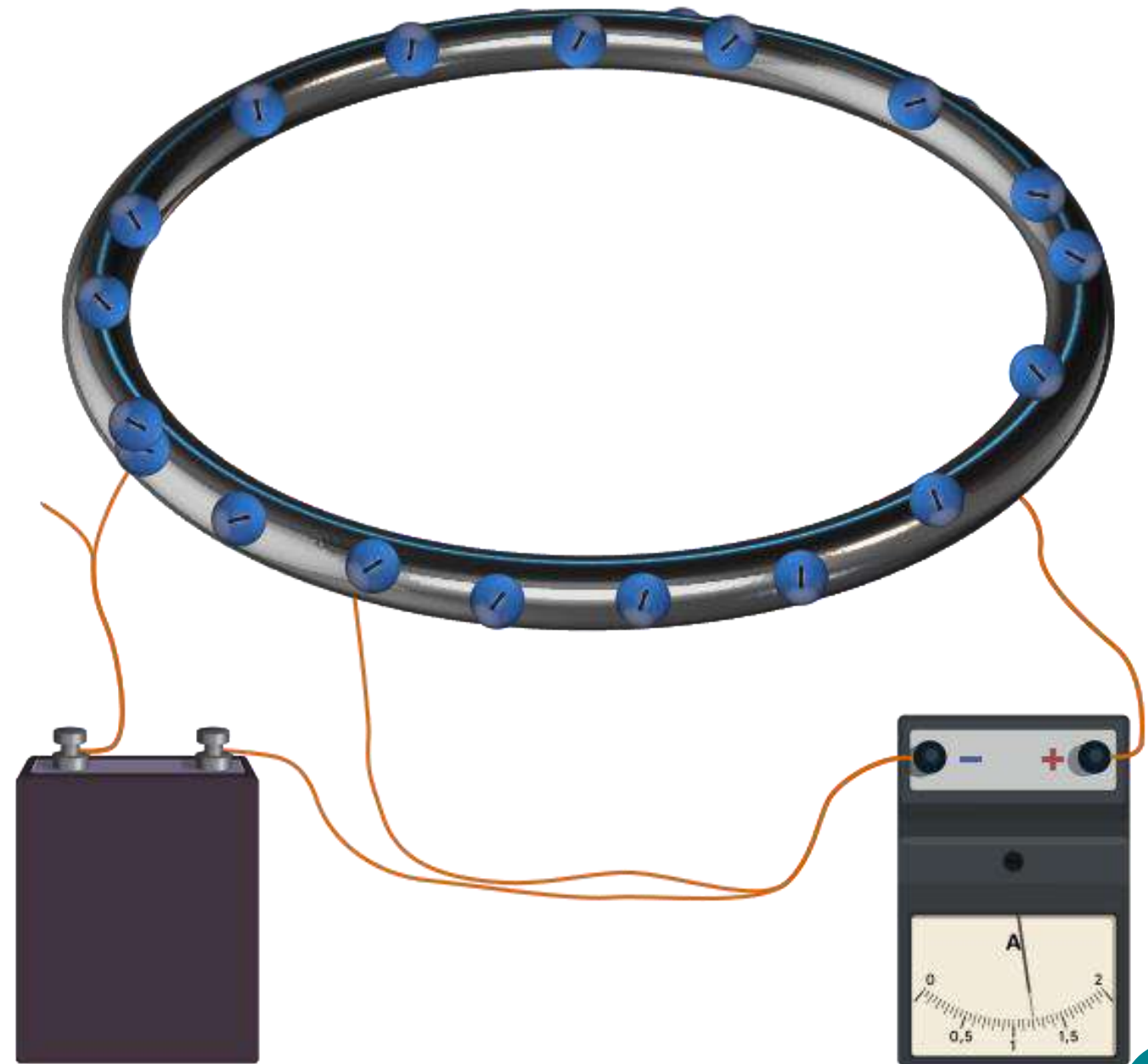
Властивості надпровідності:

В кільцевому провіднику в надпровідному стані **сила струму може не змінюватись** як завгодно довго без джерела живлення

Неможливість створення всередині речовини в надпровідному стані магнітного поля

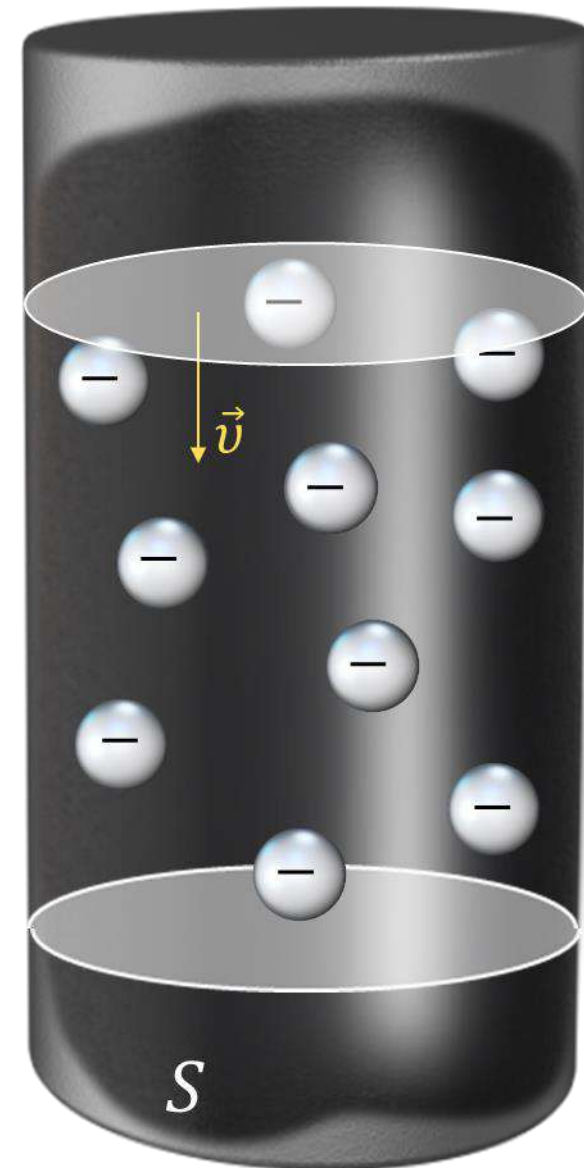
Зовнішнє магнітне поле не проникає всередину надпровідників

Надпровідний стан **руйнується в достатньо сильному магнітному полі**



Розв'язування задач

1. Обчислити швидкість упорядкованого руху електронів у провіді, який має переріз 5 мм^2 , при силі струму 10 А , якщо концентрація електронів провідності становить $5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$.



Розв'язування задач

2. Алюмінієвий
провідник при **0°C**
має опір **20 Ом.**
Знайдіть опір цього
провідника при
температурі **300°C .**



Розв'язування задач

3. Опір платинового провідника при температурі 20°C становить $20\ \text{Ом}$, а при температурі 500°C – $59\ \text{Ом}$. Визначте температурний коефіцієнт опору платини.



Запитання для фронтального опитування

1. Що являє собою **електричний струм у металах**?

Опишіть суть досліду **Стюарта – Толмена**.

3. Як рухаються **електрони в металевому провіднику** з точки зору класичної фізики, якщо в провіднику створено електричне поле?



Запитання для фронтального опитування

4. У чому причина **опору металів**?

5. Чи залежить **опір металів** від температури?
Якщо залежить, то як?

6. У чому полягає **явище надпровідності**?



Домашнє завдання

Опрацювати § 5,
Вправа № 5 (2-4)