

# Епіграф до уроку:

- «Як би ми не зітхали до зірок,  
але електричної лампочки не  
покидаємось».

*І Вільде*



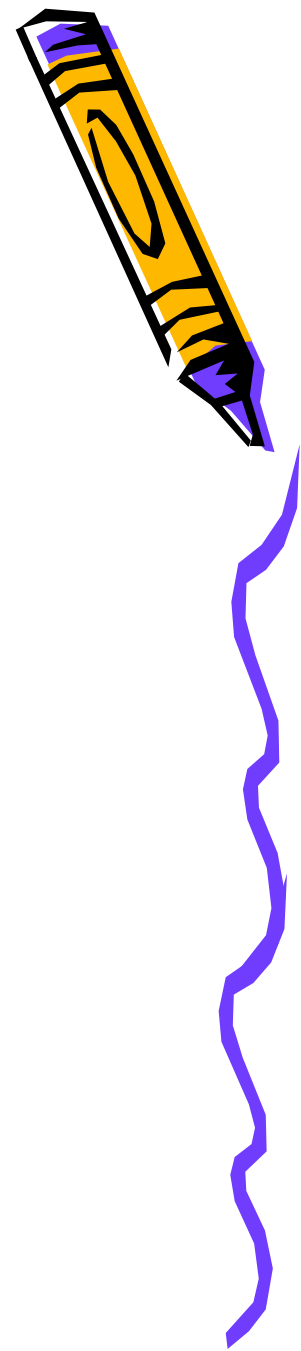
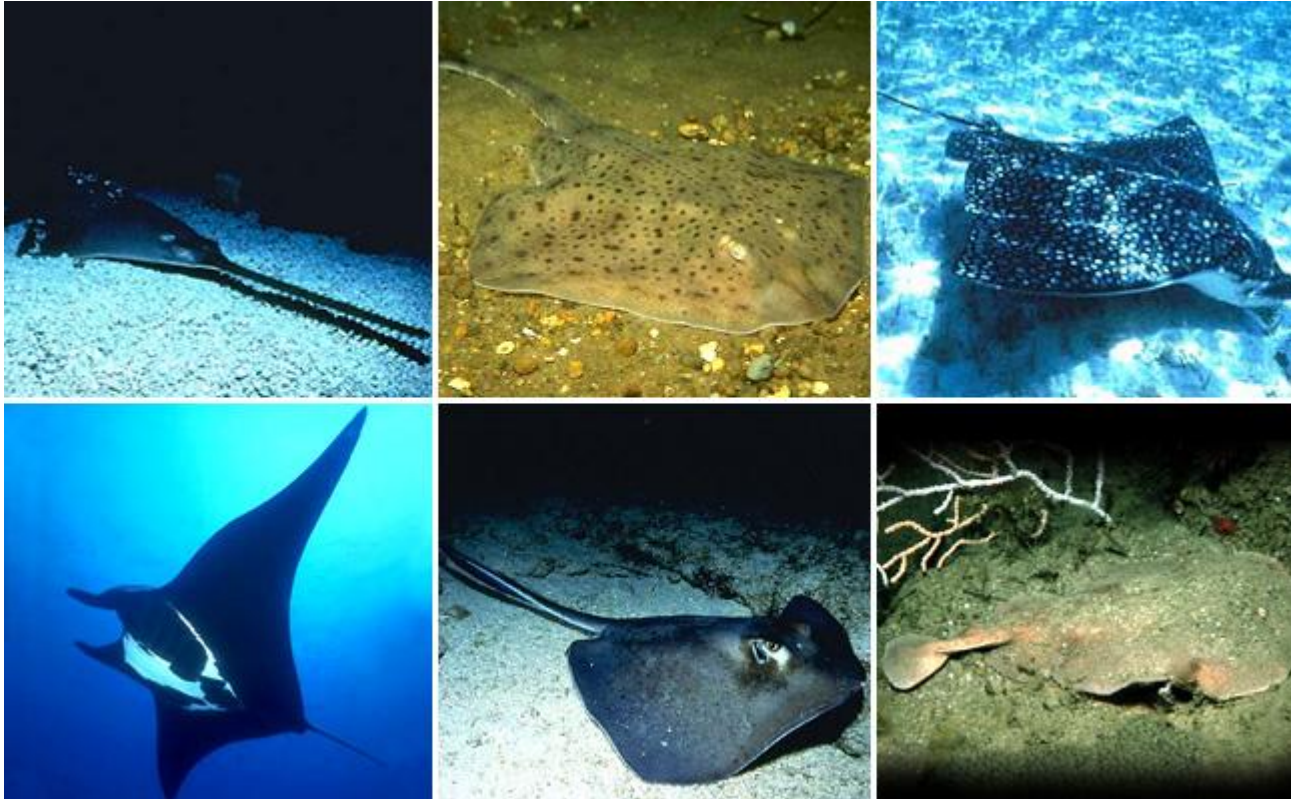
Розділ, який ми  
починаємо вивчати:

# Струм у різних середовищах



# Струми у живій природі

## Презентація 1



19 березня

## Тема уроку:

# *Електричний струм в металах.*

- Мета:

*ознайомити учнів із елементами класичної електронної теорії;*

*з'ясувати природу носіїв заряду в металах.*

# План вивчення нового матеріалу.

---

- Metали з точки зору хімії (Презентація\_2)
  - Приклади дослідів, які підтверджують електронну провідність металів
    - Дослід К. Рікке (Презентація\_3)
    - Дослід Мандельштама-Папалексі (Презентація\_4)
    - Дослід Стюарта-Толмена: (Презентація\_5)
  - Порівняння швидкостей теплового руху та дрейфу електронів у металевому провіднику.
-

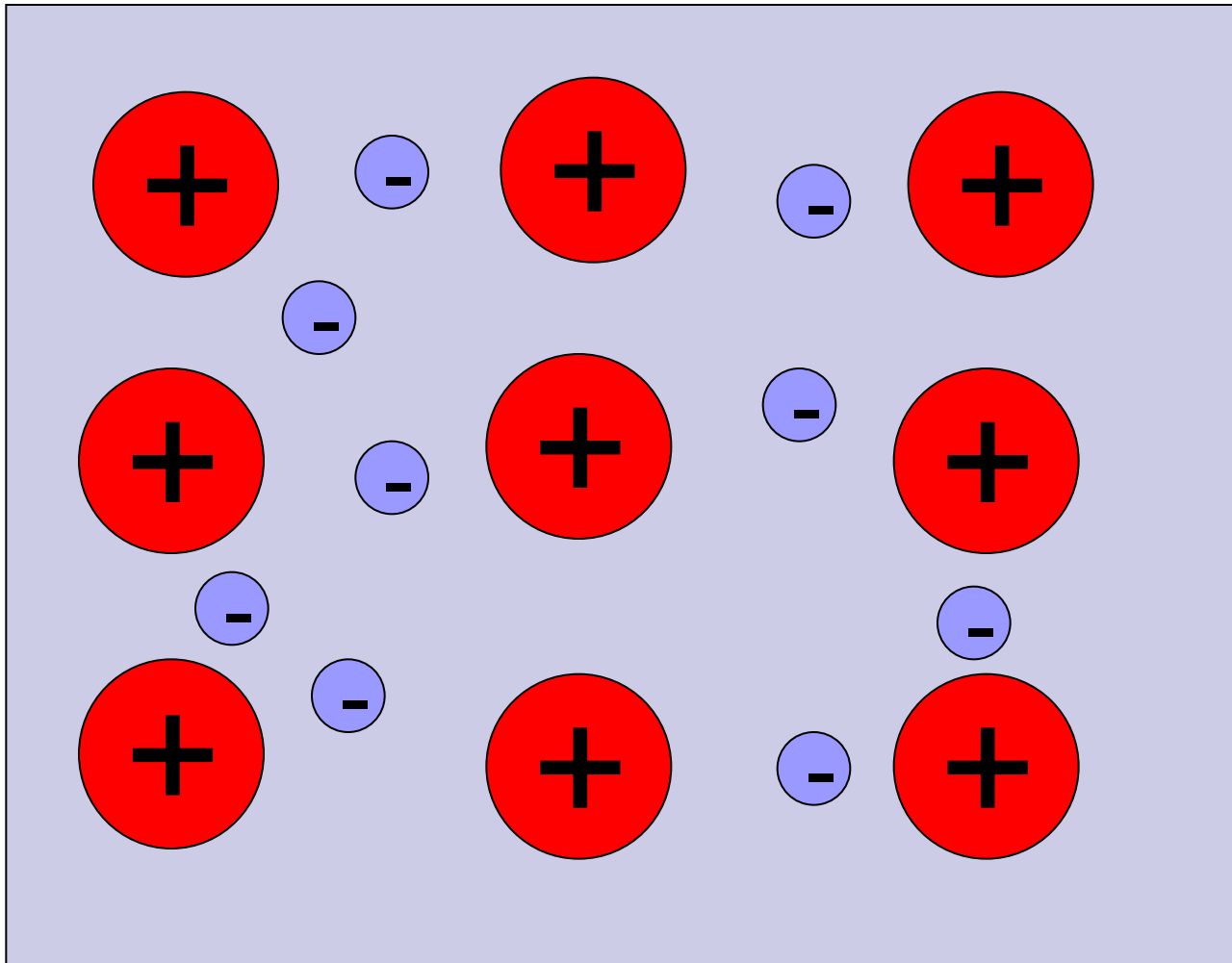
**Проблемна ситуація!!!**

---

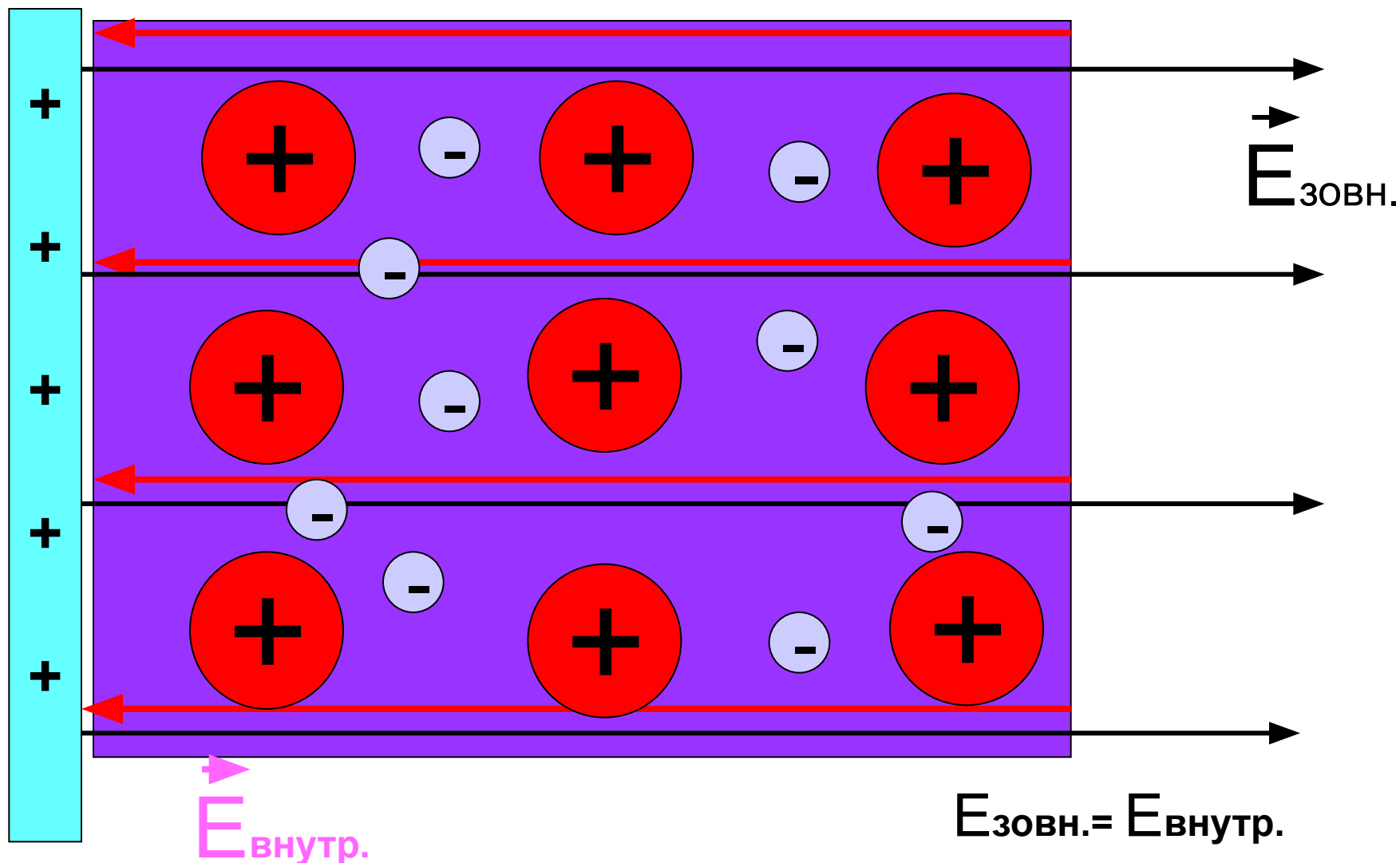
**Як же ж рухаються  
вільні електрони в  
металі??????**

---

# а) здійснюють хаотичний тепловий рух

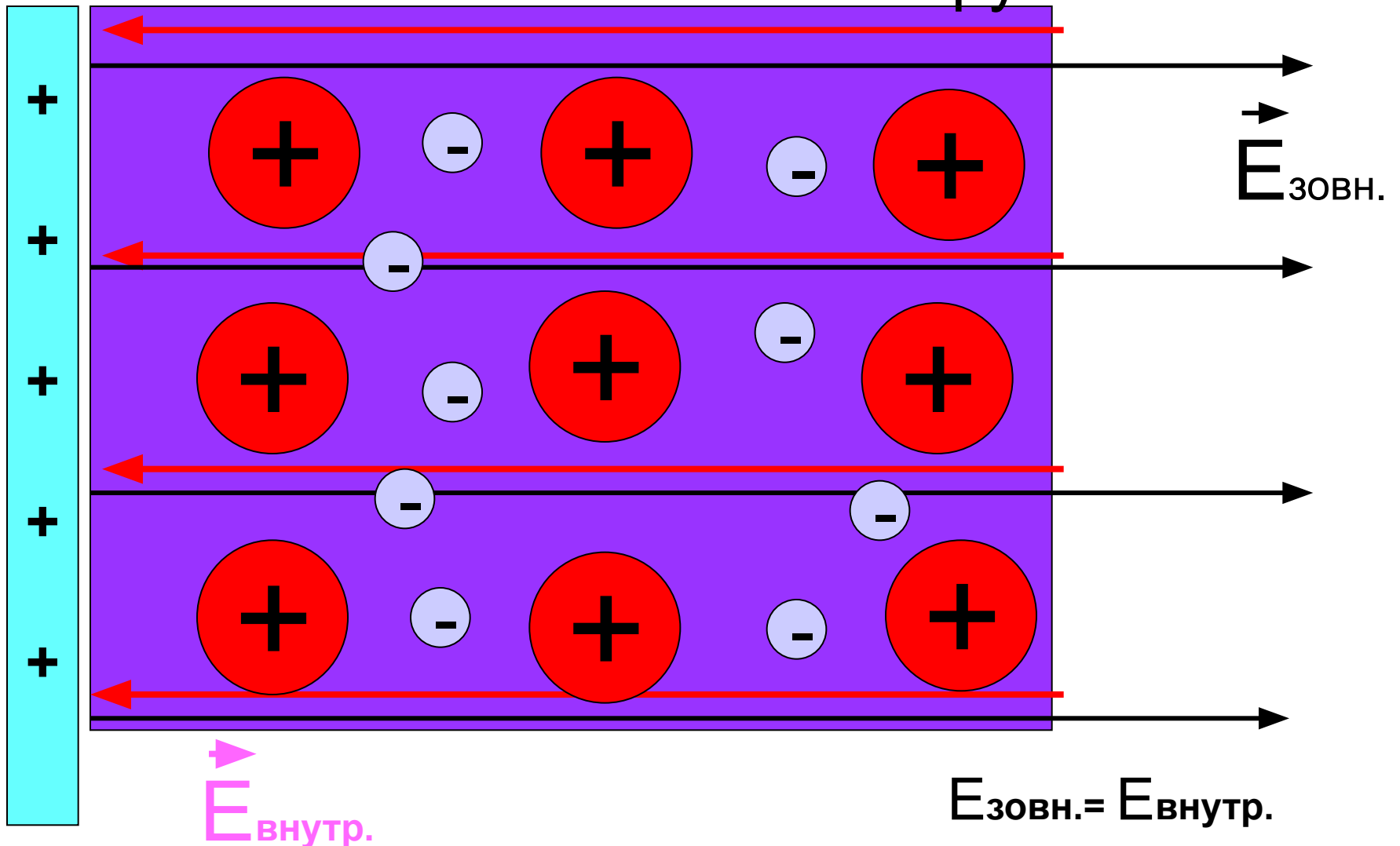


б) Здійснюють впорядкований рух вздовж ліній електростатичного поля





б) Здійснюють впорядкований рух вздовж ліній електростатичного поля і одночасно тепловий хаотичний рух



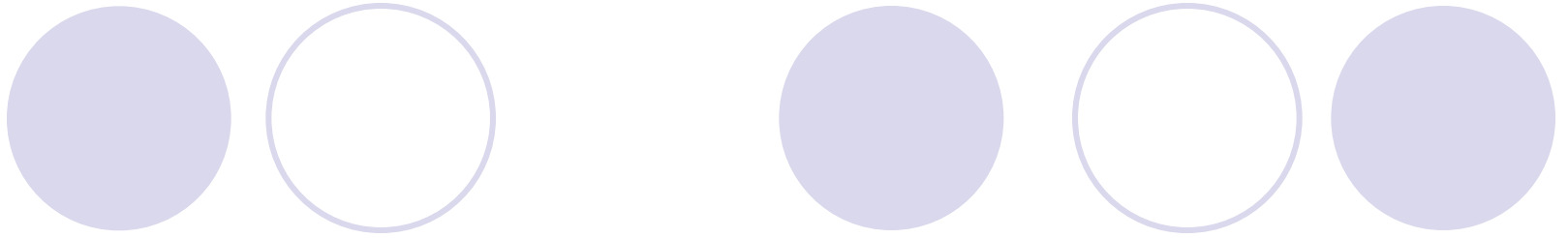
Проблемна ситуація!!!

**Яка швидкість більша?**

- ✓ Швидкість теплового руху
- ✓ чи швидкість дрейфова?

## Шукаємо швидкість теплового руху!

- Якщо умовно вважати вільні електрони в металі ідеальним газом, то за якою формулою можна порахувати їх середню квадратичну швидкість?



- У металах носіями електричного струму є вільні електрони.
- Їх концентрація приблизно дорівнює концентрації атомів ( $n = 10^{29} \text{ м}^{-3}$ ),
- оскільки кожний атом одновалентного металу вже при кімнатній температурі віддає один електрон провідності.
- Ці електрони між собою не взаємодіють, а отже, ведуть себе подібно до атомів одноатомного *ідеального газу*.

# Швидкість хаотичного руху електронів в металевому провіднику

- Вважаємо електронний газ газом, для якого справедливим є рівняння стану ідеального газу:

$$\frac{m_e \langle V^2 \rangle}{2} = \frac{3}{2} kT$$

# Швидкість хаотичного руху електронів в металевому провіднику

$$\langle V \rangle = \sqrt{\langle V^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

# Швидкість хаотичного руху електронів в металевому провіднику

Дано:

$$T=270\text{C}=300\text{ K}$$

$$k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$$

$$m_e=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг):}$$

---

$$\langle V \rangle = ?$$

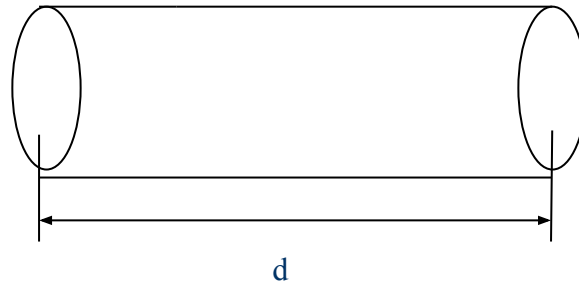
$$\langle V \rangle = \sqrt{\langle V^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

$$\langle V \rangle = \sqrt{\frac{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \approx 10^5 \text{ м/с}$$

# Швидкість впорядкованого руху електронів в металевому провіднику

- Знаходимо формулу, яка б виражала швидкість впорядкованого руху електронів металі

- .





# Швидкість впорядкованого руху електронів в металевому провіднику

- 1)  $q=eN$  – заряд, який проходить через поперечний переріз провідника за час  $t$ .
- 2)  $d=\langle V \rangle t$ ,  $\langle V \rangle$  – середня швидкість впорядкованого руху електронів.
- $N=nV$ ,  $n$  – концентрація електронів.  $V=S \cdot d=S\langle V \rangle t$
- Отже, з означення струму:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{eN}{t} = \frac{enV}{t} = \frac{en \langle V \rangle t S}{t} = en \langle V \rangle S$$

# Швидкість впорядкованого руху електронів в металевому провіднику

$$I = en \langle V \rangle S$$



$$\langle V \rangle = \frac{I}{enS}$$

# Швидкість впорядкованого руху електронів в металевому провіднику

- Розглянемо мідний провідник перерізом
- $1 \text{ мм}^2$ , по якому проходить струм  $1 \text{ А}$ .  
Концентрація електронів дорівнює концентрації атомів
- (оскільки на  $1$  атом припадає  $1$  електрон).  
 $n = 10^{29} \text{ м}^{-3}$

# Швидкість впорядкованого руху електронів в металевому провіднику

Дано:

$$I=1\text{A}$$

$$e=1,6 \cdot 10^{-19}\text{Кл}$$

$$n=10^{29}\text{м}^{-3}$$

$$S=1\text{ мм}^2=10^{-6}\text{м}^2$$

$$\langle V \rangle = ?$$

$$\langle V \rangle = \frac{I}{enS}$$

$$\langle V \rangle = \frac{1\text{A}}{1,6 \cdot 10^{-19}\text{ Кл} \cdot 10^{29}\text{ м}^{-3} \cdot 10^{-6}\text{ м}^2} \approx 10^{-4}\text{ м/с}$$

# ВИСНОВОК

$$\langle V \rangle_{\text{ТЕПЛОВОГО\_РУХУ}} = 10^5 \text{ м/с}$$

$$\langle V \rangle_{\text{УПОРЯДКОВАНОГО\_РУХУ}} = 10^{-4} \text{ м/с}$$

$$\langle V \rangle_{\text{ТЕПЛ\_Р}} \ll \langle V \rangle_{\text{УПОР\_Р}}$$