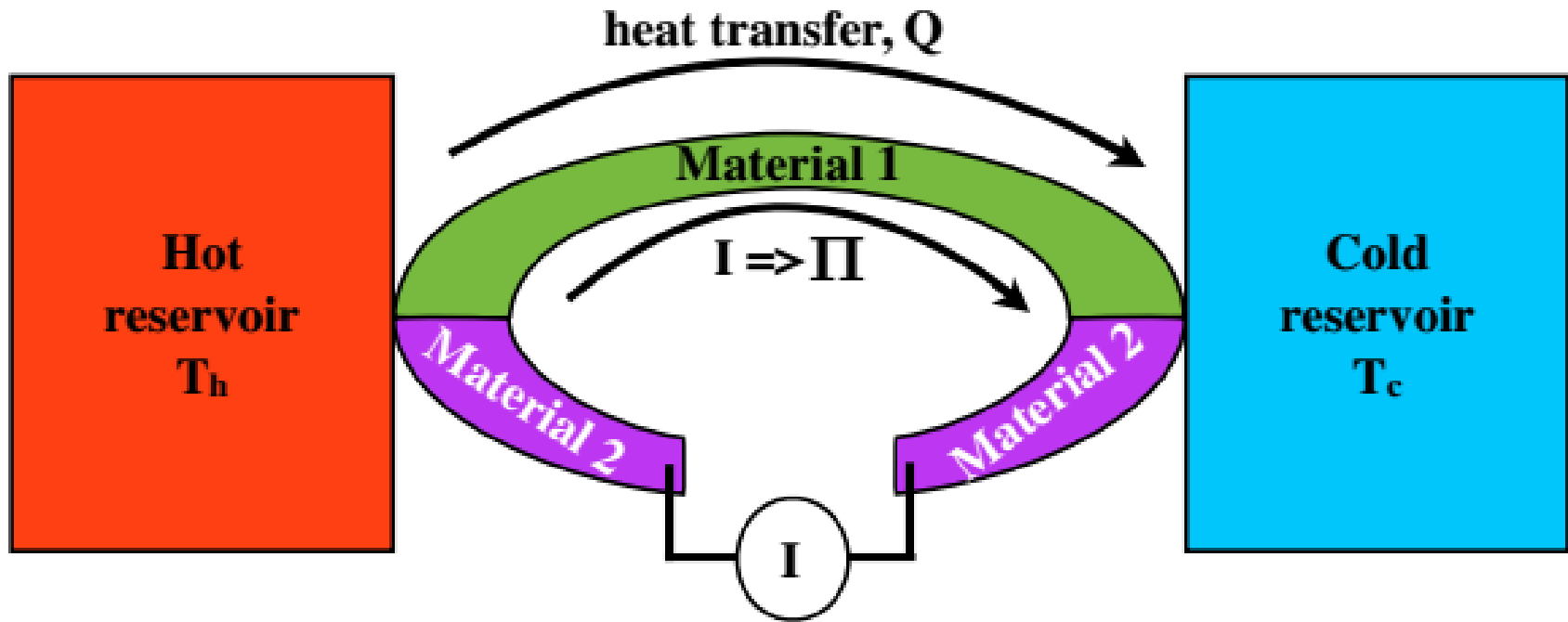


TE-MATERIALS

**ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ
ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА**

**ПФН(М)-21,
2017**

ЕФЕКТ ПЕЛЬТЬЄ



Коефіцієнт Пельтьє:

$$\Pi = \frac{Q}{I}$$

$$[\text{Вт/А}] = [\text{В}]$$

*це енергія, яка передається кожному електрону на одиницю заряду
В одиницю часу

ЕФЕКТ ПЕЛЬТЬЄ

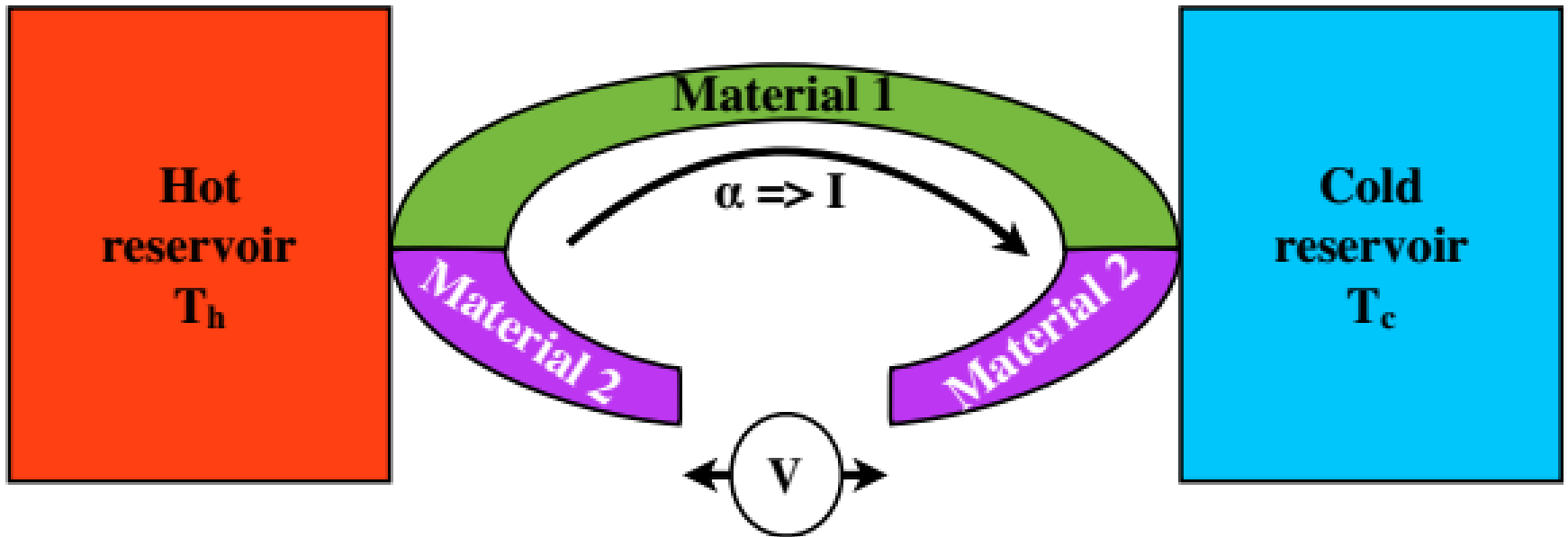
$$\Pi = -\frac{1}{q} \int (E - E_F) \frac{\sigma(E)}{\sigma} dE$$

$$\sigma = \int \sigma(E) dE = q \int g(E) \mu(E) f(E) [1 - f(E)] dE$$

(отримання цього виразу базується на використанні наближення часу релаксації та рівняння Больцмана)

Наведене наближення застосовне для високих температур ($>100\text{K}$). Для розгляду нижчих температур потрібно врахувати ефект захоплення фононів.

ЕФЕКТ ЗЕЕБЕКА



$$V = \alpha(T_H - T_C) = \alpha\Delta T \quad \alpha = \frac{dV}{dT} \quad [\text{B/K}]$$

Коефіцієнт Зеебека = $\frac{1}{q} \times$ ентропію $(\frac{Q}{T})$

ЕФЕКТ ЗЕЄБЕКА

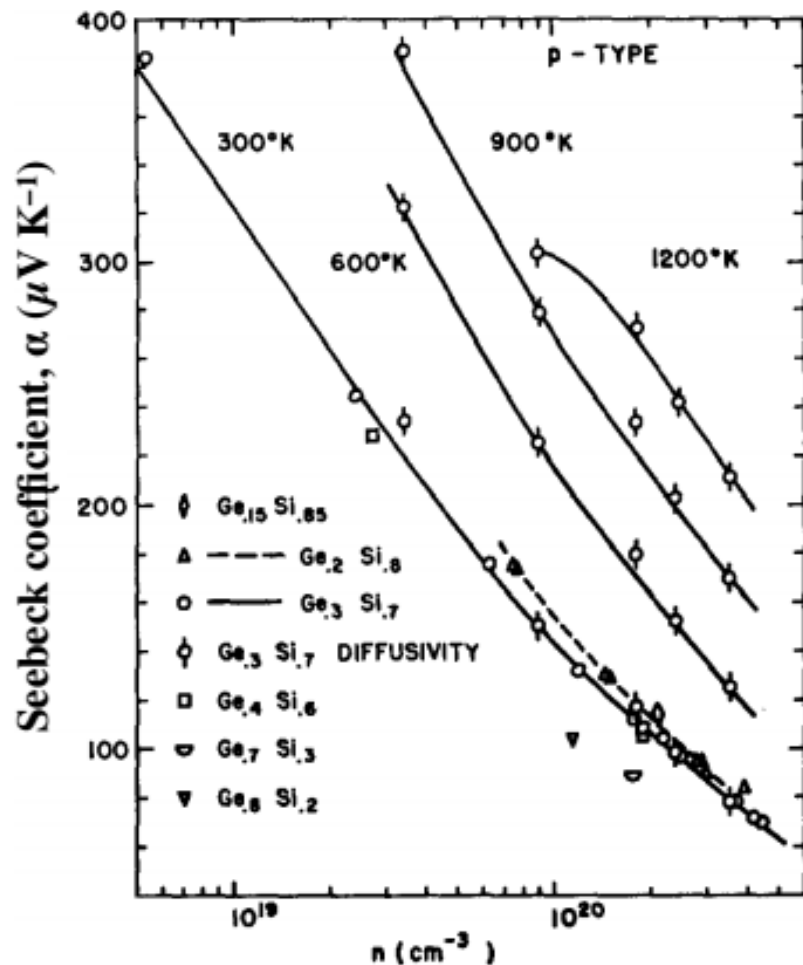
$$\alpha = -\frac{k_B}{q} \int (E - E_F) \frac{\sigma(E)}{\sigma} dE$$

$$\sigma = \int \sigma(E) dE = q \int g(E) \mu(E) f(E) [1 - f(E)] dE$$

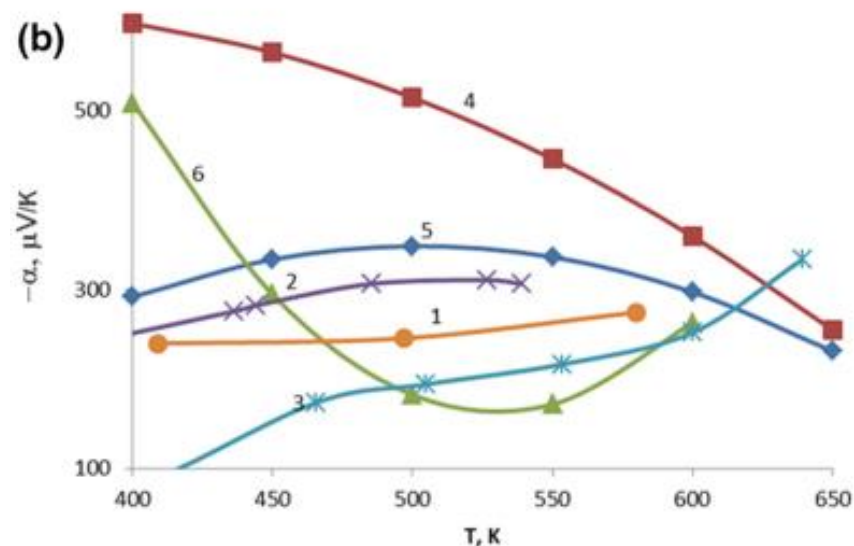
Для електронів у зоні провідності:

$$\alpha = -\frac{k_B}{q} \left[\frac{E_C - E_F}{k_B T} + \frac{\int_0^\infty \frac{E - E_C}{k_B T} \sigma(E) dE}{\int_0^\infty \sigma(E) dE} \right]$$

ЕФЕКТ ЗЕЕБЕКА

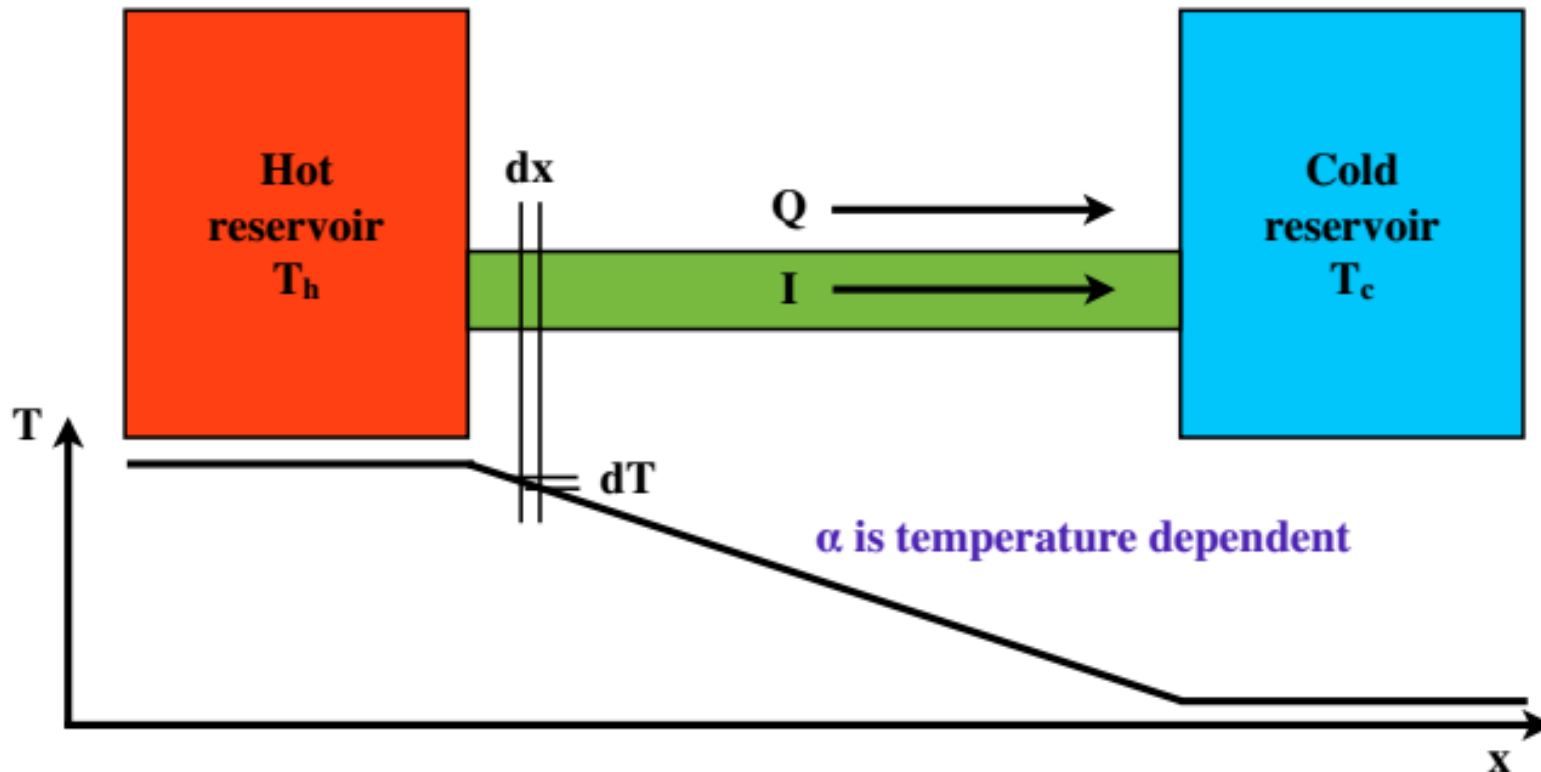


J.P. Dismukes et al., J. Appl. Phys. 35, 2899 (1964)



PbTe (\bullet) – 1,
 PbTe:Sb (0.3 atm.%) (\times) – 2,
 PbTe-Sb₂Te₃ (1 mol.%) ($*$) – 3,
 Pb₁₈Ag₁Sb₁Te₂₀ (\blacksquare) – 4,
 Pb₁₈Ag₂Te₂₀ (\diamond) – 5,
 PbTe-Ag₂Te (10 mol.%) (\blacktriangle) – 6

ЕФЕКТ ТОМСОНА



$$\frac{dQ}{dx} = \beta I \frac{dT}{dx} \quad [\text{B/K}]$$

Коефіцієнт Томсона β

$$dQ = \beta I dT$$

СПІВВІДНОШЕННЯ КЕЛЬВІНА

$$\Pi = \alpha T$$

$$\beta = T \frac{d\alpha}{dT}$$

- ці співвідношення справедливі для всіх матеріалів;
- легко можна експериментально виміряти коефіцієнт Зеєбека, далі за розрахунковими виразами знаходять інші величини.