

1.8. Термоэлектрические термометры. Термопара и термобатарея .

Электронны начинают проникать через границу в обе стороны. Но в результате на границе образуется двойной электрический слой — из двух разнородных проводимости. А и В. Справа из А в В больше поток из В в А. Избыток отрицательных зарядов слева — положительных из В в А.

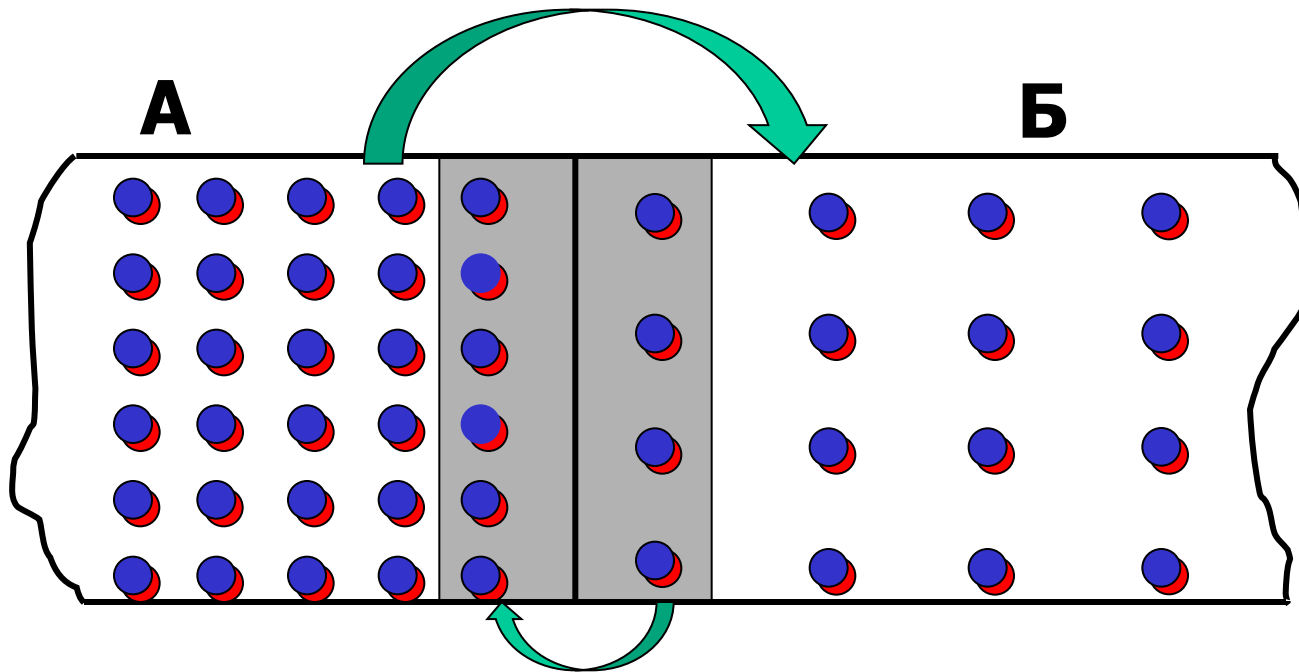
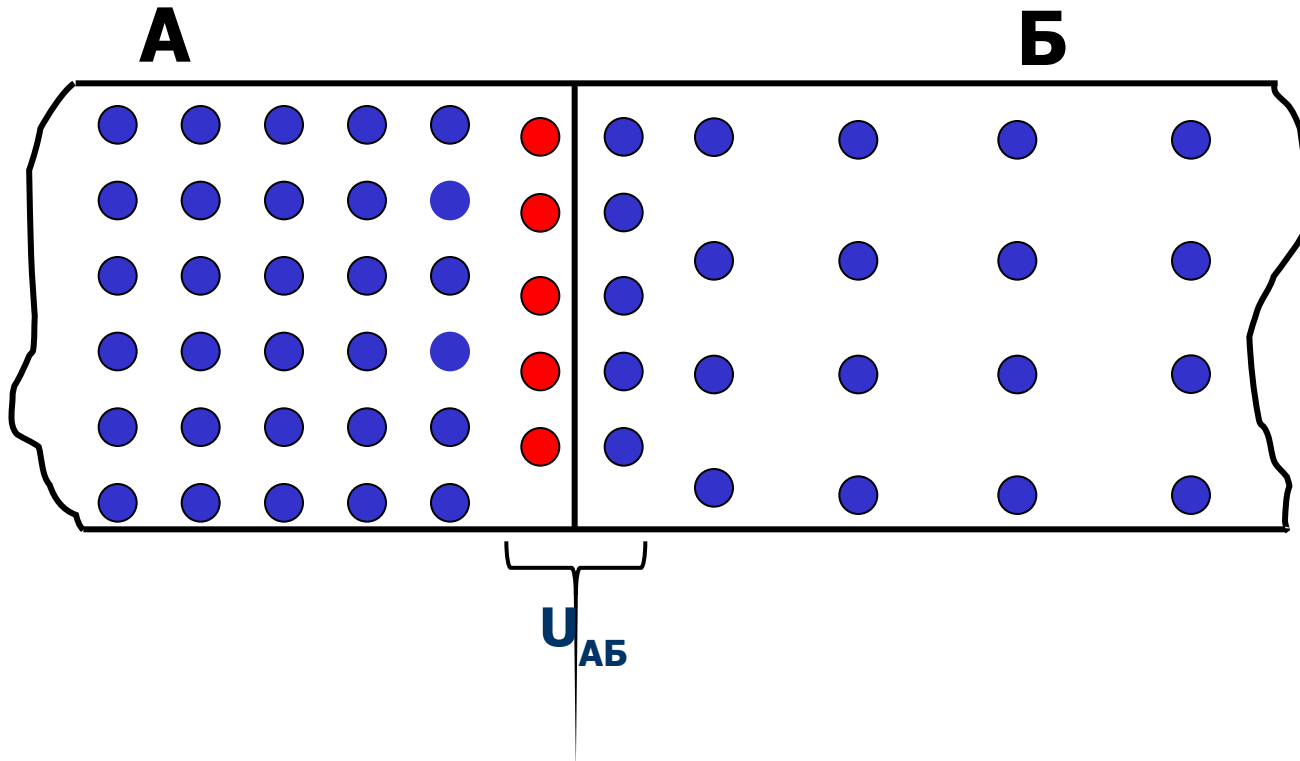


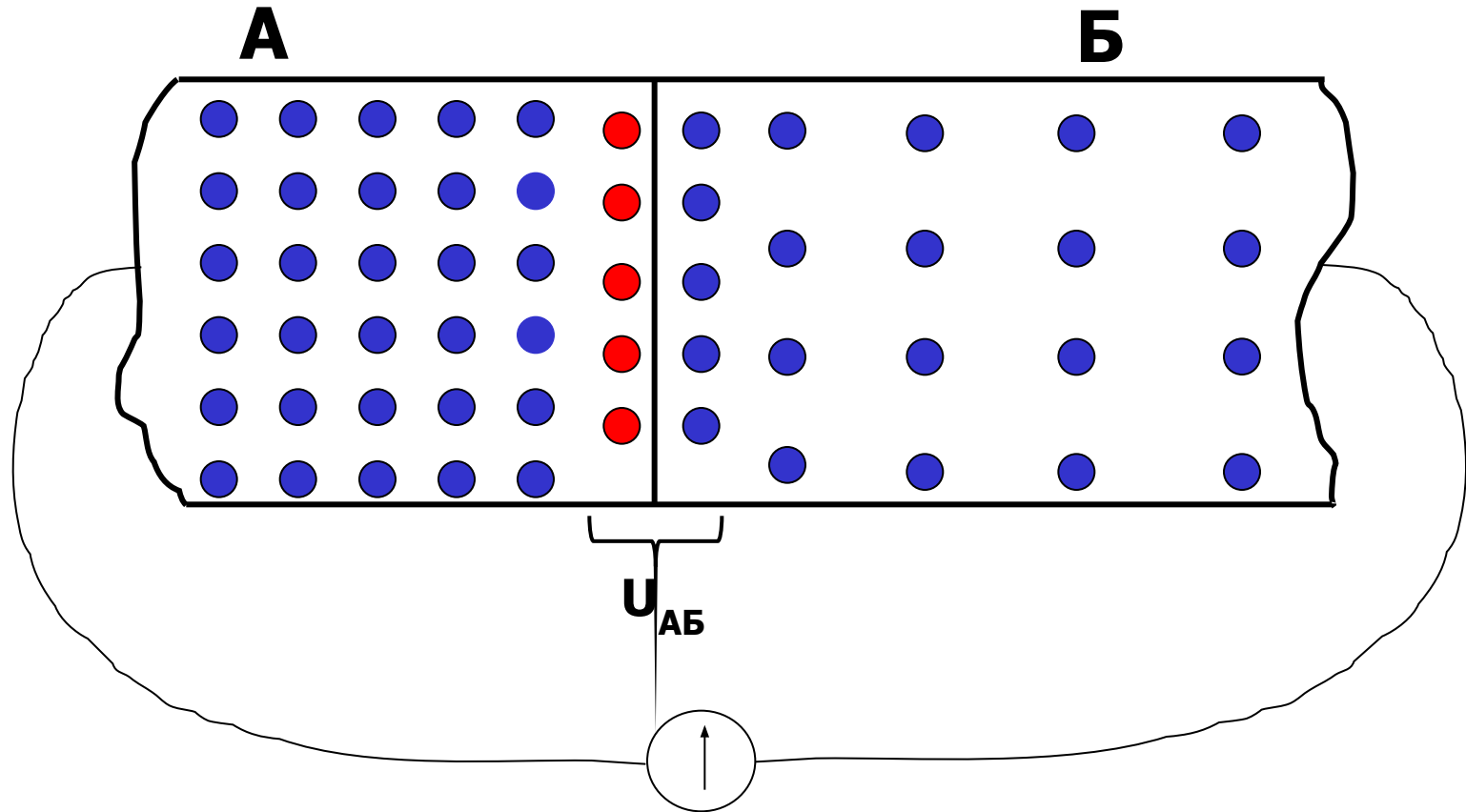
Рис. 1.8.1.

1.8. Термоэлектрические термометры. Термопара и термобатарея .



Образуется контактная разность потенциалов U_{AB} . Поскольку подвижность электронов тем больше, чем больше температура, то U_{AB} также зависит от температуры спая.

1.8. Термоэлектрические термометры. Термопара и термобатарея .



Однако так измерить температуру нельзя! В замкнутой цепи сумма всех контактных напряжений равна нулю, ток не возникает.

1.8. Термоэлектрические термометры. Термопара и термобатарея .

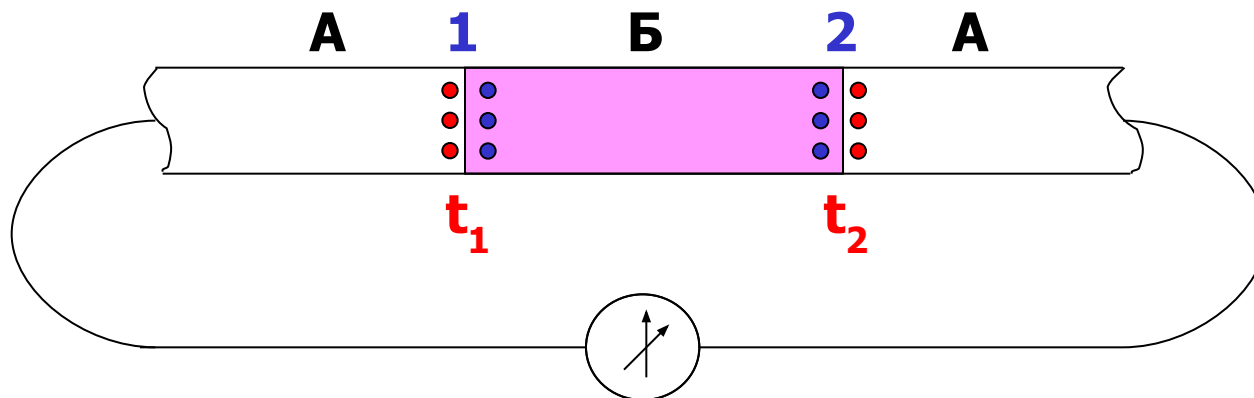


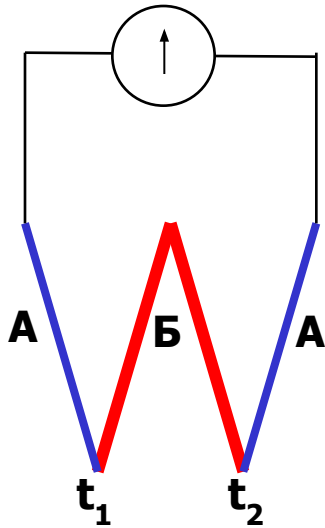
Рис. 1.8.2.

Соберем цепь состоящую из двух спаев (Рис. 1.8.2). Если температуры обоих спаев равны, то ток не возникает , т. к. $U_{AB} = U_{BA}$.

Но если температуры спаев различны, то $U_{AB} \neq U_{BA}$. Тогда в цепи возникает ток.

1.8. Термоэлектрические термометры. Термопара и термобатарея .

Закон Зеебека:



В замкнутой цепи, содержащей два спая двух разнородных проводников, возникает электрический ток, пропорциональный разности температур этих спаев.

Рис. 1.8.3. Термопара.

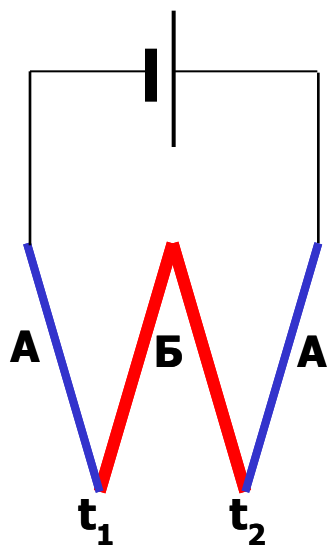
$$i = \frac{e \cdot (t_1 - t_2)}{R_{\Sigma}} \quad (1.8.1)$$

e – контактная разность потенциалов, возникающая в паре А - Б при разности температур в **1 градус** ($\sim 10^{-5}$ в/К),

R_{Σ} – суммарное сопротивление всей цепи.

1.8. Термоэлектрические термометры. Термопара и термобатарея .

Закон Пельтье:



Если через замкнутую цепь, содержащую два спая двух разнородных проводников, пропустить электрический ток, **то** температура одного из спаев повышается, а другого – понижается.

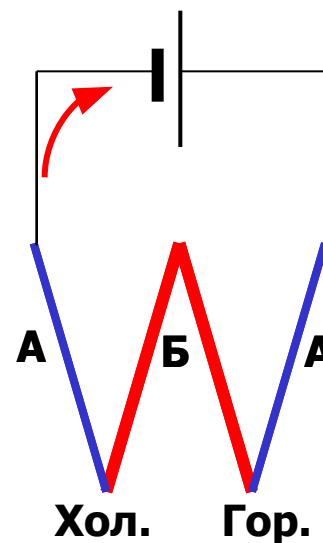
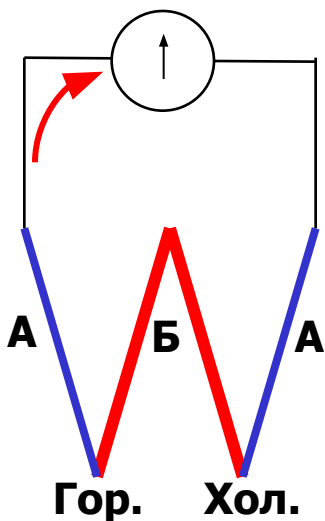
Рис. 1.8.4. К закону Пельтье

Закон Пельтье полностью обратим по отношению к закону Зеебека.

Закон Зеебека дает возможность измерить **разность температур** между спаями.

Закон Пельтье дает возможность создать термоэлектрический **холодильник**.

1.8. Термоэлектрические термометры. Термопара и термобатарея .



А почему закон Пельтье полностью обратим по отношению к закону Зеебека?...

1.8. Термоэлектрические термометры. Термопара и термобатарея .

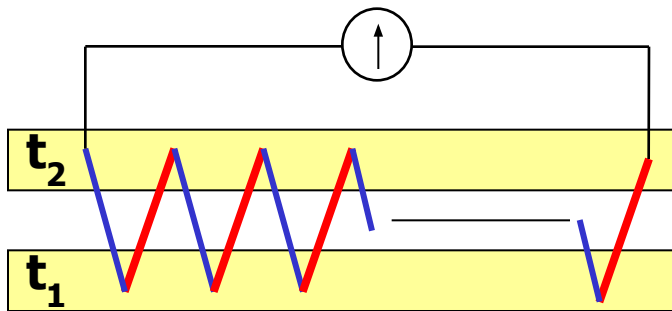


Рис. 1.8.5. Термобатарея.

Для повышения чувствительности термоэлектрического термометра соединяют последовательно несколько термопар и собирают **термобатарею** (Рис. 1.8.5).

Ток, возникающий в термобатарее:

$$i = \frac{ne(t_1 - t_2)}{nR_t + R_g + r} \quad (1.8.2)$$

n – количество термопар в термобатарее,

R_t – сопротивление одной термопары,

R_g – сопротивление гальванометра,

r – сопротивление подводящих проводов.

1.8. Термоэлектрические термометры. Термопара и термобатарея .

$$i = \frac{ne(t_1 - t_2)}{nR_t + R_g + r}$$

Рассмотрим зависимость тока, возникающего в термобатарее, от количества термопар n . Для этого рассмотрим два крайних случая.

Случай 1. Сопротивление термобатареи **мало**.

$$nR_t \ll R_g + r$$

$$i = \frac{ne(t_1 - t_2)}{nR_t + R_g + r} \approx \frac{ne(t_1 - t_2)}{R_g + r}$$

Ток пропорционален количеству термопар.

1.8. Термоэлектрические термометры. Термопара и термобатарея .

$$i = \frac{ne(t_1 - t_2)}{nR_t + R_g + r}$$

Случай 2. Сопротивление термобатареи **велико**.

$$nR_t \gg R_g + r$$

$$i = \frac{ne(t_1 - t_2)}{nR_t + R_g + r} \approx \frac{ne(t_1 - t_2)}{nR_t} = \frac{e(t_1 - t_2)}{R_t}$$

Ток не зависит от количества термопар.

На практике следует руководствоваться соотношением:

$$nR_t \ll R_g + r \quad (1.8.3)$$

1.8. Термоэлектрические термометры. Термопара и термобатарея .

Чувствительность термопары и термобатареи.

$$S = \frac{di}{d(t_1 - t_2)} = \frac{d}{d(t_1 - t_2)} \left(\frac{ne(t_1 - t_2)}{nR_t + R_g + r} \right) = \frac{ne}{nR_t + R_g + r}$$

$$S = \frac{ne}{nR_t + R_g + r} \quad (1.8.4)$$

Для повышения чувствительности термобатареи нужно:

- брать материалы с максимальной контактной разностью потенциалов (**e**),
- увеличивать количество термопар (**n**), руководствуясь соотношением (1.8.3).

1.8. Термоэлектрические термометры. Термопара и термобатарея .

Погрешности термопары и термобатареи.

- 1. Эффект Пельтье, из-за чего измеренная разность температур несколько меньше истинной в результате протекания термотока.**
- 2. Изменение внутреннего сопротивления гальванометра.**
- 3. Изменение сопротивления подводящих проводов.**

1.8. Термоэлектрические термометры. Термопара и термобатарея .

Путь устранения – компенсационная схема (Рис. 1.8.6)

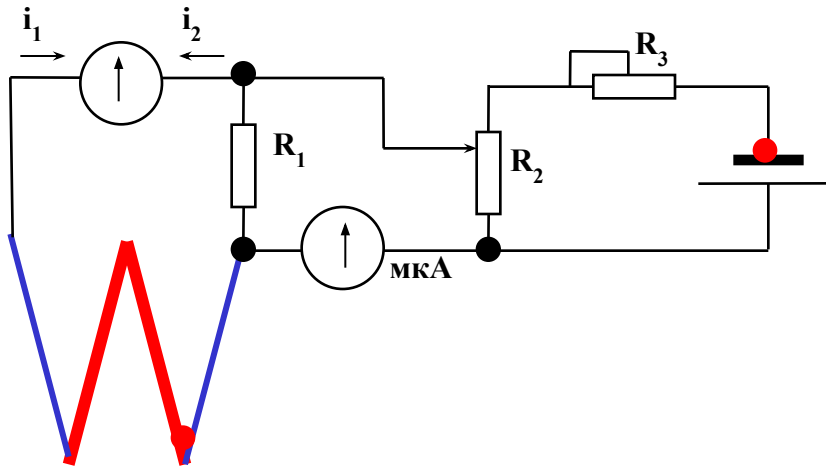
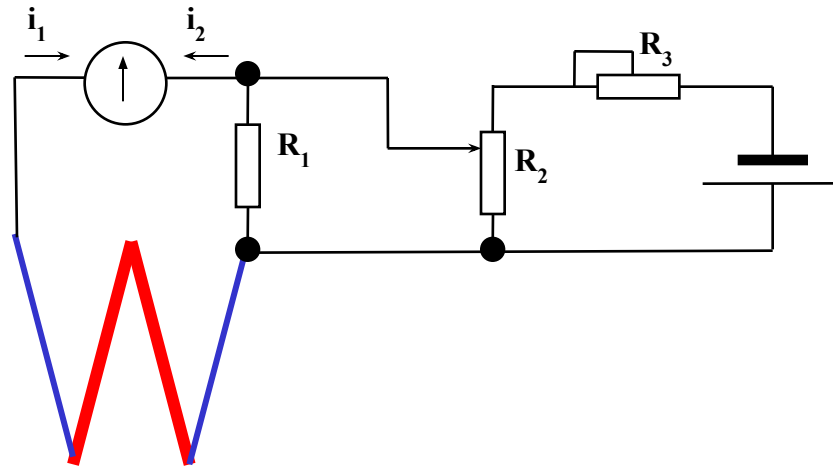


Рис.1.8.6. Компенсационная схема.

Если $i_1 = i_2$ то общий ток через термопару равен нулю. Эффект Пельтье не проявляется, а остальные причины погрешностей теряют смысл. Ток можно измерять по микроамперметру мкА.

1.8. Термоэлектрические термометры. Термопара и термобатарея .



Для того, чтобы отказаться от второго измерительного прибора, термоток измеряют по шкале, нанесенной около ручки потенциометра R_2 . Предварительно регулируют рабочий ток в контуре $R_2 - R_3$ с помощью резистора R_3 .