1.29. Разность потенциалов на концах термопары U связана с перепадом температур соотношением (по условию задачи, удельную термо ЭДС α можно считать постоянной):

$$U = \alpha (T_1 - T_2) \quad (1)$$

Согласно условию задачи, при $T_1 = 200\ ^\circ C$, $T_2 = 20^\circ C$

имеем $U = 1,8$ мВ. Учитывая соотношение (1) получаем, что

$$\alpha = \frac{1,8 \text{ мВ}}{(200-20)\ ^\circ C} = 10^{-5} \frac{\text{В}}{\text{К}}.$$

а). Температура тающего льда $T_3 = 0^\circ C$.

Поэтому термо ЭДС в этом случае равна

$$U = \alpha (T_1 - T_3) = 10^{-5} \frac{\text{В}}{\text{К}} \cdot (200-0) \text{К} = 2 \text{ мВ}$$

Ответ. 2 мВ

б). Температура кипящей воды (при атм. давлении) $T_4 = 100^\circ C$

Поэтому $U = \alpha (T_1 - T_4) = 10^{-5} \frac{\text{В}}{\text{К}} \cdot (200-100) \text{К} = 1 \text{ мВ}$

Ответ. 1 мВ

2.17. Удельные потери в диэлектрике пропорциональны квадрату напряженности E.

$$P_{уд} \sim E^2$$

Пусть d – толщина диэлектрика.

Тогда напряжение ~~на конден~~ будет равно

$$U = E \cdot d$$

А полные потери в диэлектрике будут равны

$$P_п \sim E^2 d = \frac{U^2}{d}$$

Отвод теплоты от диэлектрика происходит в основном с торцов (если диэлектрик имеет большие поперечны размеры, что мы и предполагаем) и не зависит от толщины диэл-ка.

По условию задачи

$U = 15000$ В при $d = 4$ мм

$V = ?$ при $\delta = 2$ мм

отсюда находим $V = U \sqrt{\frac{\delta}{d}} = 15 \text{ кВ} \cdot \sqrt{\frac{2 \text{ мм}}{4 \text{ мм}}} = 10,6 \text{ кВ}$

Ответ. Пробой произойдет при ~~частоте~~ напряжении 10,6 кВ

3.7. Магнитные потери на гистерезис (f – частота).

$$P_Г = \eta f B^n_{макс} \quad (1)$$

$B_{макс}$ – максимальная магн. индукция,

η – коэффициент, зависящий только от материала (точное значение η не понадобится при решении задачи).

Потери на вихревые токи

$$P_{ВТ} = \xi f^2 B^2_{макс} \quad (2)$$

ξ – коэф. зависящий только от метериала.

По условию задачи при $f = 2кГц$:

$$P_Г = P_{ВТ} = 2 \frac{Вт}{кГ}$$

Требуется определить $P_c = P_Г + P_{ВТ}$ при $f' = 400$ Гц, считая, что $B_{макс}$ имеет то же значение, что и при $f = 2кГц$.

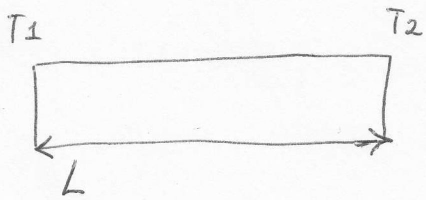
Учитывая это получаем, что из (1) и (2) следует

$$P_c = 2\frac{Вт}{кГ} \cdot \frac{f'}{f} + \frac{2Вт}{кГ} \cdot \left(\frac{f'}{f}\right)^2 \quad , где \quad \frac{f'}{f} = \frac{400 Гц}{2 кГц} = \frac{1}{5}$$

Поэтому $P_c = 0{,}48 \frac{Вт}{кГ}$

Ответ. $P_c = 0{,}48 \frac{Вт}{кГ}$

4.18. Обозначим искомую разность потенциалов через U.



$\Delta T = T_1 - T_2$

L – длина образца.

S – сечение

Так как полуп-к собственный, то концентрации электронов и дырок равны

$$n = p = \sqrt{N_c N_v}\, e^{-\frac{\Delta W}{2kT}} \quad , k – постоянная Больцмана.$$

где $N_c = 2\left(\frac{2\pi m_n kT}{h^2}\right)^{3/2}$

$$N_v = 2\left(\frac{2\pi m_p kT}{h^2}\right)^{3/2} \quad , h – постоянная Планка.$$

Разность потенциалов U привела бы к току

$$I_1 = \frac{U}{L} S (\sigma_n + \sigma_p)$$

где $\sigma_n = en\mu_n$, $\sigma_p = ep\mu_p$

Учитывая, что $p = n$ получаем $I_1 = \frac{US}{L} en(\mu_n + \mu_p) \quad (1)$

ЭТОТ ТОК УРАВНОВЕШИВАЕТСЯ ДИФФУЗИОННЫМ ТОКОМ, КОТОРЫЙ ВОЗНИКАЕТ ИЗ-ЗА РАЗНОСТИ КОНЦЕНТРАЦИЙ НОСИТЕЛЕЙ НА ТОРЦАХ ОБРАЗЦА:

$$I_2 = e\left(D_c \frac{\Delta n_c}{L} - D_v \frac{\Delta n_v}{L}\right) S \qquad (2)$$

ГДЕ КОЭФ. ДИФФУЗИИ РАВНЫ

$$\left.\begin{aligned} D_c &= \frac{kT}{e}\mu_n \\ D_v &= \frac{kT}{e}\mu_p \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

УЧИТЫВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ n_c И n_v ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЛУЧАЕМ

$$\Delta n_c = n\cdot\left(3\frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta W}{2kT^2}\Delta T\right)$$

$$\Delta n_v = \Delta n_c$$

ПОДСТАВЛЯЯ ЭТО В У-ИЕ (2) НАХОДИМ, УЧИТЫВАЯ (3)

$$I_2 = e\cdot\frac{kT}{e}(\mu_n - \mu_p)\cdot\frac{S}{L}\cdot n\cdot\frac{\Delta T}{T}\left(3 + \frac{\Delta W}{2kT}\right) =$$

$$= \frac{S}{L} ne(\mu_n - \mu_p)\cdot\left(\frac{3kT}{e} + \frac{\Delta W}{2e}\right)$$

ПРИРАВНИВАЯ ТОКИ I_1 И I_2 НАХОДИМ

$$\frac{US}{L} en(\mu_n + \mu_p) = \frac{Sen}{L}(\mu_n - \mu_p)\left(\frac{3kT}{e} + \frac{\Delta W}{2e}\right)\frac{\Delta T}{T}$$

ОТКУДА $U = \dfrac{\mu_n - \mu_p}{\mu_n + \mu_p}\cdot\left(\dfrac{3kT}{e} + \dfrac{\Delta W}{2e}\right)\dfrac{\Delta T}{T}$

[ПРИ РАСЧЕТЕ НИЖЕ МЫ ВОСПОЛЬЗУЕМСЯ ТЕМ, ЧТО $\frac{kT}{e} = 0{,}026$ В ПРИ $T = 300$ К, Т.Е. $\frac{kT}{e} = 0{,}043$ В ПРИ $T = 500$ К]

ПОДСТАВЛЯЕМ ЧИСЛОВЫЕ ДАННЫЕ

$$U = \frac{2-1}{2+1}\cdot\left(3\cdot 0{,}043\ \text{В} + \frac{0{,}665\ \text{эВ}}{2e}\right)\frac{\Delta T}{T} =$$

$$= \frac{1}{3}\left(3\cdot 0{,}043\ \text{В} + 0{,}3325\ \text{В}\right)\cdot\frac{10}{500} \approx 0{,}003\ \text{В}$$

ОТВЕТ. 3 мВ