

1 ?? При какой температуре воздуха  $t_1$  экран прибора показал бы значение, превышающее  $t_1$  на  $1^\circ\text{C}$ ?

Пусть  $U_0$  — номинальное напряжение источника. Тепловая мощность, выделяющаяся на термисторе, должна в установившемся режиме рассеиваться в окружающий воздух. Поэтому

$$U_0^2 G(t) = k(t - t_{\text{в}}), \quad (*)$$

где  $t$  — собственная температура термистора,  $t_{\text{в}}$  — температура воздуха, а  $k$  — коэффициент пропорциональности в законе Ньютона-Рихмана. Определяя по графику значение проводимости при температуре  $t = 29^\circ\text{C}$

$$G(29^\circ\text{C}) = 1,2G_{25}$$

и подставляя  $t_{\text{в}} = 27^\circ\text{C}$ , получим, что

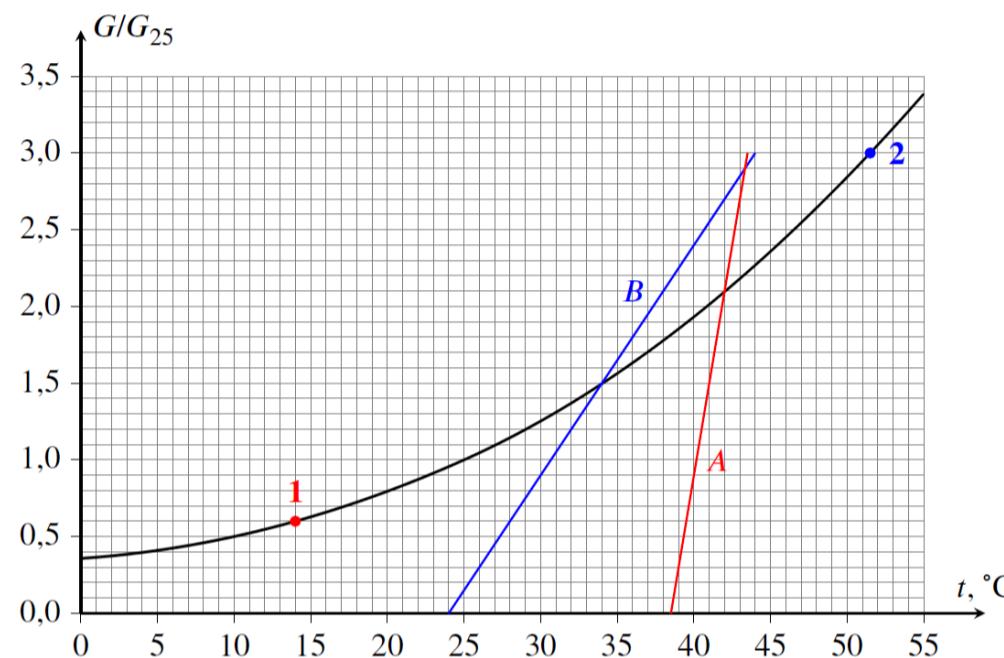
$$k = 0,6 \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot U_0^2 G_{25}.$$

Пусть теперь температура воздуха равна  $t_1$ , а температура термистора, соответственно,  $(t_1 + 1^\circ\text{C})$ .

Подставим эти значения в (\*):

$$U_0^2 G(t_1 + 1^\circ\text{C}) = k \cdot 1^\circ\text{C} \Rightarrow G(t_1 + 1^\circ\text{C}) = 0,6G_{25}.$$

Данное значение проводимости (точка 1 на рис.) соответствует температуре  $t_1 + 1^\circ\text{C} = 14^\circ\text{C}$ , откуда  $t_1 = 13^\circ\text{C}$ .



Ответ:  $t_1 = 13^\circ\text{C}$ .

2 ?? Какое значение показал бы экран прибора при температуре воздуха  $38,5^\circ\text{C}$ ?

Пусть теперь  $t_{\text{в}} = 38,5^\circ\text{C}$ . Тогда

$$U_0^2 G(t) = k(t - 38,5^\circ\text{C}) \Rightarrow \frac{G(t)}{G_{25}} = 0,6 \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot (t - 38,5^\circ\text{C}).$$

Полученное уравнение решим графически, построив прямую, заданную этим уравнением, поверх данного в условии графика (прямая  $A$  на рис.). Точка пересечения соответствует температуре термистора  $t = 42^\circ\text{C}$ .

Ответ:  $42^\circ\text{C}$ .

3 ?? Продолжая эксперименты, Глюк увеличил напряжение источника, сделав его вдвое больше номинального. Какое значение температуры покажет экран в этом случае, если Глюк не менял настройки компьютера, а температура воздуха в лаборатории равна  $24^\circ\text{C}$ ?

Пусть при напряжении источника  $2U_0$  и температуре воздуха  $t_{\text{в}} = 24^\circ\text{C}$ , термистор в установившемся режиме имеет температуру  $t_2$ . Запишем условие теплового равновесия для термистора и подставим в него выражение для  $k$ :

$$4U_0^2 G(t_2) = k(t_2 - t_{\text{в}}) \Rightarrow \frac{G(t_2)}{G_{25}} = 0,15 \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot (t_2 - 24^\circ\text{C}).$$

Полученное уравнение снова решим графически, построив прямую, заданную этим уравнением (прямая  $B$  на рис.):

$$t_2 = 34^\circ\text{C}, \quad G(t_2) = 1,5G_{25}.$$

Однако экран прибора будет показывать не значение  $t_2$ , а совершенно другое число  $t_* \neq t_2$ ! Это связано с тем, что встроенный компьютер, переводящий показания амперметра в значение температуры, выводимое на экран настроен на напряжение  $U_0$ . Чтобы найти формулу для пересчёта, запишем выражения для силы тока через термистор в двух случаях: 1) напряжение равно  $U_0$ , температура равна  $t_*$ ; 2) напряжение равно  $2U_0$ , температура —  $t_2$

$$I_1 = U_0 G(t_*) \text{ и } I_2 = 2U_0 G(t_2).$$

Приравнивая их, получим

$$G(t_*) = 2G(t_2) \quad \Rightarrow \quad \frac{G(t_*)}{G_{25}} = 3.$$

Отсюда, по графику (точка 2 на рис.), определяем, что  $t_* \approx 51,5^\circ\text{C}$ .

Ответ:  $51,5^\circ\text{C}$ .

 Website in English

2020 — Мы те, кого должны превзойти.