

Условие

Задача 3. Терморезистор – терморегулятор.

В данной задаче Вам необходимо проанализировать возможность проанализировать возможность применения такого прибора в качестве нагревателя и терморегулятора (устройства, поддерживающего постоянную заданную температуру). Далее эту не изменяющуюся температуру будем называть установившейся температурой.

Терморезистор – полупроводниковый прибор, электрическое сопротивление которого уменьшается с ростом температуры.

На отдельном бланке №1 показан график зависимости проводимости используемого терморезистора от температуры. Эта зависимость описывается формулой

$$G = at^2 + b, \quad (1)$$

где t - температура терморезистора в градусах Цельсия, $a = 5,0 \cdot 10^{-5} \frac{\text{См}}{\text{К}^2}$, $b = 6,1 \cdot 10^{-2} \text{См}$ - постоянные коэффициенты.

Справка: Проводимость – величина обратная электрическому сопротивлению $G = \frac{1}{R}$.

Единица измерения – сименс (См) $1 \text{См} = 1 \text{Ом}^{-1}$.*

В своем решении Вы можете использовать этот бланк, проводя на нем дополнительные построения. Не забудьте его сдать вместе с Вашей рабочей тетрадью!

1. Чему равно сопротивление терморезистора при комнатной температуре? 2. Терморезистор подключен к источнику постоянного напряжения $U = 20 \text{ В}$. Чему равна мощность выделяющейся теплоты, если температура терморезистора равна комнатной?

**Здесь и далее комнатную температуру считайте равной $t_0 = 20^\circ\text{С}$ **

Терморезистор опущен в сосуд, содержащий $m = 200 \text{ г}$ воды, которую необходимо нагревать, а затем поддерживать постоянную температуру. Удельная теплоемкость воды $c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, теплоемкостью сосуда и терморезистора можно пренебречь, удельная теплота испарения воды $L = 2,2 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$. Нагретая вода остывает из-за потерь теплоты в окружающую среду. Мощность тепловых потерь описывается формулой

$$P = \beta(t - t_0), \quad (2)$$

где t - температура воды в сосуде, $t_0 = 20^\circ\text{С}$ - температура окружающей среды, β - постоянная величина, которая называется коэффициент теплоотдачи.

3. Найдите численное значение коэффициента теплоотдачи β , если известно, что вода в стакане, нагретая до температуры $t = 30^\circ\text{С}$ остывает (при выключенном нагревателе) на 1° за 1 минуту.

Далее Вам необходимо исследовать зависимость установившейся температуры t воды в сосуде от напряжения U , прикладываемому к терморезистору. Напряжение источника, подаваемого на терморезистор, может изменяться от 0 до 30 В.

4. Постройте в тетради (а не на бланке) схематические графики мощности теплоты, выделяющейся при протекании электрического тока через терморезистор и мощности тепловых потерь в окружающую среду от температуры воды. Построения проведите для двух значений напряжения источника, при которых характер процессов нагревания существенно изменяется. Укажите, в чем заключается это изменение.

5. Используя график зависимости проводимости от температуры (бланк №1), найдите примерный диапазон температур, которые могут поддерживаться постоянными рассматриваемым устройством. Также укажите, при каком минимальном напряжении на терморезисторе

вода в сосуде сможет нагреться от комнатной температуры до температуры кипения.. Необходимые построения проведите на этом бланке.

6. Рассчитайте зависимость установившейся температуры воды в сосуде от напряжения источника. Постройте график этой зависимости.

7. Напряжения источника выбрано таким, что установившаяся температура воды равна 50° . Оцените, за какое время τ_1 вода нагревается от комнатной температуры на 1° . Также оцените время τ_2 , за которое вода нагреется от 49° до 50° .

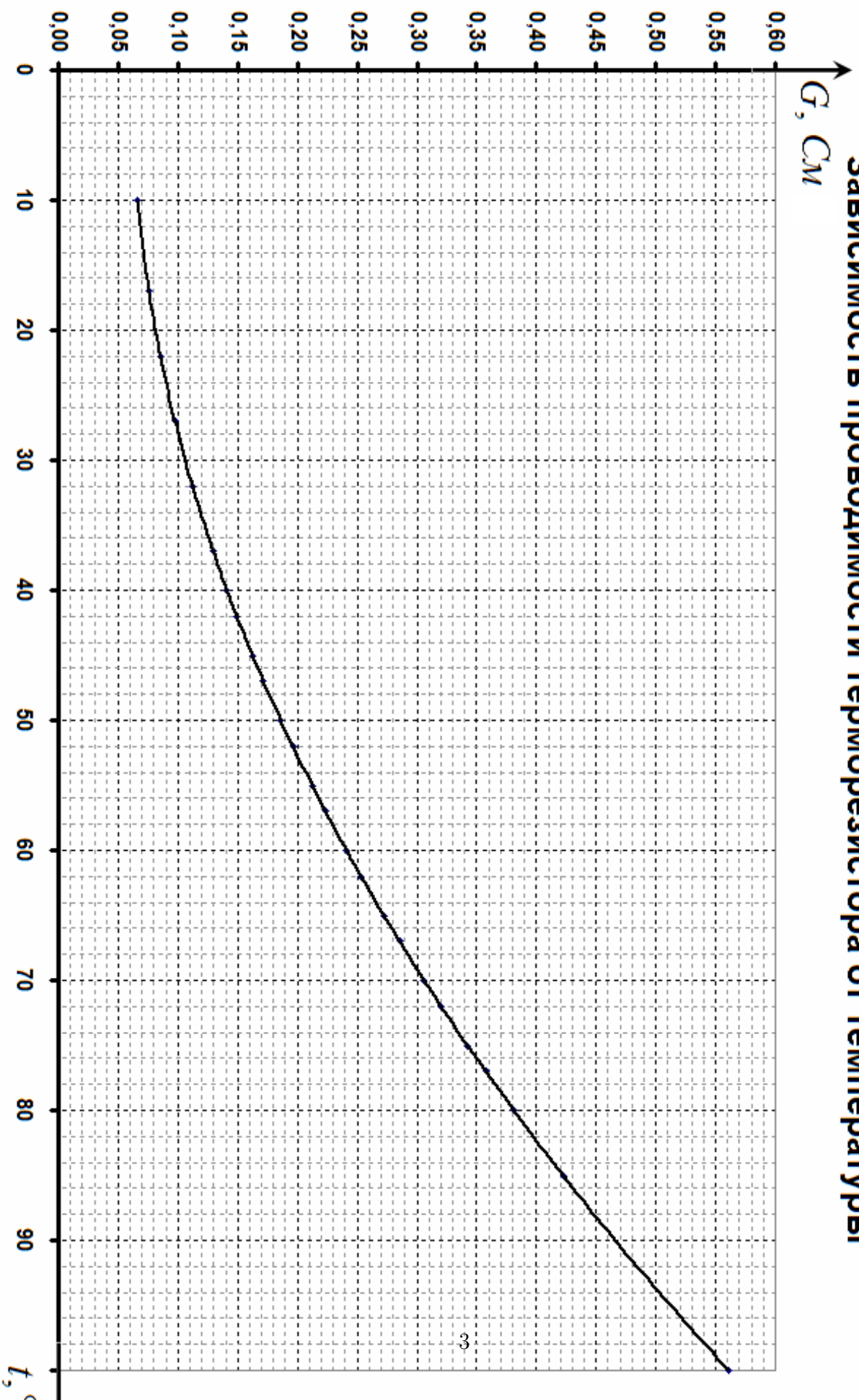
8. Напряжение источника настроено на установившуюся температуру $t = 50^\circ$, однако в сосуд налили воду, масса которой $m = 200$ г, находящуюся при температуре $t = 80^\circ$. При этом оказалось, что вода закипела. Объясните, почему закипела вода. Оцените время τ_3 , за которое вода нагреется до температуры кипения. Найдите время (от начала закипания) τ_4 , за которое выкипит вся налитая вода.

Бланк №1

Зависимость проводимости терморезистора от температуры

Бланк №1

Зависимость проводимости терморезистора от температуры



УТВЕРЖДАЮ Заместитель председателя оргкомитета заключительного этапа Республиканской олимпиады Заместитель Министра образования В.А. Будкевич «__» ноября 2014 г.



Республиканская физическая олимпиада 2015 год. (III этап)
Теоретический тур