

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

10 класс
Вариант 1

Задача 1

Дан “серый ящик” , показанный на рисунке 1. Диод — это электронный компонент, который позволяет току течь только в одном направлении. Когда диод подключён правильно, то есть анод (положительный вывод, на схеме находится со стороны основания треугольника) подключён к более высокому потенциалу, а катод (отрицательный вывод, на схеме находится со стороны вершины треугольника) — к более низкому, и разность потенциалов достигает “напряжения открытия”, ток проходит через диод. Иначе ток не будет проходить, и диод будет блокировать его. Вольт-амперная характеристика (зависимость силы тока от напряжения на элементе) идеального диода в “ящике” представлена на рисунке 2. К схеме подключают идеальные амперметр, вольтметр и источник постоянного напряжения, чтобы снять ВАХ “серого ящика” пуская ток сначала в одном направлении, а потом в обратном. Сначала “+” источника расположен на левом выводе схемы. Полученные зависимости представлены на рисунках ниже. Используя информацию с графиков, ответьте на следующие вопросы:

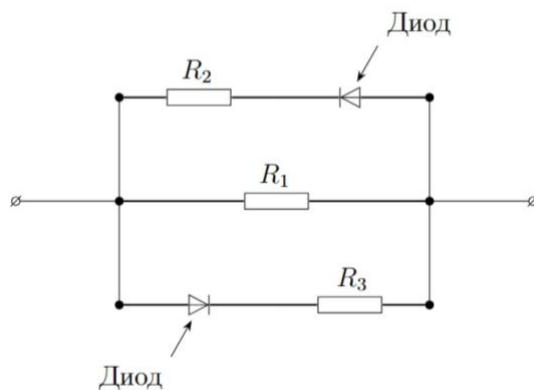


Рис.1 - серый ящик

характеристика (зависимость силы тока от напряжения на элементе) идеального диода в “ящике” представлена на рисунке 2. К схеме подключают идеальные амперметр, вольтметр и источник постоянного напряжения, чтобы снять ВАХ “серого ящика” пуская ток сначала в одном направлении, а потом в обратном. Сначала “+” источника расположен на левом выводе схемы. Полученные зависимости представлены на рисунках ниже. Используя информацию с графиков, ответьте на следующие вопросы:

- 1) Чему равно напряжение открытия диода?
- 2) Чему равно R_1 ?
- 3) Чему равно R_2 ?
- 4) Чему равно R_3 ?
- 5) Нарисуйте блок-схему программы, которая по количеству параллельно соединённых резисторов и их величинам находит эквивалентное напряжение.

Входные данные:

N - количество резисторов;

R_i - сопротивление резисторов в Омах, $i = 1, 2, \dots, N$;

Выходные данные:

R - эквивалентное сопротивление

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

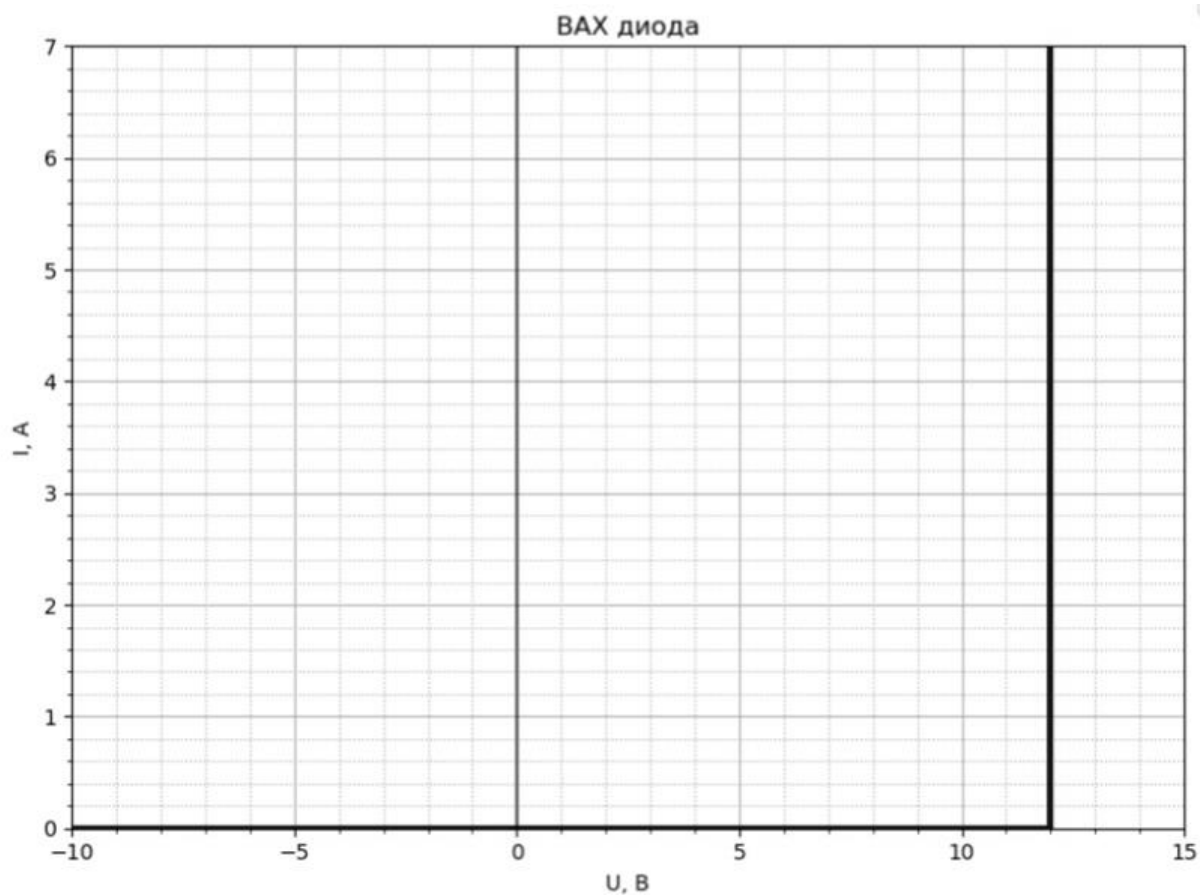


Рисунок 2 - ВАХ идеального диода

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 2

Тепловые аккумуляторы – устройства, способные накапливать в себе тепловую энергию и отдавать её при необходимости использования для нужд отопления или горячего водоснабжения. Эти устройства отличаются большой теплоёмкостью, что достигается за счёт использования фазового перехода веществ: при накоплении тепла внутри них происходит плавление рабочего вещества (например, парафин), а при отдаче тепла – его кристаллизация. Использование фазового перехода позволяет получать компактные устройства, способные накапливать значительное количество тепловой энергии, а постоянство температуры при фазовом переходе позволяет получать термически стабильный источник тепла (то есть, отдающий тепло при постоянной температуре).

На метеостанции в отдалённом высокогорном регионе требуется установить тепловой аккумулятор для поддержания комфортной температуры в $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ внутри помещения – небольшого домика с плоской крышей, размерами $10\times 8\times 3$ метра (длина-ширина-высота). Определите минимальную массу рабочего вещества теплового аккумулятора (парафин), достаточной для поддержания указанной температуры внутри здания в течение суток. Ответ дайте в килограммах, округлив до целого числа. Принять удельную теплоту парафина равной $0,15\text{ МДж/кг}$. Суточное колебание температуры снаружи приведено на рисунке 1. Считать, что потери тепла за одну секунду в окружающую среду от здания пропорциональны разности температур между улицей и внутренним помещением, площади всех стен и крыши, а также коэффициенту теплопередачи, равному $2,3\text{ Вт/(м}^2\cdot^{\circ}\text{C)}$. Восполнение затраченной аккумулятором тепловой энергии идёт в период между 10 и 18 часами за счёт солнечных тепловых коллекторов. Считать, что во время их работы их тепловой мощности достаточно и для восполнения энергии в аккумуляторе, и для поддержания температуры в помещении. Работа аккумулятора после полной кристаллизации вещества не рекомендуется из-за резкого снижения его эффективности.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

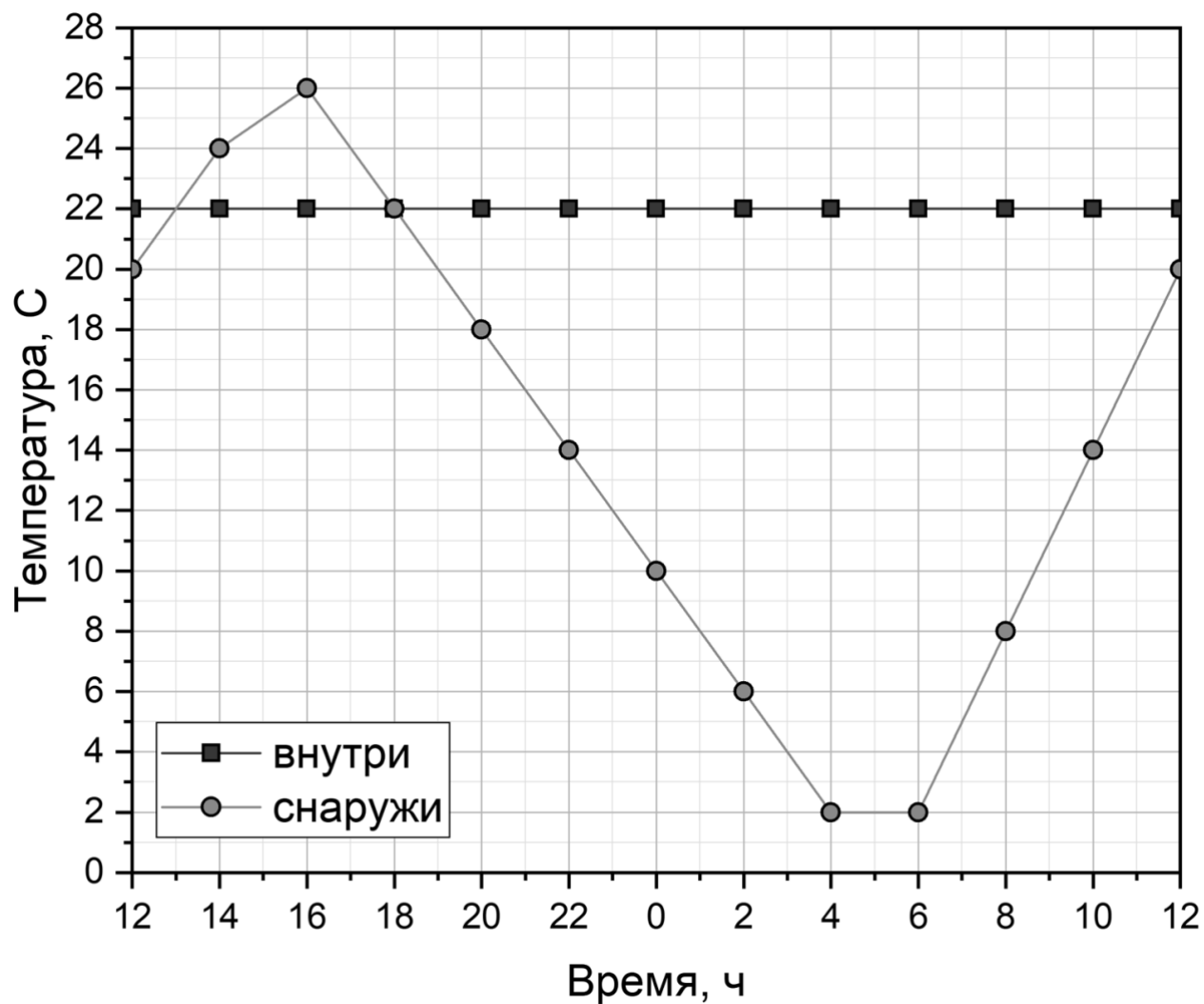


Рисунок 1 – Суточное колебание температуры окружающей среды

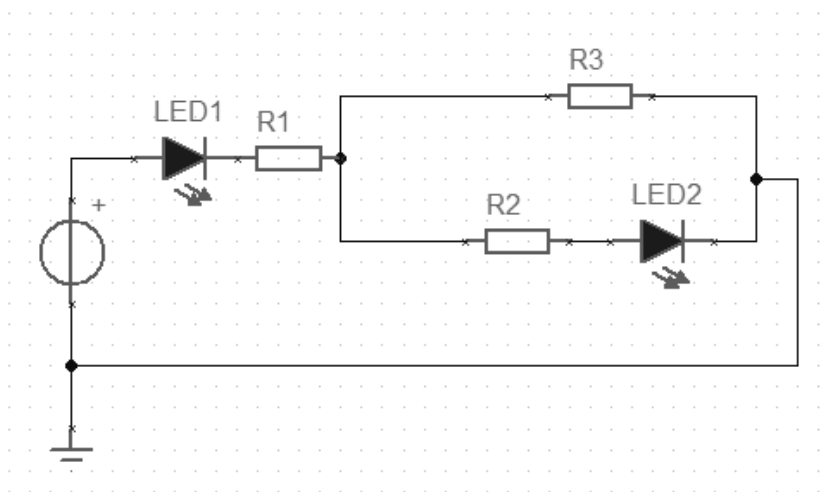
МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 3

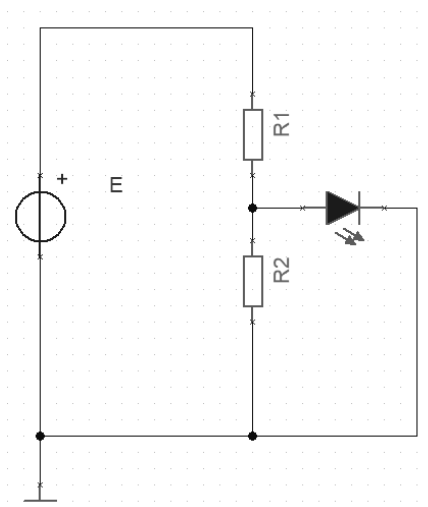
Вам предоставлена для исследования некоторая электрическая схема, показанная на рисунке. Изучив схему, дайте ответы на следующие вопросы:

- 1) Что такое предельная рассеиваемая мощность электронного компонента?
- 2) Что такое идеальный источник напряжения?

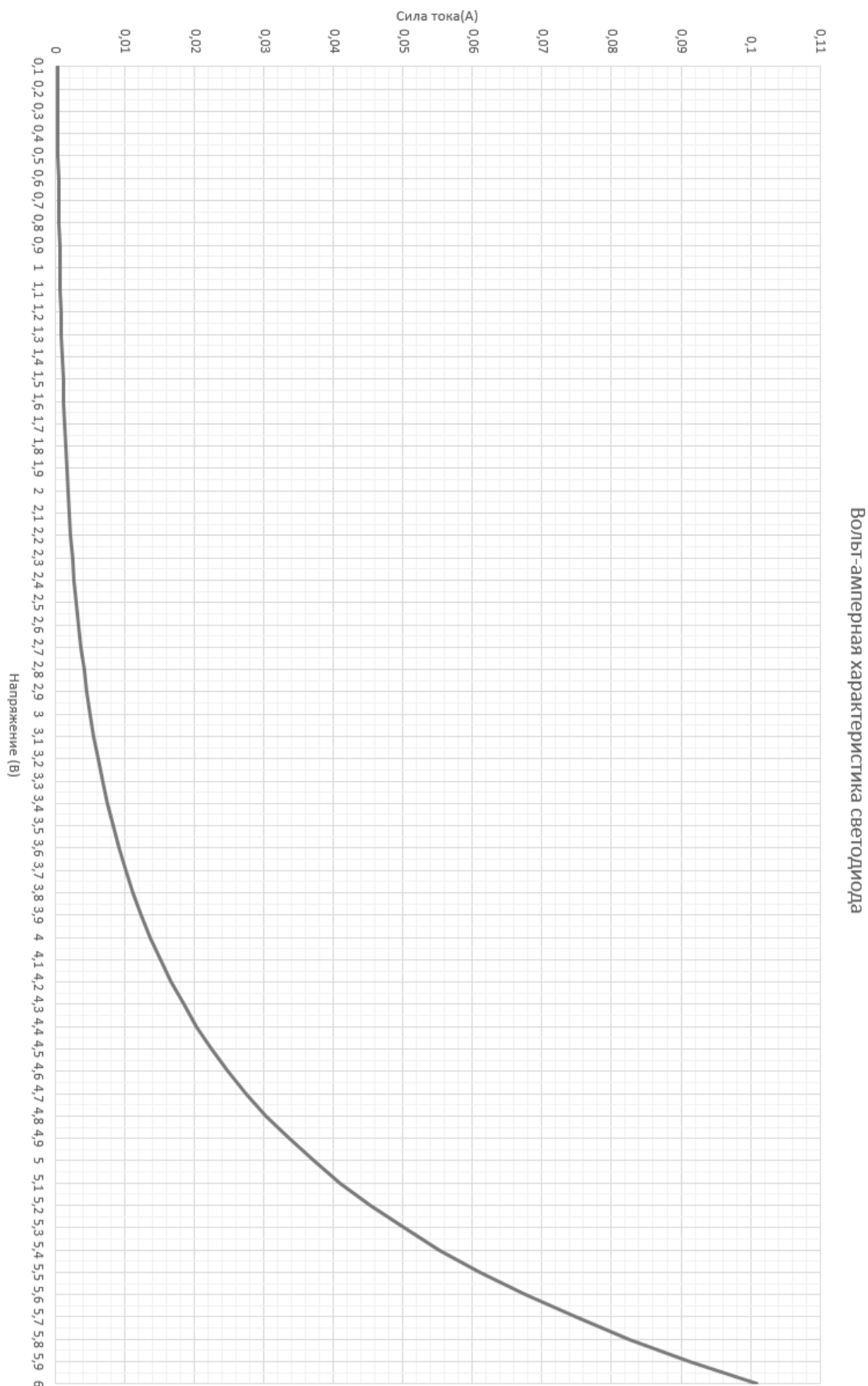
3) Рассчитайте номинал сопротивления и рассеиваемую мощность резистора R_1 и R_2 на представленной схеме, если известно, что для корректной работы первого светодиода необходима сила тока равная 40 мА и падение напряжения составляет 4 В, а для второго светодиода сила тока - 20 мА и падение напряжения – 2 В. Резистор $R_3 = 200$ Ом, источник напряжения 12 В.



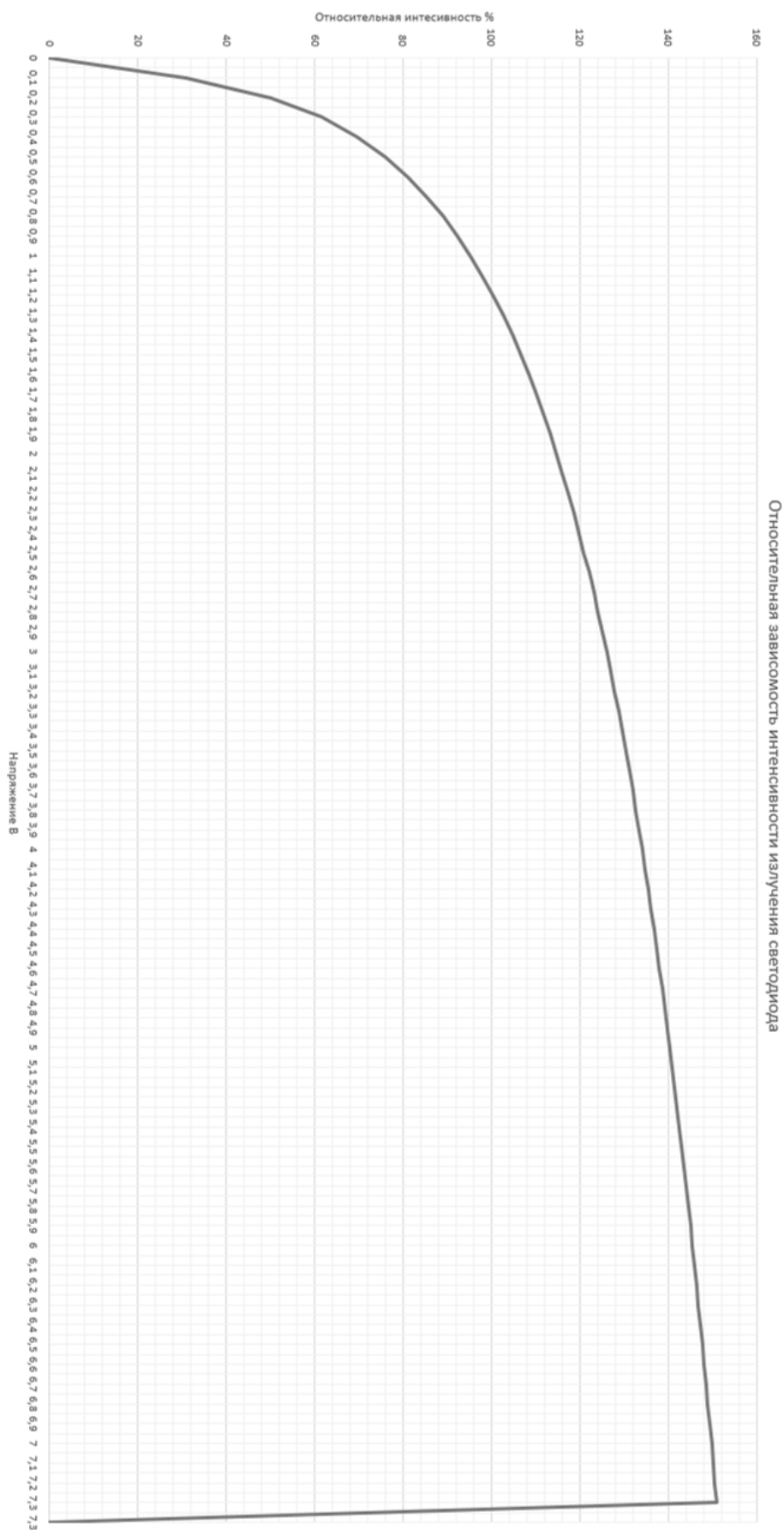
4) Рассчитайте номинал сопротивления и рассеиваемую мощность резистора R_1 , а так же рассеиваемую мощность резистора R_2 на представленной схеме, на основании графика зависимости интенсивности излучения светодиода и его вольт-амперной характеристики при мощности работы светодиода на 124%. Источник напряжения 10В, сопротивление $R_2 = 1$ кОм.



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ



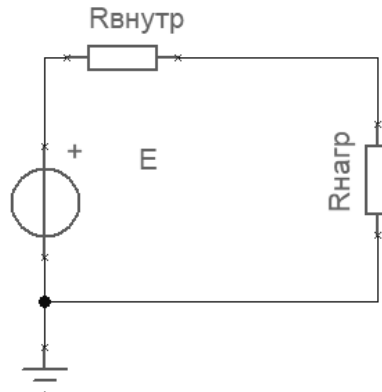
МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ



Москва
2024 / 2025 уч. г.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

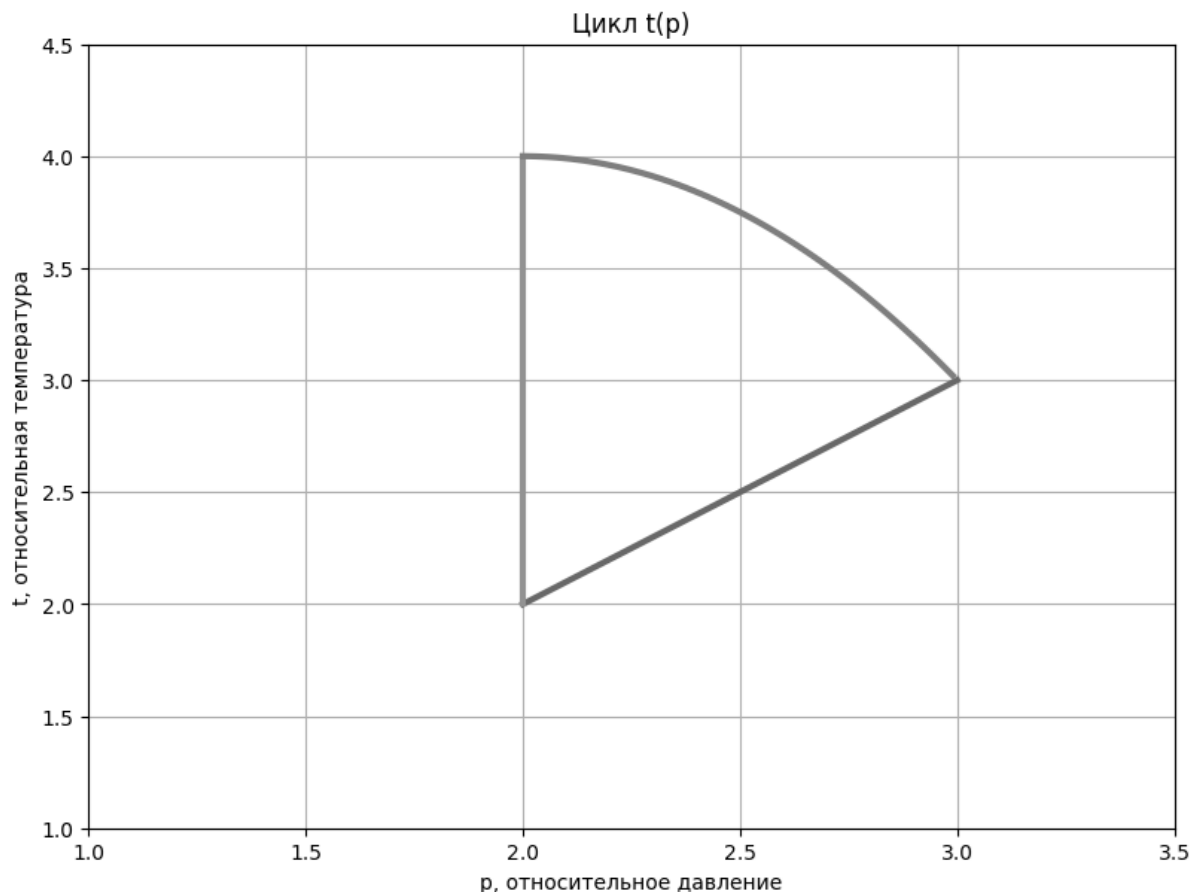
5) Определите и обоснуйте, при каком сопротивлении $R_{\text{нагр}}$ реальный источник напряжения будет выдавать максимальную мощность, если известно $E = 10\text{В}$, $R_{\text{внутр}} = 1000\text{м}$.



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 4

Один моль одноатомного идеального газа участвует в прямом циклическом процессе, изображённом на рисунке. График приведён в координатах $t(p)$, где $t = T/T_0$ - относительная температура; $p = P/P_0$ - относительное давление.



Цикл состоит из прямо пропорциональной зависимости температуры от давления, участка параболы, которая задаётся формулой $t = -p^2 + 4p$, и изобары. Перестройте график в $p(V)$ координатах, где V -объём газа. Найдите работу газа A в этом процессе, если $T_0 = 250\text{K}$. Газовая постоянная $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль К}}$

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 5

Задача об остывании воды, несмотря на свою простоту, является одной из самых важных при рассмотрении любых инженерных систем, в которых имеется нагретая жидкость, или возможен перенос тепла (путём прямого нагрева, или излучения, например). Однако процесс переноса тепла в окружающее пространство редко рассматривается в классическом школьном курсе физики, при решении задач которого теплопотерями часто пренебрегают, а системы рассматривают в варианте с отсутствующим теплообменом через стенку (или поверхность) объекта. Интересующийся школьник в этот момент может вспомнить эмпирический закон Ньютона-Рихмана, описывающий тепловой поток между разными температурами через температурный напор. Природа переноса тепла от некоторого теплоносителя в сосуде в общем случае должна включать в себя рассмотрение всех процессов одновременно: конвекции, излучения, теплопроводности, а также испарения (в случае высокой температуры). Однако если разница температуры между теплоносителем и окружающей средой не очень велика, скорость изменения температуры объекта можно считать пропорциональной разнице этих температур. В общем виде это описывается так называемым дифференциальным уравнением, имеющим вид:

$$\frac{dT}{dt} = -r(T - T_s)$$

Где T - температура теплоносителя, T_s - температура окружающей среды, r - некоторый «коэффициент остывания», зависящий от механизма теплопередачи, площади поверхности, и иных свойств нашего объекта. Этот закон носит название закон теплопроводности Ньютона. Однако компьютер, как и мы, плохо умеет аналитически считать такие уравнения. Одним из способов его решить (то есть найти зависимость $y(x)$) является так называемый метод Эйлера. Для понимания принципа работы этого метода можно рассмотреть функцию в упрощённом виде:

$$\frac{dy}{dt} = f(x, y), y(t_0) = y_0$$

Смысл методики заключается в делении функции $y(x)$ на малые отрезки, на каждом из которых мы считаем её линейной. В этом случае, для расчёта значения функции можно воспользоваться линейным приближением:

$$y_{n+1} = y_n + \Delta x \cdot f(x_n, y_n)$$

Δx - расстояние между соседними точками (шаг деления)

Пользуясь этой информацией, выполните следующие задания:

- 1) Напишите формулы, описывающие алгоритм Эйлера для решения уравнения теплопроводности. Считая начальную температуру воздуха 22 °С, а теплоносителя 83 °С, выполните численный расчёт с помощью алгоритма Эйлера не менее чем для 7 точек. Коэффициент r считать равным 0,0517.
- 2) Напишите алгоритм решения уравнения методом Эйлера в формате псевдокода, для реализации в виде программы.
- 3) На основании экспериментальных данных о остывании теплоносителя в сосуде (при начальной температуре воздуха 22 °С) постройте на одном графике зависимости $T(t)$ для

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

реальных данных и результаты собственного расчёта. Сделайте вывод о результатах вычисления.

Таблица 1. Зависимость температуры теплоносителя от времени

Время, мин	T, °C	Время, мин	T, °C
0	83.0	8.0	64.7
1.0	77.7	9.0	63.4
2.0	75.1	10.0	62.1
3.0	73.0	11.0	61.0
4.0	71.1	12.0	59.9
5.0	69.4	13.0	58.7
6.0	67.8	14.0	57.8
7.0	66.4	15.0	56.6

Пример программы для расчёта суммы двух чисел в виде псевдокода приведён ниже:

```
1  алг СУММА
2  нач
3  A=0;
4  B=0;
5  V=0;
6  ввод(A);
7  ввод(B);
8  V = A + B;
9  вывод('Значение V равно', V);
10 кон алг СУММА
```

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

10 класс
Вариант 2

Задача 1

Дан “серый ящик”, показанный на рисунке 1. Диод — это электронный компонент, который позволяет току течь только в одном направлении. Когда диод подключён правильно, то есть анод (положительный вывод, на схеме находится со стороны основания треугольника) подключён к более высокому потенциалу, а катод (отрицательный вывод, на схеме находится со стороны вершины треугольника касаящегося палки) — к более низкому, и разность потенциалов достигает “напряжения открытия”, ток проходит через диод. Иначе ток не будет проходить, и диод будет блокировать его. Вольт-амперная характеристика (зависимость силы тока от напряжения на элементе) идеального диода в “ящике” представлена на рисунке 2. К схеме подключают идеальные амперметр, вольтметр и источник постоянного напряжения, чтобы снять ВАХ “серого ящика” пуская ток сначала в одном направлении, а потом в обратном. Сначала “+” источника расположен на левом выводе схемы. Полученные зависимости представлены на рисунках ниже. Используя информацию с графиков, ответьте на следующие вопросы:

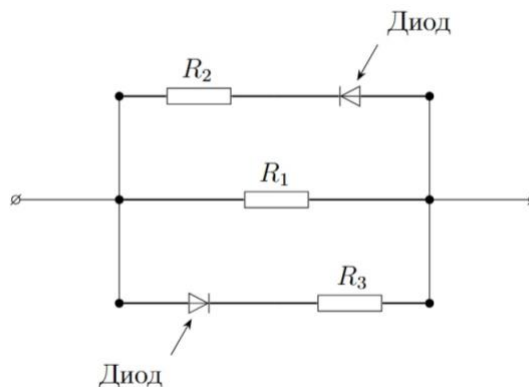


Рис.1 - серый ящик

- 1) Чему равно напряжение открытия диода?
- 2) Чему равно R_1 ?
- 3) Чему равно R_2 ?
- 4) Чему равно R_3 ?
- 5) Нарисуйте блок-схему программы, которая по количеству параллельно соединённых резисторов и их величинам находит эквивалентное напряжение.

Входные данные:

N - количество резисторов;

R_i - сопротивление резисторов в Омах, $i = 1, 2, \dots, N$;

Выходные данные:

R - эквивалентное сопротивление

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

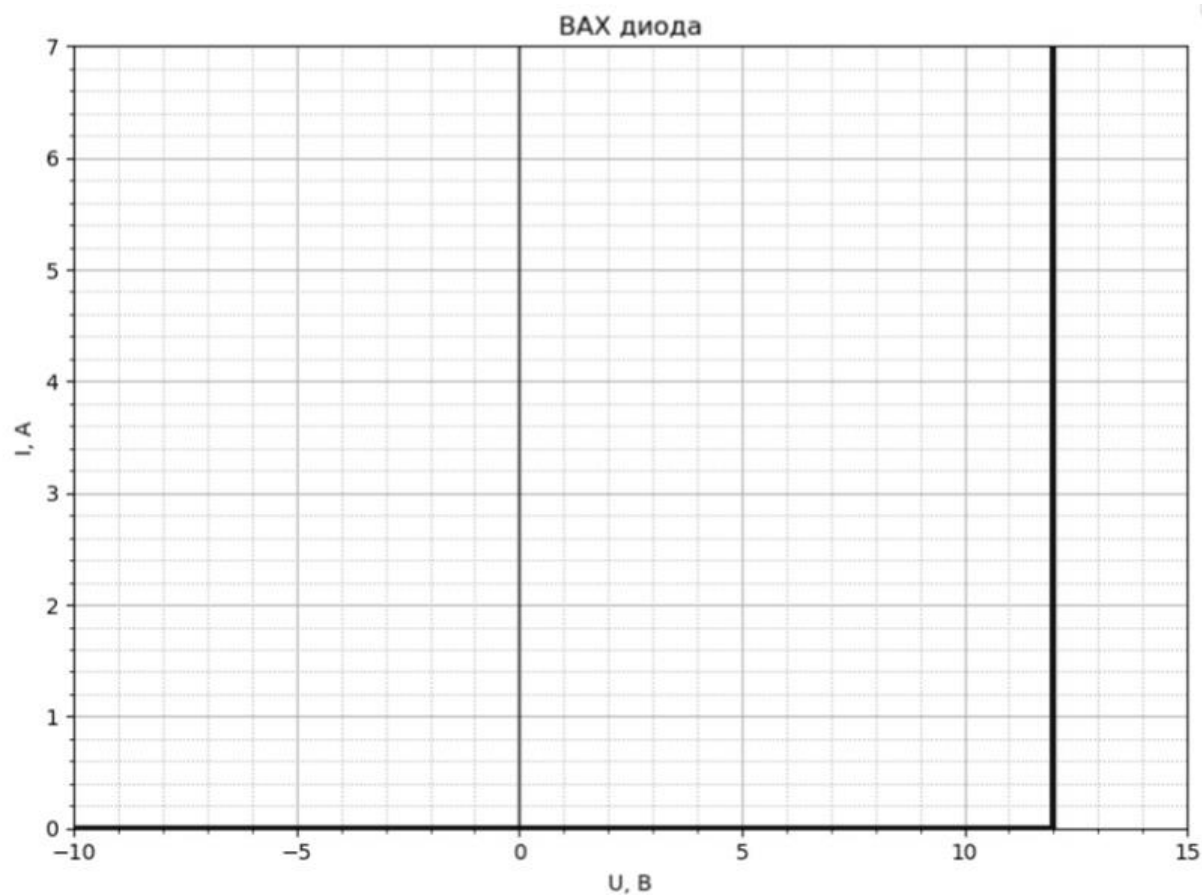


Рисунок 2 - ВАХ идеального диода

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 2

Тепловые аккумуляторы – устройства, способные накапливать в себе тепловую энергию и отдавать её при необходимости использования для нужд отопления или горячего водоснабжения. Эти устройства отличаются большой теплоёмкостью, что достигается за счёт использования фазового перехода веществ: при накоплении тепла внутри них происходит плавление рабочего вещества (например, парафин), а при отдаче тепла – его кристаллизация. Использование фазового перехода позволяет получать компактные устройства, способные накапливать значительное количество тепловой энергии, а постоянство температуры при фазовом переходе позволяет получать термически стабильный источник тепла (то есть, отдающий тепло при постоянной температуре).

На метеостанции в отдалённом высокогорном регионе требуется установить тепловой аккумулятор для поддержания комфортной температуры в $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ внутри помещения – небольшого домика с плоской крышей, размерами $6 \times 8 \times 2,5$ метра (длина-ширина-высота). Определите минимальную массу рабочего вещества теплового аккумулятора (парафин), достаточной для поддержания указанной температуры внутри здания в течение суток. Ответ дайте в килограммах, округлив до целого числа. Принять удельную теплоту парафина равной $0,15\text{ МДж/кг}$. Суточное колебание температуры снаружи приведено на рисунке 1. Считать, что потери тепла за одну секунду в окружающую среду от здания пропорциональны разности температур между улицей и внутренним помещением, площади всех стен и крыши, а также коэффициенту теплопередачи, равному $1,3\text{ Вт/(м}^2\cdot^{\circ}\text{C)}$. Восполнение затраченной аккумулятором тепловой энергии идёт в период между 8 и 17 часами за счёт солнечных тепловых коллекторов. Считать, что во время их работы их тепловой мощности достаточно и для восполнения энергии в аккумуляторе, и для поддержания температуры в помещении. Работа аккумулятора после полной кристаллизации вещества не рекомендуется из-за резкого снижения его эффективности.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

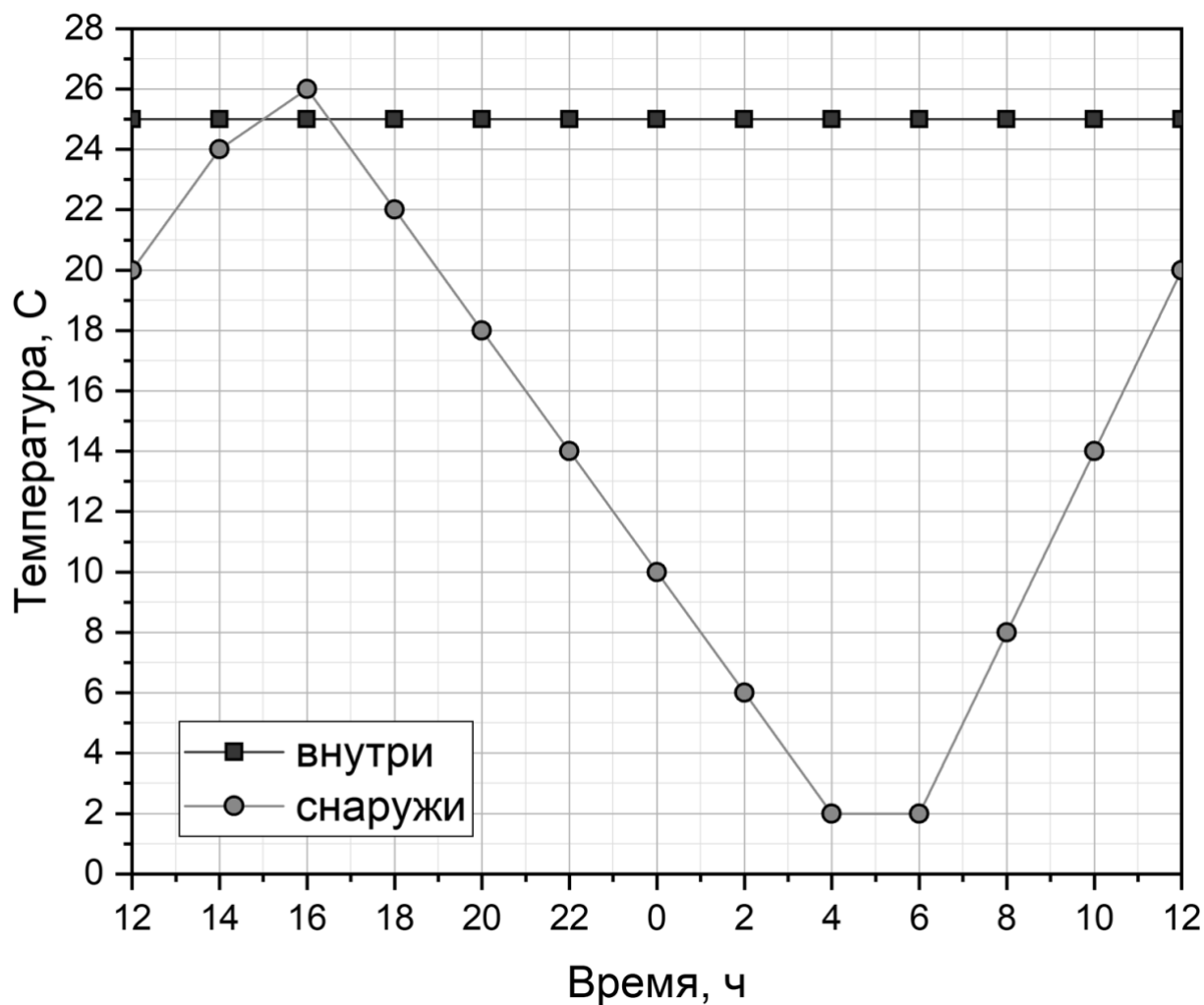


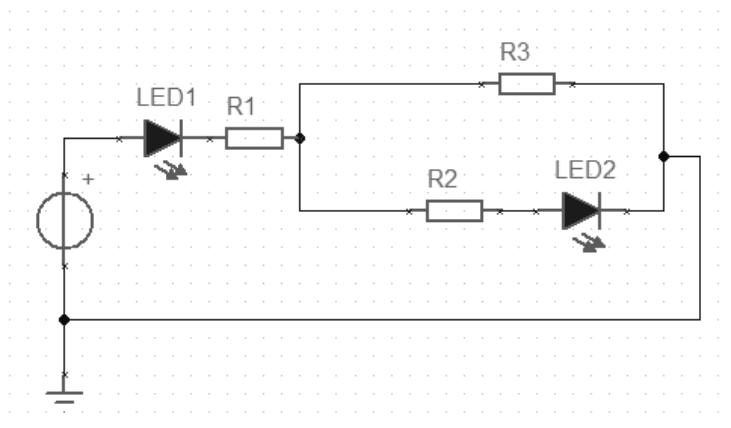
Рисунок 1 – Суточное колебание температуры окружающей среды

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

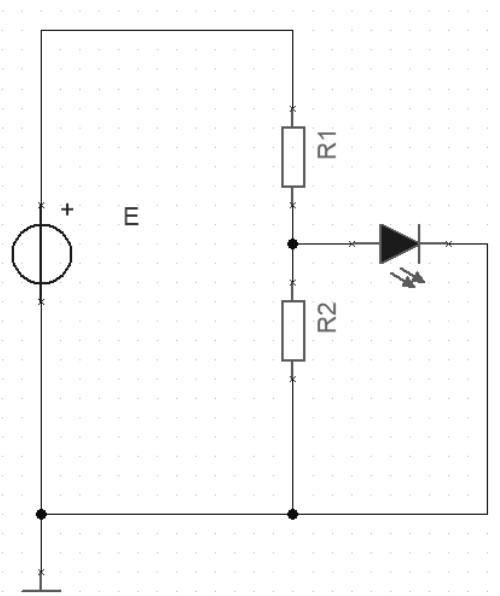
Задача 3

Вам предоставлена для исследования некоторая электрическая схема, показанная на рисунке. Изучив схему, дайте ответы на следующие вопросы:

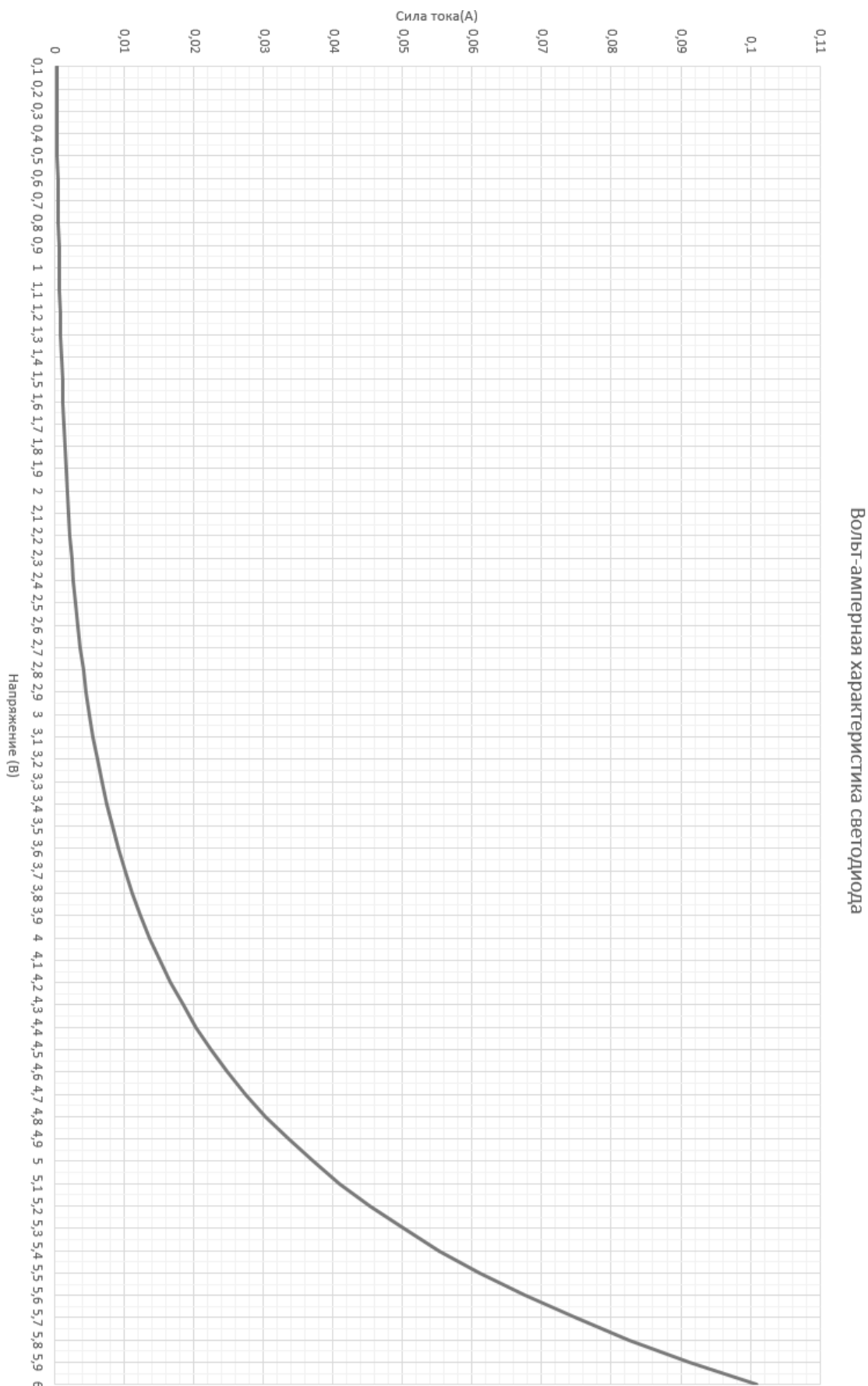
- 1) Чему равна выдаваемая на выходе мощность источника питания?
- 2) Чем источник напряжения отличается от источника тока?
- 3) Рассчитайте номинал сопротивления и рассеиваемую мощность резистора R_1 и R_2 на представленной схеме, если известно, что для корректной работы первого светодиода необходима сила тока равная 40мА и падение напряжения составляет 2В, а для второго светодиода сила тока - 20мА и падение напряжения – 2В. Резистор $R_3 = 100\text{Ом}$, источник напряжения 6В.



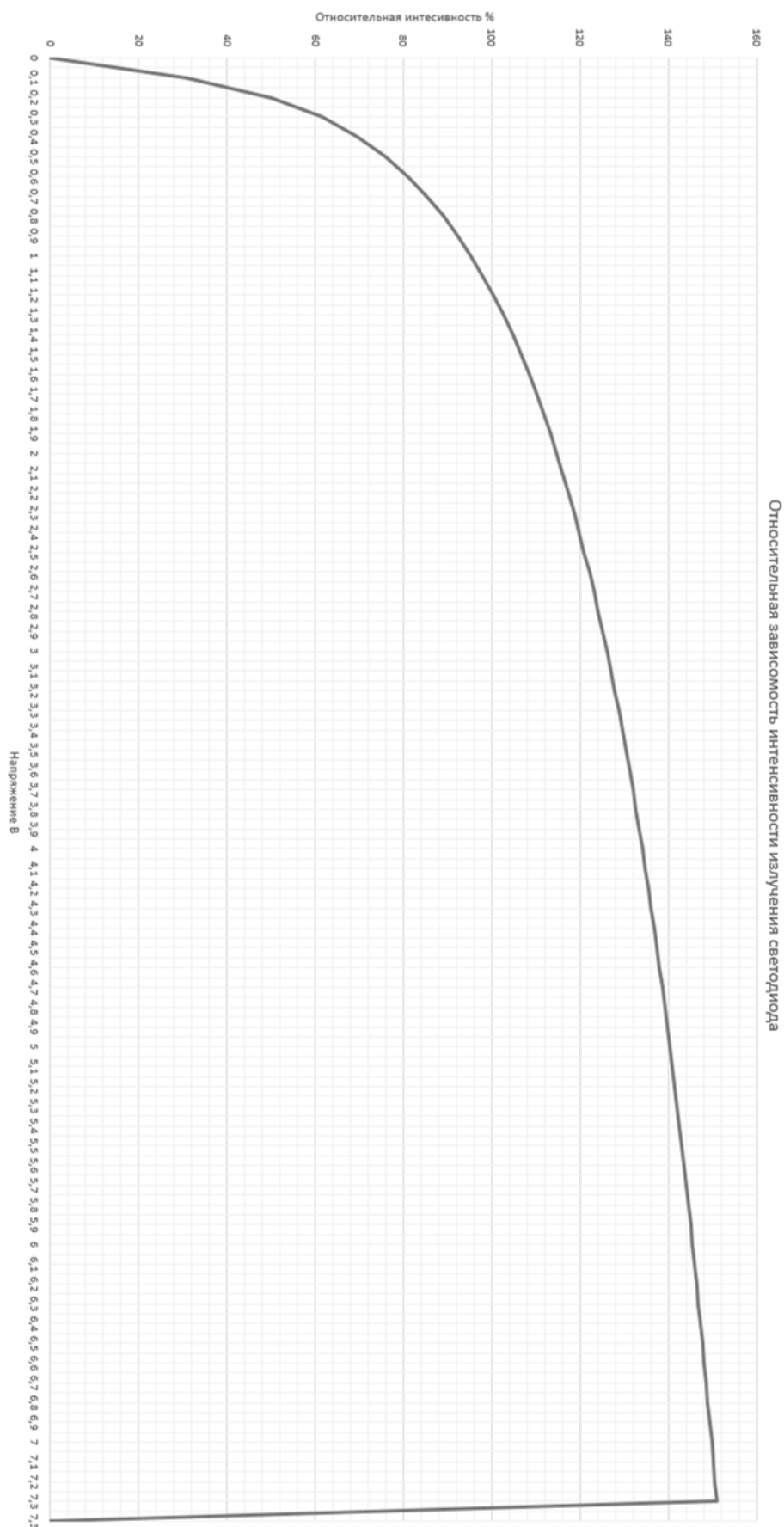
- 4) Рассчитайте номинал сопротивления и рассеиваемую мощность резистора R_1 , а так же рассеиваемую мощность резистора R_2 на представленной схеме, на основании графика зависимости интенсивности излучения светодиода и его вольт-амперной характеристики при мощности работы светодиода на 132%. Источник напряжения 4В, сопротивление $R_2 = 1\text{ кОм}$.



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

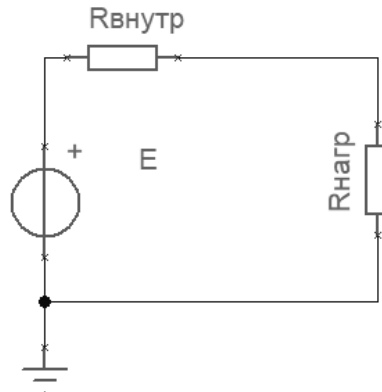


МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

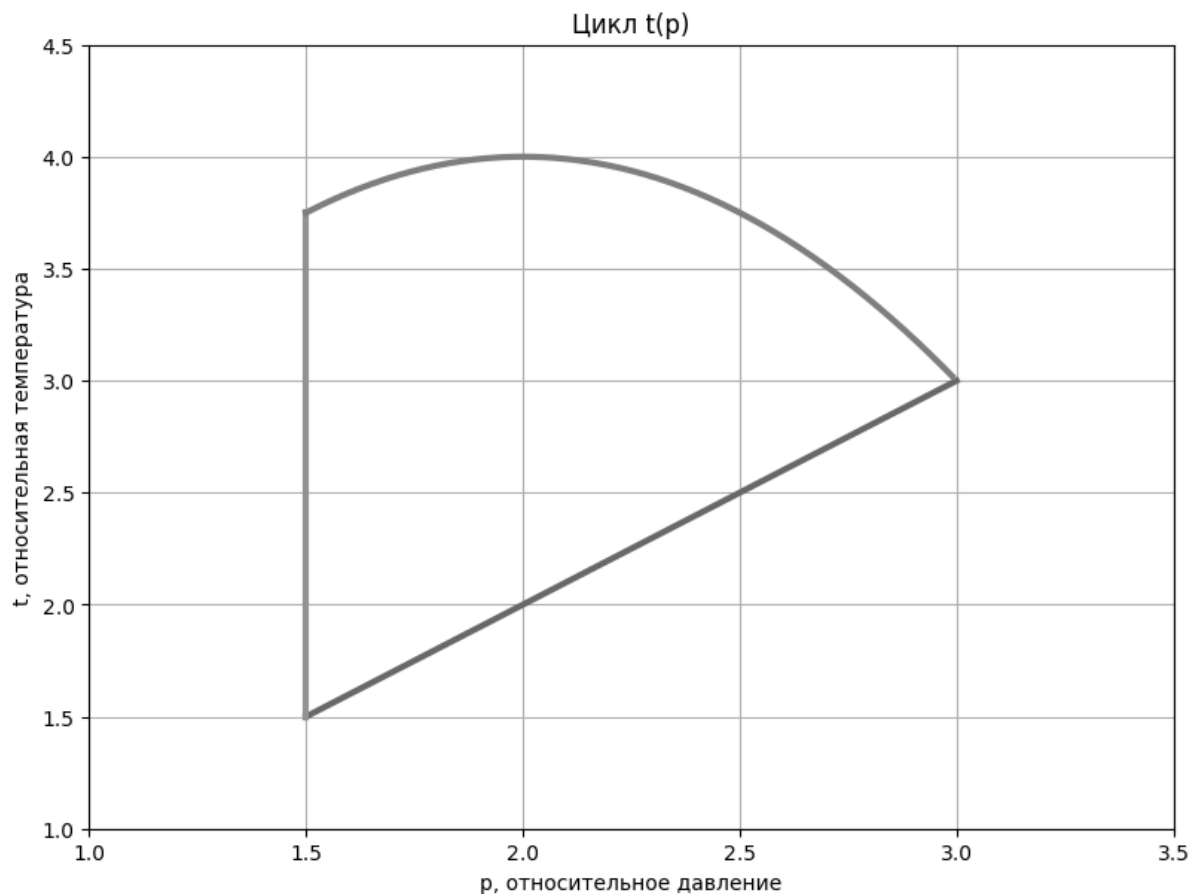
5) Определите и обоснуйте, при каком сопротивлении $R_{\text{нагр}}$ реальный источник напряжения будет выдавать максимальную мощность, если известно $E = 5 \text{ В}$, $R_{\text{внутр}} = 1 \text{ КОм}$.



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 4

Один моль одноатомного идеального газа участвует в прямом циклическом процессе, изображённом на рисунке. График приведён в координатах $t(p)$, где $t = T/T_0$ - относительная температура; $p = P/P_0$ - относительное давление.



Цикл состоит из прямо пропорциональной зависимости температуры от давления, участка параболы, которая задаётся формулой $t = -p^2 + 4p$, и изобары. Перестройте график в $p(V)$ координатах, где V -объём газа. Найдите работу газа A в этом процессе, если $T_0 = 250\text{K}$. Газовая постоянная $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль К}}$

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 5

Задача об остывании воды, несмотря на свою простоту, является одной из самых важных при рассмотрении любых инженерных систем, в которых имеется нагретая жидкость, или возможен перенос тепла (путём прямого нагрева, или излучения, например). Однако процесс переноса тепла в окружающее пространство редко рассматривается в классическом школьном курсе физики, при решении задач которого теплопотерями часто пренебрегают, а системы рассматривают в варианте с отсутствующим теплообменом через стенку (или поверхность) объекта. Интересующийся школьник в этот момент может вспомнить эмпирический закон Ньютона-Рихмана, описывающий тепловой поток между разными температурами через температурный напор. Природа переноса тепла от некоторого теплоносителя в сосуде в общем случае должна включать в себя рассмотрение всех процессов одновременно: конвекции, излучения, теплопроводности, а также испарения (в случае высокой температуры). Однако если разница температуры между теплоносителем и окружающей средой не очень велика, скорость изменения температуры объекта можно считать пропорциональной разнице этих температур. В общем виде это описывается так называемым дифференциальным уравнением, имеющим вид:

$$\frac{dT}{dt} = -r(T - T_s)$$

Где T - температура теплоносителя, T_s - температура окружающей среды, r - некоторый «коэффициент остывания», зависящий от механизма теплопередачи, площади поверхности, и иных свойств нашего объекта. Этот закон носит название закон теплопроводности Ньютона. Однако компьютер, как и мы, плохо умеет аналитически считать такие уравнения. Одним из способов его решить (то есть найти зависимость $y(x)$) является так называемый метод Эйлера. Для понимания принципа работы этого метода можно рассмотреть функцию в упрощённом виде:

$$\frac{dy}{dt} = f(x, y), y(t_0) = y_0$$

Смысл методики заключается в делении функции $y(x)$ на малые отрезки, на каждом из которых мы считаем её линейной. В этом случае, для расчёта значения функции можно воспользоваться линейным приближением:

$$y_{n+1} = y_n + \Delta x \cdot f(x_n, y_n)$$

Δx - расстояние между соседними точками (шаг деления)

Пользуясь этой информацией, выполните следующие задания:

- 1) Напишите формулы, описывающие алгоритм Эйлера для решения уравнения теплопроводности. Считая начальную температуру воздуха 23 °С, а теплоносителя 82 °С, выполните численный расчёт с помощью алгоритма Эйлера не менее чем для 7 точек. Коэффициент r считать равным 0,0503.
- 2) Напишите алгоритм решения уравнения методом Эйлера в формате псевдокода, для реализации в виде программы.
- 3) На основании экспериментальных данных о остывании теплоносителя в сосуде (при начальной температуре воздуха 22 °С) постройте на одном графике зависимости $T(t)$ для

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

реальных данных и результаты собственного расчёта. Сделайте вывод о результатах вычисления.

Таблица 1. Зависимость температуры теплоносителя от времени

Время, мин	T, °C	Время, мин	T, °C
0	82.0	8.0	64.7
1.0	76.7	9.0	63.4
2.0	74.1	10.0	61.9
3.0	72.0	11.0	61.0
4.0	71.1	12.0	59.9
5.0	69.4	13.0	58.7
6.0	67.8	14.0	57.8
7.0	66.4	15.0	56.6

Пример программы для расчёта суммы двух чисел в виде псевдокода приведён ниже:

```
1  алг СУММА
2  нач
3  A=0;
4  B=0;
5  V=0;
6  ввод(A);
7  ввод(B);
8  V = A + B;
9  вывод('Значение V равно', V);
10 кон алг СУММА
```