

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

11 класс
Вариант 1

Задача 1

Дан “чёрный ящик”, состоящий из диодов и резисторов. Диод — это электронный компонент, который позволяет току течь только в одном направлении. Когда диод подключен 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 касающегося 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) идеальных диодов в “ящике” представлена на рисунке. К схеме подключают идеальные амперметр, вольтметр и источник постоянного напряжения, чтобы снять ВАХ “чёрного 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:

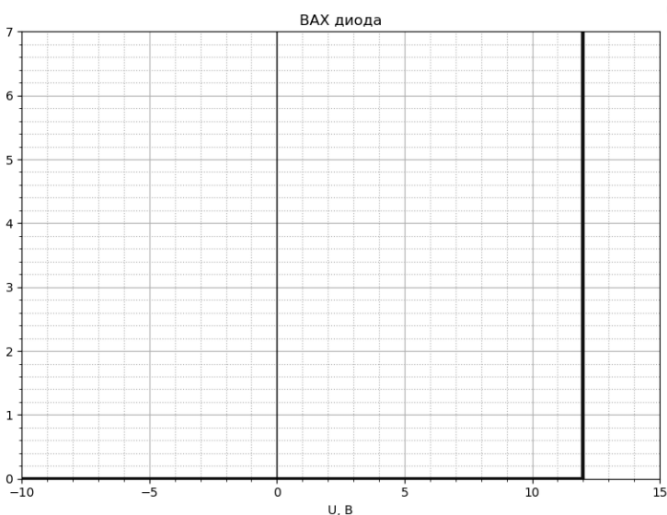


рис. 1 - диод на схеме

- 1) Чему равно напряжение открытия диода?
- 2) Предложите наиболее простую(состоящую из наименьшего числа элементов) схему устройства “чёрного ящика”?
- 3) Опишите способ нахождения сопротивлений резисторов.
- 4) Чему равны сопротивления резисторов?
- 5) Нарисуйте блок-схему программы, которая по количеству параллельно соединённых резисторов и их величинам находит эквивалентное напряжение.

Входные данные:

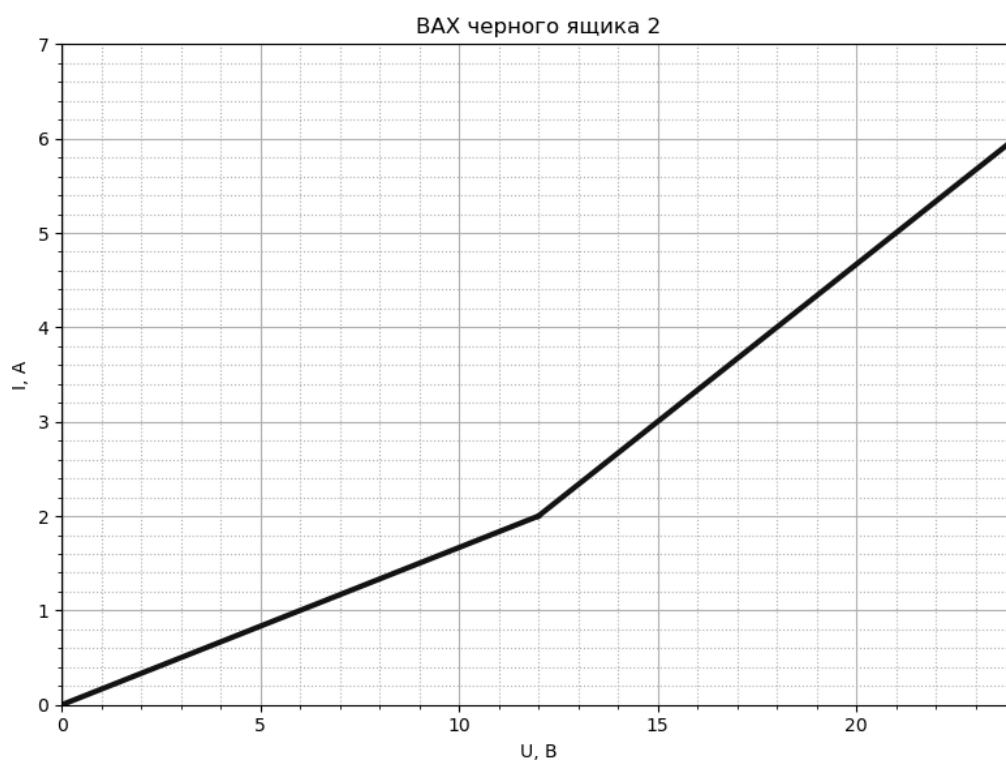
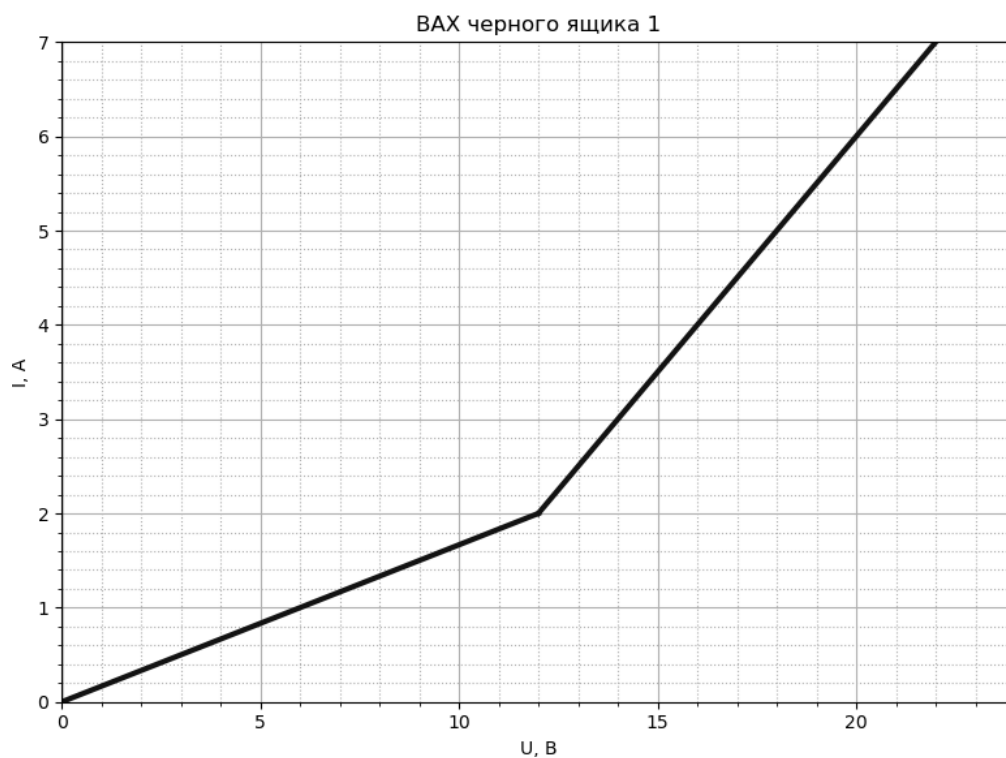
N - количество резисторов;

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



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 2

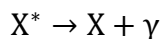
Теоретическое введение

Ядерная физика – раздел физики, изучающий строение атомного ядра и процессы, происходящие внутри него. По текущим представлениям ядро состоит из протонов и нейтронов, которые определенным образом распределены внутри него. Ядерная физика изучает закономерности устройства таких систем.

Одна из моделей ядра – оболочечная – утверждает, что его структура похожа на распределение электронов в атоме. Напомним, что в электроны распределяются по определенным уровням в атоме, а объединение нескольких уровней называется оболочкой. Так и в ядре, согласно этой модели, протоны и нейтроны находятся на определенных оболочках.

Энергия ядра зависит от того, на каких оболочках внутри ядра располагаются протоны и нейтроны. Если же одна из составных частиц (например, протонов) меняет уровень, на котором находится, то общая энергия системы изменится. В результате ядро перейдет из одного состояния в другое – такие переходы называются ядерными.

Указанный выше пример ядерного перехода является случаем γ -радиоактивности. Из-за того, что энергия ядра отличается относительно основного состояния, ему нужно избавиться от этого избытка. Ровно эту порцию энергии ядро может высвободить в виде γ -кванта (фотона). В результате получается реакция:



При помощи детекторов ионизирующего излучения можно определять энергию и количество вылетающих частиц. Таким образом исследуется структура ядерных уровней и уточняются модели ядер.

Формулировка задачи

Измерения в физике частиц обладают спецификой, связанной с погрешностью. В классических экспериментах точность определения величины полностью зависит от инструментов и методики экспериментатора. Но в физике частиц из-за квантовых эффектов (которые избежать никак нельзя) невозможно точно измерить ни одно значение. Например, два γ -кванта, вылетающих из двух одинаковых ядер, могут оставить в детекторе разный отклик. Соответственно, разной будет и рассчитанная энергия. На это накладывается ещё неточность электроники детектора и другие факторы.

Исходя из этого для анализа экспериментальных данных используются спектры – графики, в которых по оси X откладываются интервалы значений величины (разбиение может быть любым, например, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5...), а по оси Y – количества событий, в которых наблюдалось такое значение.

Например, пусть в эксперименте величина X принимала следующие значения:

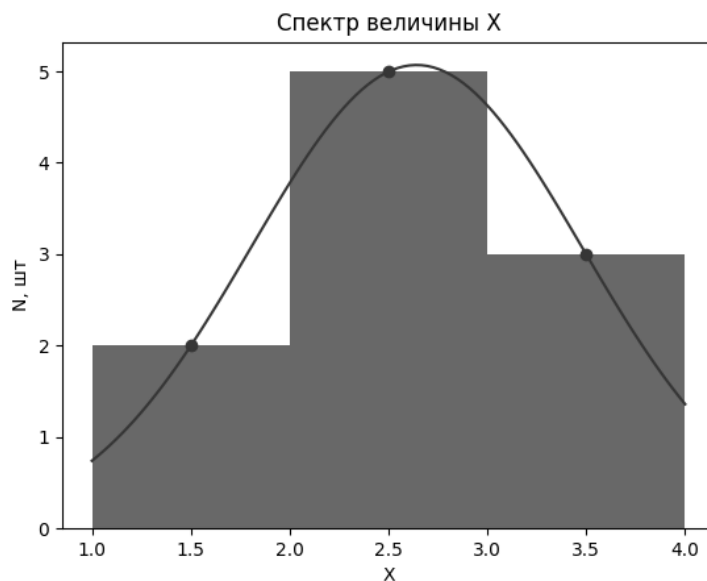
$$X = \{1.2; 3.4; 2.2; 2.6; 2.8; 3.2; 3.3; 1.8; 2.9; 2.9\}$$

Тогда можно составить таблицу попадания в интервалы (1; 2), (2; 3), (3; 4):

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

<i>Интервал</i>	(1;2)	(2;3)	(3;4)
<i>Количество событий</i>	2	5	3

Спектр величины X , построенный по таким измерениям, будет иметь вид:



Цель задачи заключается в том, чтобы построить и проанализировать спектр энергий γ -квантов, полученных от источника ^{22}Na :

$$E = \left\{ \begin{array}{l} 443; 452; 472; 460; 462; 453; 418; 496; 467; 442; \\ 461; 447; 440; 426; 450; 443; 415; 482; 452; 439; \\ 451; 450; 456; 452; 454; 449; 431; 437; 443; 439; \\ 432; 393; 393; 421; 416; 455; 436; 471; 434; 457; \\ 436; 450; 437; 474; 462; 438; 461; 431; 459; 488 \end{array} \right\} \quad (\text{в у. е.})$$

всего: 50 значений

Ход работы:

1) Заполнить таблицу попадания энергии в заданные интервалы:

<i>Интервал энергий (в у.е.)</i>		(390; 415)	(415; 425)	(425; 435)
<i>Количество событий</i>				
(435; 445)	(445; 455)	(455; 465)	(465; 475)	(475; 500)

2) Построить по этой таблице спектр. Затем, как на рисунке из примера: отметить в середине каждого столбца точку, провести похожую кривую наиболее близко к отмеченным точкам.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

3) Определить наиболее вероятную энергию (как энергию, при которой кривая принимает максимальное значение), а также среднюю энергию (как среднее арифметическое всех E).

4) Посчитать ширину проведённой кривой на половине высоты.

Для этого найти точку с самым большим N на графике, провести горизонтальную линию на уровне $\frac{N}{2}$, отметить пересечение этой прямой с проведённой ранее кривой. Расстояние между этими двумя точками (выраженное в у.е.) и будет шириной спектра.

Посчитать энергетическую эффективность детектора:

$$\varepsilon = \frac{\text{ширина спектра (в у.е.)}}{\text{средняя энергия (в у.е.)}}$$

Примечание: эффективность детекторов зависит от их типа, энергии излучения и вида источника, но обычно колеблется в интервале (0.5%; 20%).

5) Учитывая, что для ^{22}Na в среднем энергия γ -квантов должна быть 1274,5 кэВ (килоэлектрон-вольт – внесистемная единица энергии, является основной в физике элементарных частиц и ядерной физике), определите, как связаны у.е. и кэВ.

Ответ представьте в виде

$$1 \text{ кэВ} = \dots \text{ у.е.} \quad \text{или} \quad 1 \text{ у.е.} = \dots \text{ кэВ}$$

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 3

Рассмотрите предоставленные вам для исследования схемы и ответьте на вопросы задачи:

- 1) Чем микроконтроллер отличается от микрокомпьютера?
- 2) Что такое фоторезистор?
- 3) Правильно ли даны показания амперметров в данной электрической схеме? Обоснуйте свой ответ. На схеме знаком «+» обозначается положительная клемма амперметра. Незначительная погрешность до 5% считается допустимой.

$$R_n = 1 \text{ кОм}, E_1 = 100\text{В}, E_2 = 50\text{В}$$

$$I_{AM1} = 57.69\text{мА}$$

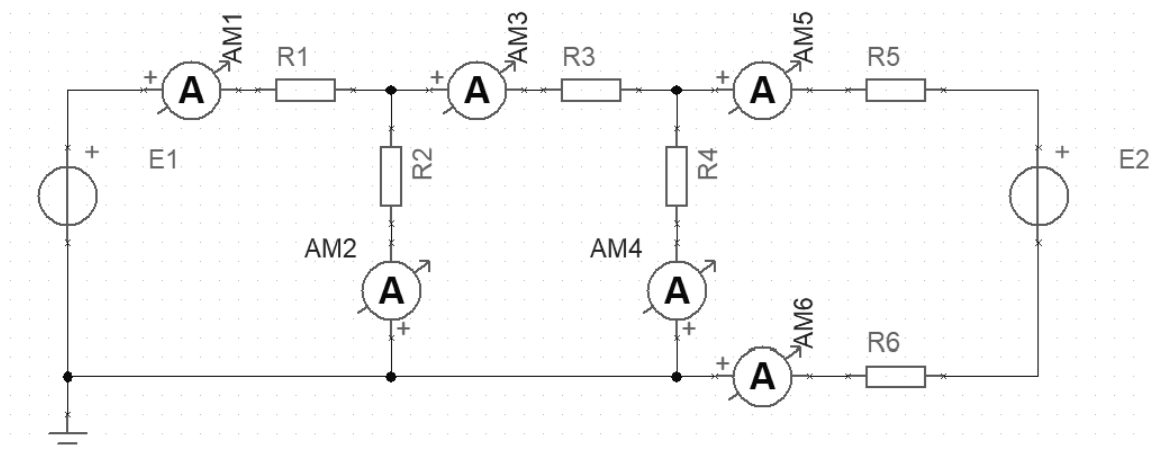
$$I_{AM2} = -42.31\text{мА}$$

$$I_{AM3} = 15.38\text{мА}$$

$$I_{AM4} = -26.92\text{мА}$$

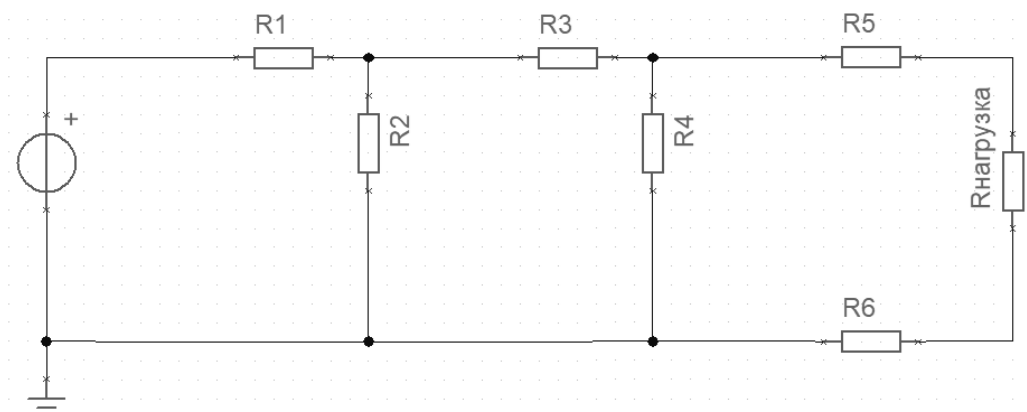
$$I_{AM5} = -11.54\text{мА}$$

$$I_{AM6} = 11.54\text{мА}$$

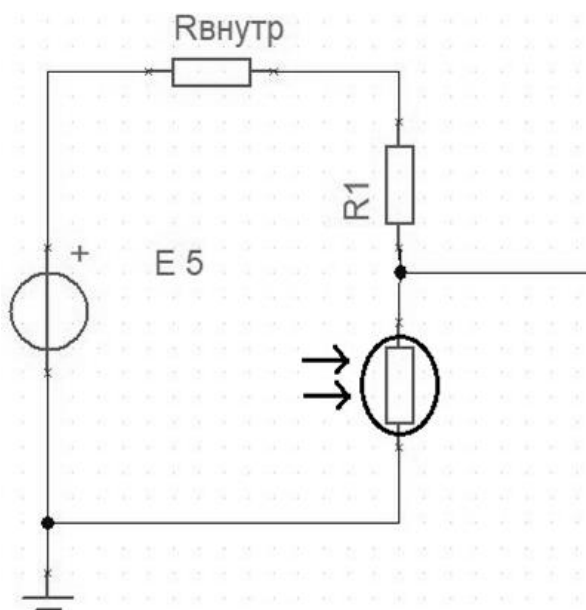


- 4) Ниже представленную электрическую схему можно представить в виде реального источника напряжения с внутренним сопротивлением и подключённым к нему нагрузочным резистором. Определите, чему равно внутреннее сопротивление данного источника, если $R_n = 1 \text{ кОм}$.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ



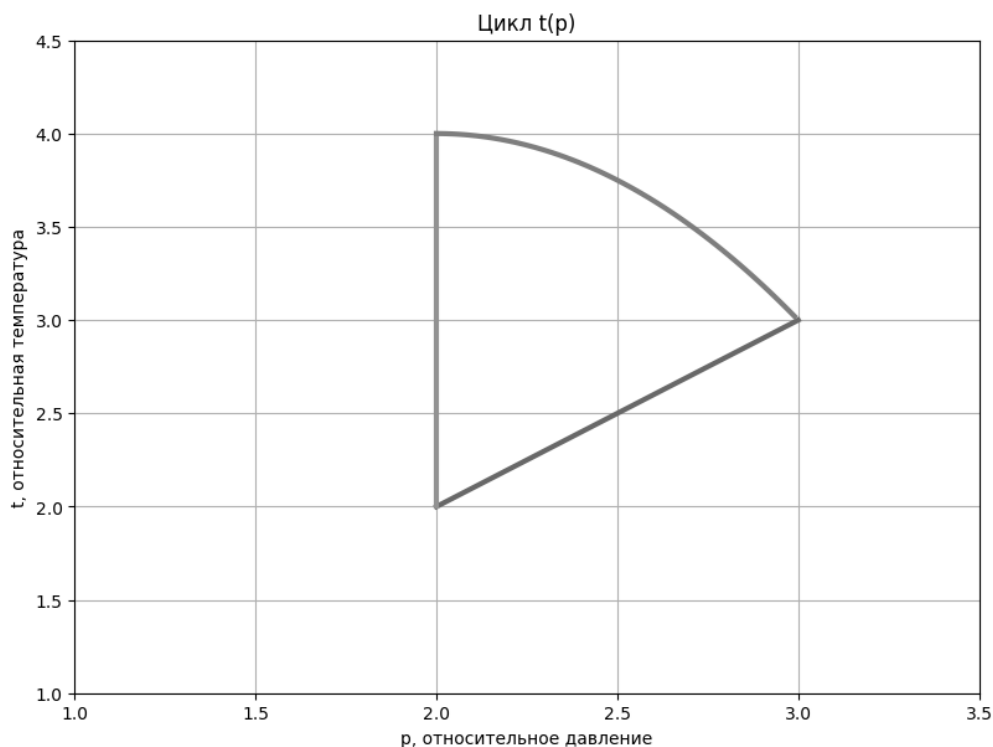
- 5) К аналоговому пину платы Arduino Uno подключена данная электрическая схема. Определить значения выводимые при максимальной и минимальной засветки фоторезистора, выводимое с помощью операции `analogRead()`. Известно, что при максимальной засветке фоторезистора мы получаем значение 10 Ом, а при минимальной 1кОм. Источник питания 5В, его внутреннее сопротивление 100Ом, сопротивление $R_1 = 1$ кОм.



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 4

Один моль одноатомного идеального газа участвует в прямом циклическом процессе, изображенном на рисунке. График приведен 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 задается формулой $t = -p^2 + 4p$, и изобары. Перестройте график в $p(V)$ координатах, где V -объем газа. Найдите работу газа A в этом процессе, если $T_0 = 250\text{K}$. Каков КПД цикла? Газовая постоянная $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль К}}$

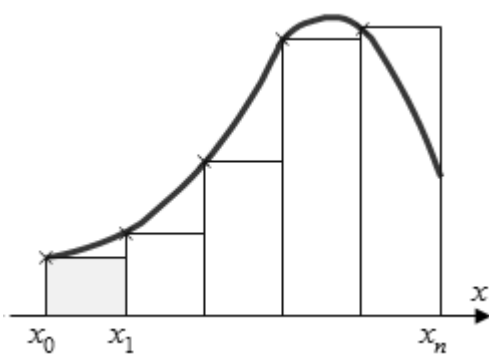
МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 5

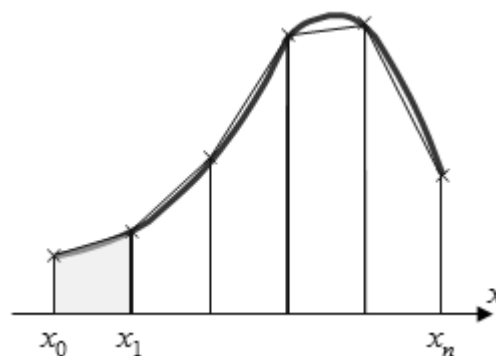
Одной из привычных задач для школьника является вычисление работы силы на каком то участке. Например, в случае движения тела под действием этой силы. Однако в реальных системах сила редко остаётся постоянной и меняется в зависимости от расстояния или времени. Например, когда рабочий перемещает на телеге груз по предприятию, он может уставать, замедляться или ускоряться, что будет приводить к изменению силы тяги тележки. В этом случае задача расчёта совершенной механической работы потребует рассмотреть все возможные случаи силы для непрерывного действия и формула будет выглядеть следующим образом:

$$A = \int F(x)dx$$

Приведённая формула представляет собой неопределённый интеграл, или предел суммы силы на некоторых промежутках dx при стремлении этой величины к нулю. Если мы хотим вычислить работу на каком то конкретном участке, то интеграл превратится в определённый, то есть вычисляемый между конечной и начальной точкой. Серьёзной проблемой для физиков является то, что компьютер, широко применяемый в современном физическом эксперименте, не умеет работать с непрерывными функциями. Для выполнения численного интегрирования функция делится на некоторые малые промежутки, на которых будет происходить вычисление искомого результата интегрирования, однако подходы к этому расчёту могут отличаться. Наиболее популярными считаются метод трапеций и метод прямоугольников. В случае первого способа, кривая делится на маленькие прямоугольники (максимально приближённо к форме кривой), считается площадь каждого из прямоугольников и суммируется. В случае второго способа используются трапеции вместо прямоугольников, что делает приближение более точным.



Метод левых прямоугольников



Метод трапеций

Рассмотрим движение тела в воздухе. В обычных задачах мы рассматриваем движение материальной точки, что позволяет не учитывать сложные силы, такие как силу сопротивления воздуха. Однако для крупных объектов она оказывает большое влияние на движения, так как зависит от скорости по следующей формуле:

$$F(v) = -kv^2$$

где v - скорость движения тела, а k - некоторый коэффициент пропорциональности.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

- 1) Определите работу силы сопротивления воздуха для тела массой $m = 100$ г , пролетевшего расстояние $l = 20$ м строго горизонтально относительно поверхности земли с постоянной скоростью $v = 20$ м/с. Коэффициент k примите равным 0.0002 кг/м.
- 2) Напишите алгоритм реализации метода прямоугольников и метода трапеций для определения работы силы сопротивления воздуха в виде псевдокода.

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

11 класс
Вариант 2

Задача 1

Дан электрический “чёрный ящик”, состоящий из диодов и резисторов. 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 касающегося 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) идеальных диодов в “ящике” представлена на рисунке. К схеме подключают идеальные амперметр, вольтметр и источник постоянного напряжения, чтобы снять ВАХ “черного 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 - диод на схеме

- 1) Чему равно напряжение открытия диода?
- 2) Предложите наиболее простую(состоящую из наименьшего числа элементов) схему устройства “чёрного ящика”?
- 3) Опишите способ нахождения сопротивлений резисторов.
- 4) Чему равны сопротивления резисторов?
- 5) Нарисуйте блок-схему программы, которая по количеству параллельно соединённых резисторов и их величинам находит эквивалентное напряжение.

Входные данные:

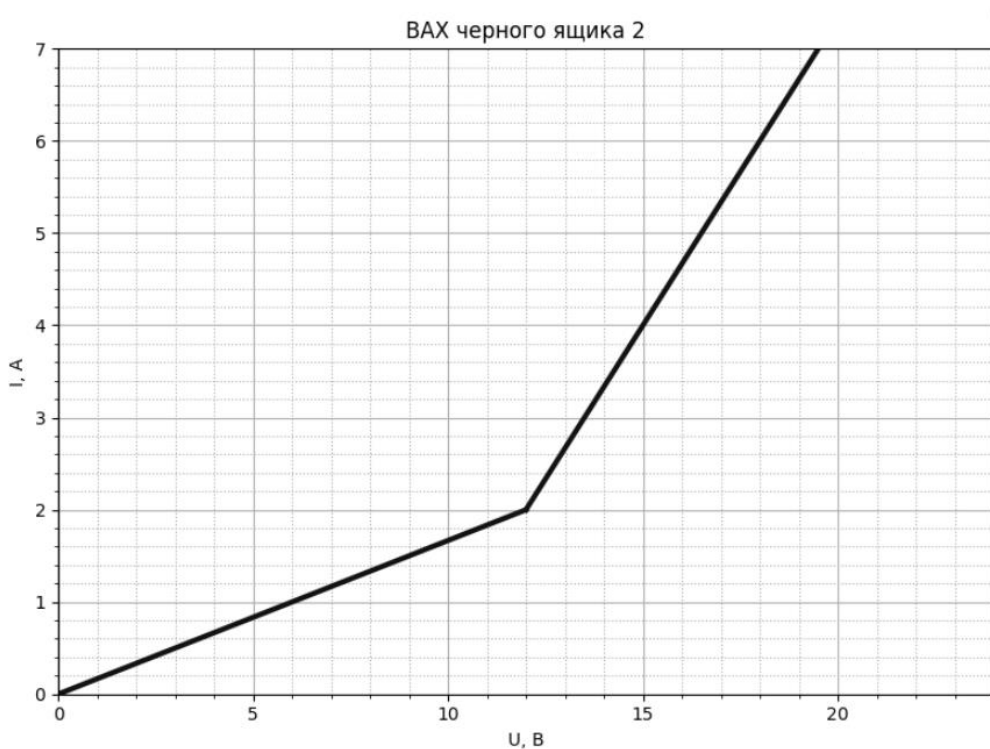
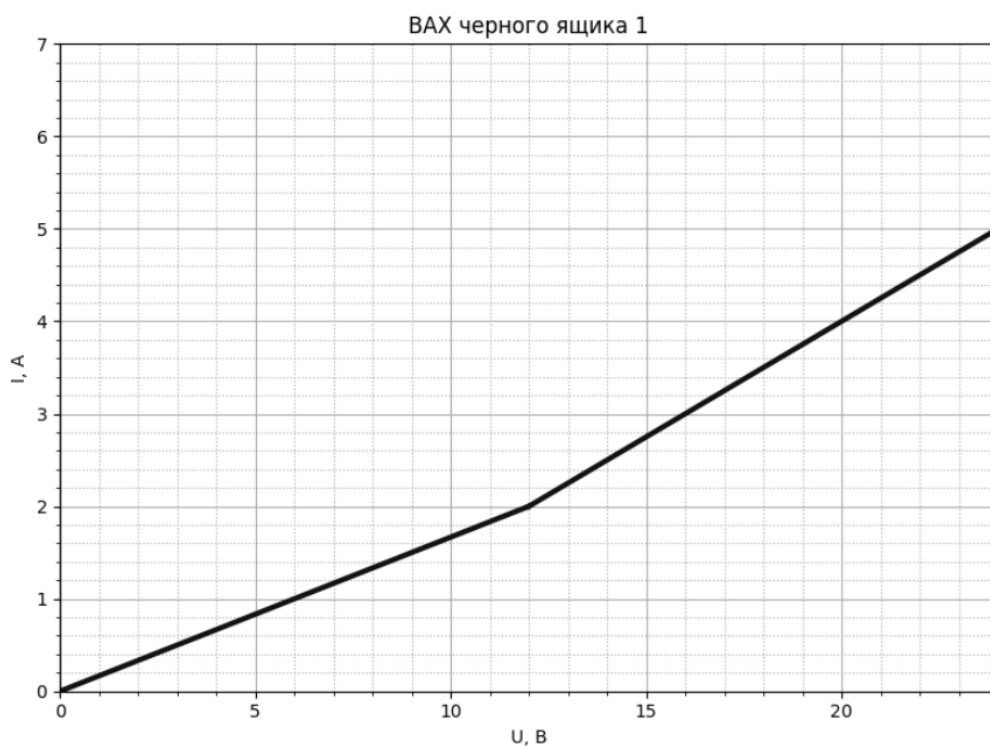
N - количество резисторов;

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



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 2

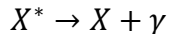
Теоретическое введение

Ядерная физика – раздел физики, изучающий строение атомного ядра и процессы, происходящие внутри него. По текущим представлениям ядро состоит из протонов и нейтронов, которые определенным образом распределены внутри него. Ядерная физика изучает закономерности устройства таких систем.

Одна из моделей ядра – оболочечная – утверждает, что его структура похожа на распределение электронов в атоме. Напомним, что в электроны распределяются по определенным уровням в атоме, а объединение нескольких уровней называется оболочкой. Так и в ядре, согласно этой модели, протоны и нейтроны находятся на определённых оболочках.

Энергия ядра зависит от того, на каких оболочках внутри ядра располагаются протоны и нейтроны. Если же одна из составных частиц (например, протонов) поменяет уровень, на котором находится, то общая энергия системы изменится. В результате ядро перейдет из одного состояния в другое – такие переходы называются ядерными.

Указанный выше пример ядерного перехода является случаем γ -радиоактивности. Из-за того, что энергия ядра отличается относительно основного состояния, ему нужно избавиться от этого избытка. Ровно эту порцию энергии ядро может высвободить в виде γ -кванта (фотона). В результате получается реакция:



При помощи детекторов ионизирующего излучения можно определять энергию и количество вылетающих частиц. Таким образом исследуется структура ядерных уровней и уточняются модели ядер.

Формулировка задачи

Измерения в физике частиц обладают спецификой, связанной с погрешностью. В классических экспериментах точность определения величины полностью зависит от инструментов и методики экспериментатора. Но в физике частиц из-за квантовых эффектов (которые избежать никак нельзя) невозможно точно измерить ни одно значение. Например, два γ -кванта, вылетающих из двух одинаковых ядер, могут оставить в детекторе разный отклик. Соответственно, разной будет и рассчитанная энергия. На это накладывается ещё неточность электроники детектора и другие факторы.

Исходя из этого для анализа экспериментальных данных используются спектры – графики, в которых по оси X откладываются интервалы значений величины (разбиение может быть любым, например, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5...), а по оси Y – количества событий, в которых наблюдалось такое значение.

Например, пусть в эксперименте величина X принимала следующие значения:

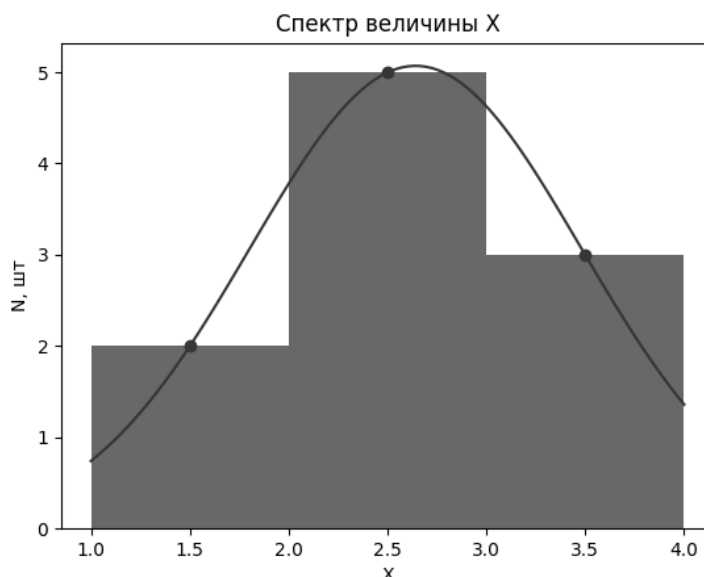
$$X = \{1.2; 3.4; 2.2; 2.6; 2.8; 3.2; 3.3; 1.8; 2.9; 2.9\}$$

Тогда можно составить таблицу попадания в интервалы (1; 2), (2; 3), (3; 4):

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

<i>Интервал</i>	<i>(1;2)</i>	<i>(2;3)</i>	<i>(3;4)</i>
<i>Количество событий</i>	2	5	3

Спектр величины X , построенный по таким измерениям, будет иметь вид:



Цель задачи заключается в том, чтобы построить и проанализировать спектр энергий γ -квантов, полученных от источника ^{137}Cs :

$$E = \left\{ \begin{array}{l} 317; 364; 372; 307; 334; 356; 329; 314; 318; 322; \\ 314; 315; 357; 336; 377; 337; 328; 349; 343; 323; \\ 336; 329; 349; 287; 321; 319; 342; 342; 299; 301; \\ 346; 337; 332; 316; 330; 347; 365; 390; 333; 334; \\ 327; 327; 325; 337; 320; 337; 350; 333; 343; 311 \end{array} \right\} \text{ (в у. е.)}$$

всего: 50 значений

Ход работы:

- 1) Заполнить таблицу попадания энергии в заданные интервалы:

<i>Интервал энергий (в у.е.)</i>	<i>(270; 295)</i>	<i>(295; 305)</i>	<i>(305; 315)</i>	<i>(315; 325)</i>
<i>Количество событий</i>				
<i>(325; 335)</i>	<i>(335; 345)</i>	<i>(345; 355)</i>	<i>(355; 365)</i>	<i>(365; 380)</i>

- 2) Построить по этой таблице спектр. Затем, как на рисунке из примера: отметить в середине каждого столбца точку, провести похожую кривую наиболее близко к отмеченным точкам.
- 3) Определить наиболее вероятную энергию (как энергию, при которой кривая принимает максимальное значение), а также среднюю энергию (как среднее арифметическое всех E).

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

4) Посчитать ширину проведённой кривой на половине высоты.

Для этого найти точку с самым большим N на графике, провести горизонтальную линию на уровне $\frac{N}{2}$, отметить пересечение этой прямой с проведённой ранее кривой. Расстояние между этими двумя точками (выраженное в у.е.) и будет шириной спектра.

Посчитать энергетическую эффективность детектора:

$$\varepsilon = \frac{\text{ширина спектра (в у.е.)}}{\text{средняя энергия (в у.е.)}}$$

Примечание: эффективность детекторов зависит от их типа, энергии излучения и вида источника, но обычно колеблется в интервале (0.5%; 20%).

5) Учитывая, что для ^{137}Cs в среднем энергия γ -квантов должна быть 661,7 кэВ (килоэлектрон-вольт – внесистемная единица энергии, является основной в физике элементарных частиц и ядерной физике), определите, как связаны у.е. и кэВ. Ответ представьте в виде

$$1 \text{ кэВ} = \dots \text{ у.е.} \quad \text{или} \quad 1 \text{ у.е.} = \dots \text{ кэВ}$$

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 3

Рассмотрите предоставленные вам для исследования схемы и ответьте на вопросы задачи:

- 1) Arduino Uno это микроконтроллер или печатная плата?
- 2) Почему амперметр нельзя подключать параллельно цепи?
- 3) Правильно ли даны показания амперметров в данной электрической схеме? Обоснуйте свой ответ. На схеме знаком «+» обозначается положительная клемма амперметра. Незначительная погрешность до 5% считается допустимой.

$$R_n = 2 \text{ кОм}, E_1 = 100\text{В}, E_2 = 50\text{В}$$

$$I_{AM1} = 28,85\text{мА}$$

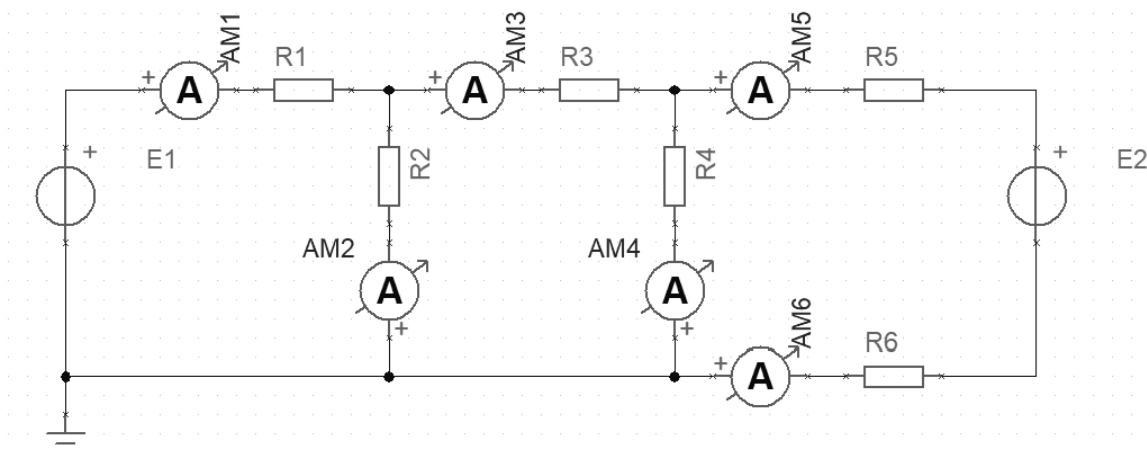
$$I_{AM2} = -21,15\text{мА}$$

$$I_{AM3} = 70,69\text{мА}$$

$$I_{AM4} = 13,46\text{мА}$$

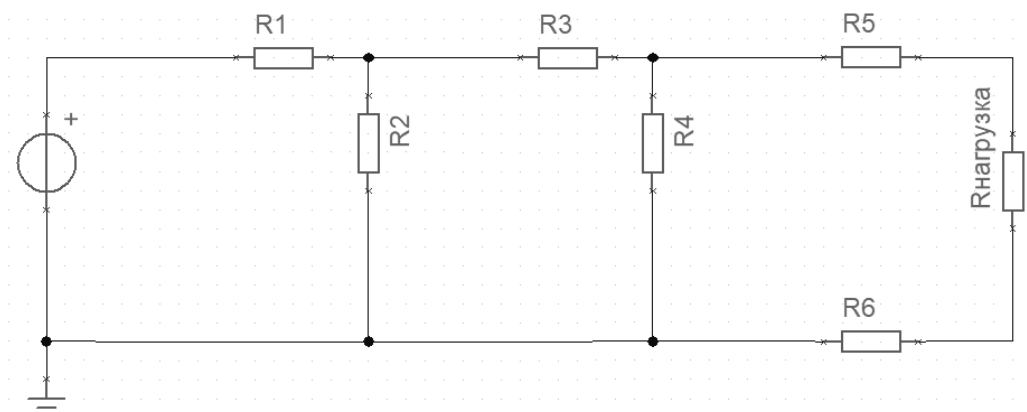
$$I_{AM5} = -5,77\text{мА}$$

$$I_{AM6} = 5,77\text{мА}$$

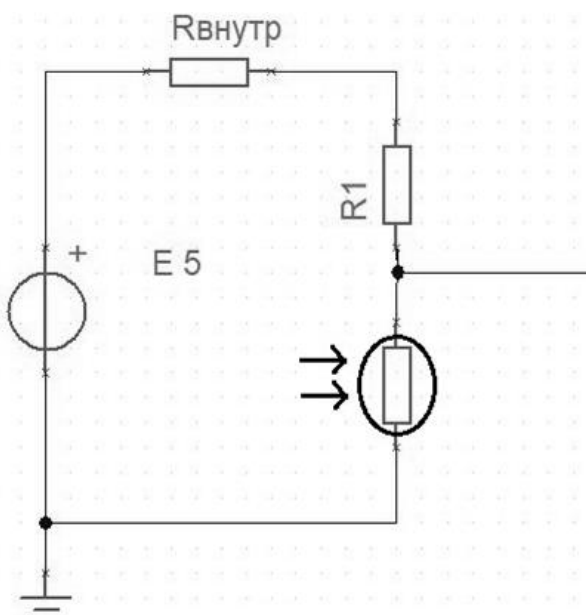


- 4) Ниже представленную электрическую схему можно представить в виде реального источника напряжения с внутренним сопротивлением и подключённым к нему нагрузочным резистором. Определите, чему равно внутреннее сопротивление данного источника, если $R_n = 2 \text{ кОм}$.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ



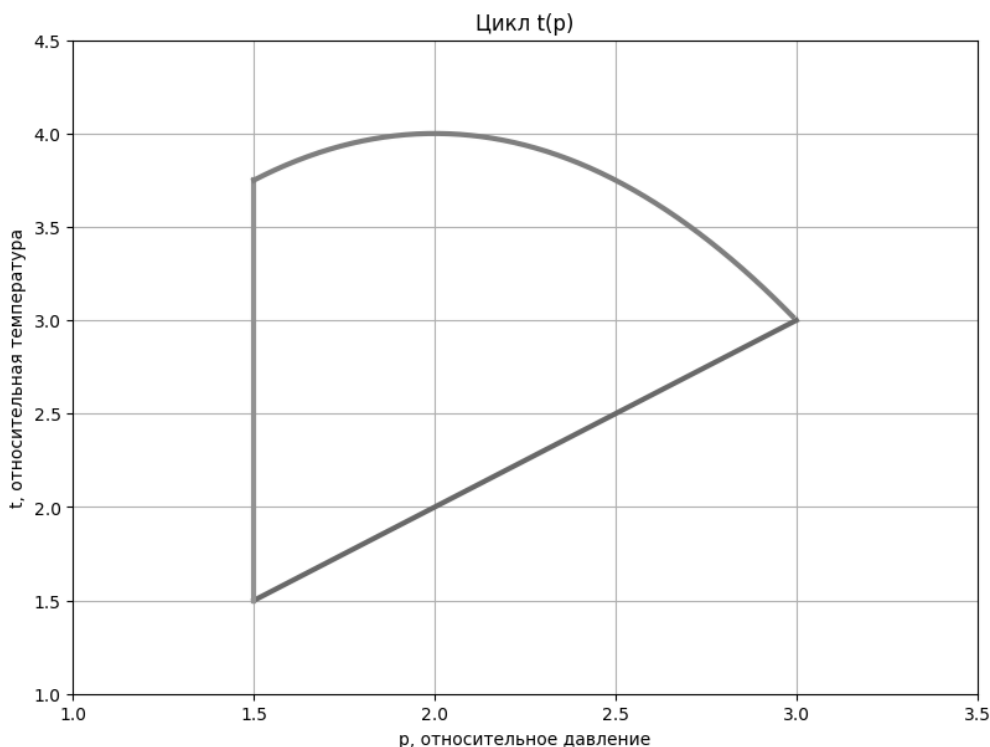
- 5) К аналоговому пину платы Arduino Uno подключена данная электрическая схема. Определить значения выводимые при максимальной и минимальной засветки фоторезистора, выводимое с помощью операции `analogRead()`. Известно, что при максимальной засветке фоторезистора мы получаем значение 100 Ом, а при минимальной 2кОм. Источник питания 5В, его внутреннее сопротивление 10Ом, сопротивление $R_1 = 1$ 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 -объем газа. Найдите работу газа A в этом процессе, если $T_0 = 250\text{K}$. Каков КПД цикла? Газовая постоянная $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль К}}$

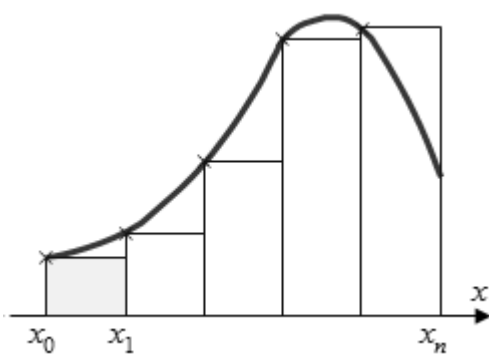
МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 5

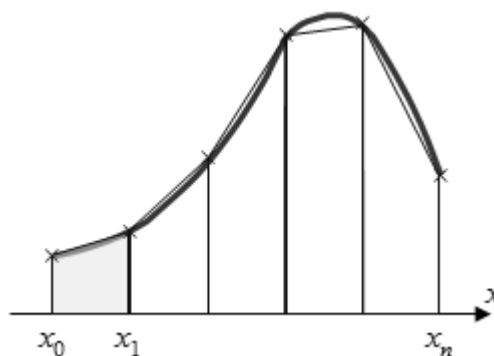
Одной из привычных задач для школьника является вычисление работы силы на каком то участке. Например, в случае движения тела под действием этой силы. Однако в реальных системах сила редко остаётся постоянной и меняется в зависимости от расстояния или времени. Например, когда рабочий перемещает на телеге груз по предприятию, он может уставать, замедляться или ускоряться, что будет приводить к изменению силы тяги тележки. В этом случае задача расчёта совершенной механической работы потребует рассмотреть все возможные случаи силы для непрерывного действия и формула будет выглядеть следующим образом:

$$A = \int F(x)dx$$

Приведённая формула представляет собой неопределённый интеграл, или предел суммы силы на некоторых промежутках dx при стремлении этой величины к нулю. Если мы хотим вычислить работу на каком то конкретном участке, то интеграл превратится в определённый, то есть вычисляемый между конечной и начальной точкой. Серьёзной проблемой для физиков является то, что компьютер, широко применяемый в современном физическом эксперименте, не умеет работать с непрерывными функциями. Для выполнения численного интегрирования функция делится на некоторые малые промежутки, на которых будет происходить вычисление искомого результата интегрирования, однако подходы к этому расчёту могут отличаться. Наиболее популярными считаются метод трапеций и метод прямоугольников. В случае первого способа, кривая делится на маленькие прямоугольники (максимально приближённо к форме кривой), считается площадь каждого из прямоугольников и суммируется. В случае второго способа используются трапеции вместо прямоугольников, что делает приближение более точным.



Метод левых прямоугольников



Метод трапеций

Рассмотрим движение тела в воздухе. В обычных задачах мы рассматриваем движение материальной точки, что позволяет не учитывать сложные силы, такие как силу сопротивления воздуха. Однако для крупных объектов она оказывает большое влияние на движения, так как зависит от скорости по следующей формуле:

$$F(v) = -kv$$

где v - скорость движения тела, а k - некоторый коэффициент пропорциональности.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

3) Определите работу силы сопротивления воздуха для тела массой $m = 200$ г , пролетевшего расстояние $l = 10$ м строго горизонтально относительно поверхности земли с постоянной скоростью $v = 20$ м/с. Коэффициент k примите равным 0.0005 кг/м.

4) Напишите алгоритм реализации метода прямоугольников и метода трапеций для определения работы силы сопротивления воздуха в виде псевдокода.

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
```