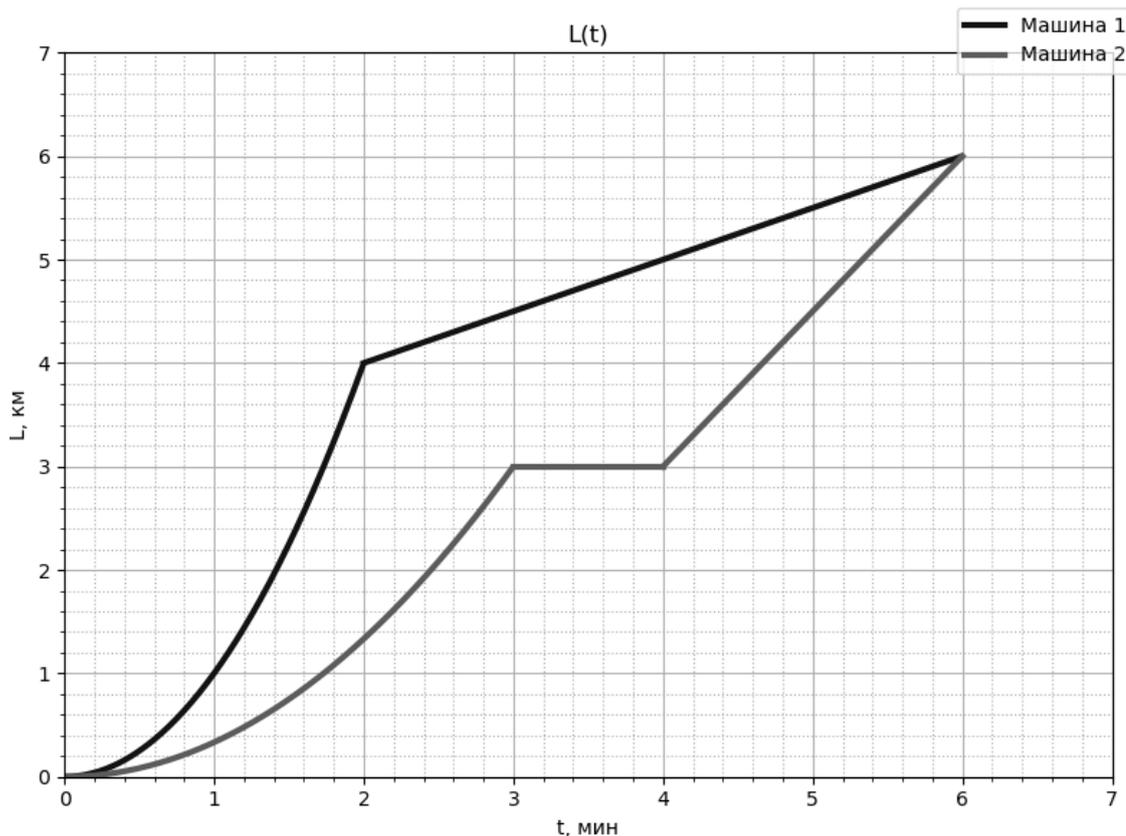


МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

9 класс
Вариант 1

Задача 1

Две машины одновременно выезжают из одной точки и едут по прямой наперегонки дистанцию в 6 км. График зависимости пройденного ими расстояния от времени представлен на рисунке (машина 1 - верхний график, машина 2 - нижний график).



Дайте ответ на следующие вопросы:

- 1) С каким отставанием по времени машины прошли отметку в 2 км?
- 2) Какое расстояние между машинами на 4 мин 24 сек гонки?
- 3) Какая машина развила наибольшую скорость во время гонки? В какой момент?
- 4) Какова относительная скорость машин в период с 4 мин по 6 мин?
- 5) Нарисуйте блок-схему программы, находящей относительную скорость машин по значениям пройденного расстояния и времени в начале и в конце участка.

Входные данные:

L_{10} - значение расстояния, пройденного машиной 1 к моменту времени t_0 ;

L_1 - значение расстояния, пройденного машиной 1 к моменту времени t ;

L_{20} - значение расстояния, пройденного машиной 2 к моменту времени t_0 ;

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

L_2 - значение расстояния, пройденного машиной 2 к моменту времени t ;

t_0 - начальный момент времени;

t - конечный момент времени;

Выходные данные:

v - относительная скорость машин

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 2

Все тела при движении в жидкости с *ненулевой* постоянной скоростью испытывают действие силы сопротивления. Но если тело начинает ускоряться в жидкости, то оно испытывает дополнительное сопротивление (сверх того, что уже имелось), обусловленное действием так называемой силы присоединенной массы жидкости. Физический смысл этой силы состоит в том, что тело при ускорении вынуждено дополнительно разогнать и некий окружающий его слой жидкости, что требует дополнительных энергетических затрат. В результате, к телу как-бы «прилипает» дополнительная масса жидкости, движущаяся с таким же ускорением, как и тело.

В опыте по наблюдению гравитационного осаждения сферы массой 2 г в воде была измерена скорость движения тела, представленная на рисунке 1. Используя этот рисунок, определите присоединенную массу жидкости в момент начала ее падения. Принять плотность материала шарика равным 2450 кг/м³, воды – 998 кг/м³. Ответ дать в граммах, округлив до двух значащих цифр после запятой.

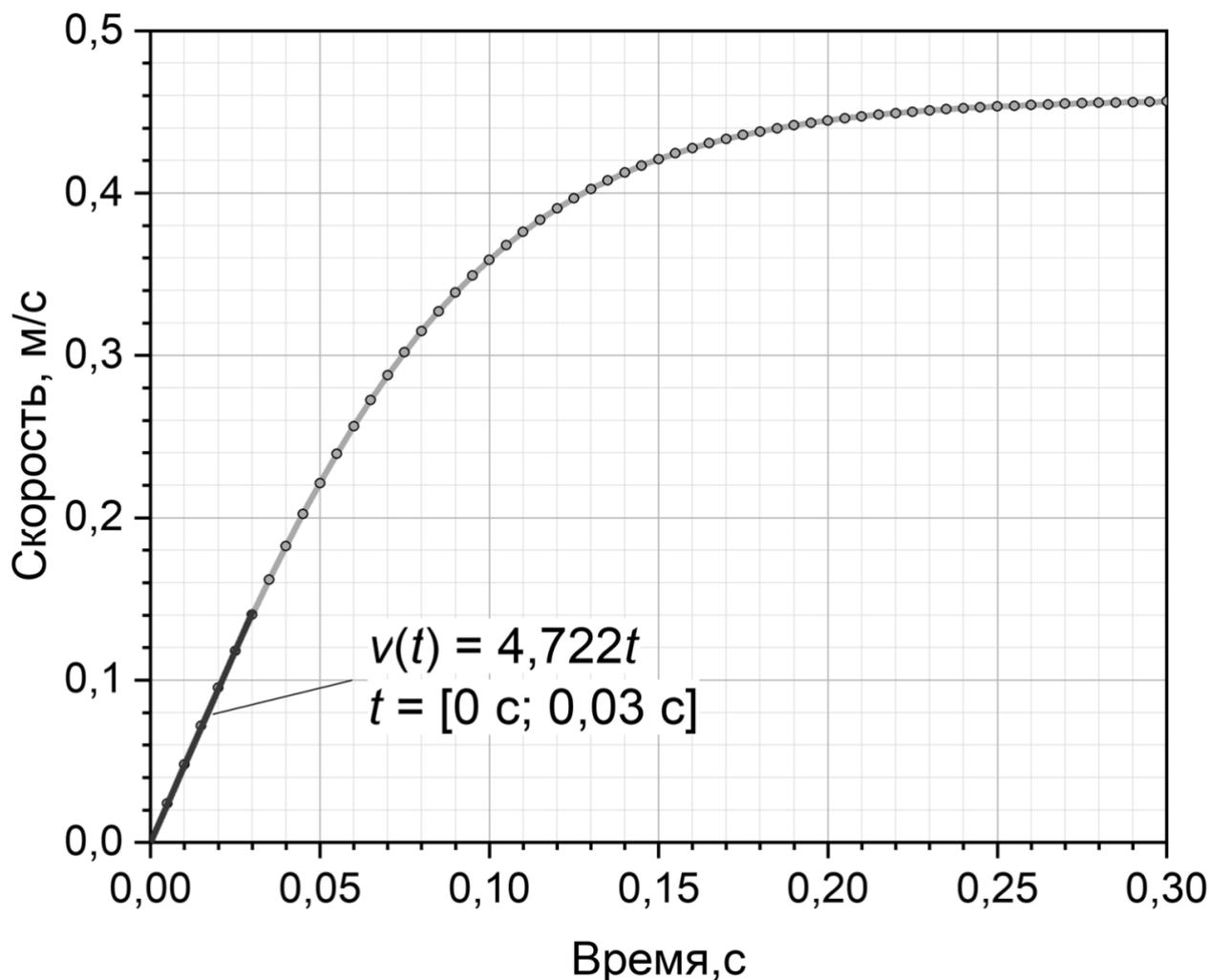


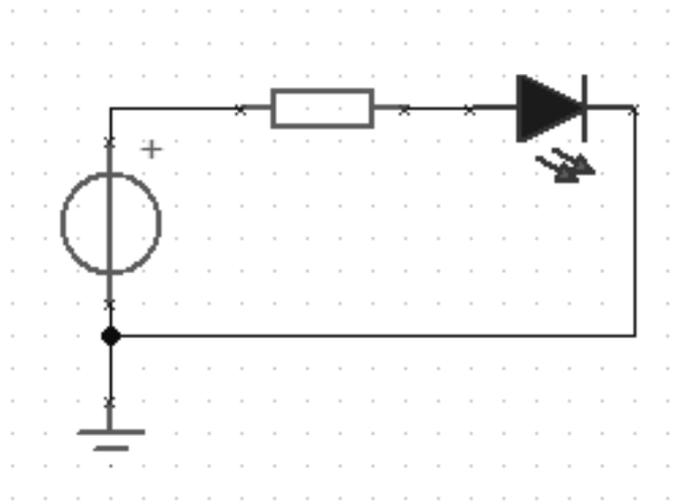
Рисунок 1 – Динамика изменения скорости шарика при его падении в жидкости

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

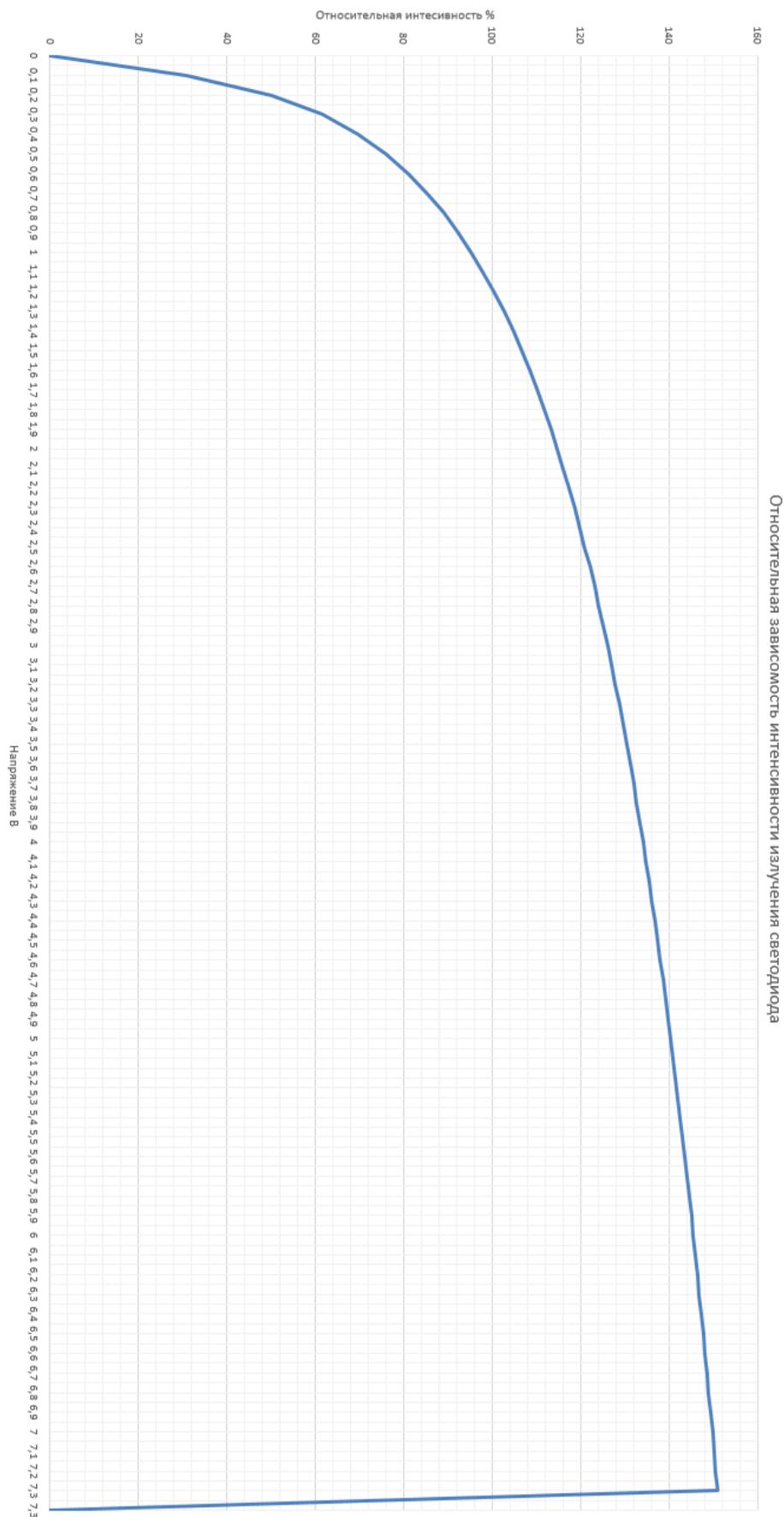
Задача 3

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

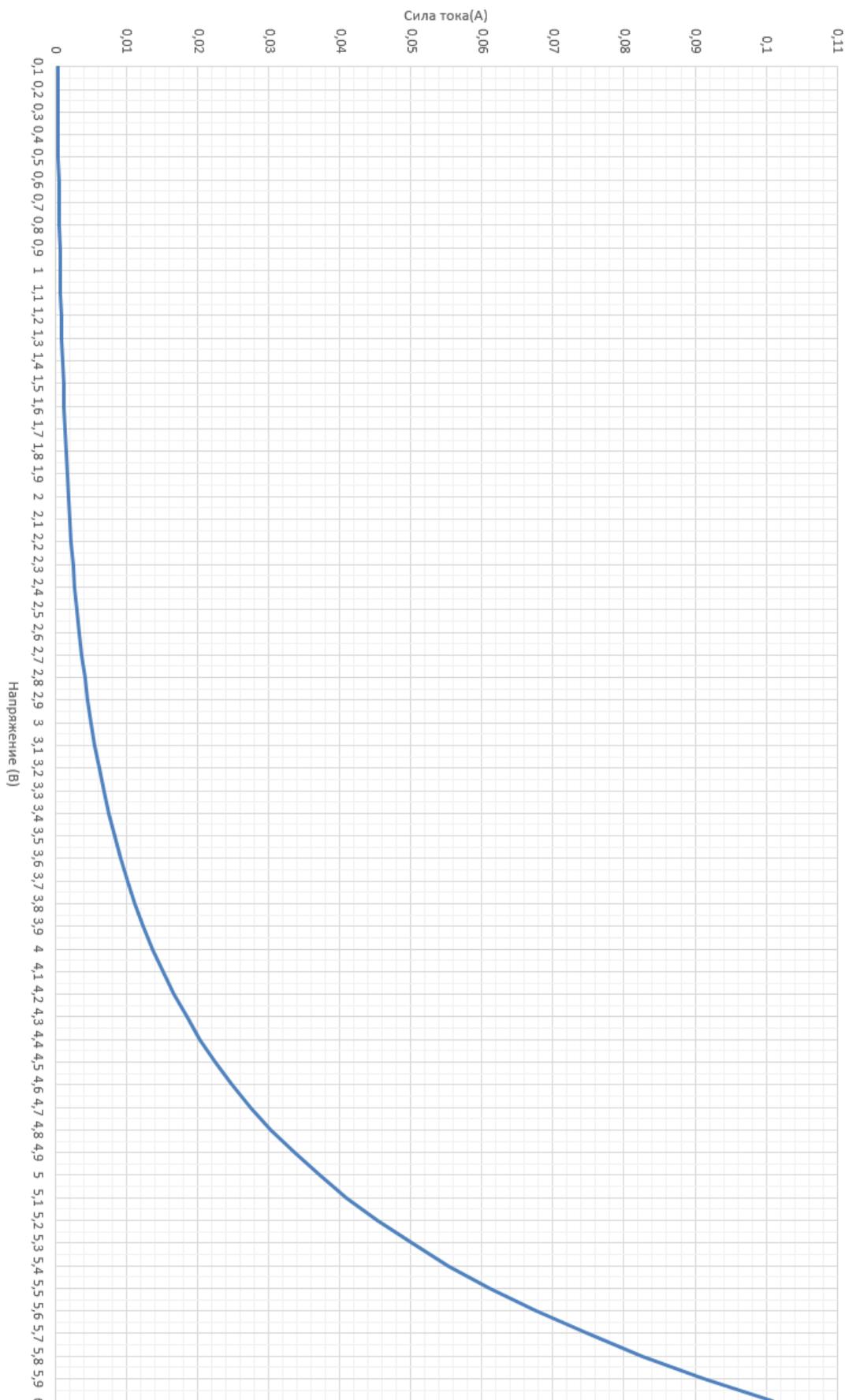
- 1) Что такое светодиод?
- 2) Чем идеальный источник напряжения отличается от реального?
- 3) Рассчитайте номинал сопротивления и рассеиваемую мощность резистора на данной схеме, на основании графиков зависимости интенсивности излучения светодиода и его вольтамперной характеристики при мощности работы светодиода на 124%. Источник напряжения 6 В.



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ



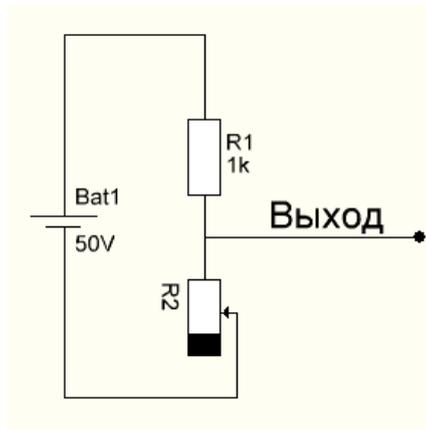
МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ



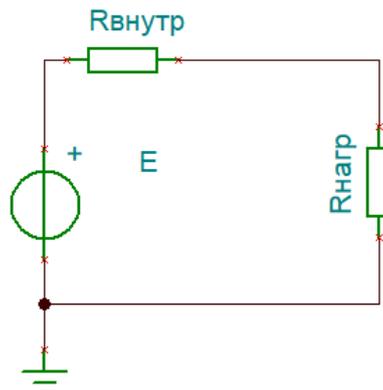
МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

4) Рассчитайте минимальное значение напряжения на выходе схемы при диапазоне потенциометра от 1500 Ом до 4700 Ом. Считайте, что сопротивление $R_{\text{вых}} \rightarrow \infty$.



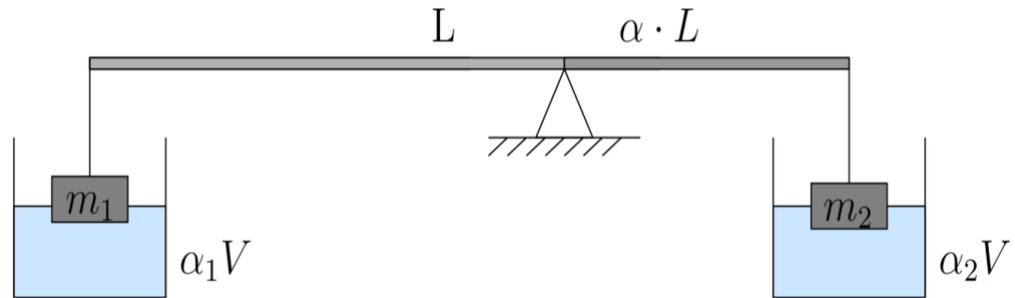
5) Постройте вольт-амперную характеристику реального источника напряжения при изменении нагрузки, если известно $E = 10\text{В}$, $R_{\text{внутр}} = 1000\text{Ом}$.



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 4

Два груза одинакового объема V и массами m_1 и m_2 погружены в сосуды с водой на α_1 и α_2 своего объема соответственно. Грузы привязаны нитями к краям невесомого рычага длиной $(\alpha + 1)L$, а точка опоры рычага находится на расстоянии L от левого края.



Система находится в равновесии. Найдите объем V грузов, если

1) $\alpha_1 = \frac{3}{5}$, $\alpha_2 = \frac{1}{5}$

2) $\alpha = 2$

3) $m_1 = 4$ кг

4) $m_2 = 1$ кг

Плотность воды $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 5

Решая школьные задачи, чаще всего мы не задумываемся о точности определения нашего результата. Сколько знаков после запятой при вычислении «столбиком» мы можем получить? А сколько знаков после запятой записывать, получая значение на калькуляторе? Более того, если задуматься глубже, то мы вообще не можем предсказать, какая будет точность нашего решения. Такой подход совершенно не допустим в современной теоретической физике, основанной на сложных вычислениях, чаще выполняемых с помощью компьютера. Однако этот факт даёт нам возможность получить решение какого-либо физического уравнения с заданной точностью. Одним из простейших методов, позволяющих это сделать, является метод простых итераций. Для лучшего его понимания рассмотрим систему, в которой жидкость совершает движение по трубе с известными параметрами. Определим этим методом скорость потока жидкости в трубе с учетом трения. Жидкость течёт по горизонтальной трубе длиной L и диаметром D . Перепад давления на концах трубы равен ΔP . Скорость потока v зависит от трения о стенки трубы, которое описывается уравнением Дарси-Вейсбаха:

$$\Delta P = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

В этом уравнении f - коэффициент трения в трубе, зависящий от шероховатости трубы, а также от значения числа Рейнольдса, определяющего характер движения жидкости в трубе. Значение коэффициента трения может быть вычислено по следующей формуле:

$$f = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}, Re = \frac{\rho v D}{\mu}$$

Суть метода простых итераций заключается в последовательном расчёте значения величины, и сравнения его с некоторым заданным числом, определяющим точность получения результата. В случае, если точность не соответствует заданной, значение меняется на более точное и вычисление повторяется. Таким образом, можно получить значение величины с заданной точностью. Исходя из приведённого описания:

- 1) Определите скорость потока жидкости (воды) для горизонтальной трубы длиной 5 м и диаметром 0,01 м. Перепад давления на концах трубы равен 5000 Па.
- 2) Напишите программу в формате псевдокода, реализующую программу по расчёту значения скорости методом простых итераций. Пример программы для расчёта суммы двух чисел в виде псевдокода приведён ниже:

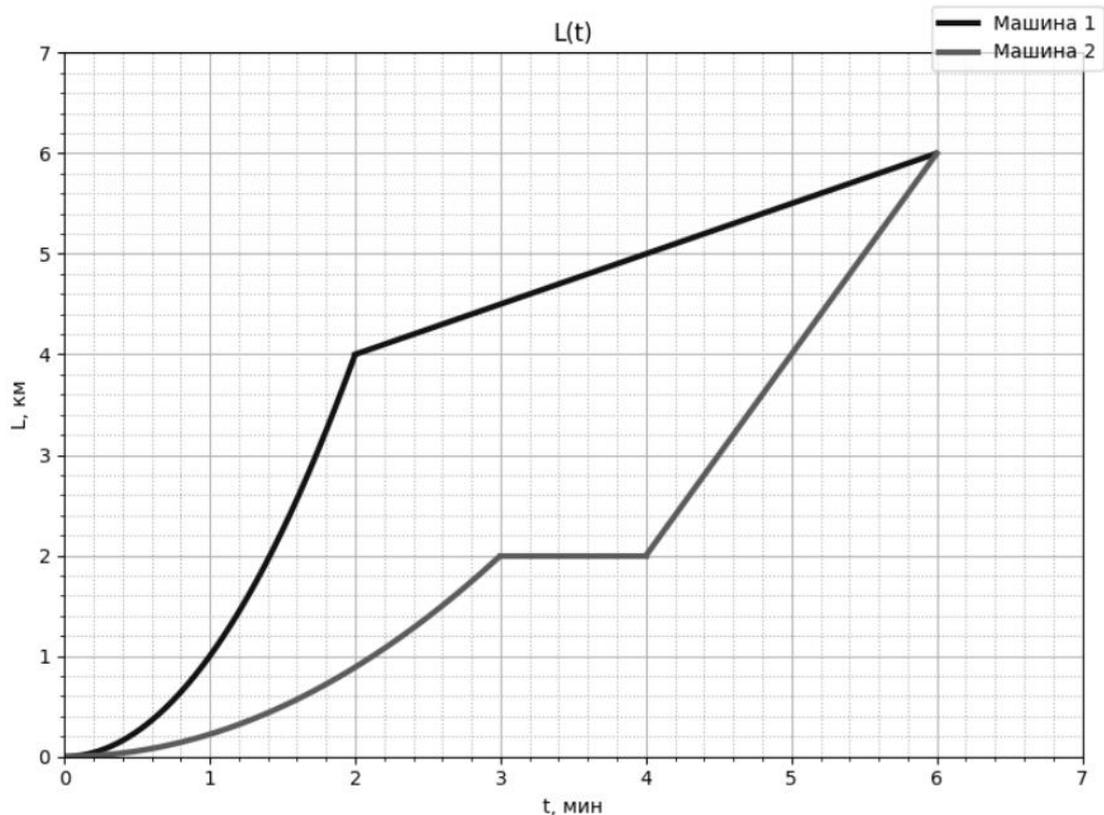
1	алг СУММА
2	нач
3	A=0;
4	B=0;
5	V=0;
6	ввод (A);
7	ввод (B);
8	V = A + B;
9	вывод ('Значение V равно', V);
10	кон алг СУММА

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

9 класс
Вариант 2

Задача 1

Две машины одновременно выезжают из одной точки и едут по прямой наперегонки дистанцию в 6 км. График зависимости пройденного ими расстояния от времени представлен на рисунке (машина 1 - верхний график, машина 2 - нижний график).



Дайте ответ на следующие вопросы:

- 1) С каким отставанием по времени машины прошли отметку в 4 км?
- 2) Какое расстояние между машинами на 4 мин гонки?
- 3) Какая машина развила наибольшую скорость во время гонки? В какой момент?
- 4) Какова относительная скорость машин в период с 4 мин по 6 мин?
- 5) Нарисуйте блок-схему программы, находящей относительную скорость машин по значениям пройденного расстояния и времени в начале и в конце участка.

Входные данные:

L_{10} - значение расстояния, пройденного машиной 1 к моменту времени t_0 ;

L_1 - значение расстояния, пройденного машиной 1 к моменту времени t ;

L_{20} - значение расстояния, пройденного машиной 2 к моменту времени t_0 ;

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

L_2 - значение расстояния, пройденного машиной 2 к моменту времени t ;

t_0 - начальный момент времени;

t - конечный момент времени;

Выходные данные:

v - относительная скорость машин

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 2

Все тела при движении в жидкости с *ненулевой* постоянной скоростью испытывают действие силы сопротивления. Но если тело начинает ускоряться в жидкости, то оно испытывает дополнительное сопротивление (сверх того, что уже имелось), обусловленное действием так называемой силы присоединенной массы жидкости. Физический смысл этой силы состоит в том, что тело при ускорении вынуждено дополнительно разогнать и некий окружающий его слой жидкости, что требует дополнительных энергетических затрат. В результате, к телу как-бы «прилипает» дополнительная масса жидкости, движущаяся с таким же ускорением, как и тело.

В опыте по наблюдению гравитационного осаждения сферы массой 3 г в водно-глицериновом растворе была измерена скорость движения тела, представленная на рисунке 1. Используя этот рисунок, определите присоединенную массу жидкости в момент начала ее падения. Принять плотность материала шарика равным 7570 кг/м^3 , жидкости – 1150 кг/м^3 . Ответ дать в граммах, округлив до двух значащих цифр после запятой.

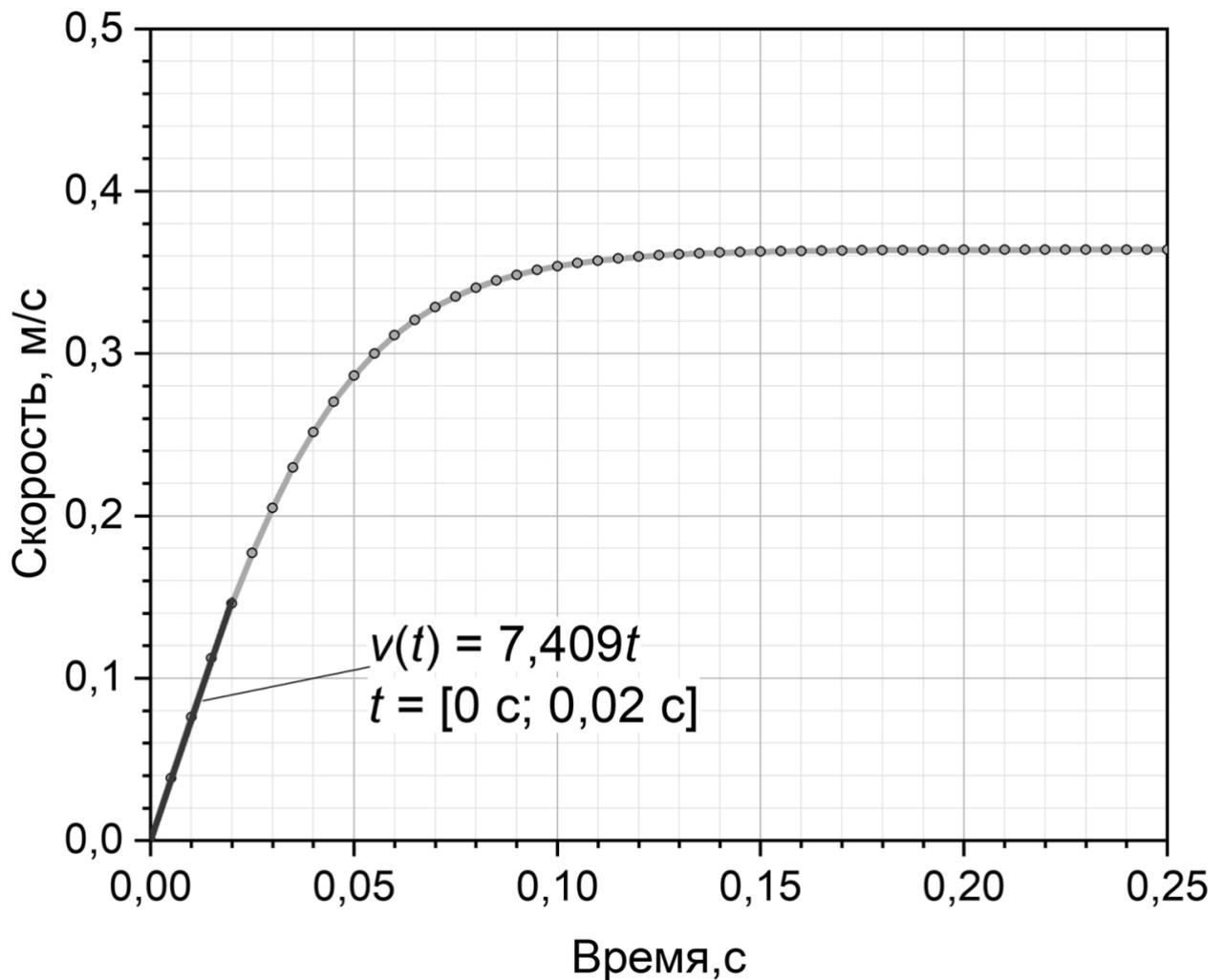


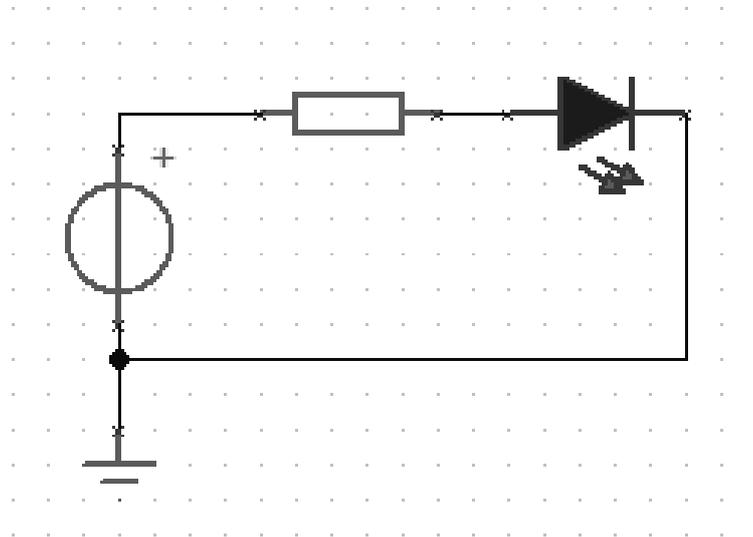
Рисунок 1 – Динамика изменения скорости шарика при его падении в жидкости

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

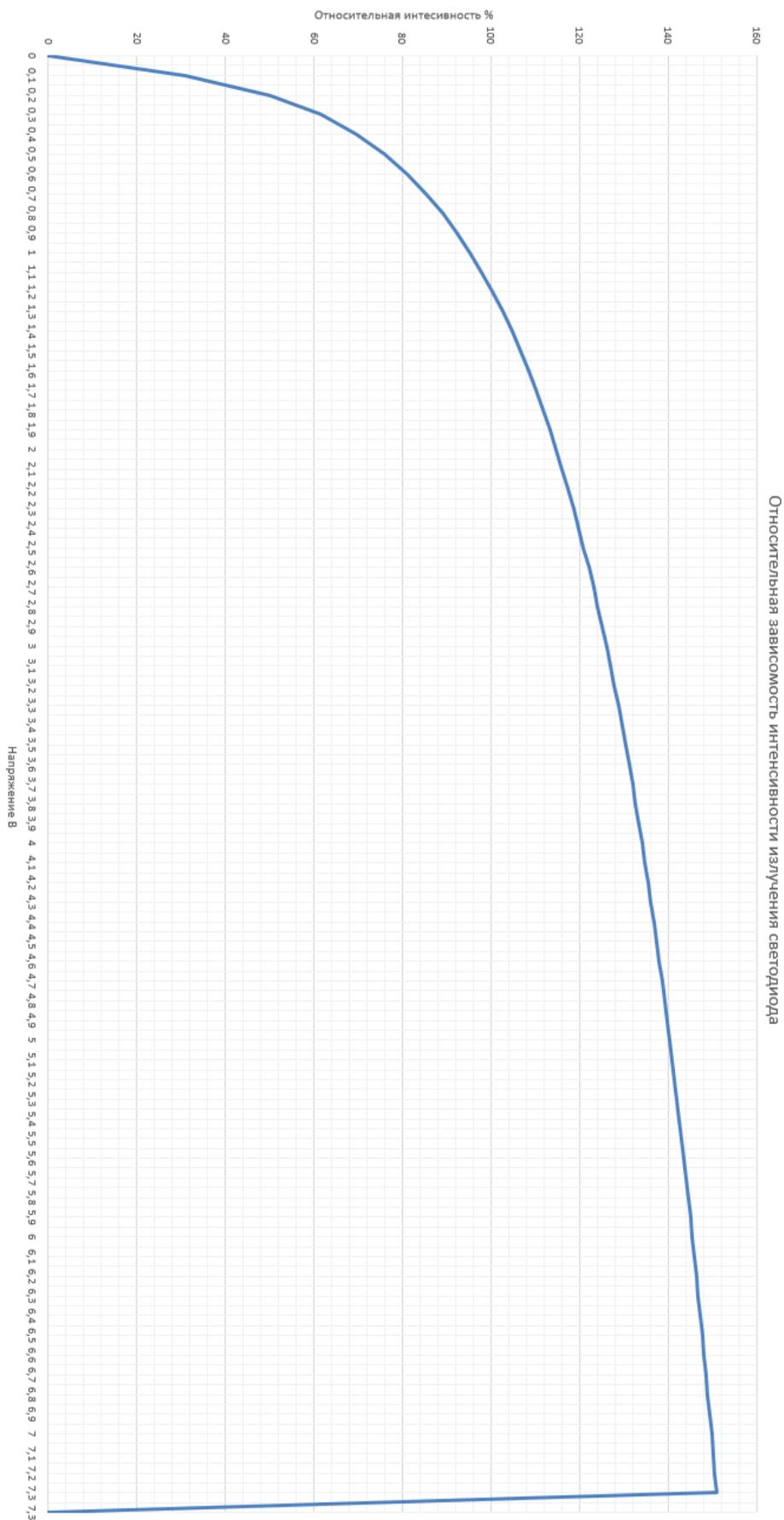
Задача 3

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

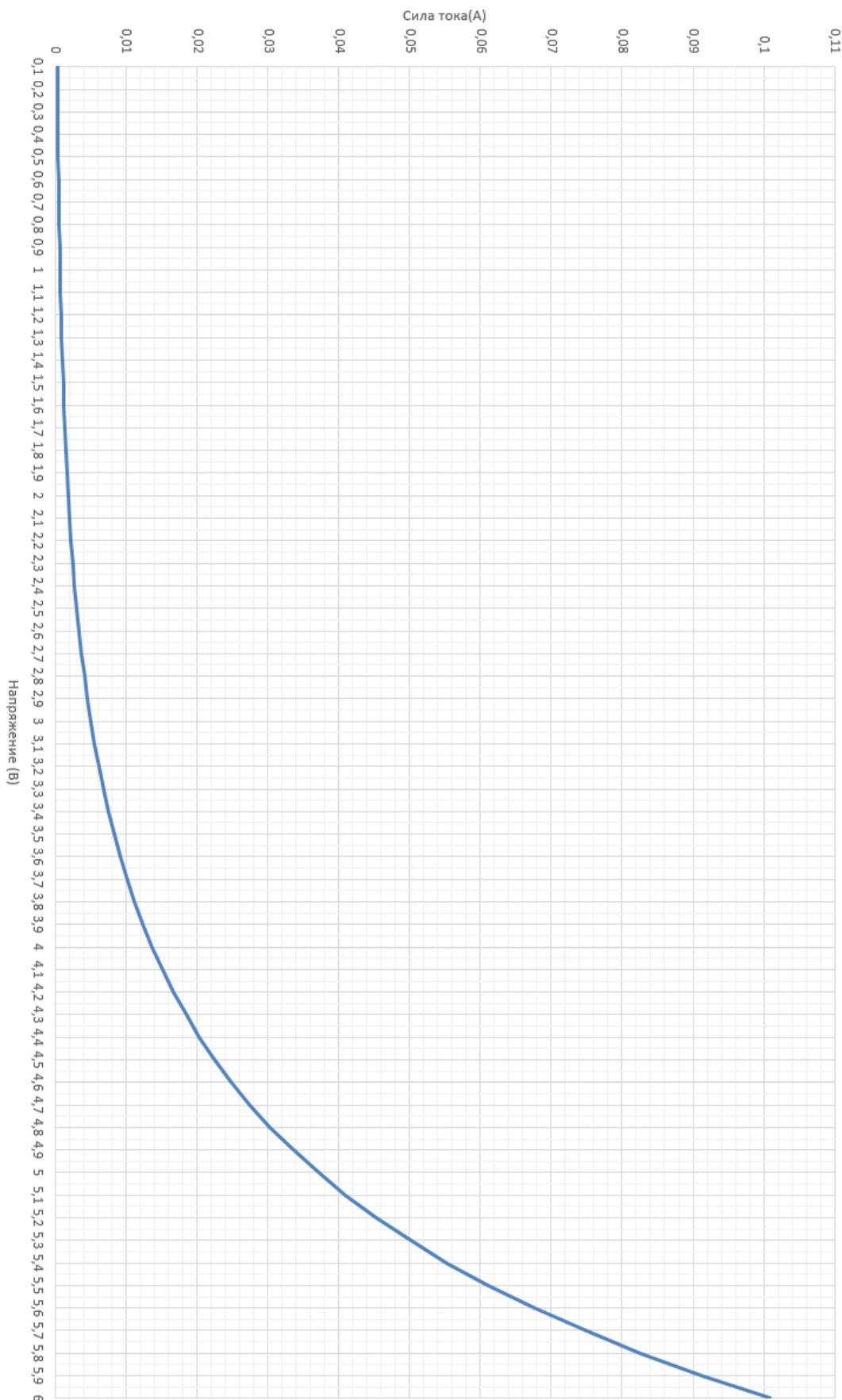
- 1) Зачем в розетках присутствует земля и какой у нее потенциал?
- 2) Что такое конденсатор?
- 3) Рассчитайте номинал сопротивления и рассеиваемую мощность резистора на данной схеме, на основании графиков зависимости интенсивности излучения светодиода и его вольт-амперной характеристики при мощности работы светодиода на 128%. Источник напряжения 6,2В.



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ



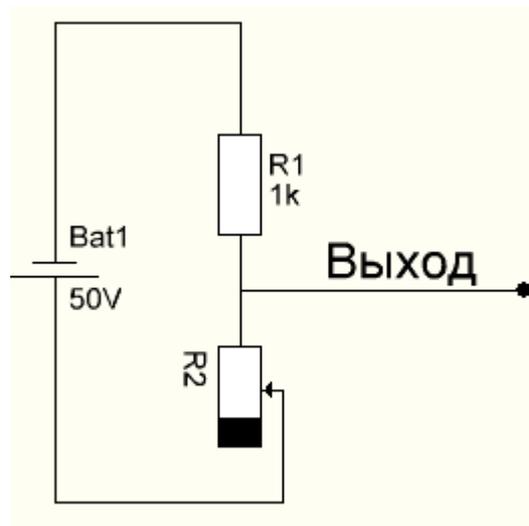
МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ



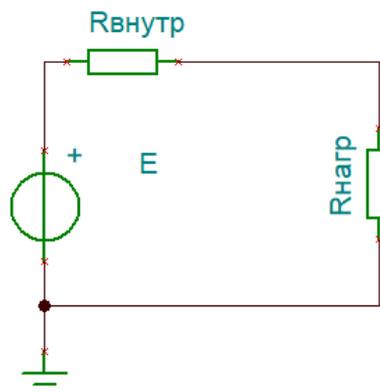
Вольт-амперная характеристика светодиода

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

4) Рассчитайте минимальное значение напряжения на выходе схемы при диапазоне потенциометра от 1500 Ом до 4700 Ом. Считайте, что сопротивление $R_{\text{вых}} \rightarrow \infty$.



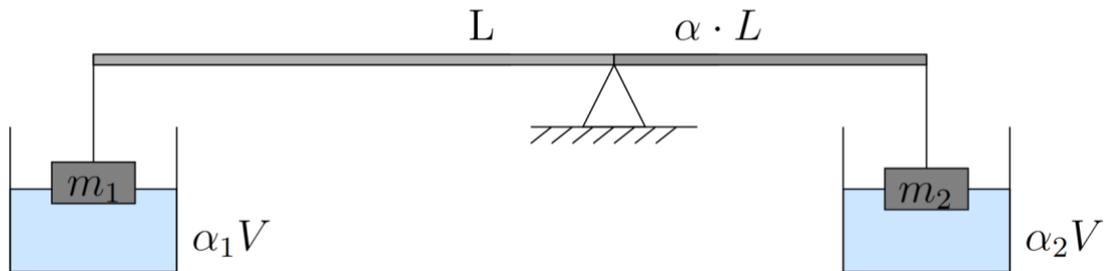
5) Постройте вольт-амперную характеристику реального источника напряжения при изменении нагрузки, если известно $E = 5\text{В}$, $R_{\text{внутр}} = 1\text{кОм}$.



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 4

Два груза одинакового объема V и массами m_1 и m_2 погружены в сосуды с водой на α_1 и α_2 своего объема соответственно. Грузы привязаны нитями к краям невесомого рычага длиной $(\alpha + 1)L$, а точка опоры рычага находится на расстоянии L от левого края (см. рисунок).



Система находится в равновесии. Найдите объем V грузов, если

- 1) $\alpha_1 = \frac{5}{9}, \alpha_2 = \frac{2}{3}$
- 2) $\alpha = \frac{1}{3}$
- 3) $m_1 = 2$ кг
- 4) $m_2 = 3$ кг

Плотность воды $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 5

Решая школьные задачи, чаще всего мы не задумываемся о точности определения нашего результата. Сколько знаков после запятой при вычислении «столбиком» мы можем получить? А сколько знаков после запятой записывать, получая значение на калькуляторе? Более того, если задуматься глубже, то мы вообще не можем предсказать, какая будет точность нашего решения. Такой подход совершенно не допустим в современной теоретической физике, основанной на сложных вычислениях, чаще выполняемых с помощью компьютера. Однако этот факт даёт нам возможность получить решение какого-либо физического уравнения с заданной точностью. Одним из простейших методов, позволяющих это сделать, является метод простых итераций. Для лучшего его понимания рассмотрим систему, в которой жидкость совершает движение по трубе с известными параметрами. Определим этим методом скорость потока жидкости в трубе с учетом трения. Жидкость течёт по горизонтальной трубе длиной L и диаметром D . Перепад давления на концах трубы равен ΔP . Скорость потока v зависит от трения о стенки трубы, которое описывается уравнением Дарси-Вейсбаха:

$$\Delta P = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

В этом уравнении f - коэффициент трения в трубе, зависящий от шероховатости трубы, а также от значения числа Рейнольдса, определяющего характер движения жидкости в трубе. Значение коэффициента трения может быть вычислено по следующей формуле:

$$f = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}, Re = \frac{\rho v D}{\mu}$$

Суть метода простых итераций заключается в последовательном расчёте значения величины, и сравнения его с некоторым заданным числом, определяющим точность получения результата. В случае, если точность не соответствует заданной, значение меняется на более точное и вычисление повторяется. Таким образом, можно получить значение величины с заданной точностью. Исходя из приведённого описания:

- 1) Определите скорость потока жидкости (воды) для горизонтальной трубы длиной 10 м и диаметром 0,02 м. Перепад давления на концах трубы равен 5000 Па.
- 2) Напишите программу в формате псевдокода, реализующую программу по расчёту значения скорости методом простых итераций. 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