

# Цифровой инжиниринг в строительстве

2022/23 учебный год

## Заключительный этап

### Предметный тур

#### Информатика. 8–11 класс

##### *Задача VI.1.1.1. Закон Мура (10 баллов)*

###### *Условие*

Эмпирический закон Мура говорит, что количество транзисторов, размещаемых на одном кристалле интегральной схемы удваивается каждые два года.

Напишите программу, которая определит во сколько раз должно увеличиться количество транзисторов на одном кристалле интегральной схемы за  $n$  лет при условии выполнения закона Мура. Число  $n$  всегда будет четным.

###### *Формат входных данных*

На вход подается одно четное натуральное число  $n$  — количество лет, ( $2 \leq n \leq 30$ ).

###### *Формат выходных данных*

Вывести одно целое число — ответ на поставленный вопрос.

###### *Методика проверки*

Программа проверяется на 10 тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл.

###### *Примеры*

###### *Пример №1*

Стандартный ввод
6
Стандартный вывод
8

---

## Задача VI.1.1.2. Оплата электроэнергии (12 баллов)

### Условие

Для освещения офисного помещения используется два вида лампочек. Мощность первого вида лампочек составляет  $p_1$  ватт, а второго —  $p_2$  ватт. Во всех светильниках в совокупности используется  $n_1$  лампочек первого вида и  $n_2$  второго. Свет в помещении горит  $t$  часов в месяц. Цена одного киловатт-часа электроэнергии составляет  $s$  копеек.

Напишите программу, которая найдет стоимость электроэнергии, требуемой для освещения помещения в течении месяца. Стоимость вычисляется в рублях и округляется до ближайшего целого числа.

В языке Python для округления вещественного числа до ближайшего целого используется функция `round`. Например, в результате выполнения следующей команды в переменную `b` будет записано округленное значение из переменной `a`.

```
b = round(a)
```

### Формат входных данных

На вход в первой строке подается два целых числа  $n_1$  и  $p_1$  — количество лампочек первого вида и электрическая мощность одной лампочки в ваттах соответственно, ( $0 \leq n_1 \leq 100$ ), ( $1 \leq p_1 \leq 100$ ). Далее во второй строке на вход аналогично подаются числа  $n_2$  и  $p_2$  — количество и мощность лампочек второго вида.

В третьей строке записано одно целое число  $t$  — количество часов в месяце, в течении которых горит свет, ( $0 \leq t \leq 744$ ).

В четвертой строке записано одно целое число  $s$  — цена одного киловатт-часа электроэнергии в копейках, ( $1 \leq s \leq 1000$ ).

### Формат выходных данных

Вывести одно целое число — ответ на поставленный вопрос.

### Методика проверки

Программа проверяется на 12 тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл.

### Примеры

#### Пример №1

Стандартный ввод
12 15
20 6
205
570
Стандартный вывод
351

---

### *Пояснения к примеру*

В тестовом примере суммарная мощность всех лампочек составляет 0,3 киловатта, за 205 часов потребление электроэнергии составит 61,5 киловатт – часа. При цене в 5,70 рубля за один киловатт-час стоимость электроэнергии составит 350,55 рублей, что будет округлено до 351 рубля.

### *Задача VI.1.1.3. Переезд библиотеки (18 баллов)*

#### *Условие*

Школьная библиотека переезжает в новое помещение. Все книги были упакованы в  $n$  связок, и теперь их требуется перенести. На помощь позвали  $m$  учеников этой школы. Каждый ученик сможет перенести одну связку книг. Кроме того, у библиотекаря есть  $k$  шоколадок. Библиотекарь может подарить шоколадки некоторым школьникам, и тогда каждый школьник, которому подарили хотя бы одну шоколадку, перенесет не одну связку книг, а две. Больше двух связок один школьник не сможет перенести в любом случае.

Напишите программу, которая определит какое максимальное число связок книг может быть перенесено школьниками.

#### *Формат входных данных*

На вход в одной строке подаются три целых числа  $n$ ,  $m$ ,  $k$  — количество связок книг, число школьников и количество шоколадок соответственно, ( $0 \leq n, m, k \leq 1000$ ).

#### *Формат выходных данных*

Вывести одно целое число — ответ на поставленный вопрос.

#### *Методика проверки*

Программа проверяется на 18 тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл.

#### *Примеры*

##### *Пример №1*

<b>Стандартный ввод</b>
20 8 5
<b>Стандартный вывод</b>
13

Пример №2

<b>Стандартный ввод</b>
20 8 15
<b>Стандартный вывод</b>
16

Пример №3

<b>Стандартный ввод</b>
7 8 15
<b>Стандартный вывод</b>
7

**Задача VI.1.1.4. Количество осадков (24 баллов)**

**Условие**

Новости о погоде часто содержат информацию подобную следующей: «В прошедшем месяце в нашем городе выпало 140 миллиметров осадков, что на 15 процентов выше (ниже) нормы для этого месяца». Один ваш друг собрал информацию такого вида за все 12 месяцев некоторого года. Каждая информационная запись содержит два числа  $h_i$  и  $p_i$ , где  $h_i$  — количество осадков в  $i$ -том месяце, а  $p_i$  — процент отличия выпавшего количества осадков от нормы для этого месяца. Например, запись

140 15

означает, что выпало 140 миллиметров осадков, и эта величина на 15 процентов больше нормы. А запись

120 -20

означает, что выпало 120 миллиметров осадков, и эта величина на 20 процентов меньше нормы.

Теперь ваш друг хочет узнать, на сколько процентов выпавший объем осадков за год отличается от годовой нормы. Напишите программу, которая найдет это число.

**Формат входных данных**

На вход подается ровно 12 строк, которые содержат по два числа  $h_i$  и  $p_i$  — количество осадков в  $i$ -том месяце и процент отличия выпавшего количества осадков от нормы для этого месяца, ( $0 < h_i \leq 10000$ ), ( $-100 < p_i \leq 1000$ ).

**Формат выходных данных**

Вывести одно целое число — ответ на поставленный вопрос. Если количество осадков, выпавшее за год, больше нормы, то число должно быть положительным. Если количество осадков, выпавшее за год, меньше нормы, то число должно быть отрицательным. Если количество осадков совпадает с нормой, то ответ равен нулю.

---

## Методика проверки

Программа проверяется на 24 тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл.

### Примеры

#### Пример №1

Стандартный ввод
60 -25
40 -25
50 -25
50 0
50 0
50 0
180 100
40 0
40 0
40 0
40 0
40 0

Стандартный вывод
6.25

### Пояснения к примеру

В тестовом примере за первые три месяца выпало 150 миллиметров осадков, что на 25% ниже нормы. Отсюда можно заключить, что норма осадков за эти три месяца равна 200 миллиметрам, поскольку 150 на 25% меньше чем 200.

В седьмом месяце выпало 180 миллиметров осадков, что на 100% больше нормы. Отсюда можно заключить, что норма для этого месяца равна 90 миллиметров.

В остальные месяцы количество выпавших осадков совпадало с нормой. Таким образом можно посчитать, что за год выпало 680 миллиметров осадков при норме в 640 миллиметров. Далее заметим, что 680 больше чем 640 на 6,25%.

## Задача VI.1.1.5. Священные числа (36 баллов)

### Условие

В приведенном ниже отрывке из романа Умберто Эко «Имя Розы» монах Адсон находит священные числа, разглядывая Храмину в христианском монастыре.

---

*Мы подымались по крутой тропе, огибавшей гору. Вдруг аббатство встало перед нами. Меня поразила не толщина стен — такими стенами огораживались монастыри во всем христианском мире, — а громадность постройки, которая, как я узнал позже, и была Храминой. Восьмиугольное сооружение сбоку выглядело четырёхугольником (совершеннейшая из фигур, отображающая стойкость и неприступность Града Божия). Южные грани возвышались над площадью аббатства, а северные росли из склона горы и отважно повисали над бездной. Снизу, с некоторых точек, казалось, будто не постройка, а сама каменная скала громоздится до неба и, не меняя ни материала, ни цвета, переходит в сторожевую башню: произведение гигантов, родственных и земле, и небу. Три пояса окон сообщали тройной ритм ее вертикали, так что, оставаясь на земле физическим квадратом, в небе здание образовывало спиритуальный треугольник. Подойдя ближе, я увидел, что на каждом углу квадратного основания стоит башня-семигранник, из семи сторон которой пять обращены вовне, так что четыре стороны большого восьмигранника превращены в четыре малых семигранника, которые снаружи представляются пятигранниками. Не может быть человек равнодушен к такому множеству священных чисел, полных, каждое, тончайшего духовного смысла. Восемь — число совершенства любого квадрата, четыре — число евангелий, пять — число зон неба, семь — число даров Духа Святого.*

Обратите внимание, что в итоговом перечислении Адсон не указывает тройку, поскольку священность числа святой Троицы в христианском мире и так является несомненной.

Итак, все числа (и обозначающие их цифры), включая тройку, указанные в этом отрывке, являются священными. Мы также будем считать священными все числа, десятичная запись которых состоит только из священных цифр. Например, числа 378, 35, 444 мы будем считать священными, так как их запись состоит только из священных цифр. А числа 35687, 805 не будут являться священными, так как в записи первого числа есть цифра 6, а в записи второго — цифра 0.

Пусть задано некоторое число  $x$ . Вы должны написать программу, которая найдет наименьшее священное число  $y$ , которое будет больше или равно чем  $x$ .

### ***Формат входных данных***

На вход подается одно целое число  $x$ , ( $1 \leq x \leq 10^{100}$ ).

### ***Формат выходных данных***

Вывести целое число  $y$  — наименьшее священное число, которое будет больше или равно чем  $x$ .

### ***Методика проверки***

Программа проверяется на 36 тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл. При этом в первых 20 тестах число  $x$  не превосходит  $10^6$ .

---

## Примеры

### Пример №1

Стандартный ввод
385687
Стандартный вывод
385733

### Пример №2

Стандартный ввод
1
Стандартный вывод
3

### Пример №3

Стандартный ввод
89
Стандартный вывод
333

### Пример №4

Стандартный ввод
78543
Стандартный вывод
78543

## Физика. 8–9 классы

### Задача VI.1.2.1. (14 баллов)

Темы: равноускоренное движение.

#### Условие

Один из способов измерить высоту здания с помощью барометра — это уронить его с крыши и измерить время падения.

Катя и Юлия решили загадать друг другу высоты своих домов.

Оказалось, что время падения барометра с крыши Юлиного дома на секунду больше времени падения барометра с крыши дома Кати, а количество этажей отличается ровно в два раза.

---

Определите высоту дома Кати, если высота этажей в их домах одинакова и равна 3 метрам, а уровень крыши совпадает с потолком верхнего этажа.

Ускорение свободного падения считайте равным  $10 \text{ м/с}^2$ , также считайте, что уровень пола первого этажа совпадает с уровнем земли, а сопротивлением воздуха пренебрегите.

### **Задача VI.1.2.2. (14 баллов)**

Темы: преобразование энергии.

#### **Условие**

В десятиэтажном доме модернизируют лифт: теперь 50% высвобождаемой энергии рекуперируется<sup>1</sup> и может быть использована повторно. Также была оптимизирована масса противовеса — теперь она совпадает со средней массой лифта<sup>2</sup>.

Сделайте оценку того, за сколько лет окупится модернизация лифта на основе приведенных ниже статистических данных и обоснуйте ее.

Стоимость модернизации: 50 000 рублей.

Стоимость одного киловатт-часа: 6 рублей.

Масса лифта: 200 кг.

Масса противовеса: 320 кг.

Стандартная масса одного человека: 80 кг.

Максимальное количество пассажиров: 5 человек.

Среднее количество пассажиров: 3 человека.

Средняя разница между массой лифта<sup>2</sup> и массой противовеса: 120 кг.

Среднее количество поездок: 300 в каждую сторону в сутки.

Режим работы — низкая интенсивность<sup>3</sup>.

Скорость движения лифта после разгона: 1 м/с.

Ускорение лифта:  $0-0,8 \text{ м/с}^2$ .

Ускорение свободного падения равным  $10 \text{ м/с}^2$ , а высоту одного этажа равной 3

метрам.

---

<sup>1</sup>Рекуперация (от *recuperatio* «обратное получение; возвращение») — вид электромагнитного торможения, при котором высвобождаемая механическая энергия преобразуется в электрическую и используется для последующей работы.

<sup>2</sup>Не обязательно пустого.

<sup>3</sup>Это значит, что очередей практически не бывает. При подъеме пассажиров лифт после высадки сразу возвращается на этаж, с которого его вызывают чаще всего, то есть, на первый этаж, а при вызове вниз лифт приезжает пустым и едет с пассажирами на первый этаж, не делая промежуточных остановок.



### Задача VI.1.2.3. (24 баллов)

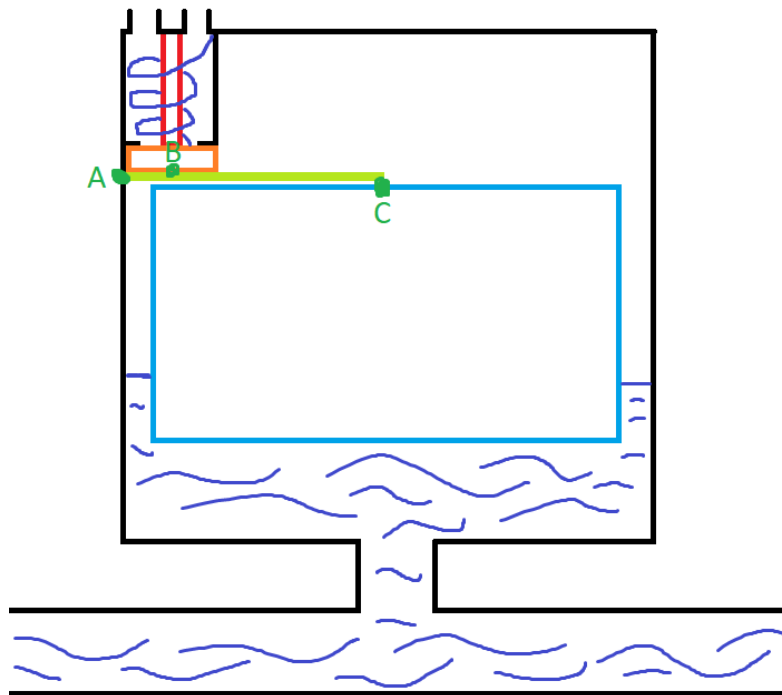
Темы: гидростатика.

#### Условие

Присутствие воздуха в системе отопления может приводить к нарушению ее работы. Для постепенного накопления и удаления пузырьков устанавливаются воздухоотводчики, состоящие из клапана, рычага и очень легкой поплавка (см. рисунок).

Когда воздухоотводчик наполнен воздухом, сжатая пружина с силой 3 Н сдвигает вниз резиновую мембрану диаметром 3 мм. При этом воздух выходит сквозь отверстие диаметром 2 мм до тех пор, пока вода не поднимет поплавок диаметром 5 см, и мембрана не прижмется обратно к отверстию (герметично). Определите на сколько сантиметров погружен поплавок в воду, в момент когда клапан закрылся, и на сколько он погружен в момент открытия клапана, если давление воды в 3,5 раза больше атмосферного давления 100 кПа.

Плотность воды считайте равной  $1000 \text{ кг/м}^3$ , расстояние  $AB = 2 \text{ мм}$ ,  $BC = 8 \text{ мм}$ , а ускорение свободного падения считайте равным  $10 \text{ м/с}^2$ .



---

### **Задача VI.1.2.4. (24 баллов)**

Темы: тепловые явления.

#### **Условие**

Для обогрева загородного дома используется переключаемая система отопления. Во время осенних каникул, когда температура на улице была примерно равна  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , котел нагревал воду в баке до  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а насос закачивал ее в трубу со скоростью  $0,5\text{ м/с}$ . Эта труба соединена с системой теплого пола, откуда вода возвращалась в бак с конечной температурой  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

На зимних каникулах было очень холодно, и система отопления была включена по-другому: температуру в баке установили равной  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а кроме системы теплого пола открыли кран на трубе, ведущей к батареям. Когда температура в доме вернулась к комфортной величине, оказалось, что температура воды, возвращающейся в бак из обеих труб равна  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Определите, чему была равна температура на улице во время зимних каникул, если зимой скорость воды, вытекающей из бака, была равна  $0,3\text{ м/с}$ ?

Диаметры труб одинаковы и равны  $2\text{ см}$ . Температура в доме во время всех каникул поддерживалась на уровне  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Плотность воды  $\rho = 1000\text{ кг/м}^3$ , удельная теплоёмкость воды  $c = 4200\text{ Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$  мощность теплообмена между телами пропорциональна разности их температур.

### **Задача VI.1.2.5. (24 баллов)**

Темы: электрические цепи.

#### **Условие**

Применение в электроснабжении проводов со слишком маленьким сечением, может привести к возникновению пожара. Особому риску подвержена кухня, где много электроприборов, потребляющих большую мощность.

Например, мощность стандартного электрического духового шкафа равна  $2500\text{ Вт}$ . Если подключить его к сети с помощью проводов сечением  $1,5\text{ мм}^2$  и включить на полную мощность — провода нагреются на  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Определите, до какой температуры нагреются провода площадью  $2,5\text{ мм}^2$  (стандартное сечение проводов, идущих от щитка к розеткам), если подключить с их помощью несколько кухонных приборов (см. список ниже), а затем, отключив на щитке предохранитель, включить все эти приборы одновременно?

Комнатную температуру считайте равной  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Температуру оплавления изоляции считайте равной  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Материал проводов во всех случаях одинаков, напряжение в сети всегда равно  $220\text{ Вольт}$  (в рамках этой задачи его можно считать постоянным).

---

Мощность теплопроводности между телами пропорциональна разности их температур и площади их контакта.

Список оборудования и максимальной потребляемой мощности.

- Духовой шкаф — 2500 Вт.
- Посудомоечная машина — 2000 Вт.
- Электрический чайник — 1800 Вт.
- Микроволновка — 700 Вт.
- Тостер — 500 Вт.

## Физика. 10–11 классы

### *Задача VI.1.3.1. (20 баллов)*

*Темы: гидродинамика.*

#### *Условие*

Николай решил построить фонтан. Предполагается, что погруженный в емкость насос будет подавать воду по горизонтальной трубе диаметром 20 см, заканчивающейся направленным вверх отверстием диаметром 5 см. По его расчетам, чтобы вода била на желаемую высоту требуется подключить насос, обеспечивающий скорость потока в трубе 0,5 м/с.

Определите какую эффективную мощность должен иметь этот насос.

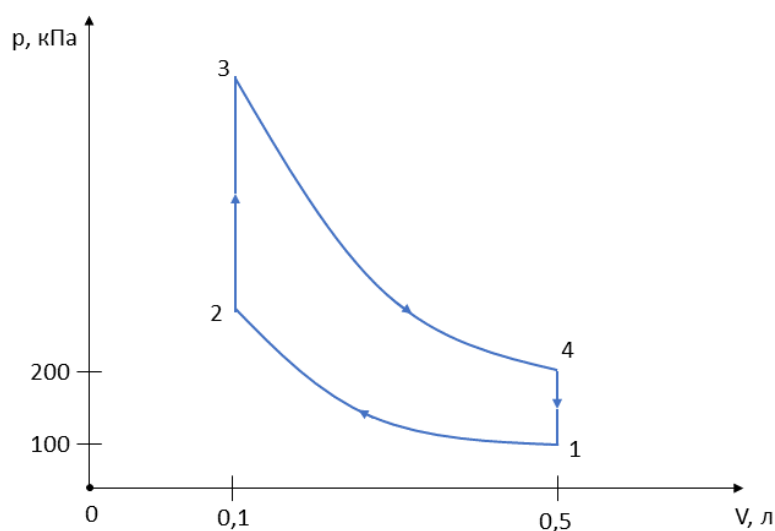
Плотность воды  $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ . Потерями на трение пренебречь.

### Задача VI.1.3.3. (20 баллов)

Темы: газовые законы.

#### Условие

Для электроснабжения загородных домов используются газопоршневые генераторы, работающие по циклу Отто. Схема работы типового генератора изображена на рисунке.



- в точке 1 происходит заполнение камеры сгорания воздухом с добавлением метана;
- на участке 1–2 происходит сжатие топливовоздушной смеси;
- на участке 2–3 происходит сгорание метана при постоянном объеме;
- на участке 3–4 происходит расширение газовой смеси;
- на участке 4–1 происходит охлаждение газовой смеси;
- в точке 1 происходит выпуск отработанных газов.

Рассчитайте мощность генератора при частоте 1500 циклов в минуту, если при сгорании газовая смесь получает 2 кДж теплоты, а КПД преобразования механической работы в электрическую равен 80%.

Считайте, что для участков 1–2 и 3–4 применимо уравнение адиабаты Пуассона  $P \cdot V^\gamma = const$  с показателем адиабаты  $\gamma = 1,4$  (то есть, их можно считать изоэнтропийными квазистатическими адиабатическими процессами).

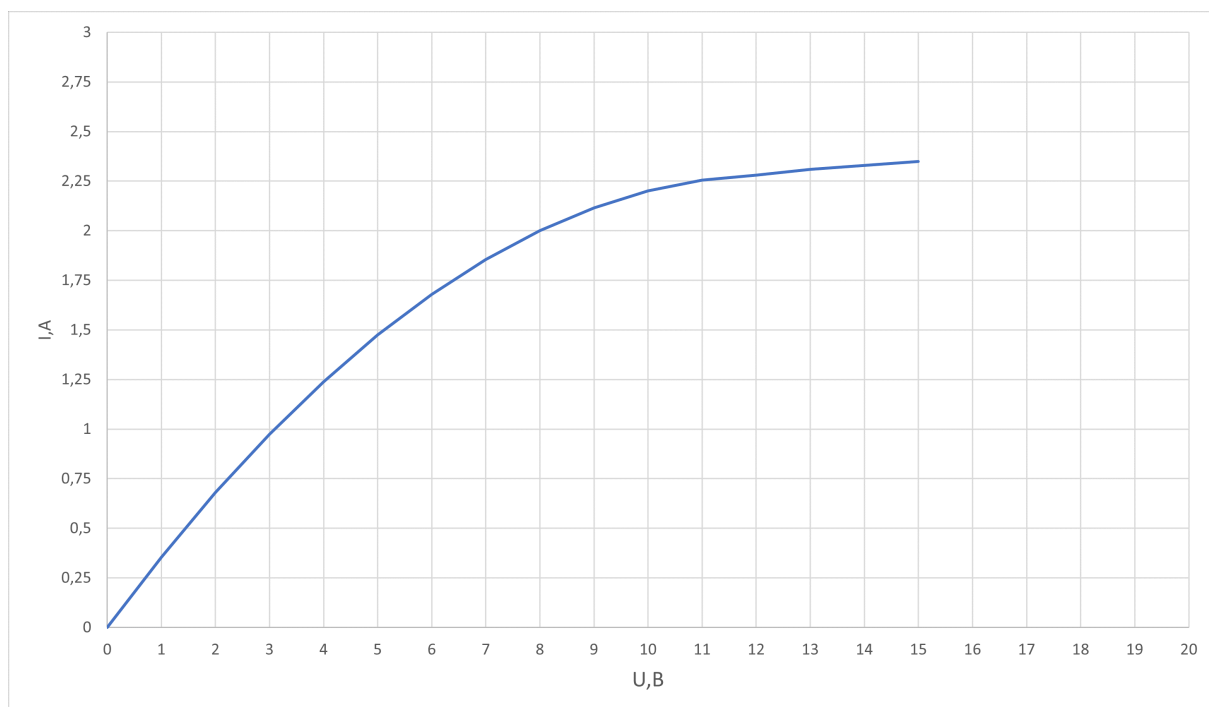
### Задача VI.1.3.4. (20 баллов)

Темы: ВАХ.

#### Условие

Для освещения комнаты используются две одинаковые лампочки с нелинейным сопротивлением, вольт-амперная характеристика которых приведена на рисунке. В первом режиме лампочки подключены к неидеальному источнику напряжения параллельно, а во втором случае — последовательно.

С помощью графика ВАХ определите во сколько раз отличается мощность лампочек в параллельном и последовательном режимах, если ЭДС источника равна 20 В, а внутреннее сопротивление равно 2 Ом.



### Задача VI.1.3.5. (20 баллов)

Темы: оптика.

#### Условие

Оптоволоконная связь — это система передачи информации в виде световых сигналов, распространяющихся внутри прозрачных цилиндрических нитей. Она основана на принципе полного внутреннего отражения, не позволяющем свету выйти из цилиндра с высоким показателем преломления в оболочку с более низким показателем преломления.

---

Для передачи сигналов на короткие расстояния используются полимерные оптические волокна (POF — polymer optical fiber) диаметром сердцевины 1 мм. Их легко прикреплять друг к другу и к лазеру/приемнику, а также легко размещать в кабель-каналах благодаря тому, что их можно сильно изгибать без возникновения больших оптических потерь: минимальный радиус изгиба равен 2 см.

Однако, в месте подключения волокна к лазеру, лучи из которого идут под прямым углом к торцу волокна, оно может быть изогнуто еще сильнее: вплоть до 1 см.

Считая что радиус изгиба 1 см является критическим для полного внутреннего отражения, определите во сколько раз показатель преломления сердцевины больше показателя преломления оболочки.

Для упрощения считайте что задача двумерная.

Радиус изгиба измеряется от центра до оси оптоволокна (см. рисунок).

