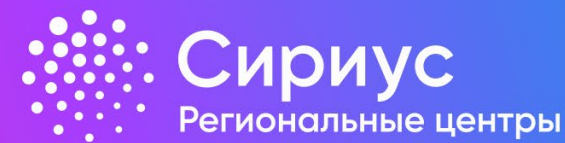


Сириус
Школы



Сириус
Региональные центры

Командная интеллектуальная игра

ФИЗИЧЕСКАЯ РЕГАТА

02-08
февраля
2026 **Неделя
современной энергетики**

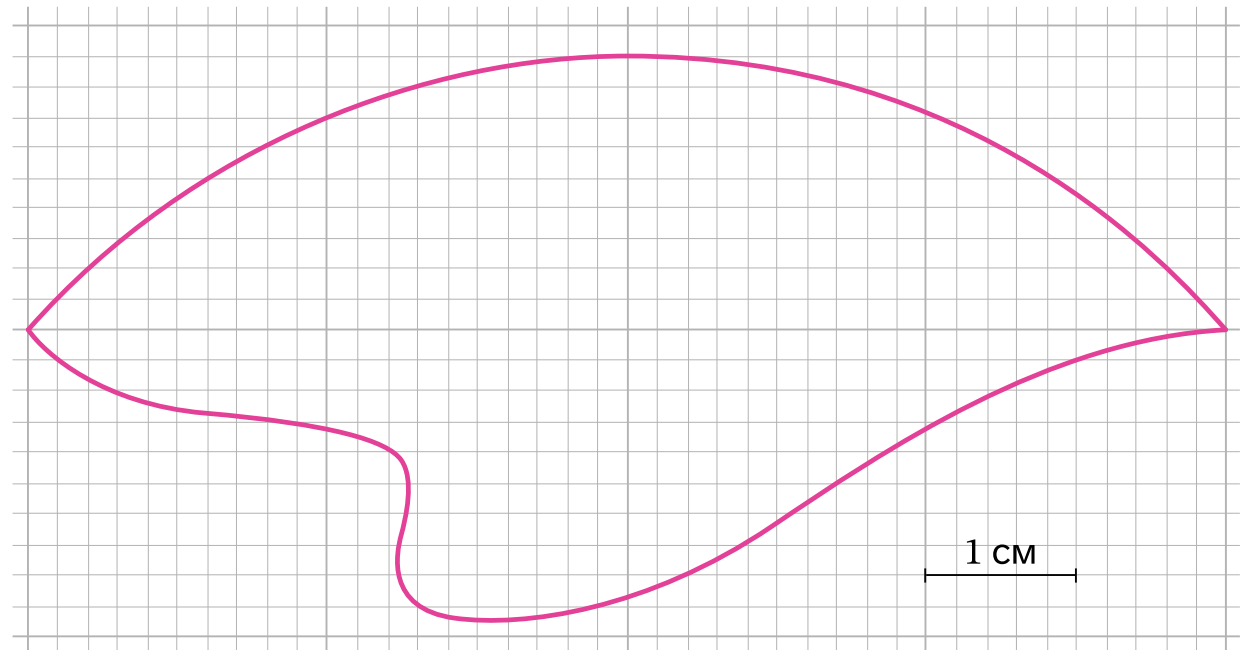
Краткие правила

Typ 1

Задача 1.1. Разбитый маховик

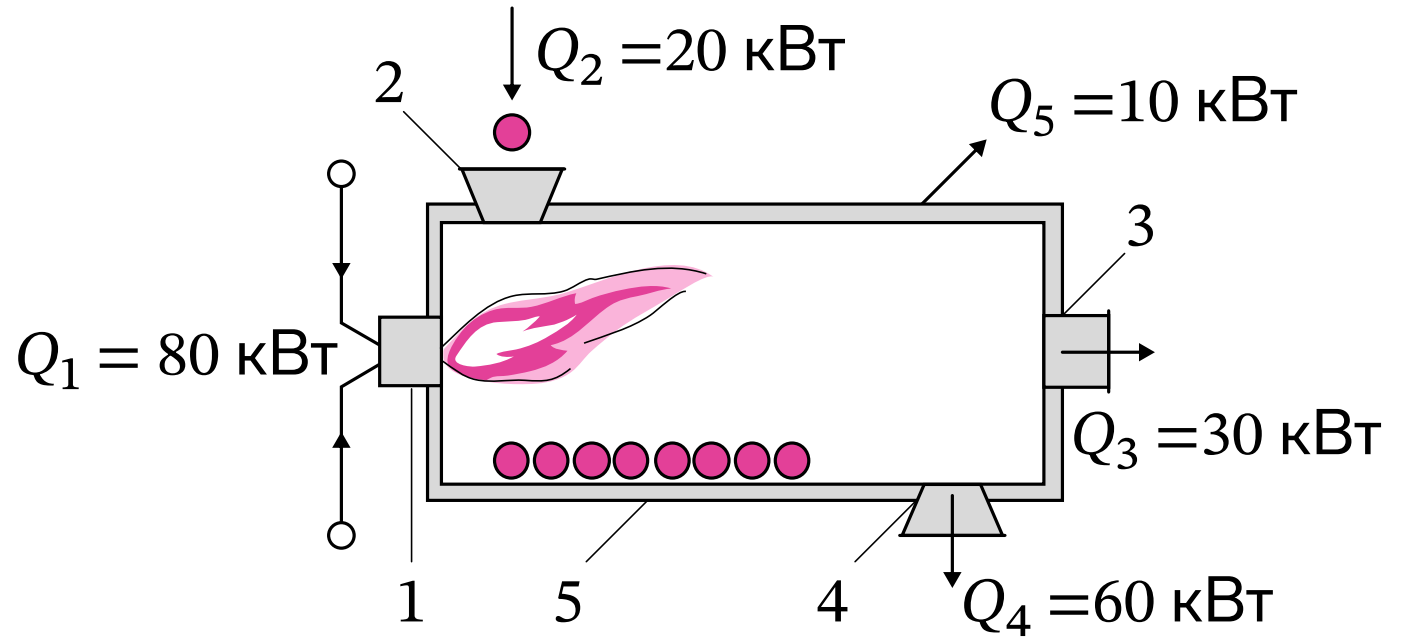
На клетчатой бумаге обвели по контуру осколок маховика (диска). Не используя ничего, кроме ручки, приведённого рисунка и калькулятора, определите радиус маховика.

Маховик (маховое колесо) — массивное вращающееся колесо, которое используют в качестве накопителя кинетической энергии или для создания инерционного момента.



Задача 1.2. Тёплый приём

Составьте уравнение теплового баланса и рассчитайте КПД нагрева материала.



1 — горелка, 2 — загрузка материала,
3 — отвод продуктов сгорания,
4 — выгрузка материала, 5 — корпус

Задача 1.3.

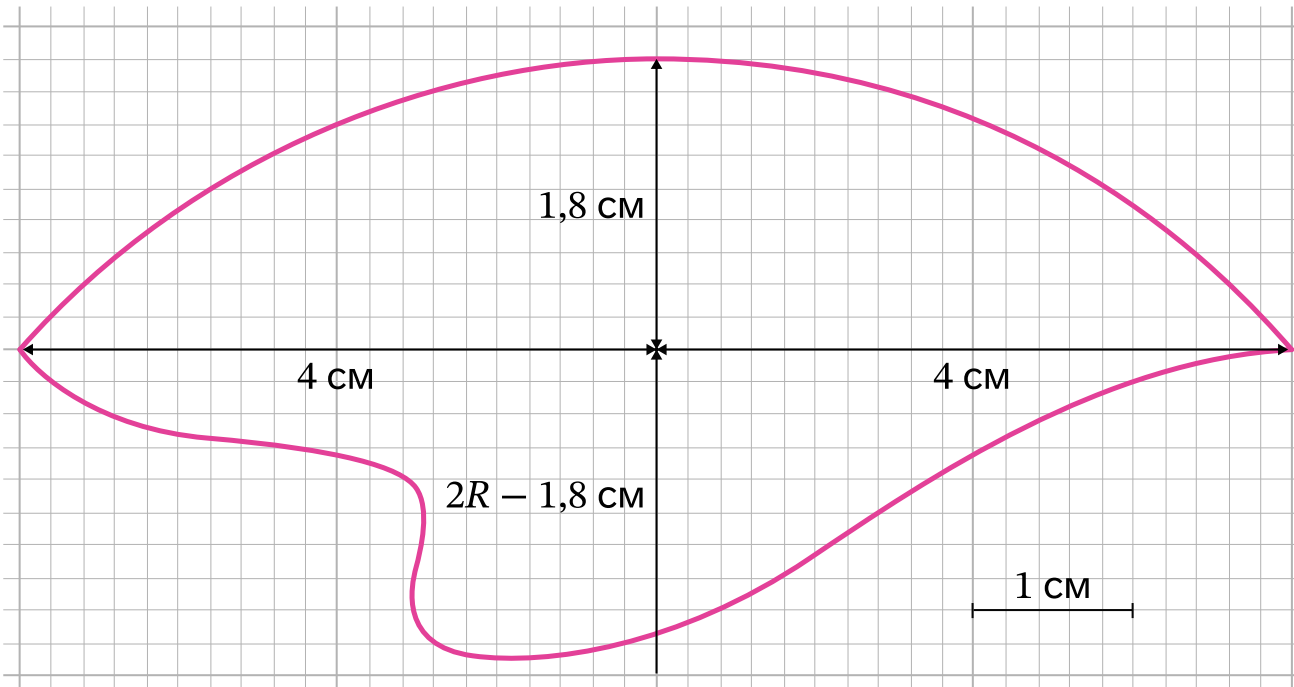
Обычный поезд

Однажды Док и Марти Макфлай разгоняли поезд, чтобы переместиться в будущее. Док придумал особые дрова, которые мгновенно сгорают, передавая энергию поезду. Марти бежит от самого последнего вагона к Доку и по пути отцепляет все вагоны по одному. Сразу после отцепления вагона Марти подаёт сигнал своему товарищу, и Док кидает одно полено в топку.

Всего в поезде 10 вагонов, один из которых — вагон машиниста с Доком, и все вагоны имеют одинаковую массу, равную 10 т. Известно, что одно особое полено даёт 1 МДж энергии, его КПД — 100%. Определите, до какой скорости разгонится поезд, когда все вагоны (кроме первого) будут отцеплены.

**Сдаём
бланки!**

Задача 1.1. Разбитый маховик



1) Произведение отрезков хорд равны, значит, с учётом масштаба

$$4 \cdot 4 = (2R - 1,8) \cdot 1,8$$

$$R \approx 5,34 \text{ см.}$$

2) Используя теорему Пифагора, получим

$$(R - 1,8)^2 + 4^2 = R^2,$$

$$2 \cdot 1,8R + 1,8^2 + 4^2 = 0,$$

$$R = \frac{1,8^2 + 4^2}{2 \cdot 1,8} \approx 5,34 \text{ см.}$$

Задача 1.2. Тёплый приём

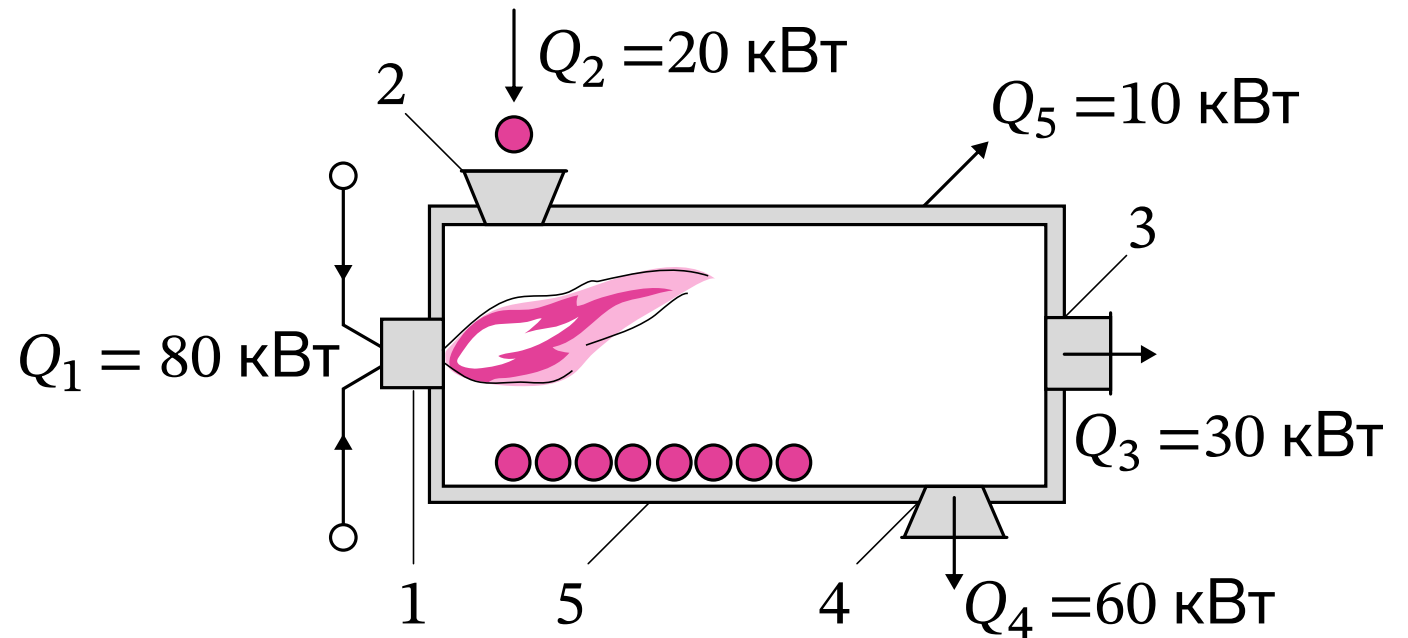
Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 + Q_5,$$

$$80 + 20 = 30 + 60 + 10.$$

КПД нагрева материала:

$$\eta = \frac{Q_4 - Q_2}{Q_1 + Q_2} \cdot 100\% = \frac{60 - 20}{80 + 20} \cdot 100\% = 40\%.$$



1 — горелка, 2 — загрузка материала,
3 — отвод продуктов сгорания,
4 — выгрузка материала, 5 — корпус

Задача 1.3. Обычный поезд

Пусть в некоторый момент времени в поезде осталось n вагонов, тогда энергия, полученная от сгорания полена Q , разделится между ними поровну (в силу их идентичности) и каждый получит $\frac{Q}{n}$ энергии.

Тогда первый вагон последовательно получит $\frac{Q}{9}, \frac{Q}{8}, \dots, \frac{Q}{2}, Q$ энергии, которая вся перейдёт в кинетическую энергию вагона:

$$\frac{mv^2}{2} = \sum_{n=1}^9 \frac{Q}{n} \approx 2,83Q.$$

Тогда искомая скорость:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,83Q}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,83 \cdot 10^6}{10^4}} \approx 23,8 \text{ м/с.}$$

Typ 2

Задача 2.1.

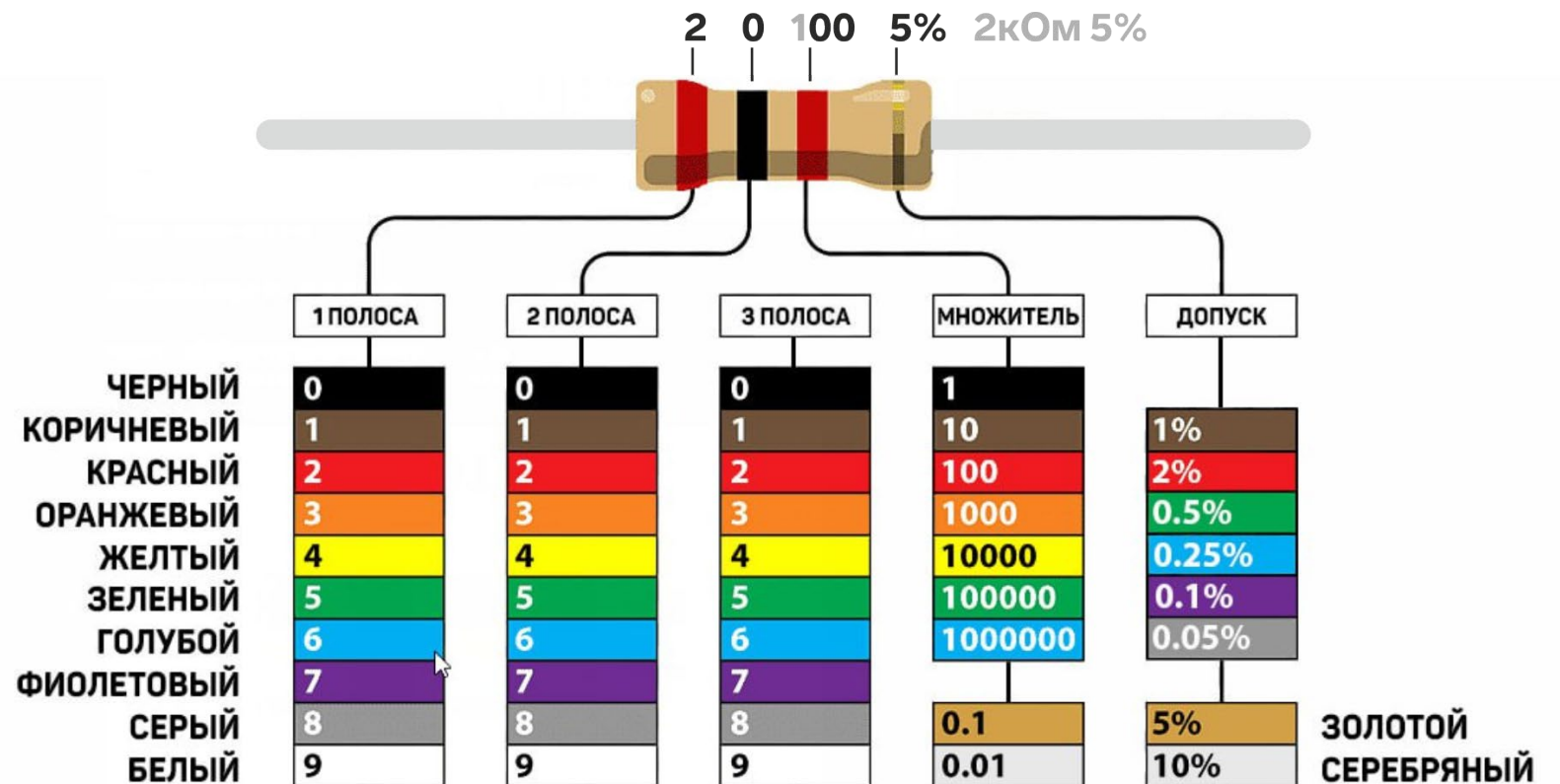
Сопротивление бесполезно

Для создания прототипов устройств часто используются беспаячные макетные платы, контакты которой соединены между собой (см. рис.). Контакты для подключения земли (знак «-», обозначены синим) и питания (знак «+», обозначены красным) соединены вдоль всей макетной платы. Контакты для подключения радиодеталей образуют группы и замкнуты между собой поперёк платы (обозначены зелёным).

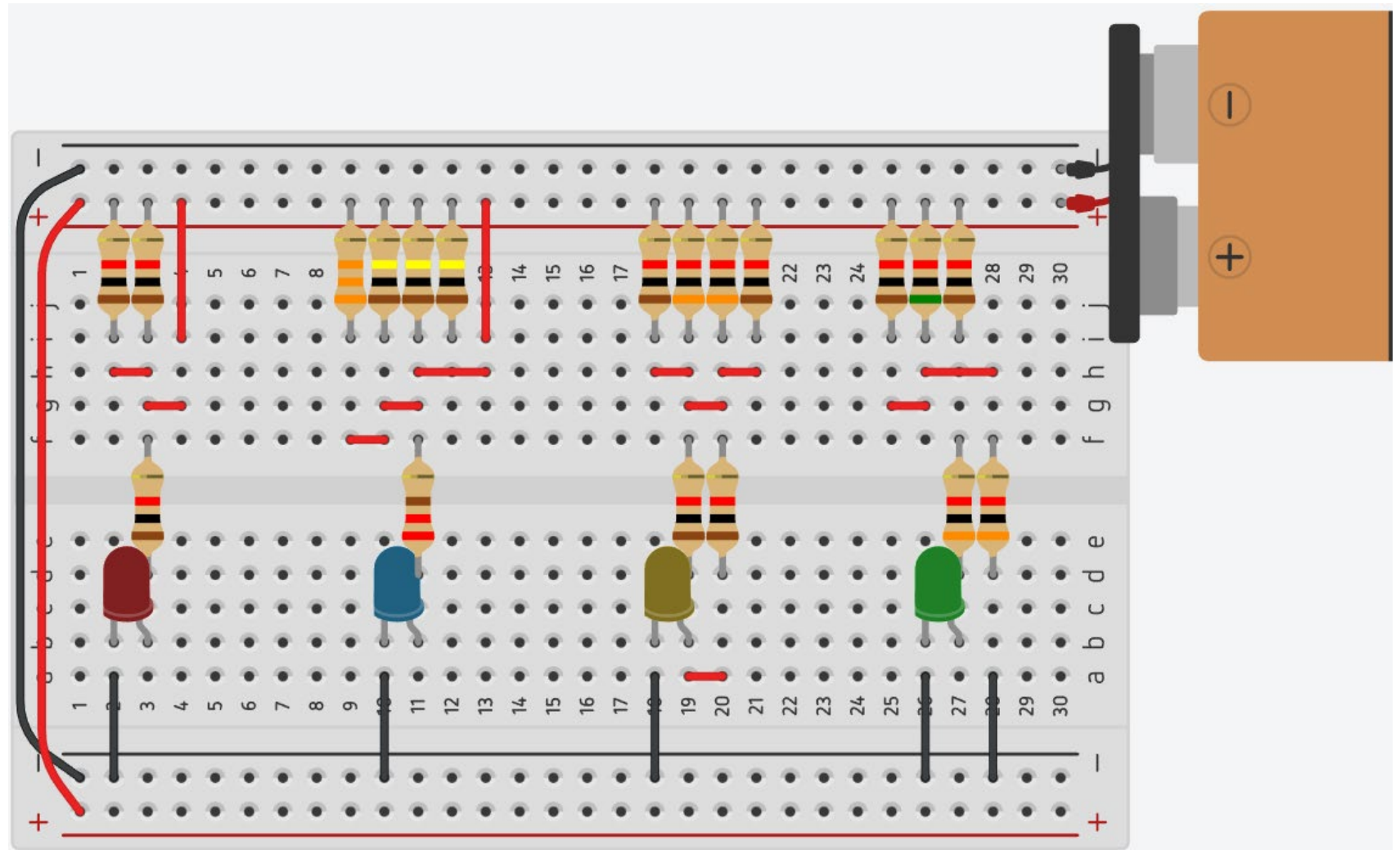
The image shows a handwriting practice sheet with 30 rows. At the top and bottom are rulers with a blue band between a red '+' line and a black '-' line. The grid consists of 30 rows and 30 columns of dots. The first five columns are highlighted in light green. The letters 'a b c d e' are printed vertically on the left side of the grid, and 'f g h i j' are printed vertically on the right side. The numbers 1 through 30 are printed at the top of each column.

Одним из основных элементов, который используется для ограничения тока в цепи, является выводной резистор. В отличие от электрических схем на резисторах не пишут числовые значения, а используют цветовую маркировку.

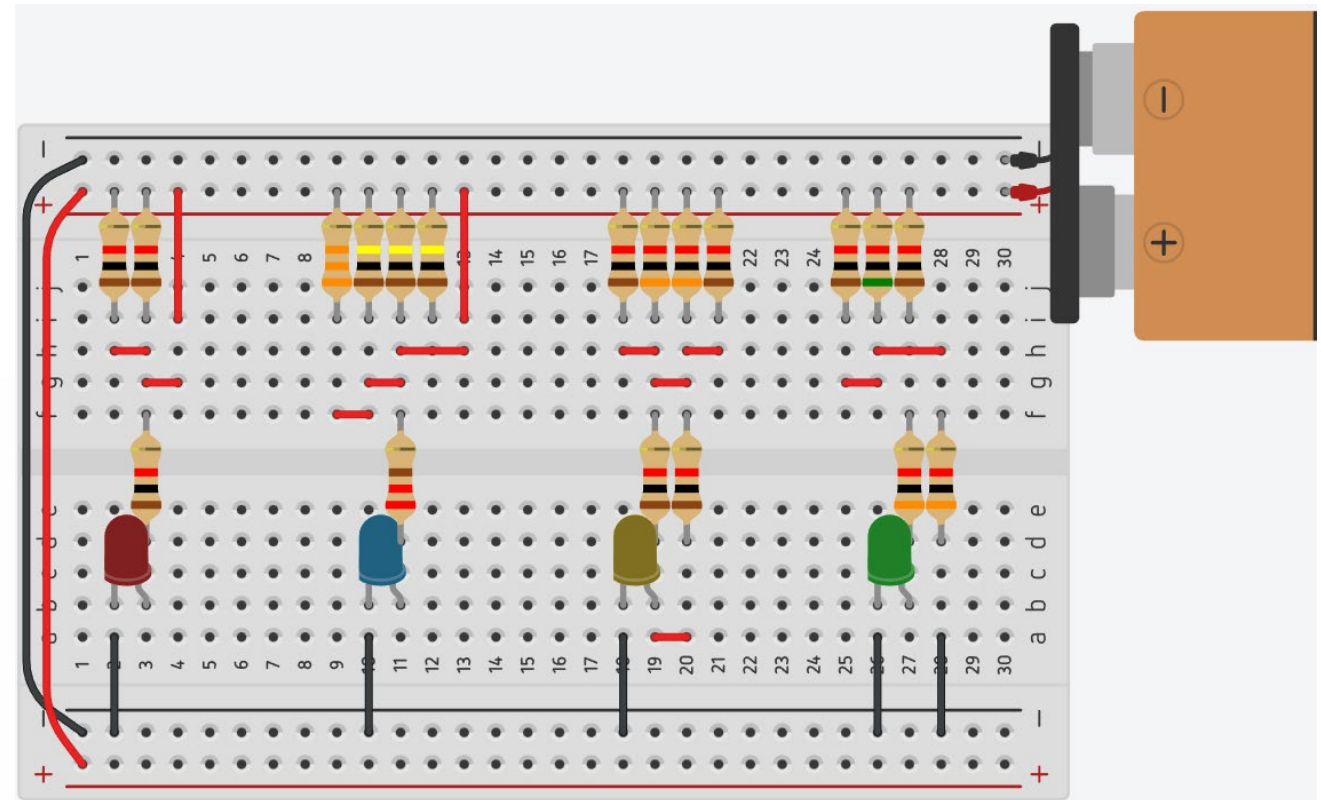
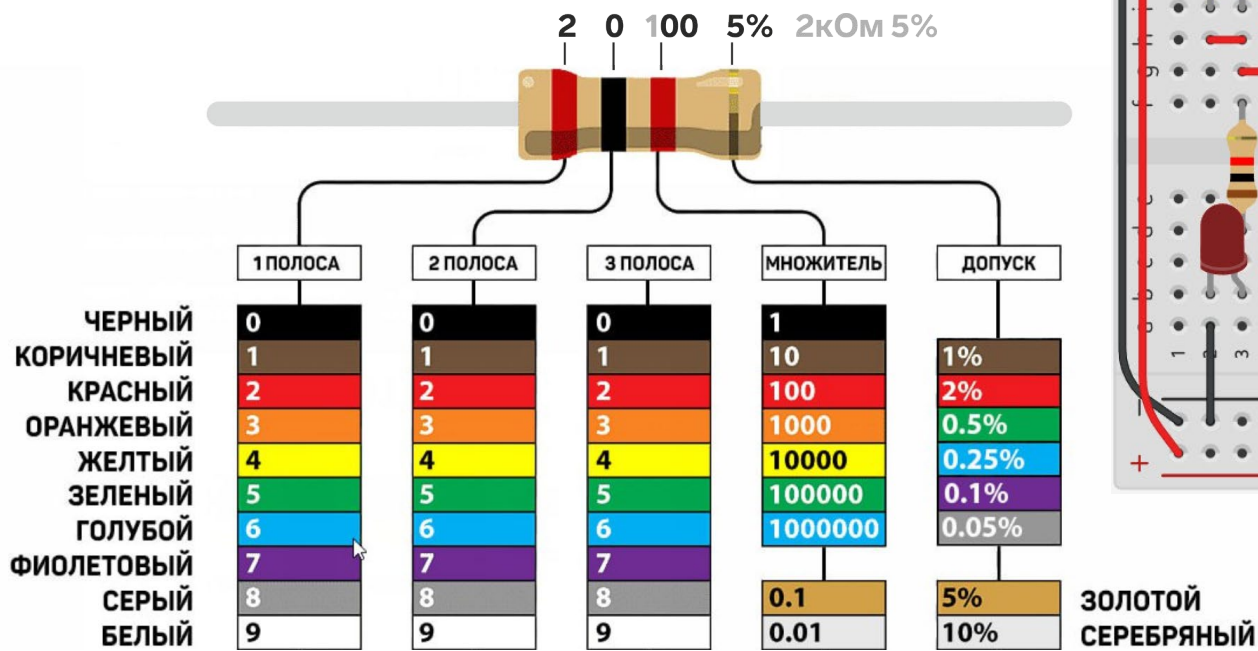
Цветовая маркировка резисторов — набор цветных колец на корпусе резистора, позволяющий определить номинал и его точность по цифровому коду. Пример расшифровки приведён на рисунке.



Определите, какой светодиод будет гореть ярче всего, а какой — тусклее. Все характеристики светодиодов считать одинаковыми, за исключением цвета.



Задача 2.1. Сопротивление бесполезно



Задача 2.2.

Оттепель

Весной наступила оттепель, и школьник заметил, что на крыше висят две сосульки, причём все линейные размеры первой ровно в 3 раза больше, чем у второй. Сколько времени будет таять первая сосулька, если вторая растает за час?

Задача 2.3.

Необычный поезд

Однажды Док и Марти Макфлай разгоняли поезд, чтобы переместиться в будущее. Док придумал особые дрова, которые мгновенно сгорают, передавая энергию поезду. Марти бежит от самого последнего вагона к Доку и по пути отцепляет все вагоны по одному. Сразу после отцепления вагона Марти подаёт сигнал своему товарищу, и Док кидает одно полено в топку. Пренебрегая релятивистскими эффектами, определите, можно ли разогнать бесконечно длинный поезд, действуя по данному методу, до бесконечно большой скорости.

**Сдаём
бланки!**

Задача 2.1.

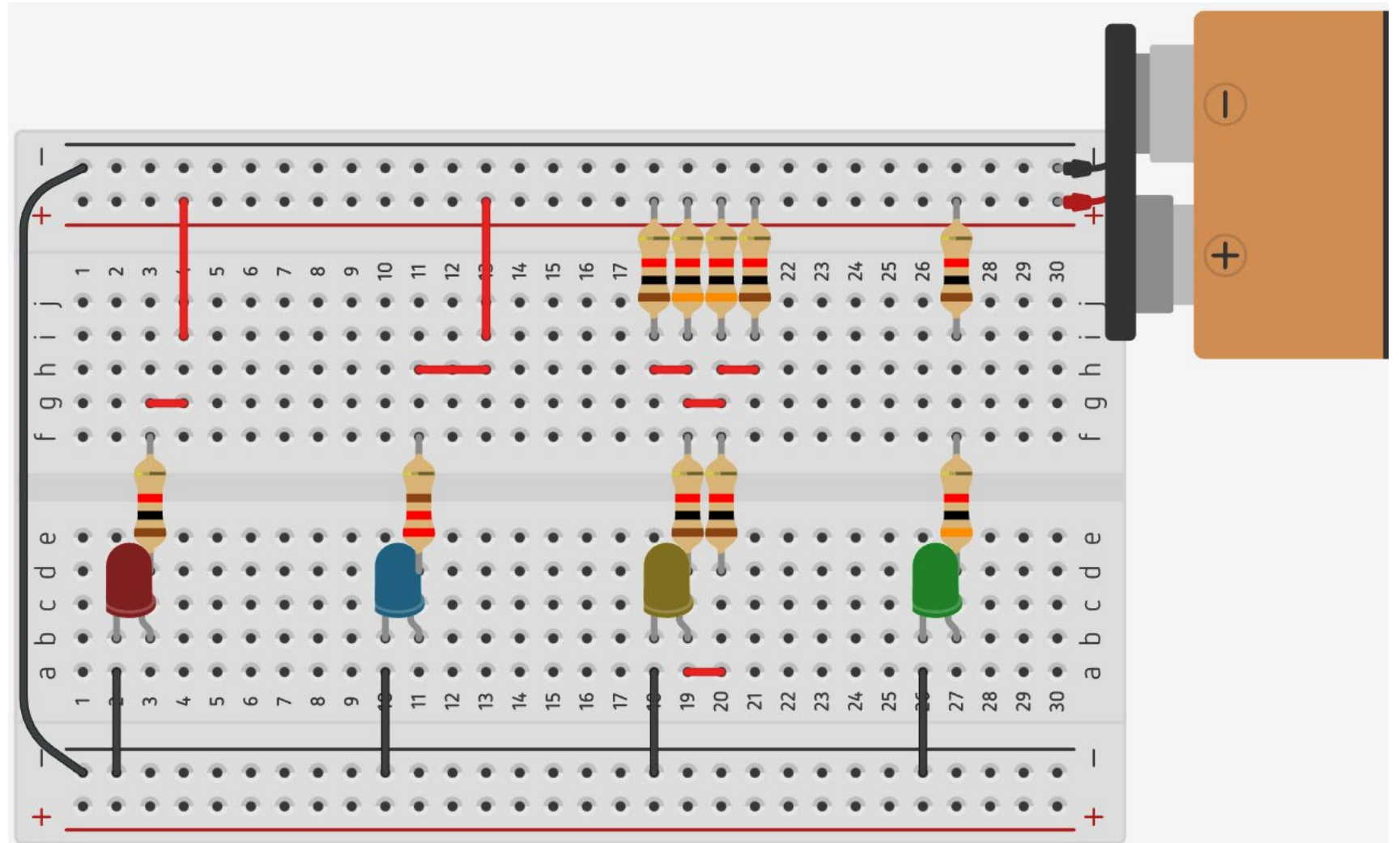
Сопротивление бесполезно

Яркость светодиода определяется величиной тока, который по нему протекает:

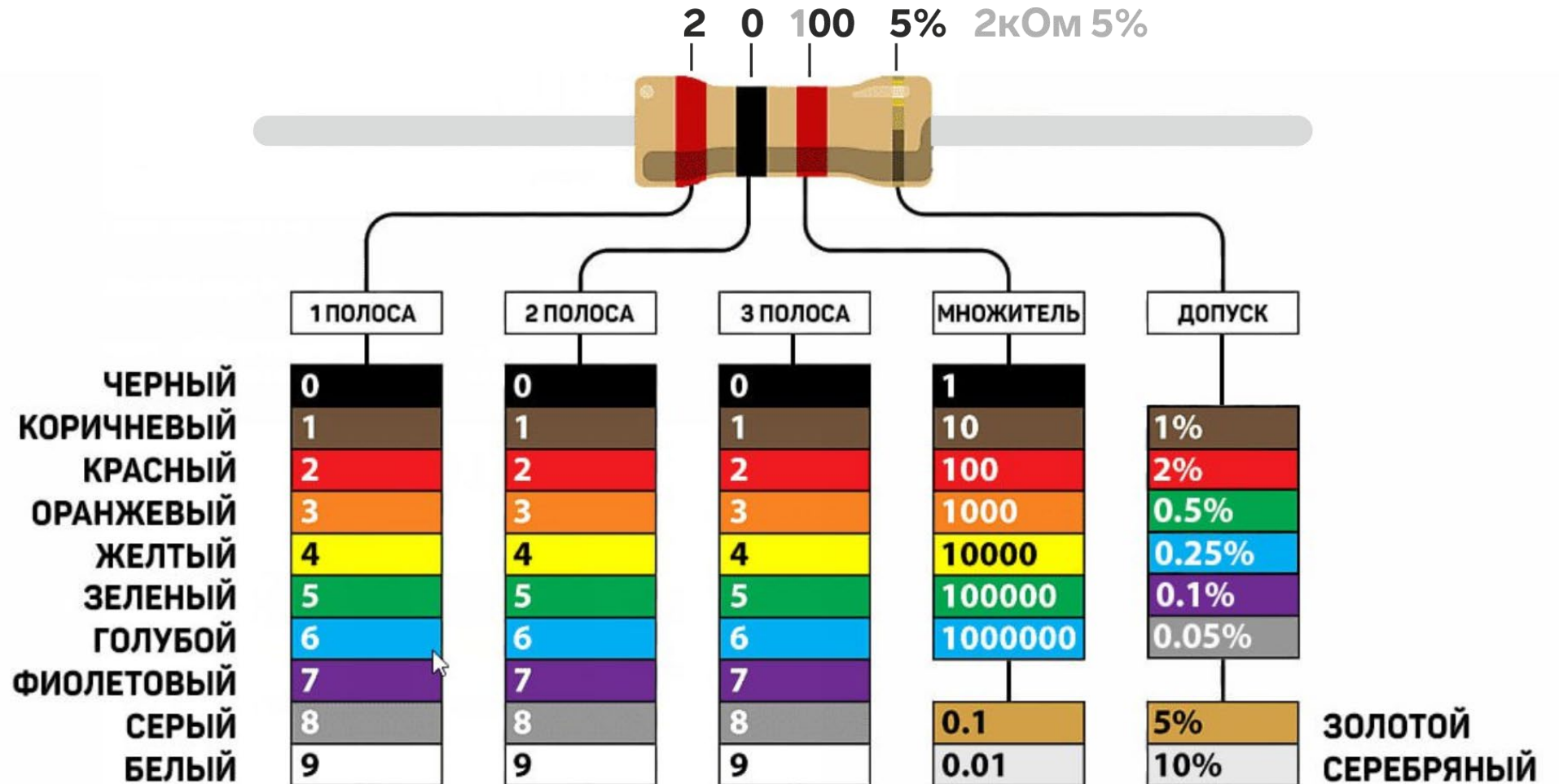
$$I = \frac{U}{R + R_0},$$

где U — напряжение на клеммах батарейки (одинаковое для всех изображённых цепей, так как они соединены параллельно), R_0 — сопротивление светодиода (также одинаковое). Таким образом, величина тока и яркость свечения тем больше, чем меньше сопротивление участка цепи, подключённого к светодиоду.

Упростим схему, исключив все элементы, не влияющие на ток через светодиод (см. рис.).



Определим
сопротивления
основных
резисторов,
используя
цветовую
маркировку.



Резистор	Обозначение	Сопротивление R , Ом
	R_1	1000
	R_2	220
	R_3	3000

Рассчитаем сопротивления участков перед каждым из светодиодов:

$$R_{\text{к}} = R_1 = 1 \text{ кОм}, R_{\text{с}} = R_2 = 220 \text{ Ом}.$$

Перед зелёным светодиодом всего два последовательно соединённых резистора:

$$R_3 = R_1 + R_3 = 1 \text{ кОм} + 3 \text{ кОм} = 4 \text{ кОм}.$$

Перед жёлтым светодиодом участок состоит из двух одинаковых ветвей, соединённых параллельно, поэтому полное сопротивление равно половине от сопротивления одной ветви:

$$R_{\text{ж}} = \frac{1}{2} \left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + R_1 \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{1 \cdot 3}{1 + 3} + 1 \right) \text{ кОм} = 875 \text{ Ом}.$$

Таким образом, ярче всех будет гореть красный, тусклее — зелёный

Задача 2.2.

Оттепель

По закону Ньютона — Рихмана поток тепла пропорционален площади поверхности, следовательно, первая сосулька получает тепла в 9 раз больше. Однако её объём и масса в 27 раз больше, а значит, и энергии на плавление ей требуется в 27 раз больше. Таким образом, время её таяния будет в 3 раза больше, то есть составит 3 часа.

Задача 2.3.

Необычный поезд

Для бесконечного поезда энергия, полученная первым вагоном (по аналогии с задачей 1.3), будет равна

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{Q}{n} = Q \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} = Q \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \dots \right).$$

Рассмотрим сумму в скобках. Выделим в пару третье и четвёртое слагаемые: $\frac{1}{3}$ и $\frac{1}{4}$. Заметим, что $\frac{1}{3} > \frac{1}{4}$, тогда

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{4} > \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}.$$

Выделим следующие четыре слагаемых: $\frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} + \frac{1}{8}$. Каждое из них не меньше, чем $\frac{1}{8}$, значит, их сумма больше $\frac{1}{2}$:

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} + \frac{1}{8} > \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{2}.$$

Разделяя далее в группы по 8, 16, 32, 64 и т. д. слагаемых, получим, что их суммы в каждой группе больше $\frac{1}{2}$. Так как таких групп бесконечно много, то в рамках задачи энергия первого вагона будет бесконечно большой:

$$Q \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \dots \right) > Q \left(1,5 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{2} + \dots \right) \rightarrow \infty,$$

значит, он разгонится до любой (бесконечно большой) скорости.

Typ 3

Задача 3.1.

Кот будущего

*Python — скриптовый мультипарадигмальный высокоуровневый язык программирования общего назначения с динамической строгой типизацией и автоматическим управлением памятью, ориентированный на **повышение производительности** разработчика, **читаемости кода** и его **качества**, а также на обеспечение **переносимости** написанных на нём программ.*

Представленный ниже программный код позволяет решать одну из широко распространённых задач. Изучите его и ответьте на вопросы.

```
osn = 36
def ci(d, r):
    if r > osn:
        return 'Hello,'

    n = ""
    while d > 0:
        d, rm = divmod(d, r)
        if rm > 9:
            rm = chr(ord('A') + rm - 10)
        n = str(rm) + n
    return n

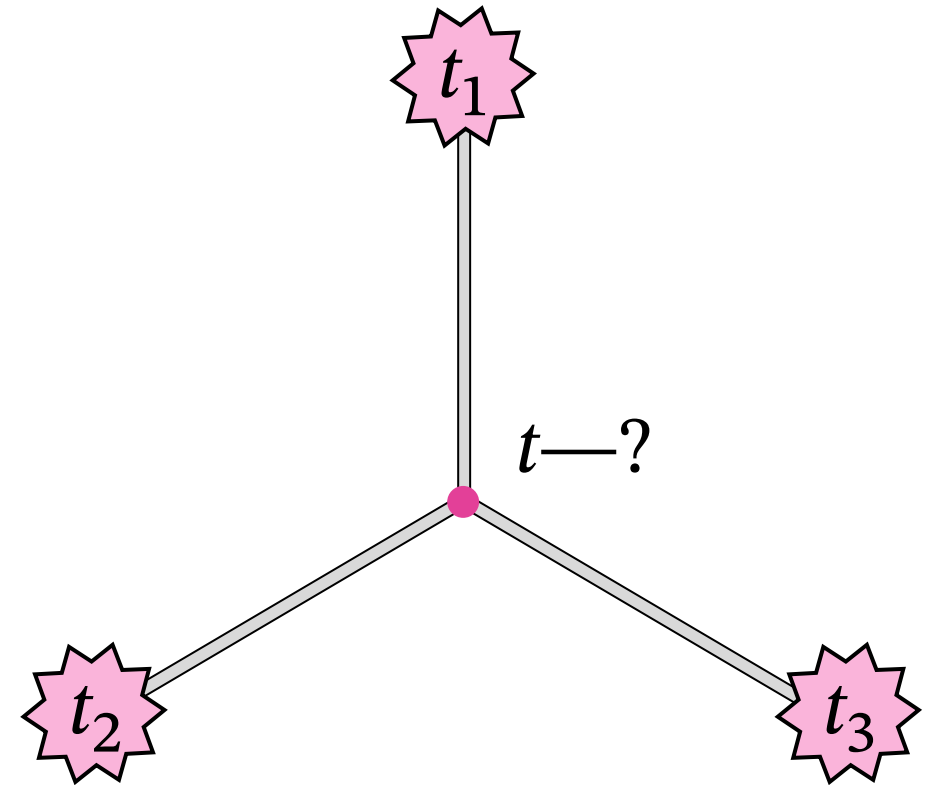
print(ci(2, 2026))
print(ci(1118128501, 33))
```

- а) Для чего предназначена функция в данном фрагменте кода?
- б) Что выведет строка `print(ci(2, 2026))` программы?
- в) Что выведет строка `print(ci(1118128501, 33))` программы?

Задача 3.2.

Тепловая звезда

Три термостата с температурами $t_1 = 100\text{ }^\circ\text{C}$, $t_2 = 200\text{ }^\circ\text{C}$, $t_3 = 0\text{ }^\circ\text{C}$ соединены системой, состоящей из соединённых между собой одинаковых теплопроводящих стержней, как показано на рисунке. Найдите установившуюся температуру t точки соединения стержней. Напоминаем, что согласно закону Ньютона — Рихмана мощность передачи энергии прямо пропорциональна разности температур.



Задача 3.3.

Опять поезд?

Для съёмок фильма используют игрушечный поезд, падающий с «обрыва». Линейные размеры модельки в 100 раз меньше оригинала. С какой скоростью нужно запустить игрушечный поезд, чтобы при показе фильма картина выглядела реалистично и скорость поезда перед падением была 144 км/ч?

**Сдаём
бланки!**

Задача 3.1.

Кот будущего

- а) Данный программный код предназначен для перевода чисел из десятичной системы счисления в любую с основанием не больше 36.
- б) Так как введённый параметр $r = 2026 > 36$, то будет выполнено первое условие в программе и она выведет “Hello,”.

в) Используем алгоритм перевода из десятичной системы в систему с основанием 33:

- делим исходное число на основание искомого числа и записываем остаток до тех пор, пока неполное частное не будет равно нулю;
- полученные остатки записываем в обратном порядке.

Деление	Целое частное	Остаток
$1\ 118\ 128\ 501 : 33$	$33\ 882\ 681$	$28 \rightarrow S$
$33\ 882\ 681 : 33$	$1\ 026\ 747$	$30 \rightarrow U$
$1\ 026\ 747 : 33$	$31\ 113$	$18 \rightarrow I$
$31\ 113 : 33$	942	$27 \rightarrow R$
$942 : 33$	28	$18 \rightarrow I$
$28 : 33$	0	$28 \rightarrow S$

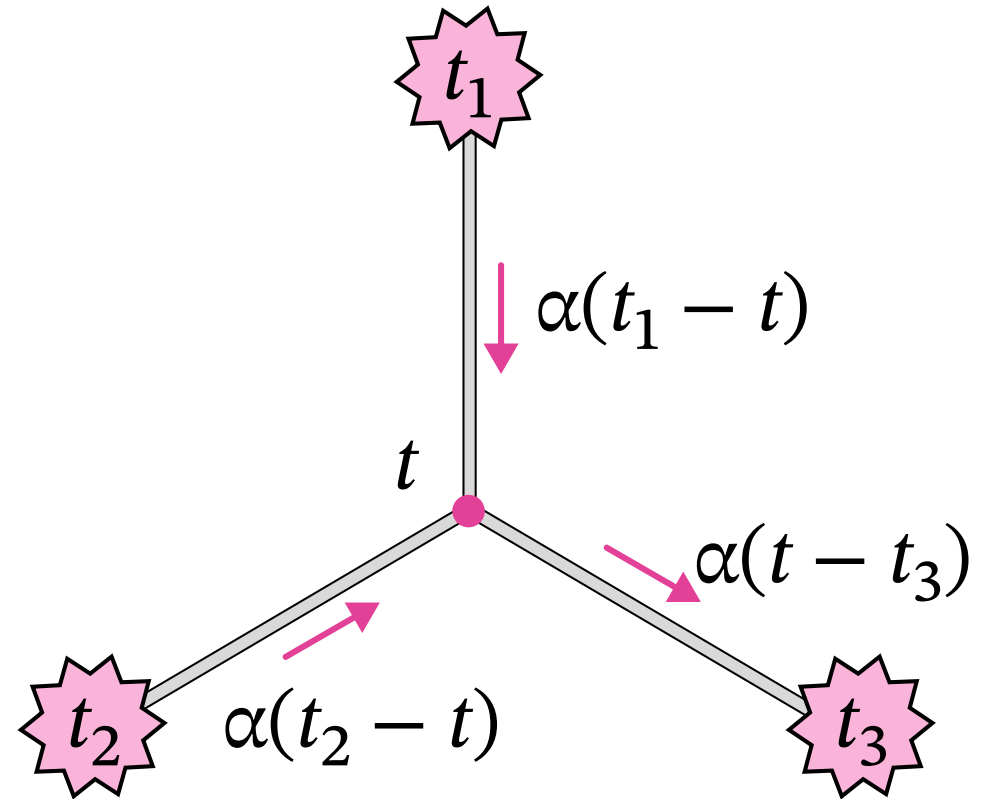
$$1\ 118\ 128\ 501_{10} = \text{SIRIUS}_{33}.$$

В результате будет выведено “SIRIUS”.

Задача 3.2.

Тепловая звезда

Рассмотрим поток энергии через центральную точку. Для определённости будем считать, что $t < t_1$ и что тепло передаётся от точки t_1 к t . Если $t > t_1$, то знак $t_1 - t$ изменится.



Поскольку температуры постоянны, то в точке с температурой t количество приходящего тепла равно количеству уходящего, то есть

$$\alpha(t_1 - t) + \alpha(t_2 - t) = \alpha(t - t_3),$$

$$t_1 - t + t_2 - t = t - t_3,$$

$$3t = t_1 + t_2 + t_3,$$

$$t = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3} = \frac{100 \text{ }^\circ\text{C} + 200 \text{ }^\circ\text{C} + 0 \text{ }^\circ\text{C}}{3} = 100 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Задача 3.3.

Опять поезд?

Чтобы фильм выглядел реалистично, нужно, чтобы расстояние, которое проходит модель, было в $N = 100$ раз меньше, чем большим, так как её размеры во столько же раз меньше оригинала.

Поскольку за одинаковое время t настоящий и игрушечный поезд по вертикали сместятся на $\frac{gt^2}{2}$, то нужно делать съёмку с частотой кадров в \sqrt{N} раз больше, тогда при показе фильма со стандартной частотой за время T зритель увидит $\frac{T}{\sqrt{N}}$ видео падения, то есть смещение по вертикали $\frac{g}{2} \left(\frac{T}{\sqrt{N}} \right)^2$ будет в N раз меньше.

По горизонтали пройденное расстояние должно быть тоже в N раз меньше, а так как время в $\sqrt{N} = 10$ раз меньше, то скорость нужно также уменьшить в $\sqrt{N} = 10$ раз:

$$v_1 = \frac{L_1}{t_1} = \frac{L/N}{t/\sqrt{N}} = \frac{L}{t\sqrt{N}} = \frac{v}{\sqrt{N}},$$
$$v_1 = \frac{144 \text{ км/ч}}{\sqrt{100}} = 14,4 \text{ км/ч.}$$

Награждение

