

Цифровые сенсорные системы

2022/23 учебный год

Заключительный этап

Предметный тур

Информатика. 8–11 класс

Задача VI.1.1.1. Неправильный забор (25 баллов)

Условие

Во время ремонта на участке рабочие неправильно построили забор — забыли оставить проем для калитки. Забор дизайнерский из n одинаковых по ширине досок, расположенных одна за другой, забор зациклен. Высота i -ой доски составляет h_i метров, разные доски могут иметь различные высоты.

Необходимо вставить калитку шириной w досок. Для этого придется сломать w подряд идущих досок. Так как высокие доски выламывать сложнее, вам необходимо найти w последовательных досок, что сумма их высот минимальна.

Формат входных данных

В первой строке содержатся две положительные числа n и w ($3 \leq n \leq 10^5$, $1 \leq w \leq n$) — количество досок в заборе и ширина калитки.

Вторая строка содержит n целых чисел h_1, h_2, \dots, h_n ($1 \leq h_i \leq 10^5$), где h_i — высота i -ой доски забора.

Формат выходных данных

Выведите минимальную сумму высот w последовательных досок.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
7 3
1 2 6 1 1 7 1
Стандартный вывод
4

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1 def task():
2     n, w = map(int, input().split())
3     h = list(map(int, input().split()))
4     sum = []
5     sum.append(0)
6     for i in range (1,n+w):
7         sum.append(sum[i-1] + h[(i - 1) % n])
8     min = 10**10
9     for i in range(w, n+w):
10        if sum[i] - sum[i-w] < min:
11            min = sum[i] - sum[i-w]
12    print(min)
13
14 if __name__ == '__main__':
15    task()

```

Задача VI.1.1.2. Гостиничные номера (15 баллов)

Условие

Альберт хочет построить гостиницу только со счастливыми номерами. Номер считается счастливым, если табличка на двери содержит только цифры из набора массива a .

- На каждом этаже расположены номера, количество цифр на которых равно номеру этажа. Т. е. на 1 этаже только однозначные номера, на 2 этаже 2-х значные и т. д.
- Альберт, хочет построить гостиницу в n этажей. Посчитайте максимальное число возможных номеров в отеле.

Формат входных данных

В первой строке содержатся два положительных числа n ($1 \leq n \leq 10$) и k ($n \leq k \leq 10$) — количество этажей в гостинице и размер массива a .

Во второй строке содержатся k целых числе a_1, a_2, \dots, a_k — массив a .

Формат выходных данных

Выведите одно целое число — максимальное количество счастливых номеров в гостинице.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
3 2
5 8
Стандартный вывод
14

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 from decimal import *
2
3 def withzero(n, k):
4     print(int((-1) * int(1 - k**n)))
5
6 def withoutzero(n, k):
7     if k == 1:
8         print(int(k * n))
9     else:
10        print(int(k * int(1 - k**n)/(1 - k)))
11
12 def task():
13     n, k = map(int, input().split())
14     a = list(map(int, input().split()))
15     for i in a:
16         if i == 0:
17             withzero(n, k)
18         return
19     withoutzero(n, k)
20
21 if __name__ == '__main__':
22     task()
```

Задача VI.1.1.3. Странные цены (25 баллов)

Условие

В магазине Васи запутанная система образования цен: цены на первые 10 товаров фиксированы (нумерация с 0).

Цены на последующие товары образуются следующим образом:

Цена на предыдущий товар + цены товаров, представленных одиночным индексом, заключенным в индексе текущего товара.

Например: $a_{12} = a_{11} + a_1 + a_2$.

Помогите Васе расставить цены заданных товаров.

Формат входных данных

Первая строка содержит значения цены первых 10 товаров (значения в диапазоне $-10000 < a_i < 10000$).

Вторая строка содержит количество товаров, для которых надо расставить цены ($0 < n \leq 5000$).

Следующие n строк представляют собой индексы товаров: каждый запрос — целое число в диапазоне c ($0 \leq c \leq 10^5$).

Формат выходных данных

На каждый запрос необходимо вывести значение цены для товара на индексе.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 4 0 9 10 13
Стандартный вывод
0 9 10 19

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 lst = [int(x) for x in input().split()]
2 n = int(input())
3
4 lst2 = lst[:]
5
6 int_max = 100000
7
8 def calculate(short_lst, number, prev):
9     s = str(number)
10    l = list(map(int, s))
11    mx = prev
12    for el in l:
13        mx = mx + short_lst[el]
14    return mx
15
16 for i in range(len(lst), int_max + 1):
17     lst.append(calculate(lst2, i, lst[i-1]))
18 for _ in range(n):
19     num = int(input())
20     print(lst[num])
```

Задача VI.1.1.4. Круглые цены (25 баллов)

Условие

В магазине решили пересмотреть цены и сделать их круглыми.

Круглым числом назовем такое число, которое является степенью 10. Например, числа $10^0 = 1$, $10^1 = 10$, $10^2 = 100$ являются круглыми, но 20,110 и 256 круглыми числами не являются.

Продавцы хотят уменьшить или увеличить цену до круглого числа — если число меньше $5 \cdot 10^i$, то число округляется в меньшую сторону, иначе в большую.

Например, если цена товара 26 рублей, то цену округлят до 10 рублей, а если цена товара 500, то цену округлят до 1000 рублей.

Посчитайте на сколько рублей общая сумма товаров магазина стала больше, если общая цена товаров стала меньше, то выведите отрицательное число.

Формат входных данных

Первая строка входных данных содержит положительное число n ($1 \leq n \leq 10^6$) — количество товаров в магазине.

Вторая строка входных данных содержит последовательность $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ ($1 \leq a_i \leq 10^5$) — стоимость товаров в магазине.

Формат выходных данных

Выведите единственное число — общую разницу в стоимости товаров со старой и с новой ценой.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
5
7 13 57 29 83
Стандартный вывод
41

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 def task():
2     n = int(input())
3     a = input().split()
4     b = list(map(int, a))
5     ans = 0
6     d = []
7     for i in range(7):
8         d.append(10**i)
9     for i in range(n):
10        s = len(a[i])
11        if b[i] < d[s] / 2:
12            ans += d[s - 1] - b[i]
13        else:
14            ans += d[s] - b[i]
15    print(ans)
16
17 if __name__ == '__main__':
18    task()
```

Тестовые наборы для задач представлены по ссылке — <https://disk.yandex.ru/d/IIJbZ4dPtW-wzg>.

Физика. 8–9 классы

Задача VI.1.2.1. Мощность (20 баллов)

Условие

Медную кастрюлю $m_{\text{меди}} = 1$ кг с удельной теплоемкостью $c_{\text{меди}} = 385$ Дж/(кг·°C) и водой массой $m_{\text{воды}} = 2$ кг с удельной теплоемкостью $c_{\text{воды}} = 4200$ Дж/(кг·°C) при комнатной температуре 25 °C доводят до кипения за $\tau = 100$ мин. Чему равна мощность нагревателя в Вт? Ответ округлить до целого числа.

Решение

Необходимо нагреть воду и медную кастрюлю на 75 °C.

$$P = \frac{(m_{\text{меди}}c_{\text{меди}} + m_{\text{воды}}c_{\text{воды}})\Delta t}{\tau} = 109,8 \text{ Вт.}$$

Ответ: 109.

Критерии оценивания

1. Записан общий вид формул для теплообмена — 5 баллов.
2. Записана формула для мощности через работу — 5 баллов.
3. Составлена конечная формула — 5 баллов.
4. Получен верный численный ответ, при условии выполнения всех предыдущих пунктов — 5 баллов.

Задача VI.1.2.2. Сила тока и тепло (20 баллов)

Условие

Ёмкость автомобиля Тесла составляет $q = 15000$ мА·ч, внутреннее сопротивление составляет $r = 0,01$ Ом. За сколько секунд зарядился аккумулятор, если за это время в атмосферу выделилось $Q = 500$ кДж. Ответ округлить до целого числа.

Решение

По закону Джоуля – Ленца: $t = \frac{rq^2}{Q} = 58,32$ с.

Ответ: 58.

Критерии оценивания

1. 10 баллов за закон Джоуля – Ленца.
2. 5 баллов за получение итоговой формулы.
3. 5 баллов за верный численный ответ.

Задача VI.1.2.3. Закон Ома и сила сопротивления (20 баллов)

Условие

Два реостата с максимальным сопротивлением $R_{max} = 20$ Ом соединены последовательно. К ним приложено напряжение $U = 220$ В. Какой ток в амперах будет протекать в цепи, если поставить положение переключателя на одном из них в крайнее левое положение, а на другом в крайнее правое.

Решение

Сопротивление реостата в одном крайнем положении равно нулю, а в другом максимальному значению, которое он может принять.

$$I = \frac{U}{(R_1 + R_2)} = \frac{220}{(20 + 0)} = 11 \text{ А.}$$

Ответ: 11.

Критерии оценивания

1. 10 за Закон Ома.
2. 5 баллов за правильное определение сопротивлений реостатов.
3. 5 получен верный численный ответ.

Задача VI.1.2.4. Сила Архимеда (20 баллов)

Условие

Металлический куб массой $m = 260$ кг и стороной $a = 0,5$ м плавает в резервуаре с ртутью. Плотность ртути $\rho = 13000$ кг/м³. На какую глубину куб погружен в воду? Ответ дать в см.

Решение

$$H = \frac{m}{a^2 \rho} = 0,08 \text{ м.}$$

Ответ: 8.

Критерии оценивания

1. 10 баллов за закон Архимеда.
2. 5 баллов за верную итоговую формулу.
3. 5 баллов за верный численный ответ.

Задача VI.1.2.5. КПД (20 баллов)

Условие

Трансформатор преобразует входящий ток $I_1 = 2$ А и напряжение $U_1 = 660$ В в выходные напряжение $U_2 = 220$ В и ток $I_2 = 3$ А. Какое КПД у данного генератора? Ответ дать в процентах.

Решение

КПД — это отношение входной и выходной мощности для трансформатора.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{U_2 I_2}{U_1 I_1} = 0,5 = 50\%.$$

Ответ: 50.

Критерии оценивания

1. 10 баллов за формулу мощности для трансформатора.
2. 5 баллов за формулу КПД через мощность.
3. 5 баллов за правильный численный ответ.

Физика. 10–11 классы

Задача VI.1.3.1. Движение по окружности (15 баллов)

Условие

Шахтер, сидя в вагонетке, начинает движение по рельсам, имеющие радиус закругления $R = 5$ м с тангенциальным ускорением $a_t = 3$ м/с², найти нормальное ускорение a_n на этом участке трассы через $t = 5$ с после начала движения.

Решение

$$a_n = \frac{(a_t t)^2}{R} = 45 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: 45.

Критерии оценивания

1. 5 баллов за формулу нормального ускорения.
2. 5 баллов за формулу скорости движения по окружности через тангенциальное ускорение.
3. 5 баллов за верный численный ответ.

Задача VI.1.3.2. Сопротивление (15 баллов)

Условие

Электрический кабель, имеющий в сечении квадрат, разрезают вдоль по вертикали и вдоль по горизонтали так, чтобы образовались 4 одинаковых квадратных кабеля исходной длины с площадью сечения в 4 раза меньше исходной. Затем их соединяют в один длинный кабель. Во сколько раз возросло сопротивление нового кабеля?

Решение

Длина нового кабеля в 4 раза больше исходного, также в 4 раза уменьшилась площадь поперечного сечения, что увеличивает в совокупности сопротивление в 16 раз.

$$R_2 = \frac{\rho l_2}{S_2} = \frac{\rho(4l_1)}{0,25 \cdot S_1} = 16 \frac{\rho l_1}{S_1}.$$

Ответ: 16.

Критерии оценивания

1. 5 баллов за формулу сопротивления $RS = \rho L$.
2. 5 баллов за верное определение изменения размеров проводника.
3. 5 баллов за верный численный ответ.

Задача VI.1.3.3. Электростатика (35 баллов)

Условие

Протон находится в центре квадрата с диагоналями равными $l = 20$ м. По углам квадрата находятся положительные заряды, имеющие заряд $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Протон, получив бесконечно маленький по силе толчок, начинает удаляться, ускоряясь силой отталкивания зарядов по краям квадрата. Чему равна скорость протона на бесконечном большом расстоянии от квадрата? Ответ округлить до десятых. Массу протона считать приблизительно равной $m = 1,6 \cdot 10^{-27}$ кг, заряд $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл и постоянную $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

Решение

Потенциал от 1 заряда в точке, где находится протон

$$\varphi = \frac{kq}{r} = 2 \frac{kq}{l}.$$

Потенциал от всех четырёх зарядов

$$\varphi_{all} = 4 \cdot \varphi.$$

Потенциал на бесконечности равен нулю, а работа совершенная над протоном переходит в кинетическую энергию.

$$q\Delta\varphi = q(\varphi_2 - \varphi_1) = q(\varphi_{all} - 0) = \frac{mV^2}{2}.$$

$$V = \sqrt{16 \frac{kq^2}{ml}} = 0,339 \text{ м/с.}$$

Ответ: 0,3.

Критерии оценивания

1. 5 баллов за формулу потенциала.
2. 5 баллов за верное определение суммарного потенциала.
3. 5 Баллов за формулу работы $q\Delta\varphi$.
4. 10 Баллов за определение равенство 0 потенциала на бесконечности.
5. 5 баллов за формулу кинетической энергии.
6. 5 баллов за правильный численный ответ.

Задача VI.1.3.4. Движение по окружности (35 баллов)

Условие

Машина каскадёра въезжает на спортивный трек, имеющий форму мёртвой петли. Радиус закругления $R = 200$ м, определите минимальную скорость, с которой машина должна начать движение в нижней точке мёртвой петли, чтобы успешно сделать хотя бы один полный оборот. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 . Ответ дайте в м/с.

Решение

В начале траектории тело имеет только кин. энергию. При подъеме она переходит частично в потенциальную.

$$\frac{mv_0^2}{2} - 2mgR = \frac{mv_{\text{вверху}}^2}{2}.$$
$$\frac{v_0^2}{2} - 2gR = \frac{v_{\text{вверху}}^2}{2}.$$

Условие прохода мёртвой петли $v_{\text{вверху}}^2 \geq gR$.

Подставляем минимальное значение в верхнее уравнение:

$$v_0\sqrt{5gR} = 100 \text{ м/с.}$$

Ответ: 100.

Критерии оценивания

1. 5 баллов за формулу кинетической энергии.
2. 5 баллов за формулу потенциальной энергии.
3. 15 Баллов верное условие прохождения мертвой петли.
4. 5 баллов за верную итоговую формулу.
5. 5 баллов за верный численный ответ.