

# Водные робототехнические системы

2022/23 учебный год

## Заключительный этап

### Предметный тур

#### Информатика. 8–11 класс

##### *Задача VI.1.1.1. Поиск трапеции (100 баллов)*

Имя входного файла: стандартный ввод.

Имя выходного файла: стандартный вывод.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 512 Мбайт.

##### *Условие*

Ваня купил себе VR-гарнитуру и решил поиграть. Для начала ему необходимо разметить VR-зону в комнате. Для этого Ваня хочет использовать изоленду. У него уже есть  $N$  отрезанных кусков длиной  $a_i$ . VR-зона должна иметь форму *прямоугольной трапеции*. Каждая сторона трапеции должна быть образована ровно одним куском изоленды.

##### *Формат входных данных*

Первая строка содержит единственное число  $N$ . Следующие  $N$  строк содержат целые числа — длины отрезков  $a_i$ .

##### *Формат выходных данных*

Выведите 4 индекса отрезков в порядке возрастания или  $-1$ , если невозможно получить прямоугольную трапецию. Индексация начинается с нуля.

Если существует несколько ответов, выведите трапецию с максимальной площадью, а среди таких — с минимальным первым индексом.

##### *Ограничения*

$$1 \leq N \leq 40, 1 \leq a_i \leq 100.$$

---

## Примеры

### Пример №1

<b>Стандартный ввод</b>
5 12 10 3 7 23
<b>Стандартный вывод</b>
-1

### Пример №2

<b>Стандартный ввод</b>
6 14 12 16 21 15 25
<b>Стандартный вывод</b>
1 2 4 5

## Задача VI.1.1.2. Экзамен (100 баллов)

**Имя входного файла:** стандартный ввод.

**Имя выходного файла:** стандартный вывод.

**Ограничение по времени выполнения программы:** 1 с.

**Ограничение по памяти:** 256 Мбайт.

### Условие

Артему предстоит сложный экзамен по алгебре, геометрии и физике. Преподаватель на лекции сообщил, что студентам на выбор будет предложено  $n$  билетов и скинул всем их на электронную почту. Артем оценил каждый билет по трем параметрам: сложность его по алгебре, геометрии и физике. Сам Артем оценил свои силы следующим образом: если сложность билета по алгебре, геометрии и физике меньше чем  $a$ ,  $b$  и  $c$  соответственно, он способен к нему подготовиться и сдать.

Так как Артем был прилежным студентом, преподаватель готов принять у него экзамен, пропустив один из предметов по его выбору: алгебру, геометрию или физику. Студент не против воспользоваться такой возможностью, поэтому просит у вас узнать, какой предмет ему стоит пропустить, чтобы можно было решить как можно больше билетов.

---

### Формат входных данных

В первой строке записано три целых числа  $a$ ,  $b$  и  $c$  — предельные пороги сложности по алгебре, геометрии и физике соответственно.

Во второй строке целое число  $n$  — количество билетов на экзамене.

Во следующих  $n$  строках записано по три целых числа  $a_i$ ,  $g_i$ ,  $p_i$  — сложность билета по алгебре, геометрии и физике соответственно.

### Формат выходных данных

Выведите `Algebra`, `Geometry` или `Physics` в соответствии с тем, какой экзамен выгоднее пропустить. Если существует несколько вариантов ответа, выведите любой.

### Ограничения

$$1 \leq n \leq 10^5.$$

$$1 \leq a, b, c, a_i, b_i, c_i \leq 10^9.$$

### Примеры

#### Пример №1

<b>Стандартный ввод</b>
3 3 3 3 2 4 5 2 2 5 1 1 4
<b>Стандартный вывод</b>
Physics

#### Пример №2

<b>Стандартный ввод</b>
5 2 4 5 1 1 1 2 2 2 3 3 3 4 4 4 5 5 5
<b>Стандартный вывод</b>
Geometry

---

### Задача VI.1.1.3. Радостные студенты (100 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод.

Имя выходного файла: стандартный вывод.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 512 Мбайт.

#### Условие

На лекции по высшей математике в ДВФУ преподаватель собрал  $n$  студентов в ряд и задал простой вопрос: «Кто сейчас грустит, поднимите руку». На это предложение несколько (возможно, ноль) студентов подняли руки.

После этого он решил выбрать из этой последовательности студентов некоторый отрезок `[left, right]`, на котором он добавит грустным студентам по 5 баллов к экзамену просто так. При этом он понимает, что студенты, которые были радостные на этом отрезке, меняют своё настроение. Если ни один студент не является грустным, преподаватель не будет выбирать никакой отрезок. Он хочет получить наибольшее количество радостных студентов на лекции, поэтому просит вас написать программу, которая рассчитает максимальное их количество после применения ранее описанной операции.

#### Формат входных данных

В первой строке записано целое число  $n$  — количество студентов.

Во второй строке записано  $n$  цифр 0 и 1, где 0 — грустный студент, а 1 — радостный.

#### Формат выходных данных

Выведите максимально возможное количество радостных студентов.

#### Ограничения

$$1 \leq n \leq 2 \cdot 10^5.$$

#### Критерии оценивания

Баллы начисляются за каждый тест независимо. Тесты поделены по подзадачам, описанным ниже.

Подзадача	Количество тестов	Баллы	Дополнительные ограничения	Информация о проверке
			$n$	
1	5 тестов	5 баллов за тест	$1 \leq n \leq 200$	полная
2	5 тестов	5 баллов за тест	$1 \leq n \leq 2000$	полная
3	10 тестов	5 баллов за тест	$1 \leq n \leq 2 \cdot 10^5$	полная

## Примеры

### Пример №1

Стандартный ввод
7 1 1 1 0 0 1 0
Стандартный вывод
6

### Пример №2

Стандартный ввод
5 1 1 1 1 1
Стандартный вывод
5

## Задача VI.1.1.4. Подготовка к ЕГЭ (100 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод.

Имя выходного файла: стандартный вывод.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 512 Мбайт.

### Условие

Мальчик Миша готовится к экзаменам. На это у него осталось  $N$  дней. В  $i$ -ый день у Миши вдохновение решить  $a_i$  задач. Но он не сверхчеловек, поэтому ему необходимо спать. В  $i$ -ый день у Миши есть выбор:

- Поспать, не решив ни одной задачки.
- Выпить чай с лимонником и не спать, решив все задачи.
- Не спать, решив все задачи.

Не спать он может только в том случае, если у него достаточно сил, то есть если в предыдущий день он поспал.

Также у него есть замечательный напиток — чай с лимонником, который даст ему сил не спать. Но при этом Миша знает, что избыток чая вреден для здоровья, поэтому он не станет его пить, если делал это в предыдущий день.

### Формат входных данных

В первой строке записано целое число  $N$ .

Во второй строке находится  $N$  целых чисел  $a_i$ .

### Формат выходных данных

Выведите одно целое число: максимальное количество задач, которые может решить Миша.

### *Ограничения*

$$1 \leq N \leq 2 \cdot 10^5.$$

$$1 \leq a_i \leq 10^6.$$

### *Критерии оценивания*

Баллы начисляются за каждый тест независимо. Тесты поделены по подзадачам, описанным ниже.

Подзадача	Количество тестов	Баллы	Дополнительные ограничения	Информация о проверке
			N	
1	5 тестов	4 балла за тест	$1 \leq N \leq 20$	полная
2	5 тестов	4 балла за тест	$1 \leq N \leq 5 \cdot 10^4$	полная
3	10 тестов	4 балла за тест	$1 \leq N \leq 2 \cdot 10^5$	полная

### *Примеры*

#### *Пример №1*

<b>Стандартный ввод</b>
3 1 2 3
<b>Стандартный вывод</b>
5

#### *Пример №2*

<b>Стандартный ввод</b>
5 1 1 1 1 1
<b>Стандартный вывод</b>
4

---

### *Задача VI.1.1.5. Путешествие (100 баллов)*

**Имя входного файла:** стандартный ввод.

**Имя выходного файла:** стандартный вывод.

**Ограничение по времени выполнения программы:** 1 с.

**Ограничение по памяти:** 512 Мбайт.

#### *Условие*

Утенок Даки только выпустился из университета и устроился на работу разработчиком игр. Ему поручили создание новой игры SpaceWar. Игра заключается в сражениях с космическим флотом противника путём отправки флотов кораблей между планетами.

Даки закончил разработку и решил проверить качество игры самостоятельно. В ходе проверки утенок понял, что в игре играет роль не только мощь флота, но и распределение его между планетами, чтобы вражеский флот не смог захватывать территории. Даки решил опробовать новую тактику и, несмотря на опасность потери планет, не разделять свой флот. Так он сможет с легкостью захватывать планеты. Но такая тактика имеет большой недостаток: во время нападения на новые планеты собственные территории беззащитны. Поэтому утенок хочет рассчитывать время, за которое его флот сможет добраться до планеты.

В этой игре между двумя планетами иногда появляются «кротовые норы» (англ. wormholes), пройдя через которые, флот может переместиться вперед во времени и оказаться у следующей планеты. В то же время может также существовать «обычный» путь между планетами, который флот может преодолеть за некоторое время. Существование кротовых нор и обычного пути не связаны между собой. Кротовые норы появляются не сразу и, если флот окажется у планеты, нора около которой еще не образовалась, он не сможет ею воспользоваться. Воспользоваться норой в обратном направлении невозможно. Даки хочет определить, в какой самый ранний момент времени его флот, находящийся у планеты  $A$ , может оказаться у планеты  $B$ .

#### *Формат входных данных*

Первая строка содержит 3 целых числа:  $N$ ,  $A$ ,  $B$  — количество планет, планету с флотом и планету-цель, соответственно.

Далее следует строка с 2 целыми числами:  $M$  — количество кротовых нор и  $K$  — количество обычных путей.

Последующие  $M$  строк содержат 4 целых числа:  $A_i$ ,  $B_i$  — две планеты, между которыми появляется нора,  $t_i$  — время её появления и  $dt_i$  — насколько изменится время при перемещении по ней из  $A_i$  в  $B_i$ .

Далее идут  $K$  строк в таком формате:  $A_j$ ,  $B_j$ ,  $t_j$  — две планеты и время пути между ними.

Считаем, что изначально время равно 0. Все планеты нумеруются от 1 до  $N$  включительно. Обычные пути существуют в любое время.

---

### Формат выходных данных

Выведите единственное число — самое раннее время в которое флот сможет оказаться у планеты  $B$ . Гарантируется, что путь существует.

### Ограничения

$$1 \leq A, B, A_i, B_i, A_j, B_j \leq N \leq 10^4$$

$$N \leq M + K \leq 10^5$$

$$0 \leq t_i, dt_i, t_j \leq 10^9$$

### Примеры

#### Пример №1

Стандартный ввод
6 3 5
3 6
6 3 0 0
1 3 2 3
2 1 0 1
3 5 3
1 6 2
5 1 4
3 6 0
5 2 1
2 4 2

Стандартный вывод
3

#### Пример №2

Стандартный ввод
5 3 2
0 8
3 2 4
1 4 1
5 2 2
5 3 5
1 5 3
2 4 1
4 1 3
4 3 2

Стандартный вывод
4



---

## Физика. 8–9 классы

### Задача VI.1.2.1. Глубоководный аппарат (15 баллов)

Темы: кинематика равномерного движения.

#### Условие

Средняя скорость глубоководного аппарата при спуске на глубину  $H$  и подъёме на поверхность  $v_{\text{ср}} = 2,0$  км/ч. Скорость спуска аппарата  $v_1$  в 1,3 раза больше, чем скорость его подъёма  $v_2$ , которая в свою очередь составляет 60% от скорости  $v_0$  движения аппарата на фиксированной глубине. Определите:

1. скорость  $v_0$  глубоководного аппарата на фиксированной глубине;
2. время  $t_{\text{п}}$ , за которое аппарат поднимается с глубины  $h_{\text{п}} = 1$  км;
3. глубину  $h_{\text{с}}$ , на которую аппарат спускается за время  $t_{\text{с}} = 40$  мин.

### Задача VI.1.2.2. Электрическая цепь (15 баллов)

Темы: закон Ома для участка цепи.

#### Условие

Девять резисторов с сопротивлениями  $R_1 = 1$  Ом,  $R_2 = 2$  Ом,  $R_3 = 3$  Ом, ...,  $R_8 = 8$  Ом,  $R_9 = 9$  Ом соединили последовательно и подключили к источнику тока напряжением  $U_0 = 13,5$  В. Определите общее сопротивление  $R_0$  цепи и силу тока  $I_0$  в цепи. В соединения цепи между резисторами  $R_2$ ,  $R_3$  и резисторами  $R_6$ ,  $R_7$  подключили идеальный амперметр, а между резисторами  $R_4$ ,  $R_5$  и резисторами  $R_8$ ,  $R_9$  подключили идеальный вольтметр. Определите показания приборов  $I_A$  и  $U_V$ .

### Задача VI.1.2.3. Неравноплечные весы (20 баллов)

Темы: статика, правило моментов.

#### Условие

Однородный железный стержень длиной  $l = 1,6$  м и площадью сечения  $S = 500$  мм<sup>2</sup> подвесили так, что в точке подвеса длина стержня делится в пропорции 2 : 3. Определите массу  $m_1$  груза, который необходимо подвесить к одному из концов стержня, чтобы стержень находился в состоянии равновесия (принял горизонтальное положение). Далее груз массой  $m_1$  перевешивают на противоположный конец стержня. Определите массу  $m_2$  груза, который необходимо подвесить к свободному концу стержня, чтобы стержень опять принял состояние равновесия. Плотность железа  $\rho = 7,8$  г/см<sup>3</sup>.

---

### Задача VI.1.2.4. Поплавок (25 баллов)

Темы: гидростатика, сила Архимеда.

#### Условие

Поплавок объёмом  $V = 5000 \text{ см}^3$ , имеющий воздушную полость, плавает в воде, погрузившись на 45% своего объёма. Если полость заполнить глицерином, то поплавок будет плавать в воде, погрузившись в неё на 75% своего объёма. Определите объём полости  $V_{\text{п}}$ , плотность материала  $\rho$ , из которого сделан поплавок, и массу  $m$  поплавка, если плотность воды  $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ , плотность глицерина  $\rho_{\text{г}} = 1200 \text{ кг/м}^3$ . Какую часть полости необходимо заполнить водой, чтобы поплавок плавал в керосине, полностью в него погрузившись? Плотность керосина  $\rho_{\text{к}} = 700 \text{ кг/м}^3$ .

### Задача VI.1.2.5. Вода и лёд (25 баллов)

Темы: тепловой баланс.

#### Условие

В калориметре в тепловом равновесии находится вода  $m_{\text{в}} = 210 \text{ г}$  и лёд  $m_{\text{л}} = 10 \text{ г}$ . В калориметр помещают алюминиевый шарик массой  $m_{\text{а}} = 185 \text{ г}$  при температуре  $t_{\text{а}} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите температуру  $t_{\text{р1}}$ , массу воды  $m_{\text{в1}}$  и льда  $m_{\text{л1}}$  в равновесном состоянии. Далее в калориметр помещают железный шарик массой  $m_{\text{ж}} = 500 \text{ г}$  при температуре  $t_{\text{ж}} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите температуру  $t_{\text{р2}}$ , массу воды  $m_{\text{в2}}$  и льда  $m_{\text{л2}}$  в конечном состоянии. Удельная теплоёмкость воды  $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$ , льда —  $c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$ , алюминия —  $c_{\text{а}} = 920 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$ , железа —  $c_{\text{ж}} = 460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$ , удельная теплота плавления льда  $\lambda = 340 \text{ кДж/кг}$ . Теплоёмкостью калориметра и тепловыми потерями пренебречь.

## Физика. 10–11 классы

### Задача VI.1.3.1. Батискаф (15 баллов)

Темы: теплопередача.

#### Условие

Для поддержания постоянной температуры в батискафе используется нагревательный элемент, имеющий три спирали одинаковой мощности. При включении одной спирали температура воздуха в батискафе равна  $t_1 = 14 \text{ }^\circ\text{C}$ . При включении всех трёх спиралей нагревателя температура в батискафе увеличивается до  $t_2 = 26 \text{ }^\circ\text{C}$ . Найдите температуру воды  $t_0$  за бортом батискафа, считая ее постоянной. Мощность теплопередачи пропорциональна разности температур воздуха в батискафе и окружающей его воды:  $P = \alpha \Delta t$ . Какой будет температура в батискафе, если включить две спирали нагревательного элемента?

---

### **Задача VI.1.3.2. Всплытие шаров (15 баллов)**

Темы: динамика, силы Архимеда и сопротивления.

#### **Условие**

Определите, с какой скоростью  $v_0$  будет всплывать в воде шар плотностью  $\rho_0 = 400 \text{ кг/м}^3$  и объёмом  $V_0 = 0,25 \text{ м}^3$ , если сила сопротивления воды при движении шара пропорциональна его скорости  $F_c = kv$ ,  $k = 750 \text{ кг/с}$ . С какими скоростями  $v_1$  и  $v_2$  будут всплывать в воде два шара, связанные длинным тонким невесомым нерастяжимым тросом при установившемся движении, если второй шар имеет нулевую плавучесть (находится в безразличном равновесии в воде, погружаясь в неё полностью)? Плотность воды  $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

### **Задача VI.1.3.3. Пружинка (20 баллов)**

Темы: сила упругости, работа, энергия.

#### **Условие**

К пружинке жёсткостью  $k = 200 \text{ Н/м}$  подвесили груз массой  $m = 500 \text{ г}$ . Верхний конец пружинки жёсткостью  $k = 200 \text{ Н/м}$  закрепили, а к нижнему подвесили груз массой  $m = 500 \text{ г}$ . Определите удлинение пружинки  $\Delta l_0$ . Далее груз стали медленно перемещать, прикладывая к нему силу, направленную вертикально. Определите,

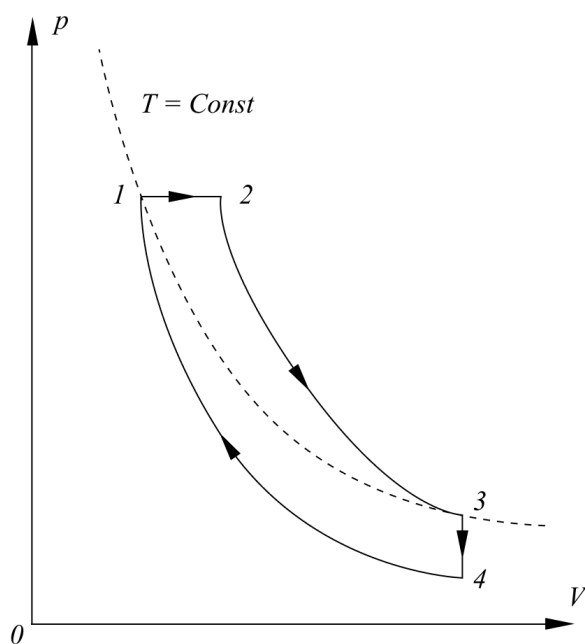
1. какую работу  $A_1$  необходимо совершить, чтобы удлинение пружины увеличить в три раза;
2. какую работу  $A_2$  необходимо совершить, чтобы из начального положения пружину сжать на  $\Delta l_0$ ?

Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ ; массой пружинки пренебречь.

### **Задача VI.1.3.4. Замкнутый цикл (25 баллов)**

Темы: термодинамика, коэффициент полезного действия.

Одноатомный идеальный газ совершает замкнутый цикл, состоящий из изобары ( $1 \rightarrow 2$ ), изохоры ( $3 \rightarrow 4$ ), и двух адиабат ( $2 \rightarrow 3$  и  $4 \rightarrow 1$ ). Точки 1 и 3 находятся на одной изотерме. Найдите температуру  $T$ , соответствующую изотерме 1-3, если температуры точек 2 и 4 равны  $T_2 = 490 \text{ К}$  и  $T_4 = 350 \text{ К}$ , соответственно, а КПД цикла равен  $\eta = 20\%$ .



### Задача VI.1.3.5. Батарейка и резисторы (25 баллов)

Темы: закон Ома для полной цепи, мощность.

#### Условие

К батарейке с ЭДС  $\mathcal{E} = 4,5$  В поочерёдно подключают резисторы с сопротивлениями  $R_1 = 3,75$  Ом и  $R_2 = 1,5$  Ом. При этом количество теплоты, выделяющееся в единицу времени резисторе  $R_2$ , в 1,6 раза больше, чем количество теплоты, выделяющееся в единицу времени резисторе  $R_1$ . Определите внутренне сопротивление  $r$  батарейки. При каком сопротивлении  $R_3$  резистора на нём будет выделяться наибольшая мощность тепла? Чему равна наибольшая мощность  $P_{max}$ ?