

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Профиль «Арктика»
Междисциплинарные задачи

10 класс

Задача 1. Ледниковая вода (20 баллов)

Вариант 1

Во время экспедиции, учеными были собраны образцы ледникового льда. После чего в лаборатории в калориметр поместили 100 г этого льда и налили 25 г воды. После установления теплового равновесия оказалось, что масса льда не изменилась. Какие значения начальной температуры могли быть у льда в таком эксперименте? Удельная теплоемкость льда 2100 Дж/(кг°C), удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг°C). Удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг. Теплоемкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой можно пренебречь.

Вариант 2

Во время экспедиции, учеными были собраны образцы ледникового льда. После чего в лаборатории в калориметр поместили 150 г этого льда и налили 75 г воды. После установления теплового равновесия оказалось, что масса льда не изменилась. Какие значения начальной температуры могли быть у льда в таком эксперименте? Удельная теплоемкость льда 2100 Дж/(кг°C), удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг°C). Удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг. Теплоемкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой можно пренебречь.

Возможное решение (вариант 1):

Так как после теплообмена лед находится в равновесии с жидкостью, то температура получившейся смеси 0°C. Масса льда не изменилась, что указывает на отсутствие процессов плавления и кристаллизации. По условию вода изначально была в жидком состоянии, следовательно, остыть она могла не более чем на 100°C. Составим уравнение теплового баланса $m_{\text{л}}c_{\text{л}}\Delta t_{\text{л}} = m_{\text{в}}c_{\text{в}}\Delta t_{\text{в}}$. Откуда, с учетом масс и теплоемкостей, максимальное изменение температуры льда 50°C. Следовательно, лед мог иметь температуру от 0°C до – 50°C.

Возможное решение (вариант 2):

Решение аналогично. Ответ: от 0°C до – 100°C.

Критерии оценивания:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Заключительный этап
Профиль «Арктика»
Междисциплинарные задачи**

1. Обоснована конечная температура смеси 0°C (2 балла)
2. Указано максимальное изменение температуры воды (4 балла)
3. Обосновано отсутствие процессов плавления и кристаллизации (2 балла)
4. Уравнение теплового баланса (6 баллов)
5. Найдена минимальная температура льда (4 балла)
6. Явно указан диапазон возможных температур льда (2 балла)

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Профиль «Арктика»
Междисциплинарные задачи

Задача 2. Три числа (30 баллов)

Вариант 1

Дано N целых чисел. Требуется выбрать из них три таких, произведение которых максимально.

Входные данные:

Во входном файле записано сначала число N ($N \geq 3$) — количество чисел в последовательности. Далее записана сама последовательность: N целых чисел.

Выходные данные:

В выходной файл выведите два искоемых числа в любом порядке. Если существует несколько различных пар чисел, дающих максимальное произведение, то выведите любую из них.

Примечание:

Требуемое время работы алгоритма - $O(N)$. Требуемое использование памяти - $O(1)$. Использование функций стандартной библиотеки языка в данной задаче не разрешается (исключение - функции консольного ввода и вывода).

Вариант 2

Дано N целых чисел. Требуется выбрать из них три таких, произведение которых минимально.

Входные данные:

Во входном файле записано сначала число N ($N \geq 3$) — количество чисел в последовательности. Далее записана сама последовательность: N целых чисел.

Выходные данные:

В выходной файл выведите два искоемых числа в любом порядке. Если существует несколько различных пар чисел, дающих максимальное произведение, то выведите любую из них.

Примечание:

Требуемое время работы алгоритма - $O(N)$. Требуемое использование памяти - $O(1)$. Использование функций стандартной библиотеки языка в данной задаче не разрешается (исключение - функции консольного ввода и вывода).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Профиль «Арктика»
Междисциплинарные задачи

Возможное решение (вариант 1):

Основная идея в том, что произведение двух отрицательных чисел и одного положительного может оказаться максимальным. В процессе считывания входных данных мы запоминаем три максимальных положительных числа и два минимальных отрицательных, после чего сравниваем соответствующие произведения, и выводим наибольшее.

Код на языке C++:

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main(){
    int N;
    cin >> N;

    int pos1 = -1, pos2 = -1, pos3 = -1;
    int neg1 = 0, neg2 = 0;
    if(N == 3) {
        cin >> pos1 >> pos2 >> pos3;
        cout << pos1 << ' ' << pos2 << ' ' << pos3;
    }
    for(int i = 0; i < N; i++){
        int new_value;
        cin >> new_value;

        if(new_value >= 0){
            if(new_value > pos1){
                pos3 = pos2;
                pos2 = pos1;
                pos1 = new_value;
            }
            else if(new_value > pos2){
                pos3 = pos2;
                pos2 = new_value;
            }
            else if(new_value > pos3){
                pos3 = new_value;
            }
        }
    }
}
```

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Профиль «Арктика»
Междисциплинарные задачи

```
    }  
    else{  
        if(new_value < neg1){  
            neg2 = neg1;  
            neg1 = new_value;  
        }  
        else if(new_value < neg2){  
            neg2 = new_value;  
        }  
    }  
}  
  
if(neg2 == 0 || pos1 * pos2 * pos3 > pos1 * neg1 * neg2){  
    cout << pos1 * pos2 * pos3;  
}  
else{  
    cout << pos1 * neg1 * neg2;  
}  
  
return 0;  
}
```

Возможное решение (вариант 2):

Решение аналогично.

Критерии оценивания:

1. Отмечено наличие нескольких случаев. (10 баллов)
2. Описан рабочий алгоритм на одном из языков программирования, или на естественном языке. (5 баллов)
3. Сложность алгоритма $O(N)$. (10 баллов)
4. Алгоритм использует $O(1)$ памяти. (5 баллов)

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Профиль «Арктика»
Междисциплинарные задачи

Задача 3. Диод и неизвестный резистор (50 баллов)

Вариант 1

На полярной станции «Бухта Тихая» инженеру необходимо изменить диапазон частот, излучаемых передатчиком. Для этого ему необходимо заменить один из резисторов в схеме передатчика на другой, большего номинала. В ящике с радиотехническими элементами все резисторы перепутались, теперь перед ним стоит задача определить сопротивление неизвестного резистора. Вам предлагается решить эту задачу.

В вашем распоряжении имеется: два резистора известного номинала $R_1 = 20$ Ом и $R_3 = 10$ Ом, один резистор, номинал которого нужно найти, диод, источник постоянного напряжения и реостат (резистор с изменяемым сопротивлением). Ваш компьютер подключен к вольтметру и реостату – в любой момент в программе вы можете вызвать функцию `check_diode()`, которая вернет 1 если диод горит и 0 в противном случае и функцию `set_resistance(r)`, которая устанавливает сопротивление реостата в r Ом, с точностью до десятых. Вам предлагается:

1. Придумать схему подключения элементов, позволяющую определить сопротивление неизвестного резистора.
2. Написать программу, определяющую это сопротивление с максимально возможной точностью.

Примечание: если напряжение на идеальном диоде больше нуля, то он ведет себя как идеальная перемычка и при этом излучает свет, а если меньше – то как разрыв в цепи (не пропускает ток).

Вариант 2

На полярной станции «Бухта Тихая» инженеру необходимо изменить диапазон частот, излучаемых передатчиком. Для этого ему необходимо заменить один из резисторов в схеме передатчика на другой, большего номинала. В ящике с радиотехническими элементами все резисторы перепутались, теперь перед ним стоит задача определить сопротивление неизвестного резистора. Вам предлагается решить эту задачу.

В вашем распоряжении имеется: два резистора известного номинала $R_1 = 30$ Ом и $R_3 = 50$ Ом, один резистор, номинал которого нужно найти, диод, источник постоянного напряжения и реостат (резистор с изменяемым сопротивлением). Ваш компьютер подключен к вольтметру и реостату – в любой момент в программе вы можете вызвать функцию `check_diode()`, которая вернет 1 если диод горит и 0 в противном случае и

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Профиль «Арктика»
Междисциплинарные задачи

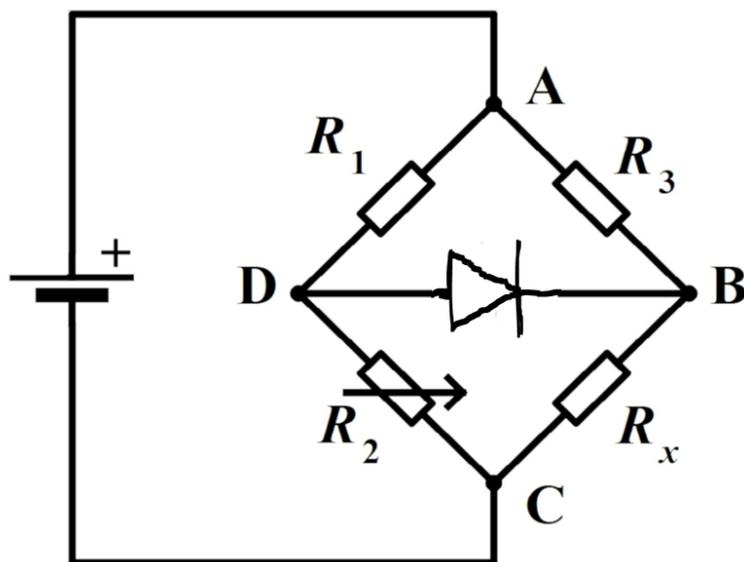
функцию `set_resistance(r)`, которая устанавливает сопротивление реостата в r Ом, с точностью до десятых. Вам предлагается:

1. Придумать схему подключения элементов, позволяющую определить сопротивление неизвестного резистора.
2. Написать программу, определяющую это сопротивление с максимально возможной точностью.

Примечание: если напряжение на идеальном диоде больше нуля, то он ведет себя как идеальная перемычка и при этом излучает свет, а если меньше – то как разрыв в цепи (не пропускает ток).

Возможное решение (вариант 1):

Соберем мост Уитстона. Установим диод в такой полярности, чтобы при $R_2 = 0$ Ом он не горел (это можно сделать, временно убрав R_2 из цепи, или установить на нем нужное значение сопротивления вручную). После этого будем увеличивать сопротивление реостата с минимальным шагом, дожидаясь момента, когда светодиод загорится. В этот момент мост сбалансирован в пределах погрешности.



Код:

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main(){
```

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Заключительный этап
Профиль «Арктика»
Междисциплинарные задачи**

```
double R1 = 10.0, R3 = 20.0;
double current_resistance = 0.0;
set_resistance(0.0);

while( check_diode() == 0 ){
    current_resistance += 0.1;
    set_resistance(current_resistance);
}

cout << (current_resistance * R3) / R1;

return 0;
}
```

Возможное решение (вариант 2):

Решение аналогично.

Критерии оценивания:

1. Предложена рабочая схема (мост Уитстона или его аналог) (15 баллов)
2. Описан верный алгоритм с точки зрения физики (15 баллов)
3. Написан правильный алгоритм программы на одном из языков программирования, или на естественном языке. (20 баллов)