

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

11 класс

Задача 1. Ледниковый период (20 баллов)

Вариант 1

В лаборатории по исследованию образцов арктического льда проводится необычный эксперимент. Внутри камеры-термостата на весах подвешивается кусок льда, имеющий форму шара. Лед тает, и капли с него падают на датчик, расположенный снизу. Для проверки экспериментальных данных ученым необходимо вывести теоретическую зависимость для данного эксперимента. Вам требуется вывести теоретическую зависимость периода падения капель с ледяного шара от его массы и найти период падения капель, при котором масса составит половину от начальной.

Считайте, что мощность теплообмена между двумя веществами рассчитывается по формуле $N = \alpha S(t - t_0)$, где S - площадь их соприкосновения, α - коэффициент теплопередачи. Температура воздуха внутри термостата поддерживается постоянной и равна 30°C . Для воздуха и льда $\alpha = 60.5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Начальная масса шарика - 1 кг. Масса капли воды в момент срыва - 0,1 г. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ КДж}/\text{кг}$.

Вариант 2

В лаборатории по исследованию образцов арктического льда проводится необычный эксперимент. Внутри камеры-термостата на весах подвешивается кусок льда, имеющий форму шара. Лед тает, и капли с него падают на датчик, расположенный снизу. Для проверки экспериментальных данных ученым необходимо вывести теоретическую зависимость для данного эксперимента. Вам требуется вывести теоретическую зависимость периода падения капель с ледяного шара от его массы и найти период падения капель, при котором масса составит половину от начальной.

Считайте, что мощность теплообмена между двумя веществами рассчитывается по формуле $N = \alpha S(t - t_0)$, где S - площадь их соприкосновения, α - коэффициент теплопередачи. Температура воздуха внутри термостата поддерживается постоянной и равна 25°C . Для воздуха и льда $\alpha = 60.5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Начальная масса шарика – 2 кг. Масса капли воды в момент срыва - 0,1 г. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ КДж}/\text{кг}$.

Возможное решение (для обоих вариантов):

$$N = \alpha \cdot S \cdot \Delta T$$

$$Q = \Delta m \cdot \lambda$$

$$N = \lambda \cdot \mu, \text{ где } \mu - \text{ массовый расход льда в результате таяния}$$

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

$S = 4\pi \cdot R^2$, где R - радиус шара.

$$R = (3V / 4\pi)^{(1/3)}$$

Тогда:

$\mu = \frac{\alpha}{\lambda} \cdot \Delta T \cdot (3\frac{\rho}{\rho_0})^{(2/3)} \cdot (4\pi)^{(1/3)}$ - получена зависимость массового расхода от массы льда.

$$T = m_{\text{капли}} / \mu$$

$$T = m_{\text{капли}} / (\frac{\alpha}{\lambda} \cdot \Delta T \cdot (3\frac{\rho}{\rho_0})^{(2/3)} \cdot (4\pi)^{(1/3)})$$
 – ответ на первый вопрос

Ответ на второй вопрос для 1 варианта:

$$T = 0.668 \text{ с}$$

Ответ на второй вопрос для 2 варианта:

$$T = 0.421 \text{ с}$$

Критерии оценивания:

1. Записаны исходные уравнения (5 баллов)
2. Получена верная зависимость (10 баллов)
3. Получен ответ на второй вопрос (5 баллов)

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

Задача 2. Секретные данные (30 баллов)

Вариант 1

Для обмена информацией с материком на арктических станциях используется спутниковая связь, защищенная специальными алгоритмами шифрования. Рассмотрим модель такого шифрования данных. В начале каждого зашифрованного сообщения приемник сигнала получает незашифрованный набор данных, состоящий из некоторого количества чисел, и по некоторому правилу преобразует этот набор в одно число – контрольное значение.

Количество чисел заранее неизвестно, но не менее двух, признаком конца данных считается число 0. Нужно найти контрольное значение. Оно равно такому максимально возможному произведению двух чисел из переданного набора, которое делится на 7, но не делится на 49. Если такое произведение получить нельзя, контрольное значение считается равным 1. Напишите эффективную, в том числе по памяти, программу, которая будет вычислять контрольное значение для введенного набора данных.

Входные данные:

В каждой строке исходных данных содержится одно целое число. Сначала идут строки с основными данными – положительными числами, затем число 0 (признак окончания данных).

Выходные данные:

Программа должна вывести одно число - контрольное значение.

Вариант 2

Для обмена информацией с материком на арктических станциях используется спутниковая связь, защищенная специальными алгоритмами шифрования. Рассмотрим модель такого шифрования данных. В начале каждого зашифрованного сообщения приемник сигнала получает незашифрованный набор данных, состоящий из некоторого количества чисел, и по некоторому правилу преобразует этот набор в одно число – контрольное значение.

Количество чисел заранее неизвестно, но не менее двух, признаком конца данных считается число 0. Нужно найти контрольное значение. Оно равно такому максимально возможному произведению двух чисел из переданного набора, которое делится на 5, но не делится на 25. Если такое произведение получить нельзя, контрольное значение считается равным 1. Напишите эффективную, в том числе по памяти, программу, которая будет вычислять контрольное значение для введенного набора данных.

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

Входные данные:

В каждой строке исходных данных содержится одно целое число. Сначала идут строки с основными данными – положительными числами, затем число 0 (признак окончания данных).

Выходные данные:

Программа должна вывести одно число - контрольное значение.

Возможное решение (вариант 1):

```
#include<iostream>
using namespace std;

int main(){
    long long int max7, max, x, p;
    p = 1;
    max = 0;
    max7 = 0;
    x = 1;
    while(x != 0){
        cin >> x;

        if(((x % 7) == 0) && ((x % 49) != 0) && (x > max7)){
            max7 = x;
        }
        if(((x % 7) != 0) && (x > max)){
            max = x;
        }
    }

    if((max7 == 0) || (max == 0)){
        cout << 1;
    }
    else{
        p = max*max7;
        cout << p;
    }
}
```

Возможное решение (вариант 2):

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

```
#include<iostream>
using namespace std;

int main(){
    long long int max5, max, x, p;
    p = 1;
    max = 0;
    max5 = 0;
    x = 1;
    while(x != 0){
        cin >> x;

        if(((x % 5) == 0) && ((x % 25) != 0) && (x > max5)){
            max5 = x;
        }
        if(((x % 5) != 0) && (x > max)){
            max = x;
        }
    }

    if((max5 == 0) || (max == 0)){
        cout << 1;
    }
    else{
        p = max*max5;
        cout << p;
    }
}
```

Критерии оценивания:

1. Верно описана идея алгоритма (10 баллов)
2. Написан правильный алгоритм программы на одном из языков программирования, или на естественном языке. (20 баллов)

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

Задача 3. Программное обеспечение (50 баллов)

Ученые создали экспериментальную установку, которая с погрешностью в 5% определяет концентрацию n и среднюю квадратичную скорость молекул $V_{\text{ср}}$ идеального газа. В ходе эксперимента с водородом H_2 производились следующие процессы: изобарический, изохорический, адиабатический и изотермический. Вам требуется написать программу, определяющую по входным данным, какой из этих четырех процессов протекает. Гарантируется, что для каждой группы входных данных, процесс определяется однозначно.

Входные данные:

В первой строке - число измерений N , затем в следующих N строках пары чисел: концентрация n и средняя квадратичная скорость $V_{\text{ср}}$

Выходные данные:

Программа должна вывести "isotherm"- если процесс изотермический, "isobar" - если изобарический, "adiabata" - если адиабатический и "isochore" - если изохорический.

Возможное решение:

Из основного уравнения МКТ и входных данных можно однозначно определить концентрацию и давление газа.

- 1) Изохора: концентрация остаётся постоянной, тогда если отличие между максимальным и минимальным значением не превышает 10% (удвоенная погрешность) от абсолютного значения (среднее арифметическое по всем данным), то процесс изохорический.
- 2) Изобара: аналогичные рассуждения для давления.
- 3) Изотерма: аналогичные рассуждения для скорости.
- 4) Адиабата: аналогичные рассуждения для $(pV)^\gamma$.

Программа на языке C++:

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <cmath>

using namespace std;

struct unit{
```

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

```
double V;
double n;
};

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

    vector<unit> data(N);

    for(int i = 0; i < N; i++){
        cin >> data[i].V >> data[i].n;
    }

    double min_isotherm_ind = data[0].V;
    double max_isotherm_ind = data[0].V;

    double min_isochore_ind = data[0].n;
    double max_isochore_ind = data[0].n;

    double min_isobar_ind = pow(data[0].V, 2) * data[0].n;
    double max_isobar_ind = pow(data[0].V, 2) * data[0].n;

    double min_adiabata_ind = min_isobar_ind * pow(1 / data[0].n, 7.0/5);
    double max_adiabata_ind = max_isobar_ind * pow(1 / data[0].n, 7.0/5);

    double sum_isotherm_ind = 0;
    double sum_isochore_ind = 0;
    double sum_isobar_ind = 0;
    double sum_adiabata_ind = 0;

    for(int i = 0; i < N; i++){
        double new_isotherm_ind = data[i].V;
        double new_isochore_ind = data[i].n;
        double new_isobar_ind = pow(data[i].V, 2) * data[i].n;
        double new_adiabata_ind = min_isobar_ind * pow(1 / data[i].n, 7.0/5);

        sum_isotherm_ind += new_isotherm_ind;
        sum_isochore_ind += new_isochore_ind;
        sum_isobar_ind += new_isobar_ind;
```

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

```
sum_adiabata_ind += new_adiabata_ind;

if(new_isotherm_ind > max_isotherm_ind){
    max_isotherm_ind = new_isotherm_ind;
}
else if(new_isotherm_ind < min_isotherm_ind){
    min_isotherm_ind = new_isotherm_ind;
}

if(new_isochores_ind > max_isochores_ind){
    max_isochores_ind = new_isochores_ind;
}
else if(new_isochores_ind < min_isochores_ind){
    min_isochores_ind = new_isochores_ind;
}

if(new_isobar_ind > max_isobar_ind){
    max_isobar_ind = new_isobar_ind;
}
else if(new_isobar_ind < min_isobar_ind){
    min_isobar_ind = new_isobar_ind;
}

if(new_adiabata_ind > max_adiabata_ind){
    max_adiabata_ind = new_adiabata_ind;
}
else if(new_adiabata_ind < min_adiabata_ind){
    min_adiabata_ind = new_adiabata_ind;
}
}

if( (max_isotherm_ind - min_isotherm_ind) / (sum_isotherm_ind / N) < 0.1){
    cout <<"isotherm"<< "\n";
}
else if( (max_isochores_ind - min_isochores_ind) / (sum_isochores_ind / N) < 0.1){
    cout <<"isochores"<< "\n";
}
else if( (max_isobar_ind - min_isobar_ind) / (sum_isobar_ind / N) < 0.1){
    cout <<"isobar"<< "\n";
}
}
```

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

```
else if( (max_adiabata_ind - min_adiabata_ind) / (sum_adiabata_ind / N) < 0.1){  
    cout <<"adiabata"<< "\n";  
}  
  
return 0;  
}
```

Критерии оценивания:

1. Верно решена физическая часть задачи (20 баллов)
2. Предложен алгоритм, позволяющий определить тип процесса (10 баллов)
3. Написан правильный алгоритм программы на одном из языков программирования, или на естественном языке. (20 баллов)