

Летающая робототехника

2022/23 учебный год

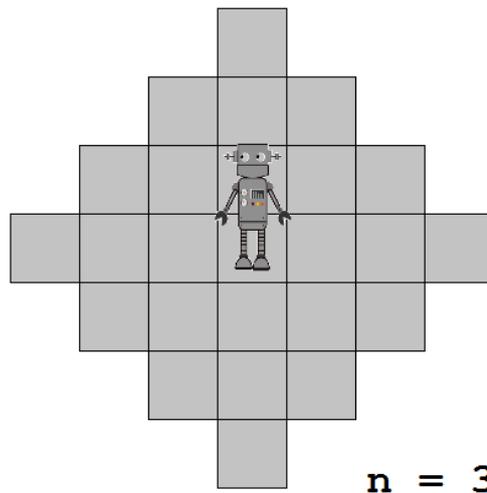
Заключительный этап

Предметный тур

Информатика. 8–11 класс

Задача VI.1.1.1. Прогулка робота (10 баллов)

Алевтина тестирует разработанного её командой робота. Этот робот может перемещаться по клетчатой поверхности, с одной клетки на соседнюю с ней по стороне. В начальный момент робот стоит в некоторой клетке поля. Заряда его аккумулятора хватит на n шагов. Алевтине интересно, а в сколько клетках может оказаться робот при этих условиях. Для примера, предположим, что робот может сделать не более трех шагов. Тогда множество всех достижимых им клеток представлено на следующем рисунке и содержит 25 клеток.



По заданному n нужно определить количество клеток, в которых может оказаться робот, сделав не более n шагов.

Формат входных данных

На вход подается одно целое число n — количество шагов, на которое у робота хватит энергии. $0 \leq n \leq 10^9$.

Формат выходных данных

Вывести количество клеток, в которых может оказаться робот, сделав не более n шагов.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
3
Стандартный вывод
25

Пример №2

Стандартный ввод
0
Стандартный вывод
1

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

```
1  #include <bits/stdc++.h>
2  using namespace std;
3
4  signed main(){
5      int n;
6      cin >> n;
7      int ans = n * n;
8      n++;
9      ans += n * n;
10     cout << ans;
11 }
```

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1  n = int(input())
2  print(n * n + (n + 1) * (n + 1))
```

Задача VI.1.1.2. Музыкальные модули (15 баллов)

Михаил изобрел принципиально новый музыкальный инструмент. Инструмент состоит из нескольких модулей. Количество модулей произвольно и может меняться путем добавления каких-то из них к инструменту или же их удаления из его состава. Один модуль так же является не самым красивым по звучанию, но инструментом.

Готовый инструмент характеризуется объемом и тоном. Объем задается натуральным числом от 1 до n , а тон это целое число от $-n$ до n . Чем меньше отношение абсолютного значения тона к размеру объема (это отношение назовем звучанием), тем красивее звучит инструмент. Но если тон становится точно равен 0, инструмент теряет звучание. При равенстве вышеуказанных отношений, красивее звучит тот инструмент, у которого больше объем.

Главным достижением Михаила при разработке нового инструмента является то, что он сумел реализовать механизм объединения модулей с взаимным гашением тонов разного знака. При таком объединении, объем полученного инструмента равен сумме объемов исходных модулей, а тон так же равен сумме исходных тонов, но взятых со своим знаком. **Абсолютное значение тона любого исходного модуля всегда равно его объему.** Значение тона у любого модуля всегда целое число, не равное 0.

Для примера, пусть есть два модуля с тонами -9 и 2 . Тогда их можно объединить и получить инструмент с тоном -7 и объемом 11 .

На данный момент Михаил сумел построить звучащий инструмент с тоном a и объемом b . Теперь он хочет создать еще один модуль так, чтобы добавление этого модуля к уже построенному инструменту давало бы самое красивое возможное звучание. Помогите Михаилу выбрать значение тона для дополнительного модуля.

Формат входных данных

На вход подается два целых числа a и b через пробел — значения тона и объема уже построенного Михаилом инструмента. $-1000 \leq a \leq 1000, a \neq 0. 1 \leq b \leq 1000. |a| \leq b$.

Формат выходных данных

В первую строку вывести значение тона для дополнительного модуля, добавление которого сделает звучание наиболее красивым.

Во вторую строку вывести два числа через пробел — значение тона и объема для самого красиво звучащего инструмента, которого можно добиться добавлением ровно одного модуля к уже построенному Михаилом инструменту.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
10 30
Стандартный вывод
-11
-1 41

Пример №2

Стандартный ввод
-1 3
Стандартный вывод
2
1 5

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

```
1  #include <bits/stdc++.h>
2  #define int long long
3  using namespace std;
4
5  signed main(){
6      int a, b;
7      cin >> a >> b;
8      double bnum = 1, bdenum = 1, m, snum;
9
10     for(int i = -10000; i <= 10000; i++){
11         double num = abs(a + i);
12         if(num == 0)
13             continue;
14         double denum = abs(i) + b;
15
16         if(num / denum < bnum / bdenum || abs(num / denum - bnum / bdenum) < 1e-7
17            ↪ && denum > bdenum){
18             bnum = num;
19             snum = a + i;
20             bdenum = denum;
21             m = i;
22         }
23     }
24     cout.precision(0);
25     cout <<fixed << m<<"\n"<< snum<<' '<<bdenum;
26 }
```

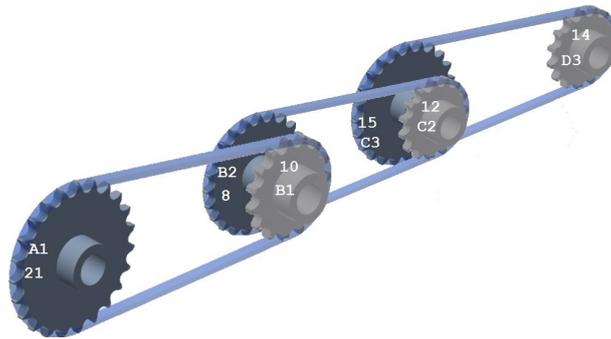
Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1  a, b = map(int, input().split())
2  mini = 10 ** 18
3  ans = -1
4  for i in range(-20000, 20001):
5      if i != -a and abs((a + i) / (b + abs(i))) < mini:
6          mini = abs((a + i) / (b + abs(i)))
7          ans = i
8  print(ans)
9  print(a + ans, b + abs(ans))
```

Задача VI.1.1.3. Цепная передача (20 баллов)

Алексею на день рождения родители купили набор «Юный механик». Помимо прочих очень интересных деталей, в набор входят несколько шестеренок с различным количеством зубцов и передаточных цепей к ним. Их можно соединять на специальном стенде произвольным образом в очень сложные системы для передачи вращающего момента. Алексей тут же собрал линейную цепочку из нескольких попарно соединенных шестерен. При этом самая левая и самая правая шестерни в цепочке были на своих отдельных вращающихся валах, а промежуточные шестерни от разных цепей парами были помещены на общие валы. Более точно это можно описать следующим образом: например, Алексей соединил общими цепями шестерни A_1 и B_1 , шестерни B_2 и C_2 , а так же шестерни C_3 и D_3 . Тогда на отдельный вращающийся

вал будут помещены: шестерня A_1 , шестерня D_3 , одновременно две шестерни B_1 и B_2 , а так же одновременно две шестерни C_2 и C_3 . Для лучшего понимания смотрите рисунок.



Если вращать шестерню A_1 , то будут вращаться и все остальные. Число оборотов будет определяться соотношением числа зубцов у смежных шестерен. Например, если две смежные шестерни A_1 с 21 зубцом и B_1 с 10 зубцами соединены цепью, то полный оборот шестерни A_1 будет соответствовать 2.1 оборота шестерни B_1 . Для того, чтобы обе шестерни сделали целое число оборотов, нужно A_1 вращать 10 раз, тогда B_1 провернется 21 раз.

На рисунке, помимо обозначения шестерен, указано количество зубцов у каждой из них (для данного примера). Теперь Алексей хочет понять, какое наименьшее **целое** количество оборотов шестерни A_1 нужно сделать, чтобы последняя в цепочке шестерня так же сделала **целое** количество оборотов.

Продолжим рассмотрения примера на рисунке. Утверждается, что если сделать 2 оборота шестерней A_1 , то шестерня D_3 сделает ровно 3 оборота. Действительно, 2 оборота шестерни A_1 вызовут 4.2 оборота шестерни B_1 . Такое же количество оборотов сделает и шестерня B_2 с 8 зубцами. Тогда шестерня C_2 с 12 зубцами сделает 2.8 оборота. Соответственно шестерня C_3 с 15 зубцами также сделает 2.8 оборота, а значит шестерня D_3 с 14 зубцами сделает 3 оборота.

Вам нужно решить эту задачу для произвольного (не очень большого) числа пар шестерен с заданными количествами зубцов у каждой.

Формат входных данных

В первой строке содержится количество пар шестерен n , соединенных цепью. Шестерни соединены в линейную цепочку аналогично примеру на рисунке. $1 \leq n \leq 5$.

В следующих n строках содержатся через пробел количества зубцов в каждой паре соединенных цепью шестерен. Вторая шестерня предыдущей пары и первая шестерня следующей пары помещаются на общий отдельный вращающийся вал. Первая шестерня первой пары и вторая шестерня последней пары находятся каждая на своем отдельном вале. Число зубцов в каждой шестерне находится в пределах от 3 до 100.

Формат выходных данных

Вывести два числа через пробел — наименьшее количество целых оборотов первой шестерни первой пары, и соответствующее ему число целых оборотов второй шестерни последней пары.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
3 21 10 8 12 15 14
Стандартный вывод
2 3

Пример №2

Стандартный ввод
1 21 10
Стандартный вывод
10 21

Пример №3

Стандартный ввод
5 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7
Стандартный вывод
1 1

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

```
1  #include <bits/stdc++.h>
2  #define sz(a) (int)a.size()
3  #define pb push_back
4  #define all(a) a.begin(), a.end()
5  #define for0(i, n) for(int i = 0; i < n; i++)
6  #define int long long
7  using namespace std;
8
9  signed main(){
10     int n;
11     cin >> n;
12     int num = 1, denum = 1;
13     for0(i, n){
14         int a, b;
15         cin >> a >> b;
```

```
16     num *= a;
17     denum *= b;
18 }
19 int g = __gcd(num, denum);
20 num /= g;
21 denum /= g;
22 cout << denum << ' ' << num << endl;
23 }
```

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 import math
2 n = int(input())
3 num1 = 1
4 num2 = 1
5 for i in range(n):
6     a, b = map(int, input().split())
7     num1 *= a
8     num2 *= b
9 gcd = math.gcd(num1, num2)
10 num2 //= gcd
11 num1 //= gcd
12 print(num2, num1)
```

Задача VI.1.1.4. Футбольный контроль (25 баллов)

Фёдор начинающий футбольный болельщик. Он узнал, что раз в четыре года проходит чемпионат мира по футболу. Чемпионат делится на две стадии - групповую и плей-офф. На групповой стадии все участвующие команды случайно делятся на группы по четыре команды. Далее внутри каждой группы все команды играют между собой. Таким образом, каждая команда на групповой стадии играет три матча, а внутри группы происходит шесть игр. В итоге для каждой группы получается турнирная таблица, в которой эти четыре команды выстраиваются от самой сильной до самой слабой. Две самых сильных команды выходят в следующую стадию - плей-офф и далее проводятся игры на выбывание.

Для построения таблицы используются следующие показатели (в порядке приоритетности, если все предыдущие показатели у двух команд равны, сравниваются следующие по списку).

1. Количество набранных командой очков. За победу начисляется три очка, за ничью одно, за поражение очки не начисляют. Очки за все сыгранные командой матчи суммируются.

2. При равенстве очков у двух команд, выше в таблице стоит та, у которой больше разница забитых и пропущенных мячей по итогам всех трех сыгранных этой командой игр.

3. При равенстве разницы забитых и пропущенных мячей у двух команд, выше в таблице стоит та, у которой больше забитых мячей.

В списке было еще много условий, вплоть до подсчёта желтых карточек и жеребьевки, но Фёдор далее решил не читать и ограничиться приведёнными выше правилами. Теперь он хочет проверить правильность построения турнирной таблицы. Фёдор знает результаты всех шести матчей в группе, осталось понять, в каком порядке команды будут следовать в таблице.

Рассмотрим пример. Допустим, в одной группе играют команды Armenia, Belarus, Costa Rica и Denmark. Далее приведены результаты игр между ними:

Armenia 3:1 Belarus

Belarus 3:1 Costa Rica

Costa Rica 4:3 Armenia

Armenia 1:1 Denmark

Denmark 0:3 Belarus

Costa Rica 1:5 Denmark

По итогам игр получается, что

- Belarus две игры выиграла, одну проиграла и набрала 6 очков;
- Armenia одну игру выиграла, одну проиграла, одну сыграла вничью и набрала 4 очка;
- Denmark одну игру выиграла, одну проиграла, одну сыграла вничью и набрала 4 очка;
- Costa Rica одну игру выиграла, две проиграла и набрала 3 очка.

Пока известно, что Belarus заняла первое место в таблице и вышла в плей-офф, но за второе выходящее место спорят команды Armenia и Denmark.

Armenia забила 7 мячей и пропустила 6 мячей. Разница равна +1.

Denmark забила 6 мячей и пропустила 5 мячей. Разница равна +1.

По второму показателю у этих команд снова равенство.

Armenia забила больше, чем Denmark, поэтому в таблице команда Armenia будет на втором месте, а Denmark на третьем.

Costa Rica займет четвертую позицию.

В итоге в плей-офф выйдут Belarus и Armenia.

Формат входных данных

На вход в шести строках подаются данные об итогах шести матчей между четырьмя командами в формате, указанном в примере. Названия команд состоят из больших и малых английских букв и знаков одиночного пробела и могут состоять из нескольких слов. Число символов в названии команд не превосходит 50. Команда от количества забитых голов отделена одним пробелом, сам счет разделён двоеточием без пробела. Количество забитых мячей в матче не превосходит 99. Все команды в группе имеют попарно различные названия.

Формат выходных данных

В первую строку вывести заголовок «Standings:»

Далее в следующие четыре строки вывести команды в том порядке, в каком они будут следовать в таблице. Если для двух или более команд порядок по итогам указанных условий не определен, вывести их в алфавитном порядке. Для каждой команды указать перед её именем в таблице через пробел место, которое она заняла в группе. Если несколько команд имеют полностью одинаковые показатели, перед

каждой из этих команд вывести интервал мест, в которые она попадает. Интервал выводить в виде «первое место интервала - последнее место интервала» и далее пробел перед именем соответствующей команды. Для лучшего понимания смотрите примеры.

Далее вывести пустую строку.

Далее в следующей строке вывести сообщение «Advance to the playoffs:»

Далее, если вышедшие команды определены, в две строки вывести две вышедшие из группы в плей-офф команды. Если среди этих двух команд есть лидер – в первую из этих строк вывести его, иначе, если обе вышедшие команды полностью равны – вывести их в алфавитном порядке. Если по итогам турнира нельзя однозначно определить две вышедшие команды, вывести одну строку с сообщением «Lottery».

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
Armenia 3:1 Belarus Belarus 3:1 Costa Rica Costa Rica 4:3 Armenia Armenia 1:1 Denmark Denmark 0:3 Belarus Costa Rica 1:5 Denmark
Стандартный вывод
Standings: 1 Belarus 2 Armenia 3 Denmark 4 Costa Rica Advance to the playoffs: Belarus Armenia

Пример №2

Стандартный ввод
Armenia 3:3 Belarus Armenia 0:2 Costa Rica Armenia 0:1 Denmark Belarus 0:1 Costa Rica Belarus 0:2 Denmark Costa Rica 1:1 Denmark
Стандартный вывод
Standings: 1-2 Costa Rica 1-2 Denmark 3-4 Armenia 3-4 Belarus Advance to the playoffs: Costa Rica Denmark

Пример №3

Стандартный ввод
Armenia 0:3 Belarus Armenia 0:3 Costa Rica Armenia 0:3 Denmark Belarus 2:2 Costa Rica Belarus 2:2 Denmark Costa Rica 2:2 Denmark
Стандартный вывод
Standings: 1-3 Belarus 1-3 Costa Rica 1-3 Denmark 4 Armenia Advance to the playoffs: Lottery

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

```
1 #include <bits/stdc++.h>
2 #define sz(a) (int)a.size()
3 #define pb push_back
4 #define all(a) a.begin(), a.end()
5 #define for0(i, n) for(int i = 0; i < n; i++)
6 #define for1(i, n) for(int i = 1; i <= n; i++)
7
8 using namespace std;
9 typedef pair<int, int> pii;
```

```

10 typedef vector<int> vi;
11 typedef vector<vector<int> > vvi;
12 typedef map<string, int> msi;
13
14 int lss(string n1, string n2, msi &ts, msi &tm, msi &p){
15
16     if(p[n1] < p[n2])
17         return 1;
18
19     int d1 = ts[n1] - tm[n1];
20     int d2 = ts[n2] - tm[n2];
21
22     if(p[n1] == p[n2] && d1 < d2)
23         return 1;
24
25     if(p[n1] == p[n2] && d1 == d2 && ts[n1] < ts[n2])
26         return 1;
27
28     if(p[n1] == p[n2] && d1 == d2 && ts[n1] == ts[n2])
29         return 0;
30
31     return -1;
32 }
33
34
35 signed main(){
36
37     msi total_scored, total_missed, points;
38     set<string> S;
39     string s;
40     for0(i, 6){
41         getline(cin, s);
42         int t1 = 0;
43         while(s[t1] < '0' || s[t1] > '9')
44             t1++;
45         t1--;
46
47         int t2 = sz(s) - 1;
48         while(s[t2] < '0' || s[t2] > '9')
49             t2--;
50         t2++;
51
52         string n1 = s.substr(0, t1);
53         string n2 = s.substr(t2 + 1);
54         string score = s.substr(t1 + 1, t2 - t1 - 1);
55
56         stringstream ss;
57         ss << score;
58         int a1, a2;
59         char c;
60         ss >> a1 >> c >> a2;
61
62         total_scored[n1] += a1;
63         total_scored[n2] += a2;
64         total_missed[n1] += a2;
65         total_missed[n2] += a1;
66
67         if(a1 == a2){
68             points[n1]++;
69             points[n2]++;

```

```

70     }
71     if(a1 < a2){
72         points[n2] += 3;
73     }
74     if(a1 > a2){
75         points[n1] += 3;
76     }
77     S.insert(n1);
78     S.insert(n2);
79 }
80 vector<string> tab;
81 for(auto q : S)
82     tab.pb(q);
83 for(int i = 0; i < 3; i++)
84     for(int j = i + 1; j < 4; j++){
85         if(lss(tab[i], tab[j], total_scored, total_missed, points) == 1)
86             swap(tab[i], tab[j]);
87         if(lss(tab[i], tab[j], total_scored, total_missed, points) == 0 &&
88             ↪ tab[i] > tab[j])
89             swap(tab[i], tab[j]);
90     }
91 map<string, int> fp, lp;
92 int t = 1, dt = 0;
93 fp[tab[0]] = t;
94 lp[tab[0]] = t;
95 for(int i = 1; i < sz(tab); i++){
96     if(lss(tab[i], tab[i - 1], total_scored, total_missed, points) == 1){
97         dt = 0;
98         t++;
99         fp[tab[i]] = t;
100     }
101     else
102         if(lss(tab[i], tab[i - 1], total_scored, total_missed, points) == 0){
103             dt++;
104             t++;
105             fp[tab[i]] = fp[tab[i - 1]];
106         }
107     for(int j = 0; j < dt + 1; j++){
108         lp[tab[i - j]] = fp[tab[i - j]] + dt;
109     }
110 }
111 cout<<"Standings:"<< endl;
112 for(auto q : tab){
113     cout<< fp[q];
114     if(fp[q] != lp[q])
115         cout << "-"<<lp[q];
116     cout << ' ' << q << endl;
117 }
118 cout << endl<<"Advance to the playoffs:"<< endl;
119 if(lss(tab[2], tab[1], total_scored, total_missed, points) == 1){
120     for0(i, 2)
121         cout << tab[i]<< endl;
122 }
123 else
124     if(lss(tab[2], tab[1], total_scored, total_missed, points) == 0)
125         cout << "Lottery\n";

```

Ниже представлено решение на языке Java.

```
1 import java.util.*;
```

```
2 public class Main {
3     public static void add(Map<String, Integer> p, Integer val, String name) {
4         if (!p.containsKey(name))
5             p.put(name, val);
6         else
7             p.put(name, val + p.get(name));
8     }
9     public static class Info implements Comparable<Info>{
10        String name;
11        Integer scores;
12        Integer points;
13        Integer scoresDelta;
14
15        public Info(String name, Integer scores, Integer points, Integer
16        ↪ scoresDelta) {
17            this.name = name;
18            this.scores = scores;
19            this.points = points;
20            this.scoresDelta = scoresDelta;
21        }
22
23        @Override
24        public int compareTo(Info o) {
25            if (points > o.points)
26                return -1;
27            if (points < o.points)
28                return 1;
29            if (scoresDelta > o.scoresDelta)
30                return -1;
31            if (scoresDelta < o.scoresDelta)
32                return 1;
33            if (scores > o.scores)
34                return -1;
35            if (scores < o.scores)
36                return 1;
37            return -o.name.compareTo(name);
38        }
39        public int compare(Info o) {
40            if (points > o.points)
41                return -1;
42            if (points < o.points)
43                return 1;
44            if (scoresDelta > o.scoresDelta)
45                return -1;
46            if (scoresDelta < o.scoresDelta)
47                return 1;
48            return o.scores.compareTo(scores);
49        }
50    }
51    public static void compare(String name1, String name2) {
52    }
53    public static void main(String[] args) {
54        Map<String, Integer> scores = new HashMap<>();
55        Map<String, Integer> points = new HashMap<>();
56        Map<String, Integer> scoresDelta = new HashMap<>();
57        Scanner readLine = new Scanner(System.in);
58        for (int i = 0; i < 6; ++i) {
59            String line = readLine.nextLine();
60            Scanner sc = new Scanner(line);
61            String name = "";
```

```

61     String in = "123";
62     do {
63         in = sc.next();
64         if (!in.contains(":")) {
65             if (name.length() > 0)
66                 name += " ";
67             name += in;
68         }
69     }
70     while (!in.contains(":"));
71     String name1 = name;
72     String[] vals = in.split(":");
73     String name2 = "";
74     while (sc.hasNext()) {
75         if (name2.length() > 0)
76             name2 += " ";
77         name2 += sc.next();
78     }
79     Integer point1 = Integer.parseInt(vals[0]);
80     Integer point2 = Integer.parseInt(vals[1]);
81     add(scores, point1, name1);
82     add(scores, point2, name2);
83     if (point1 > point2) {
84         add(points, 3, name1);
85         add(points, 0, name2);
86     }
87     if (point1 < point2) {
88         add(points, 3, name2);
89         add(points, 0, name1);
90     }
91     if (point1.equals(point2)) {
92         add(points, 1, name1);
93         add(points, 1, name2);
94     }
95     add(scoresDelta, point1 - point2, name1);
96     add(scoresDelta, point2 - point1, name2);
97 }
98 List<Info> infos2 = new ArrayList<>();
99 for (Map.Entry<String, Integer> entry : points.entrySet()) {
100     String name = entry.getKey();
101     Integer point = entry.getValue();
102     Integer scoreDelta = scoresDelta.get(name);
103     Integer score = scores.get(name);
104     Info info = new Info(name, score, point, scoreDelta);
105     infos2.add(info);
106 }
107 Info[] infos = infos2.toArray(new Info[0]);
108 Arrays.sort(infos);
109 System.out.println("Standings:");
110 for (int i = 0; i < 4; ++i) {
111     int cnt = 0;
112     int mini = -1;
113     for (int j = 0; j < 4; ++j) {
114         if (infos[i].compare(infos[j]) == 0) {
115             cnt++;
116             if (mini == -1)
117                 mini = j;
118         }
119     }
120 }

```

```

121         int l = mini + 1;
122         int r = l + cnt - 1;
123         if (l == r)
124             System.out.print(l + " ");
125         else
126             System.out.print(l + "-" + r + " ");
127         System.out.println(infos[i].name);
128     }
129     System.out.println();
130     System.out.println("Advance to the playoffs:");
131     if (infos[0].compare(infos[2]) == -1 && infos[1].compare(infos[2]) == -1)
132     ↪ {
133         if (infos[0].compare(infos[1]) == -1) {
134             System.out.println(infos[0].name);
135             System.out.println(infos[1].name);
136         }
137         else {
138             if (infos[0].name.compareTo(infos[1].name) < 0){
139                 System.out.println(infos[0].name);
140                 System.out.println(infos[1].name);
141             }
142             else {
143                 System.out.println(infos[1].name);
144                 System.out.println(infos[0].name);
145             }
146         }
147     }
148     else
149         System.out.println("Lottery");
150 }

```

Задача VI.1.1.5. Цепочки проектов (30 баллов)

Эдуард Леонидович — директор исследовательского института. Каждый день его институт либо начинает ровно один новый проект либо заканчивает ровно один из уже начатых. Таким образом, если мы обозначим проекты их номерами и выпишем для каждого дня номер начинаемого или заканчиваемого проекта, то получим расписание работы института в этот период времени.

Например пусть последовательность работ над проектами выглядит следующим образом: 2, 4, 5, 5, 3, 2, 1, 4, 1, 3.

Она означает, что: в первый день институт начал проект номер 2, во второй день институт начал проект номер 4, в третий день институт начал проект номер 5, в четвертый день институт закончил проект номер 5, в пятый день институт начал проект номер 3, в шестой день институт закончил проект номер 2, в седьмой день институт начал проект номер 1, в восьмой день институт закончил проект номер 4, в девятый день институт закончил проект номер 1, в десятый день институт закончил проект номер 3.

В отчетности, которую заполняет Эдуард Леонидович, считается, что проект В является продолжением проекта А, если проект В начался между датами начала и окончания проекта А, и закончился позже окончания проекта А. Наибольшую ценность имеют цепочки проектов. Набор проектов A_1, A_2, \dots, A_k является цепочкой, если для любых двух соседних проектов A_i и A_{i+1} в этой цепочке верно, что проект A_{i+1} является продолжением проекта A_i .

В вышеприведенном примере можно выделить следующие цепочки проектов:

1, 2, 3, 4, 5 имеют длину один,

2–4, 2–3, 4–3, 4–1 имеют длину два,

2–4–1, 2–4–3 имеют длину три.

Помогите с отчетом Эдуарду Леонидовичу. По списку начатых и законченных институтом проектов определите длину самой большой цепочки проектов, выполненной институтом за отчетный период.

Формат входных данных

В первой строке задается количество проектов n , выполненных институтом в отчетный период. $1 \leq n \leq 10^5$.

Во второй строке задана последовательность выполнения проектов. Она состоит из $2 \cdot n$ чисел через пробел. Каждое из этих чисел от 1 до n и каждое встречается в последовательности ровно два раза. Первое вхождение соответствует началу проекта с этим номером, второе вхождение — окончанию.

Формат выходных данных

Вывести одно число — длину самой большой цепочки проектов за отчетный период.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
5 2 4 5 5 3 2 1 4 1 3
Стандартный вывод
3

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

```
1  #include <bits/stdc++.h>
2  #define sz(a) (int)a.size()
3  #define pb push_back
4  #define all(a) a.begin(), a.end()
5  #define for0(i, n) for(int i = 0; i < n; i++)
6  #define for1(i, n) for(int i = 1; i <= n; i++)
7  #define int long long
8
9  using namespace std;
10 typedef long long ll;
11 typedef pair<int, int> pii;
12 typedef vector<int> vi;
13
```

```

14 int LG = 19;
15 int N = (1 << LG);
16 vi t(2 * N, 0);
17
18 void upd(int a, int pos){
19     pos += N;
20     t[pos] = a;
21     pos /= 2;
22     while(pos){
23         t[pos] = max(t[2 * pos], t[2 * pos + 1]);
24         pos /= 2;
25     }
26 }
27
28 int getMax(int l, int r){
29     int res = -1;
30     l += N;
31     r += N;
32     while(l <= r){
33         if(l % 2 == 1){
34             res = max(res, t[l]);
35         }
36         if(r % 2 == 0){
37             res = max(res, t[r]);
38         }
39         l = (l + 1) / 2;
40         r = (r - 1) / 2;
41     }
42     return res;
43 }
44
45 signed main(){
46     int n;
47     cin >> n;
48     vi v(2 * n), next(n + 1, -1);
49     for0(i, 2 * n){
50         cin >> v[i];
51     }
52
53     for(int i = 2 * n - 1; i >= 0; i--){
54         if(next[v[i]] == -1)
55             next[v[i]] = i;
56     }
57     for0(i, 2 * n){
58         if(next[v[i]] != i){
59             int mx = getMax(i, next[v[i]]);
60             upd(mx + 1, next[v[i]]);
61         }
62     }
63     cout << getMax(0, 2 * n - 1);
64 }

```

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1 # Python3 Code Addition
2 import math
3 # limit for array size
4 N = 200005;
5
6 # Max size of tree

```

```

7 tree = [0] * (2 * N);
8
9 # function to build the tree
10 def build(arr) :
11
12     # insert leaf nodes in tree
13     for i in range(n) :
14         tree[n + i] = arr[i];
15
16     # build the tree by calculating parents
17     for i in range(n - 1, 0, -1) :
18         tree[i] = tree[i << 1] + tree[i << 1 | 1];
19
20 # function to update a tree node
21 def update(p, value) :
22
23     # set value at position p
24     tree[p + n] = value;
25     p = p + n;
26
27     # move upward and update parents
28     i = p;
29
30     while i > 1 :
31
32         tree[i >> 1] = max(tree[i], tree[i ^ 1]);
33         i >>= 1;
34
35 # function to get sum on interval [l, r)
36 def query(l, r) :
37
38     res = 0;
39
40     # loop to find the sum in the range
41     l += n;
42     r += n;
43     maxi = 0
44     while l < r :
45
46         if (l & 1) :
47             maxi = max(maxi, tree[l])
48             l += 1
49
50         if (r & 1) :
51             r -= 1;
52             maxi = max(maxi, tree[r])
53
54         l >>= 1;
55         r >>= 1
56
57     return maxi;
58
59
60
61 n = int(input())
62 n *= 2
63 a = list(map(int, input().split()))
64 last = [0] * (n + 1)
65 sz = [0] * n
66 for i in range(n - 1, -1, -1):

```

```
67     if last[a[i]] == 0:
68         last[a[i]] = i
69 for i in range(n):
70     lst = last[a[i]]
71     if lst == i:
72         continue
73     l = i + 1
74     r = lst - 1
75     val = query(l, r + 1)
76     update(lst, val + 1)
77 print(query(0, 2 * n - 1 + 1))
```

Тестовые наборы для задач представлены по ссылке — <https://disk.yandex.ru/d/bImms4sGhSMn1Q>.

Физика. 8–9 классы

Задача VI.1.2.1. Кинематика (30 баллов)

Условие

В новый строящийся аэропорт планируется включить автоматизированную систему обработки багажа по рейсам с помощью сортировочных роботов. Теперь общее время от приема багажа до поступления его в корзину назначения составляет $T = 400$ с. При этом багаж сначала поступает на конвейер длиной $L = 150$ м и движется со скоростью $\nu_L = 0,5$ м/с, и затем без изменения скорости попадает на наклонный спуск, по которому равноускоренно груз съезжает за $t_s = 4$ с и выходит с него со скоростью $\nu_s = 1,2$ м/с, где его принимает робот на свою погрузочную платформу. Получив груз, робот транспортирует его в корзину назначения за оставшееся время по оптимальной траектории и сразу же возвращается обратно к своему пункту приема багажа. Временем на остановку робота и его разворотами пренебречь.

1. Сколько робот затрачивает на транспортировку багажа до корзины назначения?
2. Чему равна длина наклонного спуска, по которому багаж направляется на погрузочную платформу?
3. Какое наименьшее количество сортировочных роботов потребуется для обеспечения непрерывного распределения багажа, если интервал между багажом составляет $t_i = 100$ с, при условии, что пункт приема груза будет общий, а время, затрачиваемое на транспортировку каждым роботом, будет то же, что и одним роботом?

Решение

Общее время транспортировки багажа до поступления в корзину составляет:

$$T = \frac{L}{\nu_L} + t_s + t_r.$$

Следовательно, время, за которое робот совершает транспортировку багажа до корзины:

$$t_r = T - \frac{L}{\nu_L} - t_s = 96 \text{ с.}$$

Багаж при спуске совершает равноускоренное движение, при этом его начальная скорость, исходя из условия, будет равна скорости перемещения на конвейере, а ускорение в этом случае будет равно:

$$a = \frac{\nu_s - \nu_L}{t_s} = 0,175 \text{ м/с}^2.$$

Таким образом, длина наклонного спуска равна:

$$S = \nu_L t_s + \frac{a t_s^2}{2} = 3,4 \text{ м.}$$

Очевидно, что время транспортировки груза роботом в корзину назначения меньше времени интервала приема. Следовательно, следующий багаж должен быть принят уже другим роботом, чтобы тот успел вернуться к исходной точки. Оставшееся время по прибытию к месту приема багажа будем считать резервным.

Ответ:

1. $t_r = 96$ с.
2. $S = 3,4$ м.
3. 2.

Критерии оценивания

Дан правильный ответ на первый вопрос задачи	10 баллов
Дан правильный ответ на второй вопрос задачи	10 баллов
Дан правильный ответ на третий вопрос задачи	10 баллов
Всего:	30 баллов
Отсутствует решение в общем виде	−2 балла за пункт
Решение в общем виде доведено не до конца	−1 балл за пункт
Отсутствуют необходимые единицы измерения в ответе	−1 балл за пункт
Незначительная ошибка в алгебраических преобразованиях	−2 балла за пункт
Арифметическая ошибка в ответе при верном ответе в общем виде	−1 балла за пункт
Ответ дан только в общем виде, число отсутствует	−1 балл за пункт
Явно небрежное оформление при верном ходе решения	−1 балл за пункт

Задача VI.1.2.2. Тепловые явления (15 баллов)

Условие

Одним из видов источников энергии, получившие широкое распространения ввиду высокой удельной мощности и умеренной стоимости, является свинцово-кислотный аккумулятор. Его производство начинается с плавления свинца. Начальная температура свинца $27\text{ }^\circ\text{C}$. Требуется определить исходную массу свинца, если процесс был приостановлен, когда 60% уже было расплавлено, количество теплоты отданное на процесс $Q = 120$ кДж. Тепловыми потерями пренебречь. Ответ округлить до сотых.

Информация для справки:

- температура плавления свинца — $327\text{ }^\circ\text{C}$;
- теплоемкость свинца — $c = 130$ Дж/(кг·°C);
- удельная теплота плавления — $\lambda = 2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг.

Решение

Обозначим общее количество теплоты пошедшее на процесс Q , на нагрев свинца до температуры плавления Q_1 , на плавление свинца Q_2 . На основании условия запишем следующее уравнение теплового баланса:

$$Q = Q_1 + Q_2.$$

$$Q = cm\Delta t + 0,6m\lambda.$$

Откуда можно получить:

$$m = \frac{Q}{c\Delta t + 0,6\lambda} = 2,22 \text{ кг.}$$

Ответ: 2,22 кг.

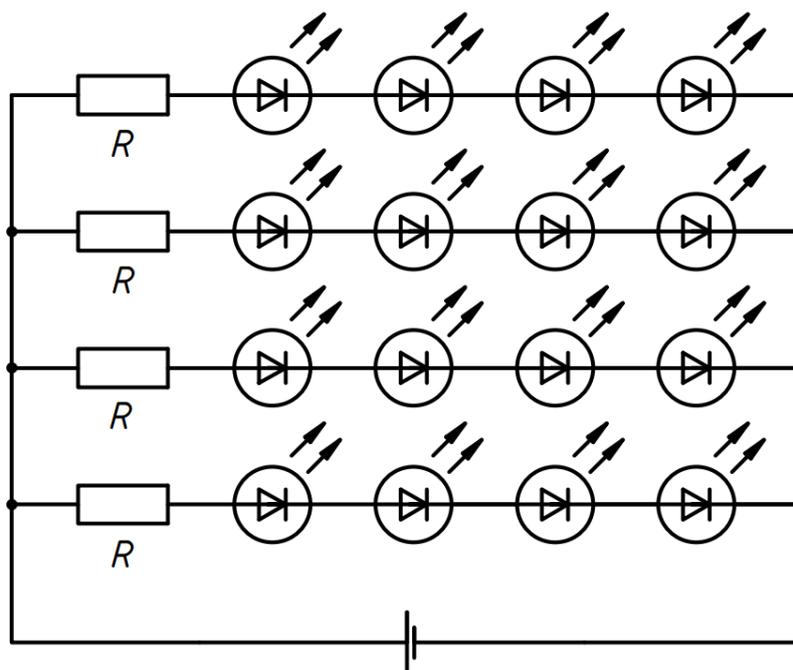
Критерии оценивания

Составлено уравнение теплового баланса	5 баллов
Дан правильный ответ на вопрос задачи	10 баллов
Всего:	15 баллов
Отсутствует решение в общем виде	-2 балла за пункт
Решение в общем виде доведено не до конца	-1 балл за пункт
Отсутствуют необходимые единицы измерения в ответе	-1 балл за пункт
Незначительная ошибка в алгебраических преобразованиях	-2 балла за пункт
Арифметическая ошибка в ответе при верном ответе в общем виде	-1 балла за пункт
Ответ дан только в общем виде, число отсутствует	-1 балл за пункт
Явно небрежное оформление при верном ходе решения	-1 балл за пункт

Задача VI.1.2.3. Электрические явления (30 баллов)

Условие

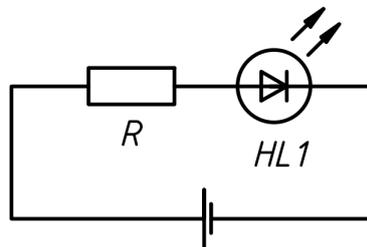
Для локального освещения из одинаковых светодиодов была собрана матрица, схема которой представлена на рисунке. Для обеспечения нормальной работы светодиода в цепь последовательно подключается токоограничивающий резистор. При этом, один светодиод имеет следующие характеристики: рабочее напряжение $U_{\text{св}} = 2$ В, рабочий ток $I_{\text{св}} = 20$ мА.



1. Рассчитать сопротивление токоограничивающего резистора для одного такого светодиода при подключении его к источнику питания с напряжением $U_{\text{и}} = 5 \text{ В}$. Изобразить принципиальную электрическую схему такого подключения.
2. Рассчитать сопротивление токоограничивающих резисторов для светодиодной матрицы приведенной на схеме при подключении ее к источнику питания с напряжением $U = 24 \text{ В}$. Определить требуемую мощность рассеивания резистора для обеспечения его нормальной работы.
3. Определить мощность рассеивания всей матрицы и количество теплоты, которую она выделяет за $t = 10 \text{ с}$.

Решение

По условиям первого пункта изобразим принципиальную электрическую схему.



Очевидно, что схема состоит из двух потребителей, подключенных к источнику питания последовательно, а значит:

$$U_{\text{и}} = U_{\text{р}} + U_{\text{св}}.$$

$$I = I_{\text{р}} = I_{\text{св}}.$$

По закону Ома сопротивление токоограничивающего резистора:

$$R_1 = \frac{U_{\text{р}}}{I_{\text{р}}}.$$

Откуда можно получить:

$$R_1 = \frac{U_{\text{и}} - U_{\text{св}}}{I_{\text{св}}} = 150 \text{ Ом}.$$

Представленная схема на рисунке состоит из четырех одинаковых параллельных ветвей, каждая из которых состоит из пяти потребителей, которые подключены между собой последовательно, при этом четыре из них являются светодиодами с известными характеристиками. Таким образом, для каждой из ветвей справедливо, что:

$$U = U_{\text{в1}} = U_{\text{в2}} = \dots$$

$$I = I_{\text{в1}} + I_{\text{в2}} + \dots$$

$$U_{\text{вi}} = U_{\text{р}} + U_{\text{св1}} + U_{\text{св2}} + U_{\text{св3}} + U_{\text{св4}}.$$

$$I = I_{\text{р}} = I_{\text{сви}}.$$

$$R_2 = \frac{U_p}{I_p}.$$

Все ветви состоят из одинаковых ветвей, а значит все резисторы в цепи имеют одинаковое сопротивление, и его можно определить, проведя расчет только для одной из ветвей:

$$R_2 = \frac{U - 4U_{св}}{I_{св}} = 800 \text{ Ом},$$

$$P_p = (U - 4U_{св})I_p = 0,32 \text{ Вт}.$$

Общая мощность рассеивания всей матрицы равна:

$$P_m = 4UI_b = 1,92 \text{ Вт}.$$

При этом количество теплоты, которое она выделяет за 10 с:

$$Q = 4UI_b t = 19,2 \text{ Дж}.$$

Ответ:

1. $R_1 = 150 \text{ Ом}.$
2. $R_2 = 800 \text{ Ом},$
 $P_p = 0,32 \text{ Вт}.$
3. $P_m = 1,92 \text{ Вт},$
 $Q = 19,2 \text{ Дж}.$

Критерии оценивания

Замечено, что можно рассчитать токоограничивающий резистор только для одной ветви, так как они одинаковые	2 балла
Верно записаны уравнения распределения тока и напряжения по ветвям цепи	3 балла
Дан правильный ответ на первый вопрос задачи	5 баллов
Дан правильный ответ на второй вопрос задачи	10 баллов
Дан правильный ответ на третий вопрос задачи	10 баллов
Всего:	30 баллов
Отсутствует решение в общем виде	-2 балла за пункт
Решение в общем виде доведено не до конца	-1 балл за пункт
Отсутствуют необходимые единицы измерения в ответе	-1 балл за пункт
Незначительная ошибка в алгебраических преобразованиях	-2 балла за пункт
Арифметическая ошибка в ответе при верном ответе в общем виде	-1 балла за пункт
Ответ дан только в общем виде, число отсутствует	-1 балл за пункт
Явно небрежное оформление при верном ходе решения	-1 балл за пункт

Задача VI.1.2.4. Динамика (25 баллов)

Условие

Дрон службы доставки взлетает с ускорением из магазина с жестко закрепленным грузом $m = 2 \text{ кг}$ вертикально вверх на $H = 15 \text{ м}$. После набора высоты дрон

останавливается, определяет направление полета до получателя и летит по прямой с постоянной скоростью в $\nu_d = 18$ м/с . Достигнув необходимых координат, доставщик останавливается, сбрасывает груз и улетает. Временем на остановку дрона и его разворотами пренебречь.

1. На каком максимальной высоте должна находиться грузовая площадка, чтобы не сработал закрепленный на грузе датчик импульса с пороговой чувствительностью $p = 70$ кг·м/с?
2. За какое время будет осуществлена доставка от момента взлета из магазина до касания заказом грузовой площадки, если во время взлета ускорение равно $a = 2,5$ м/с², а расстояния до получателя составляет $S = 16$ км? Ответ округлите до целых.

Решение

Согласно условию груз после остановки дрона совершает свободное падение, следовательно его скорость:

$$\nu = gt$$

и высота падения:

$$h = \frac{gt^2}{2}.$$

Предельный импульс, который может развить тело до порогового значения датчика

$$p = m\nu,$$

откуда непосредственно мы можем получить время падения:

$$t = \frac{p}{mg}$$

и допустимую высоту падения, подставив известные значения:

$$h = \frac{p^2}{2gm^2} = 62,5 \text{ м.}$$

Общее время доставки дроном груза:

$$T = \frac{\sqrt{2H}}{\sqrt{a}} + \frac{S}{\nu_d} + \frac{\sqrt{2h}}{\sqrt{g}} = 894 \text{ с.}$$

Ответ:

1. $h = 62,5$ м.
2. $T = 894$ с.

Критерии оценивания

Дан правильный ответ на первый вопрос задачи	10 баллов
Дан правильный ответ на второй вопрос задачи	15 баллов
Всего:	25 баллов
Отсутствует решение в общем виде	–2 балла за пункт
Решение в общем виде доведено не до конца	–1 балл за пункт
Отсутствуют необходимые единицы измерения в ответе	–1 балл за пункт
Незначительная ошибка в алгебраических преобразованиях	–2 балла за пункт
Арифметическая ошибка в ответе при верном ответе в общем виде	–1 балла за пункт
Ответ дан только в общем виде, число отсутствует	–1 балл за пункт
Явно небрежное оформление при верном ходе решения	–1 балл за пункт

Физика. 10–11 классы

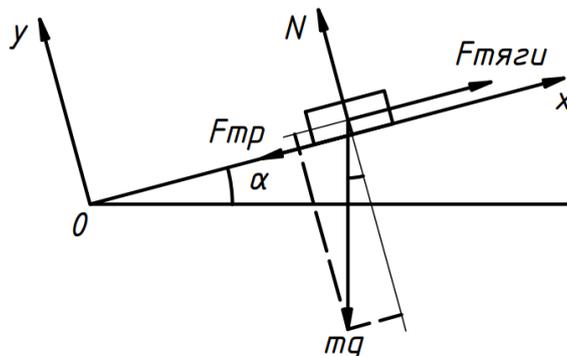
Задача VI.1.3.1. Динамика (20 баллов)

Условие

Одной из перспективных технологий хранения энергии является гравитационные накопители. Существуют различные принципы их работы, но все они основаны на аккумулировании избыточной энергии ветряных и солнечных электростанций. Примером такого накопителя является система из вагончика на колесах, перемещающегося по рельсам. При накоплении энергии он с помощью электродвигателей поднимается в гору, а при отдаче — скатывается, при этом двигатели работают в режиме генератора. Определите, какую работу необходимо совершить электродвигателям для подъема вагончика $m = 6$ т по дороге длиной $S = 4$ км с уклоном $\alpha = 30^\circ$, если коэффициент трения равен $\mu = 0,01$. Ответ выразите в кДж, округлив до десятых.

Решение

Составим рисунок, на котором укажем силы и введем систему координат.



Сила тяги двигателя действует вдоль оси Ox . Из центра тяжести вагончика ей противодействует сила тяжести, направленная перпендикулярно вниз сила трения, и сила трения вдоль оси, а вдоль оси Oy — сила нормальной реакции опоры.

Работу двигателя выразим по формуле:

$$A = F_{\text{тяги}} S.$$

По второму закону Ньютона:

$$\vec{F}_{\text{тяги}} = \vec{m}\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}.$$

Запишем это уравнение в проекциях на оси Ox и Oy :

$$F_{\text{тяги}x} = mg \sin \alpha + F_{\text{тр}},$$

$$0 = N - mg \cos \alpha.$$

Теперь выразим модуль силы трения:

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

и подставим в уравнение проекции оси Ox :

$$F_{\text{тяги}x} = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 29,9 \text{ кН}.$$

Откуда можно получить:

$$A = F_{\text{тяги}} S = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) S = 119,6 \text{ кДж}.$$

Ответ: $A = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) S = 119,6 \text{ кДж}.$

Критерии оценивания

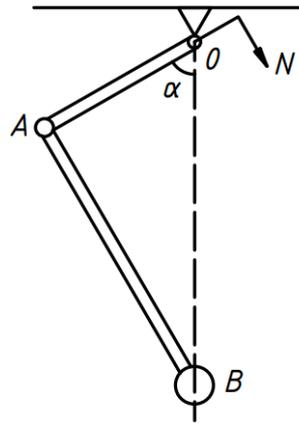
Верно составлен рисунок с указанием сил	5 баллов
Верно записано выражение силы тяги двигателя по второму закону Ньютона	5 баллов
Верно записаны проекции сил на оси	5 баллов
Дан правильный ответ на вопрос задачи	5 баллов
Всего:	20 баллов
Отсутствует решение в общем виде	-2 балла за пункт
Решение в общем виде доведено не до конца	-1 балл за пункт
Отсутствуют необходимые единицы измерения в ответе	-1 балл за пункт
Незначительная ошибка в алгебраических преобразованиях	-2 балла за пункт
Арифметическая ошибка в ответе при верном ответе в общем виде	-1 балла за пункт
Ответ дан только в общем виде, число отсутствует	-1 балл за пункт
Явно небрежное оформление при верном ходе решения	-1 балл за пункт

Задача VI.1.3.2. Статика (30 баллов)

Условие

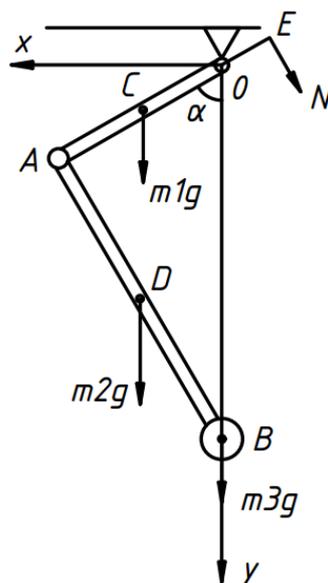
На автоматизированную линию упаковки требуется спроектировать дельта-робота. Его основным элементом является представленный на схеме ниже рычаг,

который прикреплен к основанию посредством шарниров. Определите момент силы N в расчете на 1 м, для удержания рычага в указанном на схеме положении, если известно, что плечо OA имеет массу $m_1 = 7$ кг и длину $L = 2$ м, плечо AB имеет массу $m_2 = 10$ кг, на конце рычага ровно под шарниром жестко закреплен груз $m_3 = 2$ кг, угол $\alpha = 60^\circ$. Ответ округлите до десятых.



Решение

Введем систему координат так, как изображено на рисунке ниже. На плечо OA действуют силы: сила тяжести m_1g , приложенная к середине плеча OA в точке C , сила тяжести m_2g со стороны плеча AB , приложенная к середине в точке D , сила тяжести m_3g со стороны груза в точке B и сила N со стороны основания.



Поскольку рычаг находится в равновесии, уравнение моментов сил, действующих на него, удобнее всего будет записать относительно основания рычага. В этом случае момент силы тяжести плеча OA :

$$M_1 = \frac{m_1 g l \sin \alpha}{2},$$

момент силы плеча AB :

$$M_2 = \frac{m_2 gl \sin \alpha}{2},$$

момент силы плеча OB :

$$M_3 = m_3 gl \sin \alpha,$$

момент силы плеча OE :

$$M_n = N \cdot l_M$$

Записанное уравнение равновесия с использованием этих моментов имеет вид:

$$\frac{m_1 gl \sin \alpha}{2} + \frac{m_2 gl \sin \alpha}{2} + m_3 gl \sin \alpha = N \cdot l_M,$$

из которого можно выразить:

$$N = gl \sin \alpha \left(\frac{m_1}{2} + \frac{m_2}{2} + m_3 \right) = 10 \cdot 2 \cdot 0,866 \cdot \left(\frac{7}{2} + \frac{10}{2} + 2 \right) = 181,865 \text{ Н.}$$

Ответ: $N = 181,865 \text{ Н.}$

Критерии оценивания

Верно составлен рисунок с указанием сил	10 баллов
Верно записаны моменты сил	10 баллов
Дан правильный ответ на вопрос задачи	10 баллов
Всего:	30 баллов
Отсутствует решение в общем виде	-2 балла за пункт
Решение в общем виде доведено не до конца	-1 балл за пункт
Отсутствуют необходимые единицы измерения в ответе	-1 балл за пункт
Незначительная ошибка в алгебраических преобразованиях	-2 балла за пункт
Арифметическая ошибка в ответе при верном ответе в общем виде	-1 балла за пункт
Ответ дан только в общем виде, число отсутствует	-1 балл за пункт
Явно небрежное оформление при верном ходе решения	-1 балл за пункт

Задача VI.1.3.3. Электростатика (25 баллов)

Условие

Емкостные датчики линейных перемещений предоставляют возможность производить измерения расстояния до объекта с токопроводящей поверхностью с высокой точностью. Работа таких датчиков основана на пропорциональном перемещении пластин конденсатора, а значит, изменении емкости при линейном перемещении объекта. Определите энергию электрического поля плоского конденсатора с воздушным диэлектриком и разностью потенциалов в $U = 100 \text{ В}$, если расстояние между пластинами с площадью $S = 100 \text{ см}^2$ увеличилось на $\Delta d = 2 \text{ мм}$, а его емкость до перемещения составляла $C = 10 \text{ пФ}$.

Информация для справки:

- электрическая постоянная $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$.
- диэлектрическая проницаемость воздуха $\varepsilon = 1$.

Решение

Для расчета потенциальной энергии плоского конденсатора необходимо узнать его новую емкость. Для этого запишем общее выражение емкости плоского конденсатора:

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}.$$

Откуда легко можно выразить исходное расстояние между пластинами конденсатора:

$$d = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{C}.$$

Следовательно, новая емкость конденсатора:

$$C_1 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d + \Delta d} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 SC}{\varepsilon\varepsilon_0 S + \Delta d C},$$

а его потенциальная энергия:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 SCU^2}{2\varepsilon\varepsilon_0 S + 2\Delta d C} = 4 \cdot 10^{-8} \text{ Дж.}$$

Ответ: $W = 4 \cdot 10^{-8}$ Дж.

Критерии оценивания

Верно записано выражение исходного расстояния между пластинами конденсатора	7 баллов
Верно записано уравнение новой емкости конденсатора	8 баллов
Дан правильный ответ на вопрос задачи	10 баллов
Всего:	25 баллов
Отсутствует решение в общем виде	−2 балла за пункт
Решение в общем виде доведено не до конца	−1 балл за пункт
Отсутствуют необходимые единицы измерения в ответе	−1 балл за пункт
Незначительная ошибка в алгебраических преобразованиях	−2 балла за пункт
Арифметическая ошибка в ответе при верном ответе в общем виде	−1 балла за пункт
Ответ дан только в общем виде, число отсутствует	−1 балл за пункт
Явно небрежное оформление при верном ходе решения	−1 балл за пункт

Задача VI.1.3.4. Тепловые явления (25 баллов)

Условие

Для изучения атмосферы применяют метеорологические зонды, который состоит из баллона с газом и подвешенной к нему аппаратуры. Определите, на сколько увеличилась внутренняя энергия гелия внутри шара объемом $V = 7,5 \text{ м}^3$ и $p = 10^5 \text{ Па}$ под действием солнца нагрелся с $t_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ до $t_2 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$. Ответ выразите в кДж и округлите до десятых.

Решение

Внутренняя энергия одноатомного газа гелия выражается следующей формулой:

$$U = \frac{3m}{2M}RT,$$

следовательно, изменение энергии:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3m}{2M}R(T_2 - T_1).$$

Воспользуемся уравнением Менделеева – Клапейрона для выражения неизвестной массы гелия:

$$\frac{mR}{M} = \frac{pV}{T_1},$$

тогда изменение внутренней энергии равно:

$$\Delta U = \frac{3}{2}pV \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) = 58,6 \text{ кДж.}$$

Ответ: $\Delta U = 58,6$ кДж.

Критерии оценивания

Верно записано уравнение внутренней энергии одноатомного газа	7 баллов
Верно записано уравнение Менделеева – Клапейрона	8 баллов
Дан правильный ответ на вопрос задачи	10 баллов
Всего:	25 баллов
Отсутствует решение в общем виде	–2 балла за пункт
Решение в общем виде доведено не до конца	–1 балл за пункт
Отсутствуют необходимые единицы измерения в ответе	–1 балл за пункт
Незначительная ошибка в алгебраических преобразованиях	–2 балла за пункт
Арифметическая ошибка в ответе при верном ответе в общем виде	–1 балла за пункт
Ответ дан только в общем виде, число отсутствует	–1 балл за пункт
Явно небрежное оформление при верном ходе решения	–1 балл за пункт