

# Содержание

<b>1</b>	<b>Общее</b>	<b>2</b>
1.1	Пробный тур . . . . .	2
1.2	Чеклист при отправке . . . . .	2
1.3	Факты из жизни IMO KINGS . . . . .	2
1.4	Формулы . . . . .	2
1.5	Максимальное количество делителей . . . . .	3
1.6	Чеклист при WA . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Коды</b>	<b>4</b>
2.1	Basic setup . . . . .	4
2.2	Полезное . . . . .	5
2.3	Python example . . . . .	6
2.4	Stress . . . . .	6
2.5	Дробь с минимальным знаменателем между двумя другими . . . . .	6
2.6	Битсет . . . . .	6
2.7	FFT . . . . .	7
2.8	Сумма линейных функций по модулю . . . . .	8
2.9	Штор-Вагнер . . . . .	9
2.10	Диниц . . . . .	9
2.11	Dynamic СНТ . . . . .	10
2.12	Пересечение матроидов . . . . .	11
2.13	Пожилой суффиксный автомат . . . . .	12
2.14	Быстрый ввод-вывод . . . . .	13
2.15	Пересечение полуплоскостей . . . . .	14
2.16	Поллард . . . . .	16
2.17	mincostmaxflow . . . . .	16
2.18	Гаусс . . . . .	17
2.19	Atomic Kuhn . . . . .	17
2.20	Обратный по любому модулю . . . . .	17
2.21	Произведение по модулю, выходящее за границы long long . . . . .	18
2.22	Миллер-Рабин . . . . .	18
2.23	Венгерка . . . . .	18
2.24	Мосты . . . . .	18
2.25	Точки сочленения . . . . .	18
2.26	Z-функция . . . . .	19
2.27	Префикс-функция . . . . .	19
2.28	Алгоритм Манакера . . . . .	19
2.29	Укконен . . . . .	19
2.30	Фенвик . . . . .	19
2.31	OR-XOR-AND-свертки . . . . .	20
2.32	Суфмас . . . . .	21
2.33	ConvexHullTrick . . . . .	21
2.34	DCP . . . . .	22
2.35	Берликамп . . . . .	23
2.36	Правила . . . . .	24

# 1 Общее

## 1.1 Пробный тур

1. Первым делом почекать, считаются ли WA и CE за попытки. Можно ли засылать в уже сданную задачу?
2. Пописать код и поспавать каждому члену команды.
3. Сравнить скорости компа и тестирующей системы на Флойде ( $n \sim 1050$ ).
4. Запустить все IDE, проверить, что все настройки работают, проверить, что работает `c++11`.
5. Проверить, есть ли `int128`.
6. Проверить работу прагм в тестирующей системе.
7. Почекать максимальный размер отправляемого кода.
8. Проверить работочность стресса.

## 1.2 Чеклист при отправке

1. Протестить на всех тестах из примера и других рандомных тестах.
2. Протестить все крайние случаи.
3. Убрать дебаг вывод.
4. Точно убедиться в правильности ответа и формата вывода.
5. Перечитать формат ввода/вывода.
6. Проверить, все ли хорошо с мультитестом.

## 1.3 Факты из жизни IMO KINGS

- 1 января 2000 года – суббота, 1 января 1900 года – понедельник.
- Високосные года: если  $400 \mid a$ , либо если  $4 \mid a$ , но не  $100 \mid a$ .
- $INTMIN = -2.147.483.648$ ,  $INTMAX = 2.147.483.647$ ,  $UINTMAX = 4.294.967.295$ ,  $SHRTMIN = -32.768$ ,  $SHRTMAX = 32.767$ ,  $LLONGMIN = -9.223.372.036.854.775.808$ ,  $LLONGMAX = 9.223.372.036.854.775.807$ ,  $18.446.744.073.709.551.615$ .

$10^1$	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	$10^7$	$10^8$	$10^9$	$10^{10}$	$10^{11}$	$10^{12}$	$10^{13}$	$10^{14}$	$10^{15}$	$10^{16}$	$10^{17}$	$10^{18}$
	-47	-63	-113	-123	-137	-111	-213	-267	-231	-231	-233	-447	-203	-429	-369	-413	-369
	-41	-59	-99	-119	-117	-99	-179	-261	-219	-179	-153	-411	-179	-423	-359	-273	-363
	-39	-53	-93	-99	-93	-93	-173	-249	-213	-171	-143	-357	-171	-357	-357	-261	-291
	-33	-47	-77	-93	-83	-71	-161	-243	-183	-167	-137	-341	-147	-341	-329	-239	-263
	-29	-33	-71	-77	-69	-69	-153	-239	-167	-149	-123	-299	-77	-191	-191	-177	-251
	-27	-29	-69	-71	-47	-63	-69	-203	-149	-129	-101	-267	-71	-173	-183	-81	-171
-8	-21	-23	-59	-39	-41	-57	-59	-117	-119	-93	-63	-237	-69	-123	-149	-57	-137
-7	-17	-17	-51	-29	-39	-29	-41	-107	-71	-57	-41	-201	-41	-117	-113	-39	-123
-5	-11	-9	-33	-11	-21	-27	-29	-71	-57	-53	-39	-137	-29	-53	-83	-23	-33
-3	-3	-3	-27	-9	-17	-9	-11	-63	-33	-23	-11	-29	-27	-11	-63	-3	-11
+1	+1	+9	+7	+3	+3	+19	+7	+7	+19	+3	+39	+37	+31	+37	+61	+3	+3
+3	+3	+13	+9	+19	+33	+79	+37	+9	+33	+19	+61	+51	+67	+91	+69	+13	+9
+7	+7	+19	+37	+43	+37	+103	+39	+21	+61	+57	+63	+99	+97	+159	+79	+19	+31
+9	+9	+21	+39	+49	+39	+121	+49	+33	+69	+63	+91	+129	+99	+187	+99	+21	+79
+13	+13	+31	+61	+57	+81	+139	+73	+87	+97	+69	+121	+183	+133	+223	+453	+49	+177
+19	+27	+33	+67	+69	+99	+141	+81	+93	+103	+73	+163	+259	+139	+241	+481	+81	+183
+21	+31	+39	+69	+103	+117	+169	+123	+97	+121	+91	+169	+267	+169	+249	+597	+99	+201
+27	+37	+49	+79	+109	+121	+189	+127	+103	+141	+103	+177	+273	+183	+259	+613	+141	+283
+31	+39	+51	+91	+129	+133	+223	+193	+123	+147	+129	+189	+279	+261	+273	+639	+181	+381
+33	+49	+61	+93	+151	+151	+229	+213	+181	+207	+171	+193	+283	+357	+279	+669	+337	+387

## 1.4 Формулы

- Расстояние между точками по сфере:  $L = R \cdot \arccos(\cos \theta_1 \cdot \cos \theta_2 + \sin \theta_1 \cdot \sin \theta_2 \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_2))$ , где  $\theta$  – широты (от  $-\pi$  до  $\pi$ ),  $\varphi$  – долготы (от  $-\pi$  до  $\pi$ )
- Объем шарового сегмента:  $V = \pi h^2(R - \frac{1}{3}h)$ , где  $h$  – высота от вершины сектора до секущей плоскости
- Площадь поверхности шарового сегмента:  $S = 2\pi Rh$ , где  $h$  – высота
- $2^{23} \cdot 7 \cdot 17 + 1 = 998\,244\,353$  – простое, первообразный корень – 3
- Код Грея:  $g_n = n \text{ XOR } \frac{n}{2}$

- Числа Фибоначчи:  $F_0 = 0, F_1 = 1, F_n = \frac{\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n - \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n}{\sqrt{5}}$

- Числа Стирлинга:  $s(n, k)$  — количество перестановок на  $n$  элементах, в которых ровно  $k$  циклов.  $S(n, k)$  — это количество способов разбить  $n$ -элементное множество на  $k$  непустых подмножеств.

$$\dagger s(n, k) = (n-1) \cdot s(n-1, k) + s(n-1, k-1)$$

$$\dagger S(n, k) = k \cdot S(n-1, k) + S(n-1, k-1)$$

$$\dagger x^n = x \cdot (x-1) \cdot \dots \cdot (x-n+1) = \sum_{i=1}^n (-1)^{n-i} \cdot s(n, i) \cdot x^i$$

$$\dagger x^n = \sum_{i=0}^n S(n, i) \cdot x^i$$

- Число разбиений на неубывающие натуральные слагаемые:

$i$	$p_i$	$i$	$p_i$	$i$	$p_i$	$i$	$p_i$	$i$	$p_i$	$i$	$p_i$
0	1	10	42	20	627	30	5604	40	37 338	50	204 226
1	1	11	56	21	792	31	6842	41	44 583	51	<b>239943</b>
2	2	12	77	22	1002	32	8349	42	53 174	52	281 589
3	3	13	101	23	1255	33	10 143	43	63 261	53	329 931
4	5	14	135	24	1575	34	12 310	44	75 175	54	386 155
5	7	15	176	25	1958	35	14 883	45	89 134	55	451 276
6	11	16	231	26	2436	36	17 977	46	105 558	56	526 823
7	15	17	297	27	3010	37	21 637	47	124 754	57	614 154
8	22	18	385	28	3718	38	26 015	48	147 273	58	715 220
9	30	19	490	29	4565	39	31 185	49	173 525	59	831 820

$$p_{100} = 190\,569\,292$$

## 1.5 Максимальное количество делителей

$\leq N$	$n$	Факторизация	$d(n)$
20	12	$2^2 \cdot 3^1$	6
50	48	$2^4 \cdot 3^1$	10
100	60	$2^2 \cdot 3^1 \cdot 5^1$	12
$10^3$	840	$2^3 \cdot 3^1 \cdot 5^1 \cdot 7^1$	32
$10^4$	9240	$2^3 \cdot 3^1 \cdot 5^1 \cdot 7^1 \cdot 11^1$	64
$10^5$	83 160	$2^3 \cdot 3^3 \cdot 5^1 \cdot 7^1 \cdot 11^1$	128
$10^6$	720 720	$2^4 \cdot 3^2 \cdot 5^1 \cdot 7^1 \cdot 11^1 \cdot 13^1$	240
$10^7$	8 648 640	$2^6 \cdot 3^3 \cdot 5^1 \cdot 7^1 \cdot 11^1 \cdot 13^1$	448
$10^8$	91 891 800	$2^3 \cdot 3^3 \cdot 5^2 \cdot 7^1 \cdot 11^1 \cdot 13^1 \cdot 17^1$	768
$10^9$	931 170 240	$2^6 \cdot 3^2 \cdot 5^2 \cdot 7^1 \cdot 11^1 \cdot 13^1 \cdot 17^1 \cdot 19^1$	1344
$10^{11}$	97 772 875 200	$2^6 \cdot 3^3 \cdot 5^2 \cdot 7^2 \cdot 11^1 \cdot 13^1 \cdot 17^1 \cdot 19^1$	4032
$10^{12}$	963 761 198 400	$2^6 \cdot 3^4 \cdot 5^2 \cdot 7^1 \cdot 11^1 \cdot 13^1 \cdot 17^1 \cdot 19^1 \cdot 23^1$	6720
$10^{15}$	866 421 317 361 600	$2^6 \cdot 3^4 \cdot 5^2 \cdot 7^1 \cdot 11^1 \cdot 13^1 \cdot 17^1 \cdot 19^1 \cdot 23^1 \cdot 29^1 \cdot 31^1$	26 880
$10^{18}$	897 612 484 786 617 600	$2^8 \cdot 3^4 \cdot 5^2 \cdot 7^2 \cdot 11^1 \cdot 13^1 \cdot 17^1 \cdot 19^1 \cdot 23^1 \cdot 29^1 \cdot 31^1 \cdot 37^1$	103 680

- Gambler's ruin. У первого игрока есть  $n_1$  монет, у второго  $n_2$ . На каждом шаге с вероятностью  $p$  второй отдает одну монету первому, а с вероятностью  $q = 1 - p$  первый отдает одну монету второму. Игра заканчивается, когда у кого-нибудь не остается монет. Тогда первый выигрывает с вероятностью

$$\frac{1 - \left(\frac{p}{q}\right)^{n_1}}{1 - \left(\frac{p}{q}\right)^{n_1+n_2}}.$$

## 1.6 Чеклист при WA

1. Распечатать.
2. Отдать комп следующему.
3. Проверить код по строчке, даже условия в форах и т.д.
4. Проверить, не забыл ли случаи.

5. Забрать комп, потестить, предварительно составив много тестов и ответы к ним.
6. Написать стресс.
7. Возможно, решение вообще неправильное.
8. Возможно, WA где-то не там, где ты думаешь.

## 2 Коды

### 2.1 Basic setup

1. Запустить все IDE.
2. Сразу сделать файлы для всех задач.
3. Для каждой задачи свой input file.
4. Сделать template file, из него скопировать во все, не забыв поменять название input file.
5. Сделать проект для тестинга времени работы.

```
// SPbU: Havka - ne papstvo
#ifdef ONPC
    # define _GLIBCXX_DEBUG
    #define deb(a) cerr << "=====" << #a << " = " << a << endl;
#else
    #define deb(a)
#endif
#define sz(a) ((int)((a).size()))
#include <bits/stdc++.h>
#define char unsigned char
#define pb push_back
#define eb emplace_back
#define ob pop_back
#define mp make_pair
// #define X first
// #define Y second
// #define x first
// #define y second

using namespace std;
mt19937 rnd(239);
//mt19937 rnd(chrono::steady_clock::now().time_since_epoch().count());
//mt19937_64 rnd(239);

typedef long long ll;
typedef long double ld;
typedef pair<int, int> pii;
typedef pair<ll, ll> pll;
typedef vector<int> vi;
typedef vector<ll> vl;

int solve()
{
    int n;
    if (!(cin >> n))
        return 1;

    return 0;
}

int32_t main()
{
#ifdef ONPC
    freopen("in.txt", "r", stdin);
#endif
    ios::sync_with_stdio(0); cin.tie(0); cout.tie(0);
```

```

int TET = 1e9;
//cin >> TET;
for (int i = 1; i <= TET; i++)
{
    if (solve())
        break;
#ifdef ONPC
    cout << "\n-----" << endl;
#endif
}
#ifdef ONPC
    cerr << endl << "finished in " << clock() * 1.0 / CLOCKS_PER_SEC << " sec" << endl;
#endif
}

```

## 2.2 Полезное

Прагмы:

```

#pragma comment(linker, "/stack:200000000")
#pragma GCC optimize("Ofast")
#pragma GCC target("sse,sse2,sse3,ssse3,sse4,avx,avx2")

```

Встроенный декартач:

```

#include <ext/pb_ds/assoc_container.hpp> // Общий файл.
#include <ext/pb_ds/tree_policy.hpp> // Содержит класс tree_order_statistics_node_update
// #include <ext/pb_ds/detail/standard_policies.hpp>
using namespace __gnu_pbds;
typedef
tree<
    int,
    null_type,
    less<int>,
    rb_tree_tag,
    tree_order_statistics_node_update>
ordered_set;

ordered_set q;
q.find_by_order(1);
q.order_of_key(2);

```

Atomic hashtable:

```

#include <ext/pb_ds/assoc_container.hpp>
using namespace __gnu_pbds;
gp_hash_table<int, int> table;
-----
const int RANDOM = chrono::high_resolution_clock::now().time_since_epoch().count();
struct chash {
    int operator()(int x) const { return x ^ RANDOM; }
};
gp_hash_table<key, int, chash> table;

```

Atomic hashmap:

```

#include <ext/pb_ds/assoc_container.hpp>
#include <ext/pb_ds/tree_policy.hpp>
using namespace __gnu_pbds;
typedef cc_hash_table<int, int, hash<int>> ht;

```

Фишки битсета:

```
bitset<N> a;
for (int i = a._Find_first(); i != a.size(); i = a._Find_next(i)) { cout << i };
```

```
Перебор всех подмасок:
for (int s=m; ; s=(s-1)&m) {
... можно использовать s ...
if (s==0) break;
}
```

## 2.3 Python example

```
def main():
    n, k = list(map(int, input().split()))
    for i in range(1, n):
        if i in lst:
            print(i ** 2)
```

## 2.4 Stress

В far. shift+f4 — создать файл. g++ a.cpp. Файл a.bat. Запустить — просто a.bat. Рандом хороший нужен, часто меняющийся.

```
:beg
gen.exe > in.txt
a.exe < in.txt > out1.txt
b.exe < in.txt > out2.txt
fc out1.txt out2.txt
if errorlevel 1 goto bug
goto beg
:bug
echo found!
```

```
RE stress:
:beg
gen.exe > in.txt
sol.exe < in.txt > out.txt || exit
goto beg
```

## 2.5 Дробь с минимальным знаменателем между двумя другими

```
rat find_best(rat l, rat r) {
    if (l.x >= l.y) {
        ll d = l.x / l.y;
        rat res = find_best(rat(l.x - d * l.y, l.y), rat(r.x - d * r.y, r.y));
        res.x += res.y * d;
        return res;
    }
    if (r.x > r.y)
        return rat(1, 1);
    rat res = find_best(rat(r.y, r.x), rat(l.y, l.x));
    return rat(res.y, res.x);
}
```

## 2.6 Битсет

```
const int SZ = 6;
const int BASE = (1 << SZ);
const int MOD = BASE - 1;
```

```

struct Bitset {
    typedef unsigned long long T;
    vector<T> data;
    int n;
    void resize(int nn) {
        n = nn;
        data.resize((n + BASE - 1) / BASE);
    }
    void set(int pos, int val) {
        int id = pos >> SZ;
        int rem = pos & MOD;
        data[id] ^= data[id] & (1LL << rem);
        data[id] |= val * (1LL << rem);
    }
    int get(int pos) {
        return (data[pos >> SZ] >> (pos & MOD)) & 1;
    }
    // k > 0 -> (*this) << k
    // k < 0 -> (*this) >> (-k)
    Bitset shift (int k) {
        Bitset res;
        res.resize(n);
        int s = k / BASE;
        int rem = k % BASE;
        if (rem < 0) {
            rem += BASE;
            s--;
        }
        int p1 = BASE - rem;
        T mask = (p1 == 64)? -1: (1LL << p1) - 1;
        for (int i = max(0, -s); i < sz(data) - max(s, 0); i++) {
            res.data[i + s] |= (data[i] & mask) << rem;
        }
        if (rem != 0) {
            for (int i = max(0, -s - 1); i < sz(data) - max(s + 1, 0); i++) {
                res.data[i + s + 1] |= (data[i] >> p1) & ((1LL << rem) - 1);
            }
        }
        int cc = data.size() * BASE - n;
        res.data.back() <=< cc;
        res.data.back() >>= cc;
        return res;
    }
};

```

## 2.7 FFT

```

// typedef complex<ld> cmpl;
const ll MOD = 998244353, MOD2 = MOD * MOD, root = 3, sub = 15311432, sub_inv = 469870224;
const ld PI = atan2(0, -1);
ll st[T]; // cmpl
inline ll power(ll a, ll b) // cmpl cmpl cmpl {
    if (b == 0) return 1;
    ll t = power(a, (b >> 1)); // cmpl
    t = (t * t) % MOD;
    if (b & 1LL) t = (t * a) % MOD;
    return t;
}
inline int inv(int n, int b) {
    int ans = 0;
    for (int i = 0; i < b; i++)

```

```

    {
        ans = (ans << 1) + (n & 1);
        n >>= 1;
    }
    return ans;
}

int p;
ll w; // ld
inline void fft(vector<ll> &a) // cml {
    int u = 1, ps, t;
    ll bi, bii; // cml
    for (int i = 0; i < sz(a); i++) {
        ps = inv(i, p);
        if (ps < i) swap(a[i], a[ps]);
    }
    for (int z = 0; z < p; z++, u <= 1)
        for (int i = 0; i < (1 << p); i++) {
            ps = i >> z;
            if ((ps & 1) == 0) {
                t = i & (u - 1);
                bi = (a[i] + st[t << (p - z - 1)] * a[i + u]) % MOD;
                bii = (a[i] + st[(t + u) << (p - z - 1)] * a[i + u]) % MOD;
                a[i] = bi;
                a[i + u] = bii;
            }
        }
}

vector<ll> multiply(vector<ll> a, vector<ll> b) {
    int k = sz(a) + sz(b);
    p = 0;
    while ((1 << p) < k) p++;
    w = power(sub, (1 << (23 - p))); // al = PI / (ld)(1 << p), w = cml(cos(al), sin(al))
    st[0] = 1LL;
    for (int i = 1; i < (1 << p); i++)
        st[i] = (st[i - 1] * w) % MOD;
    while (sz(a) < (1 << p)) a.push_back(0);
    while (sz(b) < (1 << p)) b.push_back(0);
    fft(a);
    fft(b);
    w = power(sub_inv, (1 << (23 - p))); // al = -PI / (ld)(1 << p), w = cml(cos(al), sin(al))
    st[0] = 1LL;
    for (int i = 1; i < (1 << p); i++)
        st[i] = (st[i - 1] * w) % MOD;
    vector<ll> v; // ld
    for (int i = 0; i < (1 << p); i++) v.push_back((a[i] * b[i]) % MOD);
    fft(v);
    ll d = power((1 << p), MOD - 2);
    for (int i = 0; i < (1 << p); i++) v[i] = (d * v[i]) % MOD; // v[i] /= (ld)(1 << p)
    while (sz(v) && v.back() == 0) v.pop_back();
    return v;
}

```

## 2.8 Сумма линейных функций по модулю

```

// sum(i=0..n-1) (a + b * i) div m
ll solve(ll n, ll a, ll b, ll m) {
    if (b == 0) return n * (a / m);
    if (a >= m) return n * (a / m) + solve(n, a % m, b, m);
    if (b >= m) return n * (n - 1) / 2 * (b / m) + solve(n, a, b % m, m);
    return solve((a + b * n) / m, (a + b * n) % m, m, b);
}

```



## 2.9 Штор-Вагнер

```

const int MAXN = 500;
int n, g[MAXN][MAXN];
int best_cost = 1e9;
vector<int> best_cut, v[MAXN];
int w[MAXN];
bool exist[MAXN], in_a[MAXN];

void mincut() {
    for (int i = 0; i < n; i++)
        v[i].assign(1, i);
    memset(exist, true, sizeof exist);
    for (int ph = 0; ph < n - 1; ph++) {
        memset(in_a, false, sizeof in_a);
        memset(w, 0, sizeof w);
        for (int it = 0, prev = 0; it < n - ph; it++) {
            int sel = -1;
            for (int i = 0; i < n; i++)
                if (exist[i] && !in_a[i] && (sel == -1 || w[i] > w[sel]))
                    sel = i;
            if (it == n - ph - 1) {
                if (w[sel] < best_cost)
                    best_cost = w[sel], best_cut = v[sel];
                v[prev].insert(v[prev].end(), v[sel].begin(), v[sel].end());
                for (int i = 0; i < n; i++)
                    g[prev][i] = g[i][prev] += g[sel][i];
                exist[sel] = false;
            }
            else {
                in_a[sel] = true;
                for (int i = 0; i < n; i++)
                    w[i] += g[sel][i];
                prev = sel;
            }
        }
    }
    // ans: best_cost, best_cut
}

```

## 2.10 Диниц

```

const int MAXN = ...;
const int INF = 1e9 + 9;

struct edge {
    int a, b, cap, flow;
};

int n, s, t, d[MAXN], ptr[MAXN], q[MAXN];
vector<edge> e;
vector<int> g[MAXN];

void add_edge (int a, int b, int cap) {
    edge e1 = { a, b, cap, 0 };
    edge e2 = { b, a, 0, 0 };
    g[a].push_back ((int) e.size());
    e.push_back (e1);
    g[b].push_back ((int) e.size());
    e.push_back (e2);
}

```

```

bool bfs() {
    int qh=0, qt=0;
    q[qt++] = s;
    memset (d, -1, n * sizeof d[0]);
    d[s] = 0;
    while (qh < qt && d[t] == -1) {
        int v = q[qh++];
        for (size_t i=0; i<g[v].size(); ++i) {
            int id = g[v][i],
                to = e[id].b;
            if (d[to] == -1 && e[id].flow < e[id].cap) {
                q[qt++] = to;
                d[to] = d[v] + 1;
            }
        }
    }
    return d[t] != -1;
}

int dfs (int v, int flow, int can) {
    if (!flow) return 0;
    if (v == t) return flow;
    for (; ptr[v]<(int)g[v].size(); ++ptr[v]) {
        int id = g[v][ptr[v]],
            to = e[id].b;
        if (d[to] != d[v] + 1 || e[id].cap - e[id].flow < can) continue;
        int pushed = dfs (to, min (flow, e[id].cap - e[id].flow), can);
        if (pushed) {
            e[id].flow += pushed;
            e[id^1].flow -= pushed;
            return pushed;
        }
    }
    return 0;
}

int dinic() {
    int flow = 0;
    for (;;) {
        if (!bfs()) break;
        memset (ptr, 0, n * sizeof ptr[0]);
        for (int k = 30; k >= 0; k--) // just k = 0, if no scaling {
            while (int pushed = dfs(s, INF, (1 << k)))
                flow += pushed;
        }
    }
    return flow;
}

```

## 2.11 Dynamic CHT

```

const ll is_query = -(1LL << 62);

struct Line {
    ll m, b;
    mutable function<const Line *(>> succ;

    bool operator<(const Line &rhs) const {
        if (rhs.b != is_query) return m < rhs.m;
        const Line *s = succ();
        if (!s) return 0;
    }
}

```

```

    ll x = rhs.m;
    return b - s->b < (s->m - m) * x;
}
};

struct HullDynamic : public multiset<Line> {
    bool bad(iterator y) {
        auto z = next(y);
        if (y == begin()) {
            if (z == end()) return 0;
            return y->m == z->m && y->b <= z->b;
        }
        auto x = prev(y);
        if (z == end()) return y->m == x->m && y->b <= x->b;
        return (x->b - y->b) * (z->m - y->m) >= (y->b - z->b) * (y->m - x->m);
    }

    void insert_line(ll m, ll b) {
        auto y = insert({m, b});
        y->succ = [=] { return next(y) == end() ? 0 : &*next(y); };
        if (bad(y)) {
            erase(y);
            return;
        }
        while (next(y) != end() && bad(next(y))) erase(next(y));
        while (y != begin() && bad(prev(y))) erase(prev(y));
    }

    ll eval(ll x) {
        auto l = *lower_bound((Line) {x, is_query});
        return l.m * x + l.b;
    }
}

```

## 2.12 Пересечение матроидов

```

// check(ctaken, 1) -- first matroid
// check(ctaken, 2) -- second matroid
vector<char> taken(m);
while (1) {
    vector<vector<int>>> e(m);
    for (int i = 0; i < m; i++) {
        for (int j = 0; j < m; j++) {
            if (taken[i] && !taken[j]) {
                auto ctaken = taken;
                ctaken[i] = 0;
                ctaken[j] = 1;
                if (check(ctaken, 2)) {
                    e[i].push_back(j);
                }
            }
            if (!taken[i] && taken[j]) {
                auto ctaken = taken;
                ctaken[i] = 1;
                ctaken[j] = 0;
                if (check(ctaken, 1)) {
                    e[i].push_back(j);
                }
            }
        }
    }
    vector<int> type(m);
}

```

```

// 0 -- cant, 1 -- can in \2, 2 -- can in \1
for (int i = 0; i < m; i++) {
    if (!taken[i]) {
        auto ctaken = taken;
        ctaken[i] = 1;
        if (check(ctaken, 2)) type[i] |= 1;
    }
    if (!taken[i]) {
        auto ctaken = taken;
        ctaken[i] = 1;
        if (check(ctaken, 1)) type[i] |= 2;
    }
}
vector<int> w(m);
for (int i = 0; i < m; i++) {
    w[i] = taken[i] ? ed[i].c : -ed[i].c;
}
vector<pair<int, int>> d(m, {INF, 0});
for (int i = 0; i < m; i++) {
    if (type[i] & 1) d[i] = {w[i], 0};
}
vector<int> pr(m, -1);
while (1) {
    vector<pair<int, int>> nd = d;
    for (int i = 0; i < m; i++) {
        if (d[i].first == INF) continue;
        for (int to : e[i]) {
            if (nd[to] > make_pair(d[i].first + w[to], d[i].second + 1)) {
                nd[to] = make_pair(d[i].first + w[to], d[i].second + 1);
                pr[to] = i;
            }
        }
    }
    if (d == nd) break;
    d = nd;
}
int v = -1;
for (int i = 0; i < m; i++) {
    if ((d[i].first < INF && (type[i] & 2)) && (v == -1 || d[i] < d[v])) v = i;
}
if (v == -1) break;
while (v != -1) {
    sum += w[v];
    taken[v] ^= 1;
    v = pr[v];
}
ans[--cnt] = sum;
}

```

## 2.13 Пожилой суффиксный автомат

```

struct state {
    int len, link;
    map<char, int> next;
};
const int MAXLEN = 112345;
state st[MAXLEN*2];
int sz, last;
// чтобы получить терминальные состояния,
// надо пройтись по суффиксным ссылкам от last до 0.
// вершин <= 2n-1, переходов <= 3n-4

```

```

// считаем размеры endpos(v) для количества вхождений строки в нашу.
// Для этого поступим следующим образом. Для каждого состояния, если оно не было получено путём клонирования
// (и начальное состояние t_0 мы также не учитываем), изначально присвоим cnt = 1.
// Затем будем идти по всем состояниям в порядке убывания их длины len и
// пробрасывать текущее значение cnt[v] по суффиксной ссылке:
// cnt[link(v)] += cnt[v].
void sa_init() {
    sz = last = 0;
    st[0].len = 0;
    st[0].link = -1;
    ++sz;
    /*
    // этот код нужен, только если автомат
    // строится много раз для разных строк:
    for (int i=0; i<MAXLEN*2; ++i)
        st[i].next.clear();
    */
}

void sa_extend (char c) {
    int cur = sz++;
    st[cur].len = st[last].len + 1;
    int p;
    for (p=last; p!=-1 && !st[p].next.count(c); p=st[p].link)
        st[p].next[c] = cur;
    if (p == -1)
        st[cur].link = 0;
    else {
        int q = st[p].next[c];
        if (st[p].len + 1 == st[q].len)
            st[cur].link = q;
        else {
            int clone = sz++;
            st[clone].len = st[p].len + 1;
            st[clone].next = st[q].next;
            st[clone].link = st[q].link;
            for (; p!=-1 && st[p].next[c]==q; p=st[p].link)
                st[p].next[c] = clone;
            st[q].link = st[cur].link = clone;
        }
    }
    last = cur;
}

```

## 2.14 Быстрый ввод-вывод

```

#include <cstdio>

/** Interface */
inline int readChar();
template <class T = int> inline T readInt();
template <class T> inline void writeInt( T x, char end = 0 );
inline void writeChar( int x );
inline void writeWord( const char *s );

/** Read */
static const int buf_size = 4096;
inline int getChar() {
    static char buf[buf_size];
    static int len = 0, pos = 0;
    if (pos == len)
        pos = 0, len = fread(buf, 1, buf_size, stdin);
}

```

```

    if (pos == len)
        return -1;
    return buf[pos++];
}
inline int readChar() {
    int c = getChar();
    while (c <= 32)
        c = getChar();
    return c;
}
template <class T>
inline T readInt() {
    int s = 1, c = readChar();
    T x = 0;
    if (c == '-')
        s = -1, c = getChar();
    while ('0' <= c && c <= '9')
        x = x * 10 + c - '0', c = getChar();
    return s == 1 ? x : -x;
}

/** Write */
static int write_pos = 0;
static char write_buf[buf_size];

inline void writeChar( int x ) {
    if (write_pos == buf_size)
        fwrite(write_buf, 1, buf_size, stdout), write_pos = 0;
    write_buf[write_pos++] = x;
}
template <class T>
inline void writeInt( T x, char end ) {
    if (x < 0)
        writeChar('-'), x = -x;

    char s[24];
    int n = 0;
    while (x || !n)
        s[n++] = '0' + x % 10, x /= 10;
    while (n--)
        writeChar(s[n]);
    if (end)
        writeChar(end);
}
inline void writeWord( const char *s ) {
    while (*s)
        writeChar(*s++);
}
struct Flusher {
    ~Flusher() {
        if (write_pos)
            fwrite(write_buf, 1, write_pos, stdout), write_pos = 0;
    }
} flusher;

// cin - 3.02, scanf - 1.2, cin+sync - 0.71
// fastRead getchar - 0.53, fastRead fread - 0.15

```

## 2.15 Пересечение полуплоскостей

```
namespace hpi{
```

```

const double eps = 1e-8;
typedef pair<long double, long double> pi;
bool z(long double x){ return fabs(x) < eps; }
long double ccw(pi a, pi b, pi c){
    long double dx1 = b.first - a.first;
    long double dy1 = b.second - a.second;
    long double dx2 = c.first - a.first;
    long double dy2 = c.second - a.second;
    return dx1 * dy2 - dy1 * dx2;
}
struct line{
    long double a, b, c;
    bool operator<(const line &l)const{
        bool flag1 = pi(a, b) > pi(0, 0);
        bool flag2 = pi(l.a, l.b) > pi(0, 0);
        if(flag1 != flag2) return flag1 > flag2;
        long double t = ccw(pi(0, 0), pi(a, b), pi(l.a, l.b));
        return z(t) ? c * hypot(l.a, l.b) < l.c * hypot(a, b) : t > 0;
    }
    pi slope(){ return pi(a, b); }
};

pi cross(line a, line b){
    long double det = a.a * b.b - b.a * a.b;
    return pi((a.c * b.b - a.b * b.c) / det, (a.a * b.c - a.c * b.a) / det);
}
bool bad(line a, line b, line c){
    if(ccw(pi(0, 0), a.slope(), b.slope()) <= 0) return false;
    pi crs = cross(a, b);
    return crs.first * c.a + crs.second * c.b >= c.c;
}
bool solve(vector<line> v, vector<pi> &solution){ // ax + by <= c;
    sort(v.begin(), v.end());
    deque<line> dq;
    for(auto &i : v){
        if(!dq.empty() && z(ccw(pi(0, 0), dq.back().slope(), i.slope()))) continue;
        while(dq.size() >= 2 && bad(dq[dq.size()-2], dq.back(), i)) dq.pop_back();
        while(dq.size() >= 2 && bad(i, dq[0], dq[1])) dq.pop_front();
        dq.push_back(i);
    }
    while(dq.size() > 2 && bad(dq[dq.size()-2], dq.back(), dq[0])) dq.pop_back();
    while(dq.size() > 2 && bad(dq.back(), dq[0], dq[1])) dq.pop_front();
    vector<pi> tmp;
    for(int i=0; i<dq.size(); i++){
        line cur = dq[i], nxt = dq[(i+1)%dq.size()];
        if(ccw(pi(0, 0), cur.slope(), nxt.slope()) <= eps) return false;
        tmp.push_back(cross(cur, nxt));
    }
    solution = tmp;
    return true;
}
}

```

## 2.16 Поллард

```

const int maxc = 500010;
ll n, x[maxc];
ll mul(ll a, ll b, ll m) // m <= 8e18
{
    ll k = ((ld)a * b) / m;
    ll r = a * b - k * m;
    while (r < 0) r += m;
    while (r >= m) r -= m;
    return r;
}

void slow(int n) {
    for (int i = 2; i * i <= n; i++)
        if (n % i == 0) {
            cout << i << ' ' << n / i << endl;
            exit(0);
        }
    cout << "IMPOSSIBLE" << endl;
    exit(0);
}

int main() {
    cin >> n;
    if (n <= (int)1e6)
        Slow(n);

    ll C = 2 * pow(n, 1.0 / 4);
    for (int cnt = 0; cnt < 4; cnt++) {
        x[0] = abs((int)rnd()) % (n - 1) + 1;
        for (i = 0; i < C; i++)
            x[i + 1] = (mul(x[i], x[i], n) + 3) % n;
        for (int i = 0; i < C; i++) {
            ll g = gcd(abs(x[i] - x[C]), n);
            if (g != 1 && g != n) {
                cout << g << ' ' << n / g << endl;
                return 0;
            }
        }
    }
    cout << "IMPOSSIBLE" << endl;
    return 0;
}

```

## 2.17 mincostmaxflow

```

#define _MAX_COST 1000111
#define _MAX_FLOW 1000111
template<class Flow = int, class Cost = int>
struct MinCostFlow {
    struct Edge {
        int t;
        Flow f;
        Cost c;
        Edge*next, *rev;
        Edge(int _t, Flow _f, Cost _c, Edge*_next) :
            t(_t), f(_f), c(_c), next(_next) {}
    };
    vector<Edge*> E;
    int addV() {
        E.push_back((Edge*) 0);
        return E.size() - 1;
    }
};

```

```

Edge* makeEdge(int s, int t, Flow f, Cost c) {
    return E[s] = new Edge(t, f, c, E[s]);
}

Edge* addEdge(int s, int t, Flow f, Cost c) {
    Edge*e1 = makeEdge(s, t, f, c);
    Edge*e2 = makeEdge(t, s, 0, -c);
    e1->rev = e2, e2->rev = e1;
    return e1;
}

pair<Flow, Cost> minCostFlow(int vs, int vt) {
    //flow, cost
    int n = E.size();
    Flow flow = 0;
    Cost cost = 0;
    const Cost MAX_COST = _MAX_COST;
    const Flow MAX_FLOW = _MAX_FLOW;
    for (;;) {
        vector<Cost> dist(n, MAX_COST);
        vector<Flow> am(n, 0);
        vector<Edge*> prev(n);
        vector<bool> inQ(n, false);
        queue<int> que;
        dist[vs] = 0;
        am[vs] = MAX_FLOW;
        que.push(vs);
        inQ[vs] = true;
        while (!que.empty()) {
            int u = que.front();
            Cost c = dist[u];
            que.pop();
            inQ[u] = false;
            for (Edge*e = E[u]; e; e = e->next)
                if (e->f > 0) {
                    Cost nc = c + e->c;
                    if (nc < dist[e->t]) {
                        dist[e->t] = nc;
                        prev[e->t] = e;
                        am[e->t] = min(am[u], e->f);
                        if (!inQ[e->t]) {
                            que.push(e->t);
                            inQ[e->t] = true;
                        }
                    }
                }
        }
        if (dist[vt] == MAX_COST)
            break;
        Flow by = am[vt];
        int u = vt;
        flow += by;
        cost += by * dist[vt];
        while (u != vs) {
            Edge*e = prev[u];
            e->f -= by;
            e->rev->f += by;
            u = e->rev->t;
        }
    }
    return make_pair(flow, cost);
}
};

```



## 2.18 Гаусс

```
int gauss (vector<vector<double>> a,
          vector<double> & ans) {
    int n = (int) a.size();
    int m = (int) a[0].size() - 1;
    vector<int> where (m, -1);
    for (int col=0, row=0; col<m && row<n; ++col) {
        int sel = row;
        for (int i=row; i<n; ++i)
            if (abs (a[i][col]) > abs (a[sel][col]))
                sel = i;
        if (abs (a[sel][col]) < EPS)
            continue;
        for (int i=col; i<=m; ++i)
            swap (a[sel][i], a[row][i]);
        where[col] = row;
        for (int i=0; i<n; ++i)
            if (i != row) {
                double c =
                    a[i][col] / a[row][col];
                for (int j=col; j<=m; ++j)
                    a[i][j] -= a[row][j] * c;
            }
        ++row;
    }
    ans.assign (m, 0);
    for (int i=0; i<m; ++i)
        if (where[i] != -1)
            ans[i] =
                a[where[i]][m] / a[where[i]][i];
    for (int i=0; i<n; ++i) {
        double sum = 0;
        for (int j=0; j<m; ++j)
            sum += ans[j] * a[i][j];
        if (abs (sum - a[i][m]) > EPS)
            return 0;
    }
    for (int i=0; i<m; ++i)
        if (where[i] == -1)
            return INF;
    return 1;
}
```

### Бинарный

```
int gauss (vector < bitset<N> > a, int n, int m,
          bitset<N> & ans) {
    vector<int> where (m, -1);
    for (int col=0, row=0; col<m && row<n; ++col) {
        for (int i=row; i<n; ++i)
            if (a[i][col]) {
                swap (a[i], a[row]);
                break;
            }
        if (! a[row][col])
            continue;
        where[col] = row;
        for (int i=0; i<n; ++i)
            if (i != row && a[i][col])
                a[i] ^= a[row];
        ++row;
    }
}
```

}

## 2.19 Atomic Kuhn

```
const int N = 300005;
int curcol, used[N], covered[N], match[N];
vector<int> g[N];
bool dfs(int v) {
    used[v] = curcol;
    for (int u : g[v])
        if (match[u] == -1) {
            covered[v] = 1;
            match[u] = v;
            return 1;
        }
    for (int u : g[v])
        if (used[match[u]] != curcol
            && dfs(match[u])) {
            covered[v] = 1;
            match[u] = v;
            return 1;
        }
    return 0;
}
void kuhn(int n)
{
    curcol = 0;
    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        used[i] = 0, match[i] = -1;
        covered[i] = 0;
    }
    while (true) {
        curcol++;
        bool ch = 0;
        for (int i = 0; i < n; i++)
            if (!covered[i] &&
                used[i] != curcol)
                ch |= dfs(i);
        if (!ch)
            break;
    }
}
```

## 2.20 Обратный по любому модулю

```
ll rev(ll a, ll m) // a, m > 0 {
    if (a == 1)
        return 1;
    return (1LL - rev(m % a, a) * m) / a + m;
}
int gcd(int a, int b, int &x, int &y) {
    if (a == 0) {
        x = 0; y = 1;
        return b;
    }
    int newx = 0, newy = 0;
    int d = gcd(b % a, a, newx, newy);
    x = newy - (b / a) * newx;
    y = newx;
    return d;
}
```

```

}
                                j1 = j;
                                }

```

## 2.21 Произведение по модулю, вылезаящее за границы long long

```

ll mul(ll a, ll b, ll m) // m <= 8e18
{
    ll k = ((ld)a * b) / m;
    ll r = a * b - k * m;
    while (r < 0) r += m;
    while (r >= m) r -= m;
    return r;
}

```

## 2.22 Миллер-Рабин

```

bool check_prime(ll n) {
    ll m = n - 1, k = 0;
    while (m % 2 == 0) {
        m /= 2;
        k++;
    }
    ll S = 50; // error_prob <= 1/4^S
    for (int i = 0; i < S; i++) {
        ll a = random(1, n - 1);
        ll x = binpow(a, m, n);
        for (int j = 0; j < k; j++) {
            ll y = x * x % n;
            if (y == 1 && x != 1 && x != n - 1)
                return false;
            x = y;
        }
        if (x != 1)
            return false;
    }
    return true;
}

```

## 2.23 Венгерка

```

// graph matrix - a[] []
// 1-indexation
// p - matching
vector<int> u (n+1), v (m+1);
vector<int> p (m+1), way (m+1);
for (int i=1; i<=n; ++i) {
    p[0] = i;
    int j0 = 0;
    vector<int> minv (m+1, INF);
    vector<char> used (m+1, false);
    do {
        used[j0] = true;
        int i0 = p[j0], delta = INF, j1;
        for (int j=1; j<=m; ++j)
            if (!used[j]) {
                int cur = a[i0][j] - u[i0] - v[j];
                if (cur < minv[j]) {
                    minv[j] = cur;
                    way[j] = j0;
                }
            }
        if (minv[j] < delta) {
            delta = minv[j];

```

```

        }
        for (int j=0; j<=m; ++j)
            if (used[j]) {
                u[p[j]] += delta;
                v[j] -= delta;
            }
        else
            minv[j] -= delta;
        j0 = j1;
    } while (p[j0] != 0);
    do {
        int j1 = way[j0];
        p[j0] = p[j1];
        j0 = j1;
    } while (j0);
}

```

## 2.24 Мосты

```

void dfs(int v, int p = -1) {
    used[v] = true;
    tin[v] = fup[v] = timer++;
    for (int i = 0; i < sz(g[v]); i++) {
        int to = g[v][i];
        if (to == p) continue;
        if (used[to])
            fup[v] = min(fup[v], tin[to]);
        else {
            dfs(to, v);
            fup[v] = min(fup[v], fup[to]);
            if (fup[to] > tin[v])
                IS_BRIDGE(v, to);
        }
    }
}

```

## 2.25 Точки сочленения

```

void dfs(int v, int p = -1) {
    used[v] = true;
    tin[v] = fup[v] = timer++;
    int children = 0;
    for (int i = 0; i < sz(g[v]); i++) {
        int to = g[v][i];
        if (to == p) continue;
        if (used[to])
            fup[v] = min(fup[v], tin[to]);
        else {
            dfs(to, v);
            fup[v] = min(fup[v], fup[to]);
            if (fup[to] >= tin[v] && p != -1)
                IS_CUTPOINT(v);
            ++children;
        }
    }
    if (p == -1 && children > 1)
        IS_CUTPOINT(v);
}

```

## 2.26 Z-функция

```
vector<int> z_function(string s) {
    int n = sz(s);
    vector<int> z(n, 0);
    for (int i = 1, l = 0, r = 0; i < n; i++) {
        if (i <= r)
            z[i] = min(r - i + 1, z[i - l]);
        while (i + z[i] < n &&
            s[z[i]] == s[i + z[i]])
            z[i]++;
        if (i + z[i] - 1 > r)
            l = i, r = i + z[i] - 1;
    }
    return z;
}
```

## 2.27 Префикс-функция

```
vector<int> prefix_function(string s) {
    int n = sz(s);
    vector<int> pi(n);
    for (int i = 1; i < n; i++) {
        int j = pi[i - 1];
        while (j > 0 && s[i] != s[j])
            j = pi[j - 1];
        if (s[i] == s[j])
            j++;
        pi[i] = j;
    }
    return pi;
}
```

## 2.28 Алгоритм Манакера

```
vector<int> man_nech(string s) {
    vector<int> p(sz(s), 0);
    int l = -1, r = -1;
    for (int i = 0; i < sz(s); i++) {
        if (i < r)
            p[i] = min(r - i, p[l + r - i]);
        while (i > p[i] && i + p[i] + 1 < sz(s) &&
            s[i - p[i] - 1] == s[i + p[i] + 1])
            p[i]++;
        if (i + p[i] > r)
            l = i - p[i], r = i + p[i];
    }
    return p;
}

vector<int> man_ch(string s) {
    vector<int> p(sz(s), 0);
    int l = -1, r = -1;
    for (int i = 0; i < sz(s); i++) {
        if (i < r)
            p[i] = min(r - i, p[l + r - i - 1]);
        while (i >= p[i] && i + p[i] + 1 < sz(s) &&
            s[i - p[i]] == s[i + p[i] + 1])
            p[i]++;
        if (i + p[i] > r)
            l = i - p[i] + 1, r = i + p[i];
    }
}
```

```
return p;
}
```

## 2.29 Укконен

```
const int N=1123456,INF=1e9 + 7;
string a;
int t[N][26], // массив переходов (состояние, буква)
l[N], r[N], // лев и прав границ подстр ребра в предка
p[N], // предок вершины
s[N], // суффиксная ссылка
tv, // вершина текущего суффикса
tp, // положение в строке соотв месту на ребре
ts, // количество вершин
la; // текущий символ строки
void ukkadd (int c) {
    suff++;
    if (r[tp]<tp) {
        if (t[tp][c]==-1) {
            t[tp][c]=ts; l[ts]=la;
            p[ts++]=tp; tv=s[tp];
            tp=r[tp]+1; goto suff;
        }
        tv=t[tp][c]; tp=l[tp];
    }
    if (tp==-1 || c==a[tp]-'a') tp++; else {
        l[ts+1]=la; p[ts+1]=ts;
        l[ts]=l[tp]; r[ts]=tp-1; p[ts]=p[tp];
        t[ts][c]=ts+1; t[ts][a[tp]-'a']=tv;
        l[tp]=tp; p[tp]=ts;
        t[p[ts]][a[l[ts]]-'a']=ts; ts+=2;
        tv=s[p[ts-2]]; tp=l[ts-2];
        while (tp<=r[ts-2]) {
            tv=t[tp][a[tp]-'a']; tp+=r[tp]-l[tp]+1;
        }
        if (tp==r[ts-2]+1)
            s[ts-2]=tv;
        else
            s[ts-2]=ts;
        tp=r[tp]-(tp-r[ts-2])+2; goto suff;
    }
}

void build() {
    ts=2; tv=0; tp=0; fill(r,r+N,sz(a)-1);
    s[0]=1; l[0]=-1; r[0]=-1; l[1]=-1; r[1]=-1;
    memset (t, -1, sizeof t); fill(t[1],t[1]+26,0);
    for (la=0; la<sz(a); ++la)
        ukkadd (a[la]-'a');
}
```

## 2.30 Фенвик

```
int sum (int r)
{
    int result = 0;
    for (; r >= 0; r = (r & (r+1)) - 1)
        result += t[r];
    return result;
}

void inc (int i, int delta)
{
    t[i] += delta;
    i = (i & (i+1)) - 1;
    while (i >= 0)
        t[i] += delta;
    i = (i & (i+1)) - 1;
    while (i >= 0)
        t[i] += delta;
}
```

```

    for (; i < n; i = (i | (i+1)))
        t[i] += delta;
}

```

## 2.31 OR-XOR-AND-свертки

```

vector<ll> fib, cnt, cntab, cntc, cntde;
ll revers(ll x) {
    return binpow(x % MOD, MOD - 2);
}

void adamar(vector<ll> &a, int l, int r) {
    if (l + 1 >= r) return;
    int mid = (r + l) / 2;
    adamar(a, l, mid);
    adamar(a, mid, r);
    for (int i = l; i < mid; i++) {
        ll u = a[i], v = a[i + mid - 1];
        a[i] = (u + v) % MOD;
        a[i + mid - 1] = (u - v) % MOD;
    }
}

void andamar(vector<ll> &a, int l, int r) {
    if (l + 1 >= r) return;
    int mid = (r + l) / 2;
    andamar(a, l, mid);
    andamar(a, mid, r);
    for (int i = l; i < mid; i++)
        a[i] = (a[i] + a[i + mid - 1]) % MOD;
}

void revandamar(vector<ll> &a, int l, int r) {
    if (l + 1 >= r) return;
    int mid = (r + l) / 2;
    revandamar(a, l, mid);
    revandamar(a, mid, r);
    for (int i = l; i < mid; i++)
        a[i] = (a[i] - a[i + mid - 1]) % MOD;
}

void ordamar(vector<ll> &a, int l, int r) {
    if (l + 1 >= r) return;
    int mid = (r + l) / 2;
    ordamar(a, l, mid);
    ordamar(a, mid, r);
    for (int i = l; i < mid; i++)
        a[i + mid - 1] = (a[i] + a[i + mid - 1]) % MOD;
}

void revordamar(vector<ll> &a, int l, int r) {
    if (l + 1 >= r) return;
    int mid = (r + l) / 2;
    revordamar(a, l, mid);
    revordamar(a, mid, r);
    for (int i = l; i < mid; i++)
        a[i + mid - 1] = (-a[i] + a[i + mid - 1]) % MOD;
}

vector<ll> xormult(vector<ll> a, vector<ll> b) {
    adamar(a, 0, a.size());
    adamar(b, 0, b.size());
    for (int i = 0; i < a.size(); i++)
        a[i] = (a[i] * b[i]) % MOD;
    adamar(a, 0, a.size());
    ll revn = revers(a.size());
    for (int i = 0; i < a.size(); i++)

```

```

        a[i] = (a[i] * revn) % MOD;
    return a;
}

vector<ll> ormult(vector<ll> a, vector<ll> b) {
    ordamar(a, 0, a.size());
    ordamar(b, 0, b.size());
    for (int i = 0; i < a.size(); i++)
        a[i] = (a[i] * b[i]) % MOD;
    revordamar(a, 0, a.size());
    return a;
}

vector<ll> andmult(vector<ll> a, vector<ll> b) {
    andamar(a, 0, a.size());
    andamar(b, 0, b.size());
    for (int i = 0; i < a.size(); i++)
        a[i] = (a[i] * b[i]) % MOD;
    revandamar(a, 0, a.size());
    return a;
}

int main() {
    int n;
    cin >> n;
    // assign(N, 0) for
    // fib, cnt, cntab
    // cntc, cntde
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        int x;
        cin >> x;
        cnt[x]++;
    }
    fib[0] = 0, fib[1] = 1;
    for (int i = 2; i < N; ++i)
        fib[i] = (fib[i - 1] + fib[i - 2]) % MOD;
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        for (int j = i; j > 0; j = ((j - 1) & i))
            cntab[i] = (cntab[i] + cnt[j] * cnt[i ^ j]) % MOD;
        cntab[i] = (cntab[i] + cnt[0] * cnt[i]) % MOD;
        cntab[i] %= MOD;
    }
    cntc = cnt;
    /*ordamar(cntab, 0, N);
    for (int i = 0; i < N; i++)
        cntab[i] = (cntab[i] * cntab[i]) % MOD;
    revordamar(cntab, 0, N);
    adamar(cnt, 0, N);
    for (int i = 0; i < N; ++i)
        cntde[i] = (cnt[i] * cnt[i]) % MOD;
    adamar(cntde, 0, N);
    for (int i = 0; i < N; ++i)
        cntde[i] = (cntde[i] * revers(N)) % MOD;*/
    cntde = xormult(cnt, cnt);
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        cntab[i] = (cntab[i] * fib[i]) % MOD;
        cntc[i] = (cntc[i] * fib[i]) % MOD;
        cntde[i] = (cntde[i] * fib[i]) % MOD;
    }
    /* andamar(cntab, 0, N);
    andamar(cntc, 0, N);
    andamar(cntde, 0, N);
    for (int i = 0; i < N; ++i)
        cntc[i] = cntc[i] * cntab[i] % MOD

```

```

        * cntde[i] % MOD;
    revandamar(cntc, 0, N);*/
    cntc = andmult(andmult(cntab, cntc), cntde);
    ll ans = 0;
    for (int i = 0; i < L; ++i)
        ans = (ans + cntc[(1 << i)]) % MOD;
    cout << (ans % MOD + MOD) % MOD;
    return 0;
}

```

## 2.32 Cyфmac

```

const char C = 'a' - 1;
// before first letter // change
const char maxchar = 'z'; // change
vector<int> suffarray(string s)
// without $ at the end
{
    vector<int> p, c, pn, cn, cnt;
    int n = (int)s.size();
    c.assign(n, 0);
    for (int i = 0; i < n; i++)
        c[i] = s[i] - C;
    for (int j = 0; j <= (maxchar - C); j++)
        for (int i = 0; i < n; i++)
            if (c[i] == j)
                p.push_back(i);
    int maxc = c[p.back()];
    pn.resize(n);
    for (int k = 0; (1 << k) <= 2 * n; k++) {
        for (int i = 0; i < n; i++)
            pn[i] =
                ((p[i] - (1 << k)) % n + n) % n;
        cnt.assign(maxc + 3, 0);
        for (int i = 0; i < n; i++)
            cnt[c[i] + 1]++;
        for (int i = 1; i <= maxc + 2; i++)
            cnt[i] += cnt[i - 1];
        for (int i = 0; i < n; i++)
            p[cnt[c[pn[i]]]++] = pn[i];
        cn.assign(n, 0);
        cn[p[0]] = 1;
        for (int i = 1; i < n; i++)
            if (c[p[i]] == c[p[i - 1]] &&
                c[(p[i] + (1 << k)) % n] ==
                c[(p[i - 1] + (1 << k)) % n])
                cn[p[i]] = cn[p[i - 1]];
            else
                cn[p[i]] = cn[p[i - 1]] + 1;
        maxc = cn[p.back()];
        c = cn;
    }
    return p;
}

vector<int> findlcp(string s, vector<int> p) {
    vector<int> lcp, mem;
    int n = (int)s.size();
    mem.resize(n);
    for (int i = 0; i < n; i++)
        mem[p[i]] = i;
    lcp.assign(n, 0);

```

```

    for (int i = 0; i < n; i++) {
        if (i)
            lcp[mem[i]] = max(lcp[mem[i - 1]] - 1, 0);
        if (mem[i] == n - 1)
            continue;
        while (max(i, p[mem[i] + 1]) +
                lcp[mem[i]] < n
                && s[i + lcp[mem[i]]] ==
                s[p[mem[i] + 1] + lcp[mem[i]]])
            lcp[mem[i]]++;
    }
    return lcp;
}

```

## 2.33 ConvexHullTrick

```

typedef long long integer;
typedef long double ld;
struct Line {
    integer k, b;
    Line():
        k(0), b(0) {}
    Line(integer k, integer b):
        k(k), b(b) {}
    ld operator()(ld x) {
        return x * (ld)k + (ld)b;
    }
};
const integer INF = 2e18; // change
struct CHT {
    vector<Line> lines;
    bool mini; // cht on minimum
    ld f(Line l1, Line l2) {
        return (ld)(l1.b - l2.b) / (ld)(l2.k - l1.k);
    }
    void addLine(integer k, integer b) {
        if (!mini) {
            k = -k;
            b = -b;
        }
        Line l(k, b);
        while (lines.size() > 1) {
            if (lines.back().k == k) {
                if (lines.back().b > b)
                    lines.pop_back();
                else
                    break;
                continue;
            }
            ld x1 = f(lines.back(), l);
            ld x2 = f(lines.back(),
                    lines[lines.size() - 2]);
            if (x1 > x2)
                break;
            lines.pop_back();
        }
        if (!lines.size() || lines.back().k != k)
            lines.push_back(l);
    }
    CHT(vector<pair<integer, integer> > v,
        bool ok = 1) // change

```

```

{
    mini = ok;
    lines.clear();
    for (int i = 0; i < v.size(); i++)
        addLine(v[i].first, v[i].second);
}
integer getmin(integer x)
//find of integer!
{
    if (!lines.size())
        return (mini ? INF : -INF);
    int l = 0, r = lines.size();
    while (r - l > 1) {
        int mid = (r + l) / 2;
        if (f(lines[mid], lines[mid - 1])
            <= (ld)x)
            l = mid;
        else
            r = mid;
    }
    integer ans = lines[l].k * x +
        lines[l].b;
    return (mini ? ans : -ans);
}
};

```

## 2.34 DCP

```

const int N = 300010;
map<pair<int, int>, int> q;
vector<int> quer;
int ans[N], pr[N], sz[N], curans;
struct edge {
    int u, v, l, r;
    edge(): u(0), v(0), l(0), r(0) {}
    edge(int u, int v, int l, int r):
        u(u), v(v), l(l), r(r) {}
};
vector<pair<pair<int, int>, pair<int, int>>> qq;
vector<edge> edges;
void add(int u, int v, int l, int r) {
    qq.push_back({{u, v}, {l, r}});
}
vector<int> st;
int findset(int v) {
    return ((v == pr[v]) ? v : findset(pr[v]));
}
int unionsets(int v, int u) {
    v = findset(v);
    u = findset(u);
    if (v == u) return 0;
    if (sz[v] < sz[u]) swap(v, u);
    st.push_back(u);
    sz[v] += sz[u];
    pr[u] = v;
    curans--;
    return 1;
}
void remove() {
    int u = st.back();
    st.pop_back();
}

```

```

    sz[pr[u]] -= sz[u];
    pr[u] = u;
    curans++;
}
void divide(int l, int r, vector<edge> edges) {
    if (r < l)
        return;
    if (l == r) {
        ans[l] = curans;
        return;
    }
    int mid = (r + l) / 2;
    vector<edge> edges1;
    int num = 0;
    for (auto i : edges) {
        if (i.l > mid || i.r < l)
            continue;
        if (i.r >= mid && i.l <= l)
            num += unionsets(i.u, i.v);
        else
            edges1.push_back(i);
    }
    divide(l, mid, edges1);
    for (int i = 0; i < num; i++)
        remove();
    num = 0;
    edges1.clear();
    for (auto i : edges) {
        if (i.l > r || i.r <= mid)
            continue;
        if (i.l <= mid + 1 && i.r >= r)
            num += unionsets(i.u, i.v);
        else
            edges1.push_back(i);
    }
    divide(mid + 1, r, edges1);
    for (int i = 0; i < num; i++) remove();
}
int main() {
    for (int i = 0; i < k; i++) {
        char c;
        cin >> c;
        if (c == '?') quer.push_back(i);
        else {
            int u, v;
            cin >> u >> v;
            if (u > v) swap(u, v);
            if (c == '+') q[make_pair(u, v)] = i;
            else {
                add(u, v, q[make_pair(u, v)], i);
                q.erase(make_pair(u, v));
            }
        }
    }
    for (auto it : q) {
        int u = it.first.first;
        int v = it.first.second;
        add(u, v, it.second, k);
    }
    add(1, 2, k + 1, k + 2);
    for (int i = 0; i < N; i++)

```

```

    pr[i] = i, sz[i] = 1;
    sort(qq.begin(), qq.end());
    for (auto i : qq)
        edges.push_back(
            edge(i.first.first, i.first.second,
                i.second.first, i.second.second)
        );
    curans = n;
    divide(0, k + 2, edges);

```

## 2.35 Берликамп

```

#define pb push_back
#define SZ 233333
const int MOD=1e9+7; //or any prime
ll qp(ll a,ll b)
{
    ll x=1; a%=MOD;
    while(b)
    {
        if(b&1) x=x*a%MOD;
        a=a*a%MOD; b>>=1;
    }
    return x;
}
namespace linear_seq {
inline vector<int> BM(vector<int> x)
{
    //ls: (shortest) relation sequence
    // (after filling zeroes) so far
    //cur: current relation sequence
    vector<int> ls,cur;
    //lf: the position of ls (t')
    //ld: delta of ls (v')
    int lf,ld;
    for(int i=0;i<int(x.size());++i)
    {
        ll t=0;
        //evaluate at position i
        for(int j=0;j<int(cur.size());++j)
            t=(t+x[i-j-1]*(ll)cur[j])%MOD;
        if((t-x[i])%MOD==0) continue; //good so far
        //first non-zero position
        if(!cur.size())
        {
            cur.resize(i+1);
            lf=i; ld=(t-x[i])%MOD;
            continue;
        }
        //cur=cur-c/ld*(x[i]-t)
        ll k=-(x[i]-t)*qp(ld,MOD-2)%MOD/*1/ld*/;
        vector<int> c(i-lf-1); //add zeroes in front
        c.pb(k);
        for(int j=0;j<int(ls.size());++j)
            c.pb(-ls[j]*k%MOD);
        if(c.size()<cur.size()) c.resize(cur.size());
        for(int j=0;j<int(cur.size());++j)
            c[j]=(c[j]+cur[j])%MOD;
        //if cur is better than ls, change ls to cur
        if(i-lf+(int)ls.size()>=(int)cur.size())
            ls=cur,lf=i,ld=(t-x[i])%MOD;
    }
}

```

```

cur=c;
}
for(int i=0;i<int(cur.size());++i)
    cur[i]=(cur[i]%MOD+MOD)%MOD;
return cur;
}
int m; //length of recurrence
//a: first terms, h: relation
ll a[SZ],h[SZ],t_[SZ],s[SZ],t[SZ];
//calculate p*q mod f
inline void mull(ll*p,ll*q)
{
    for(int i=0;i<m+m;++i) t_[i]=0;
    for(int i=0;i<m;++i) if(p[i])
        for(int j=0;j<m;++j)
            t_[i+j]=(t_[i+j]+p[i]*q[j])%MOD;
    for(int i=m+m-1;i>=m;--i)
        if(t_[i])
            //miuns t_[i]x^{i-m}(x^m-\sum_{j=0}^{m-1}
            // x^{m-j-1}h_j)
            for(int j=m-1;~j;--j)
                t_[i-j-1]=(t_[i-j-1]+t_[i]*h[j])%MOD;
    for(int i=0;i<m;++i) p[i]=t_[i];
}
inline ll calc(ll K)
{
    for(int i=m;~i;--i)
        s[i]=t[i]=0;
    //init
    s[0]=1; if(m!=1) t[1]=1; else t[0]=h[0];
    //binary-exponentiation
    while(K)
    {
        if(K&1) mull(s,t);
        mull(t,t); K>>=1;
    }
    ll su=0;
    for(int i=0;i<m;++i) su=(su+s[i]*a[i])%MOD;
    return (su%MOD+MOD)%MOD;
}
inline int work(vector<int> x,ll n)
{
    if(n<int(x.size())) return x[n];
    vector<int> v=BM(x); m=v.size(); if(!m) return 0;
    for(int i=0;i<m;++i) h[i]=v[i],a[i]=x[i];
    return calc(n);
}
using linear_seq::work;
int main()
{
    vector<int> x = {1, 2, 4, 8, 16};
    for (int i = 0; i < 10; i++)
        cout << work(x, i) << endl;
}

```

## 2.36 Правила

1. Перед написанием кода проверить решение на сэм-плах.

2. Если задача неочевидная, рассказать решение другому перед написанием, подумать над тестами перед написанием.

3. В первый час 5 минут на исправление бага. Во второй час 10. В третий час 15.

4. После 3 неправильных посылок необходимо обсудить с кем-то решение и провести полное тестирование перед посылкой.

5. В первой половине контеста скипать задачу, если ничего не получается 15 минут.

6. Все задачи должны быть кем-то прочитаны в первые полтора часа.

7. Если кто-то уже прочитал задачу с длинной легендой и не занят, то узнай условие у него вместо того, чтобы читать самому, если он уверен, что правильно понял задачу.

8. В табличке отмечать краткое описание задачи в пару слов.

9. Через 3,5 часа все должны знать все несданные задачи.

10. Перед написанием адовой жести надо пообмениваться идеями по остальным задачам с остальными.

11. Пытаться применять стандартные трюки, решать более простые версии задачи.

12. 30 секунд ни на что не влияют, можно остановиться и подумать над происходящим.

13. Если придумал решение, но не можешь сейчас написать, продумай детали, проверь, все ли правильно.

14. Если не решается, посмотри на тесты, попридумывать тесты, возможно, ты не видишь какую-то очевидную вещь.

15. Если ты думал, что уже точно доказал свое решение, а после этого вылез еще какой-то случай/баг, то надо рассказать решение другому / не подходить к компу еще 15 минут.

16. Когда в конце контеста кто-то пишет код, другой пока делает тесты, ждет, нет ли других случаев.

17. После посылки минуту не чекать, зашло ли.



