Mục lục

[0.1.Team template 2](#_Toc536836184)

[0.2.Debug 2](#_Toc536836185)

[1.Toán 3](#_Toc536836186)

[Phi hàm Euler 3](#_Toc536836187)

[Modulo trick 3](#_Toc536836188)

[Lehman 3](#_Toc536836189)

[Miller Rabin 4](#_Toc536836190)

[Extended Euclid 4](#_Toc536836191)

[Đếm số các số ≤ n có k bit 1 5](#_Toc536836192)

[Bất đẳng thức Bunyakovsky cho bộ 2 số 5](#_Toc536836193)

[Số Catalan 5](#_Toc536836194)

[Discrete Logarithm 6](#_Toc536836195)

[Discrete Root 6](#_Toc536836196)

[k-th term of a linear recurrence (O(n3xlog(k)) 7](#_Toc536836197)

[k-th term of a linear recurrence (O(n2xlog(k)) 7](#_Toc536836198)

[2. Đồ thị 7](#_Toc536836199)

[Tarjan: Tìm thành phần liên thông mạnh 7](#_Toc536836200)

[Sắp xếp topo 8](#_Toc536836201)

[Tìm chu trình Euler 8](#_Toc536836202)

[Prim: Tìm cây khung nhỏ nhất 9](#_Toc536836203)

[Cặp ghép cực đại trên đồ thị 2 phía 9](#_Toc536836204)

[Phát hiện chu trình trong đồ thị có hướng 10](#_Toc536836205)

[Khớp & cầu 10](#_Toc536836206)

[Bellman Ford và xác định chu trình âm 11](#_Toc536836207)

[Dinitz: luồng cực đại trên đồ thị 11](#_Toc536836208)

[Edmonds – Karp và lát cắt hẹp nhất trong mạng 11](#_Toc536836209)

[3. Hình học 12](#_Toc536836210)

[So sánh 2 số thực 12](#_Toc536836211)

[Hình học cơ bản 12](#_Toc536836212)

[Monotone chain 13](#_Toc536836213)

[Một số công thức trong tam giác 14](#_Toc536836214)

[Bao lồi Graham 14](#_Toc536836215)

[Emo Welzl: Đường tròn nhỏ nhất chứa mọi điểm cho trước 14](#_Toc536836216)

[Đường tròn đi qua nhiều điểm nhất 15](#_Toc536836217)

[4. Xử lý xâu 16](#_Toc536836218)

[Z algorithm 16](#_Toc536836219)

[Manacher: Xâu palindrome 16](#_Toc536836220)

[KMP: So khớp chuỗi 16](#_Toc536836221)

[Suffix array và Longest common prefix 16](#_Toc536836222)

[5. Khác 17](#_Toc536836223)

[QTREE 17](#_Toc536836224)

[Persitent Segment Tree 18](#_Toc536836225)

[Diện tích n hình chữ nhật (Sweep-line technique) 19](#_Toc536836226)

[SCPC3 – 2017 19](#_Toc536836227)

[F – ACM Vietnam National 2017 20](#_Toc536836228)

[LCA Miscellaneous 21](#_Toc536836229)

[6. Python Basics 22](#_Toc536836230)

[Integer inputs 22](#_Toc536836231)

[Array inputs 22](#_Toc536836232)

[Array initialization 22](#_Toc536836233)

[Multiple tokens in a line 22](#_Toc536836234)

[Sort arrays 22](#_Toc536836235)

[7. Java Fast IO 22](#_Toc536836236)

[8. Ubuntu commands 23](#_Toc536836237)

# 0.1.Team template

|  |
| --- |
| #pragma comment(linker, "/stack:225450978")  #pragma GCC optimize("Ofast")  #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  #define endl '\n'  #define i64 long long  #define ld long double  #define rsz resize  #define pub push\_back  #define mp make\_pair  #define fi first  #define se second  typedef vector<i64> vi;  typedef vector<ld> vd;  typedef vector<string> vs;  typedef vector<char> vc;  typedef vector<bool> vb;  typedef pair<i64, i64> pii;  typedef pair<i64, pii> pip;  typedef pair<pii, i64> ppi;  const long long Mod = 1000000007LL, INF = 1e9, LINF = 1e18;  const long double Pi = 3.141592653589793116;  const long double EPS = 1e-9, Gold = ((1+sqrt(5))/2);  long long keymod[] = {1000000007LL, 1000000009LL, 1000000021LL};  long long keyCount = sizeof(keymod) / sizeof(long long);  mt19937 rng32(chrono::steady\_clock::now().time\_since\_epoch().count());  mt19937\_64 rng64(chrono::steady\_clock::now().time\_since\_epoch().count());  template<class T> int cntbit(T s) { return \_\_builtin\_popcountll(s); }  #define MultiTest 227420978  #undef MultiTest // Switch this off if submitting multi-test problems.  void Input() {    }  void Solve() {    }  int main(int argc, char\* argv[]) {  ios\_base::sync\_with\_stdio(0); cin.tie(NULL);    #ifndef MultiTest  Input(); Solve();  #else  int T; cin >> T;  while(T--) {Input(); Solve();}  #endif  return 0;  } |

# 0.2.Debug

|  |
| --- |
| template <class T1, class T2>  std::ostream &operator<<(ostream &os, const pair<T1, T2> &a) {  return os << '(' << a.first << ", " << a.second << ')';  }  template <class T>  std::ostream &operator<<(ostream &os, const vector<T> &a) {  os << '[';  for (unsigned int i = 0; i < a.size(); i++)  os << a[i] << (i < a.size() - 1? ", " : "");  os << ']';  return os;  }  template <class T>  std::ostream &operator<<(ostream &os, const set<T> &a) {  os << '{';  for(typename set<T>::iterator it = a.begin(); it != a.end(); it++) {  typename set<T>::iterator jt = it;  os << \*it << (++jt != a.end()? ", " : "");  }  os << '}';  return os;  }  template <class T1, class T2>  std::ostream &operator<<(ostream &os, map<T1, T2> &a) {  os << "{\n";  for(typename map<T1, T2>::iterator it = a.begin(); it != a.end(); it++) {  typename map<T1, T2>::iterator jt = it;  os << it->first << ": " << it->second << (++jt != a.end()? ", " : "");  }  os << '}';  return os;  } |

# 1.Toán

## Phi hàm Euler

|  |
| --- |
| ɸ(n) là số các số nguyên dương ≤ n và nguyên tố cùng nhau với n |
| ɸ(1) = 1 |
| ɸ(n) = (p – 1)pk – 1 với n là luỹ thừa bậc k của số nguyên tố p |
| ɸ(mn) = ɸ(m) × ɸ(n) với m và n nguyên tố cùng nhau |
| n = p1k1…prkr với pj là các số nguyên tố phân biệt thì  ɸ(n) = (p1 – 1)p1k1 – 1…(pr – 1)prkr – 1 |
| int phi(int n) {  int res = n;  for (int i = 2; (long long)i \* i <= n; i++)  if (n % i == 0) {  while (n % i == 0) n /= i;  res -= res / i;  }  if (n > 1) res -= res / n;  return res;  } |

## Modulo trick

|  |
| --- |
| (A / B) % MOD = (A % (MOD × B)) / B  Điều kiện: không có |
| (A / B) % MOD = ((A % MOD) × (Bɸ(MOD) - 1 % MOD)) % MOD  Điều kiện: B và MOD nguyên tố cùng nhau |
| (A / B) % MOD = ((A % MOD) × (BMOD - 2 % MOD)) % MOD  Điều kiện: B và MOD nguyên tố cùng nhau, MOD nguyên tố |
| AN % MOD = AN % ɸ(MOD) % MOD  Điều kiện: A và MOD nguyên tố cùng nhau |
| Điều kiện: A và MOD nguyên tố cùng nhau |
| (Aɸ(n) – 1) % n = 0 |
| Số tự nhiên là số nguyên tố khi và chỉ khi |

## Lehman

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  typedef unsigned long long ull;  ull lehman\_simple(ull n) {  ull n\_1\_3 = (ull ) ceil(pow(n, 1.0/3.0));  double n\_1\_6 = pow(n, 1.0/6.0);  ull ub\_d = max(n\_1\_3, (ull ) 19);  for(ull d=2; d<=ub\_d; d++)  if(n % d == 0) return d;  for(ull k=1; k<=n\_1\_3; k++) {  ull lb = ceil(2\*sqrt(k)\*sqrt(n));  ull ub = floor(2\*sqrt(k)\*sqrt(n) + n\_1\_6/(4\*sqrt(k)));  for(ull a=lb; a<=ub; a++) {  ull delta = a\*a - 4\*k\*n;  ull b = floor(sqrt(delta));  if(b\*b == delta) {  return \_\_gcd(a+b, n);  }  }  }  return n;  }  void lehman(ull n, ull & p, ull & k, ull & m) {  m = n;  do {  p = m;  m = lehman\_simple(p);  } while(m != p);  k = 0;  while(n % p == 0) {  n /= p;  ++k;  }  m = n;  }  vector<ull> factory\_prime(ull n) {  vector <ull> vt;  ull p, k, m;  lehman(n, p, k, m);  for (int i = 1; i <= k; ++i) {  vt.push\_back(p);  }  while(m != 1) {  lehman(m, p, k, m);  for (int i = 1; i <= k; ++i) {  vt.push\_back(p);  }  }  return vt;  }  int main() {  ull n;  cin >> n;  vector<ull> vt = factory\_prime(n);  for (int i = 0; i < vt.size(); i++) cout << vt[i] << " ";  }// input: 12 output: 2 2 3 |

## Miller Rabin

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  typedef long long ll;  using namespace std;  ll mulmod(ll a, ll b, ll mod) {  ll x = 0,y = a % mod;  while (b > 0) {  if (b % 2 == 1) {  x = (x + y) % mod;  }  y = (y \* 2) % mod;  b /= 2;  }  return x % mod;  }  ll modulo(ll base, ll exponent, ll mod) {  ll x = 1;  ll y = base;  while (exponent > 0) {  if (exponent % 2 == 1)  x = (x \* y) % mod;  y = (y \* y) % mod;  exponent = exponent / 2;  }  return x % mod;  }  bool Miller(ll p,int iteration) {  if (p < 2) {  return false;  }  if (p != 2 && p % 2==0) {  return false;  }  ll s = p - 1;  while (s % 2 == 0) {  s /= 2;  }  for (int i = 0; i < iteration; i++) {  ll a = rand() % (p - 1) + 1, temp = s;  ll mod = modulo(a, temp, p);  while (temp != p - 1 && mod != 1 && mod != p - 1) {  mod = mulmod(mod, mod, p);  temp \*= 2;  }  if (mod != p - 1 && temp % 2 == 0) {  return false;  }  }  return true;  }  int main() {  int iteration = 5;  ll num;  cout<<"Enter integer to test primality: ";  cin>>num;  if (Miller(num, iteration))  cout<<num<<" is prime"<<endl;  else  cout<<num<<" is not prime"<<endl;  return 0;  } |

## Extended Euclid

Tìm x, y sao cho ax + by = gcd(a, b)

x, y thoả mãn |x| + |y| nhỏ nhất và x ≤ y

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  #define X first  #define Y second  using namespace std;  typedef long long ll;  typedef pair<ll, ll> ii;  typedef pair<ll, ii> triple;  ii extended\_gcd(ll a, ll b){  ii qr, st;  if (b==0) return ii(1, 0);  else {  qr=ii(a/b, a%b);  st=extended\_gcd(b, qr.Y);  return ii(st.Y, st.X-qr.X\*st.Y);  }  }  main(){  ll p, q;  ii ww;  for (;;){  if (scanf("%lld%lld", &p, &q) < 0) return 0;  ww = extended\_gcd(p, q);  printf("%lld %lld %lld\n", ww.X, ww.Y, \_\_gcd(p, q));  }  } |

## **Đếm số các số ≤ n có k bit 1**

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  #define LL long long  LL getBit(LL x){  LL ans = -1;  while(x) {  ans++;  x >>= 1;  }  return ans;  }  LL c[65][65], a, b;  LL calC(LL m, LL k){  if(c[m][k] != 0) return c[m][k];  if(k == 0 || k == m) return c[m][k] = 1;  return c[m][k] = calC(m - 1, k) + calC(m-1, k-1);  }  LL f(LL a, LL k){  if(k < 0) return 0LL;  LL m = getBit(a);  if(m < k) return 0LL;  return calC(m, k) + f(a & ((1ll<<m)-1ll), k-1ll);  }  int main() {  LL n, k;  int t;  cin >> t;  while (t--) {  cin >> n >> k;  cout << f(n, k) << endl;  }  } |

## Bất đẳng thức Bunyakovsky cho bộ 2 số

|  |
| --- |
| Với 2 bộ số và ta có:  Dấu “=” xảy ra khi và chỉ khi  Hệ quả: |

## Số Catalan

|  |
| --- |
| Ứng dụng của Cn:  1. Số cây nhị phân có n đỉnh  2. Số xâu ngoặc đúng có n cặp dấu đóng mở ngoặc tương ứng  3. Số cách chia 1 đa giác lồi có n+2 cạnh thành các tam giác bằng cách nối các đỉnh với nhau mà không cắt nhau    4. Số cây nhị phân đầy đủ (mỗi đỉnh có 2 đỉnh con hoặc không có đỉnh con nào) có n+1 lá  5. Số lượng đường đi với 2n bước trên lưới hình chữ nhật từ điểm trái dưới (0,0) đến điểm phải trên (n,n) mà không vượt qua đường chéo chính    6. Số cách thêm n cặp dấu ngoặc (hoặc n-1) vào 1 xâu n+1 kí tự mà vẫn thoả mãn tính đúng của các dấu ngoặc  7. Số hoán vị độ dài n mà không có 3 phần tử liên tiếp nào tạo thành dãy tăng dần  8. Các số từ 1 đến n xếp lần lượt theo chiều kim đồng hồ thành vòng tròn. Cn là số cách chia tập hợp các số từ 1 đến n thành các tập hợp con khác rỗng sao cho không có 2 tập con nào tạo thành các đa giác giao nhau |

## Discrete Logarithm

Tìm số nguyên x thỏa mãn ax ≡ b (mod m), trong đó a và m nguyên tố cùng nhau

|  |
| --- |
| int solve (int a, int b, int m) {  int n = (int) sqrt (m + .0) + 1;  int an = 1;  for (int i=0; i<n; ++i)  an = (an \* a) % m;  map<int,int> vals;  for (int i=1, cur=an; i<=n; ++i) {  if (!vals.count(cur))  vals[cur] = i;  cur = (cur \* an) % m;  }  for (int i=0, cur=b; i<=n; ++i) {  if (vals.count(cur)) {  int ans = vals[cur] \* n - i;  if (ans < m)  return ans;  }  cur = (cur \* a) % m;  }  return -1;  } |

## Discrete Root

Cho số nguyên tố n và 2 số nguyên a, k, tìm mọi x thỏa mãn xk ≡ a (mod n)

|  |
| --- |
| vector<int> discrete\_root(int n, int k, int a) {  function<int(int, int, int)> powmod = [&](int a, int b, int p) -> int {  int res = 1;  while (b)  if (b & 1) res = int (res \* 1LL \* a % p), --b;  else a = int (a \* 1LL \* a % p), b >>= 1;  return res;  };    function<int(int)> generator = [&](int p) -> int {  vector<int> fact;  int phi = p-1, n = phi;  for (int i=2; i<=sqrt(n); i++) {  if (n % i == 0) {  fact.push\_back(i);  while (n % i == 0) n /= i;  }  }  if (n > 1) fact.push\_back (n);    for (int res=2; res<=p; ++res) {  bool ok = true;  for (size\_t i=0; i<fact.size() && ok; ++i)  ok &= powmod (res, phi / fact[i], p) != 1;  if (ok) return res;  }  return -1;  };    if (a == 0) return vector<int>(1, 0);  if (a == 1 && k == 0) return vector<int>(1, -4);  // This means everything within [1, n-1]    int g = generator(n), sq = sqrt(n) + 1;  vector < pair<int, int> > dec(sq);  for (int i=1; i<=sq; ++i)  dec[i-1] = {powmod (g, int (i \* sq \* 1ll \* k % (n - 1)), n), i};  sort(dec.begin(), dec.end()); int any\_ans = -1;  for (int i=0; i<sq; ++i) {  int my = powmod(g, int (i \* 1ll \* k % (n - 1)), n) \* 1ll \* a % n;  auto it = lower\_bound(dec.begin(), dec.end(), make\_pair(my, 0));  if (it != dec.end() && it->first == my) {  any\_ans = it->second \* sq - i; break;  }  }  if (any\_ans == -1) return vector<int>(0);  int delta = (n-1) / \_\_gcd(k, n-1); vector<int> ans;  for (int cur=any\_ans%delta; cur<n-1; cur+=delta)  ans.push\_back (powmod(g, cur, n));  sort(ans.begin(), ans.end()); return ans;  } |

## k-th term of a linear recurrence (O(n3xlog(k))

Tìm phần tử thứ k của dãy S(i) = S(i-1)\*tr(0) + … + S(i-n)\*tr(n-1) (i ≥ n)

|  |
| --- |
| int linearRec(vector<int> S, vector<int> tr, int k, int Mod) {  #define Matrix vector<vector<int>>  function<Matrix(Matrix, Matrix)> MatMul = [&](Matrix a, Matrix b) -> Matrix {  int n = a.size(), k = a[0].size(), m = b[0].size();  Matrix res(n, vector<int>(m, 0));  for (int z=0; z<k; z++) {  for (int i=0; i<n; i++) {  for (int j=0; j<m; j++) {  res[i][j] += (1LL \* a[i][z] \* b[z][j]) % Mod;  res[i][j] %= Mod;  }  }  }  return res;  };    function<Matrix(int)> UnitMatrix = [&](int n) -> Matrix {  Matrix res(n, vector<int>(n, 0));  for (int i=0; i<n; i++) res[i][i] = 1;  return res;  };    function<Matrix(Matrix, int)> MatPow = [&](Matrix a, int b) -> Matrix {  // a is guaranteed to be a square matrix  Matrix res = UnitMatrix(a.size());  while (b > 0) {  if (b % 2 == 1) {res = MatMul(res, a); b--;}  else {a = MatMul(a, a); b /= 2;}  }  return res;  };    int n = S.size();  Matrix TransformationMatrix(n, vector<int>(n, 0));  for (int i=1; i<n; i++) TransformationMatrix[i-1][i] = 1;  for (int i=0; i<n; i++) TransformationMatrix[n-1][i] = tr[n-1-i];  Matrix BaseMatrix(n, vector<int>(1, 0));  for (int i=0; i<n; i++) BaseMatrix[i][0] = S[i];    Matrix PostTransform = MatMul(MatPow(TransformationMatrix, k), BaseMatrix);  #undef Matrix  return PostTransform[0][0];  } |

## k-th term of a linear recurrence (O(n2xlog(k))

Tìm phần tử thứ k của dãy S(i) = S(i-1)\*tr(0) + … + S(i-n)\*tr(n-1) (i ≥ n)

|  |
| --- |
| int linearRec(vector<int> S, vector<int> tr, int k, int Mod) {  int n = S.size();  auto combine = [&](vector<int> a, vector<int> b) {  vector<int> res(n \* 2 + 1);  for (int i=0; i<n+1; i++) for (int j=0; j<n+1; j++)  res[i + j] = (res[i + j] + (1LL \* a[i] \* b[j]) % Mod) % Mod;  for (int i = 2 \* n; i > n; --i) for (int j=0; j<n; j++) {  int toAdd = (1LL \* res[i] \* tr[j]) % Mod;  res[i - 1 - j] = (res[i - 1 - j] + toAdd) % Mod;  }  res.resize(n + 1);  return res;  };  vector<int> pol(n + 1), e(pol);  pol[0] = e[1] = 1;  for (++k; k; k /= 2) {  if (k % 2) pol = combine(pol, e);  e = combine(e, e);  }  int res = 0;  for (int i=0; i<n; i++) res = (res + (1LL \* pol[i + 1] \* S[i]) % Mod) % Mod;  return res;  } |

# 2. Đồ thị

## Tarjan: Tìm thành phần liên thông mạnh

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  #define LL long long  typedef vector<LL> vi;  LL n, m, SCCcnt = 0;  LL Time = 0;  vector<vi> adj; vi Lowest, Enum;  stack<LL> S;  void traverse(LL z) {  Lowest[z] = ++Time; Enum[z] = Time; S.push(z);  for (LL i=0; i<adj[z].size(); i++) {  if (Enum[adj[z][i]] == 0) traverse(adj[z][i]);  Lowest[z] = min(Lowest[z], Lowest[adj[z][i]]);  }  if (Enum[z] == Lowest[z]) {  SCCcnt++; LL t;  do {  t = S.top(); S.pop();  Lowest[t] = 1e18; Enum[t] = 1e18;  }  while (z != t);  }  }  int main() {  ios\_base::sync\_with\_stdio(0);  cin.tie(0); cout.tie(0);  cin >> n >> m; adj.resize(n+1, vi(0));  while (m--) {  LL u, v; cin >> u >> v;  adj[u].push\_back(v);  }  Lowest.resize(n+1, 0); Enum = Lowest;  for (LL i=1; i<=n; i++) {  if (Lowest[i] == 0) traverse(i);  }  cout << SCCcnt;  return 0;  } |

## Sắp xếp topo

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  const int N = 1e5 + 8;  vector<int> G[N];  bool trv[N], done[N], DAG = true;  int topo[N], n, m, cnt;  void dfs(int u) {  if (trv[u]) {  DAG = false;  return;  }  if (done[u]) return;  trv[u] = true;  for (int v: G[u]) dfs(v);  trv[u] = false;  done[u] = true;  topo[cnt--] = u;  }  void toposort() {  // nếu có nhiều cách sắp xếp, in ra cách có số đầu tiên nhỏ nhất,  // nếu có nhiều cách như vậy, in ra cách có số thứ 2 nhỏ nhất,...  for (int i = 1; i <= n; i++) {  sort(G[i].begin(), G[i].end());  reverse(G[i].begin(), G[i].end());  }  cnt = n;  for (int i = n; i >= 1; i--) if (!done[i]) dfs(i);  }  int main()  {  cin >> n >> m;  for (int i = 1; i <= m; i++) {int u, v; scanf("%d %d", &u, &v); G[u].push\_back(v);}  toposort();  if (DAG) for (int i = 1; i <= n; i++) printf("%d ", topo[i]);  else cout << "NOT DAG";  } |

## Tìm chu trình Euler

|  |
| --- |
| /\*  Đường đi Euler là đường đi trên đồ thị mà mỗi cạnh đi qua đúng  1 lần. Chu trình Euler là một đường đi Euler mà đỉnh đầu trùng  đỉnh cuối.  Một đồ thị vô hướng có chu trình Euler khi tất cả các đỉnh có  bậc chẵn, và tất cả các đỉnh có bậc dương thuộc cùng một thành  phần liên thông  Một đồ thị có hướng có chu trình Euler khi tất cả các đỉnh có  bậc ra bằng bậc vào, và tất cả các đỉnh có bậc dương thuộc  cùng một thành phần liên thông mạnh  Độ phức tạp o(V+E)  \*/  #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  const int MAXN = 100000;  vector<int> euler\_cycle\_directed(vector<int> adj[], int u) {  vector<int> stack, res, cur\_edge(MAXN);  stack.push\_back(u);  while (!stack.empty()) {  u = stack.back();  stack.pop\_back();  while (cur\_edge[u] < (int)adj[u].size()) {  stack.push\_back(u);  u = adj[u][cur\_edge[u]++];  }  res.push\_back(u);  }  reverse(res.begin(), res.end());  return res;  }  vector<int> euler\_cycle\_undirected(vector<int> adj[], int u) {  vector<vector<bool> > used(MAXN, vector<bool>(MAXN, false));  vector<int> stack, res, cur\_edge(MAXN);  stack.push\_back(u);  while (!stack.empty()) {  u = stack.back();  stack.pop\_back();  while (cur\_edge[u] < (int)adj[u].size()) {  int v = adj[u][cur\_edge[u]++];  if (!used[min(u, v)][max(u, v)]) {  used[min(u, v)][max(u, v)] = 1;  stack.push\_back(u);  u = v;  }  }  res.push\_back(u);  }  reverse(res.begin(), res.end());  return res;  }  int main() {  int nodes, edges, u, v;  vector<int> g1[5], g2[5], cycle;  cin >> nodes >> edges;  for (int i = 0; i < edges; i++) {  cin >> u >> v;  g1[u].push\_back(v);  g2[u].push\_back(v);  g2[v].push\_back(u);  }  cycle = euler\_cycle\_directed(g1, 0);  cout << "Eulerian cycle from 0 (directed): ";  for (int i = 0; i < (int)cycle.size(); i++)  cout << " " << cycle[i];  cout <<"\n";  cycle = euler\_cycle\_undirected(g2, 2);  cout << "Eulerian cycle from 2 (undirected): ";  for (int i = 0; i < (int)cycle.size(); i++)  cout << " " << cycle[i];  cout << "\n";  return 0;  }  /\*  input: output:  5 6 Eulerian cycle from 0 (directed): 0 1 3 4 1 2 0  0 1 Eulerian cycle from 2 (undirected): 2 1 3 4 1 0 2  1 2  2 0  1 3  3 4  4 1  \*/ |

## Prim: Tìm cây khung nhỏ nhất

|  |
| --- |
| i64 n, m, ans = 0; vector<vector<pii>> adj;  vector<i64> chosen; priority\_queue<pii> Q;  void Input() {  cin >> n >> m; adj.resize(n+1, vector<pii>(0));  chosen.resize(n+1, false); Q.push({0, 1});  while (m--) {  i64 a, b, c; cin >> a >> b >> c;  adj[a].pub({b,c}); adj[b].pub({a,c});  }  }  void Solve() {  while (!Q.empty()) {  pii Z = Q.top(); Q.pop(); i64 z = Z.se, tmp = Z.fi;  if (chosen[z]) continue; chosen[z] = true; ans -= tmp;  for (auto zz: adj[z]) {  if (!chosen[zz.fi]) Q.push({-zz.se, zz.fi});  }  }  cout << ans;  } |

## Cặp ghép cực đại trên đồ thị 2 phía

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  const int N = 102;  int n, m, Assigned[N];  int Visited[N], t=0;  vector<int> a[N];  bool visit(int u) {  if (Visited[u]!=t)  Visited[u]=t;  else  return false;  for (int i=0; int v=a[u][i]; i++)  if (!Assigned[v] || visit(Assigned[v])) {  Assigned[v]=u;  return true;  }  return false;  }  main() {  scanf("%d%d", &m, &n);  int x, y;  while (scanf("%d%d", &x, &y) > 0)  a[x].push\_back(y);  for (int i=1; i<=m; i++)  a[i].push\_back(0);  int Count = 0;  for (int i=1; i<=m; i++) {  t++;  Count += visit(i);  }  printf("%d\n", Count);  for (int i=1; i<=n; i++)  if (int j=Assigned[i])  printf("%d %d\n", j, i);  } |

## Phát hiện chu trình trong đồ thị có hướng

|  |
| --- |
| cycle = false;  void dfs(int u) {  visit[u] = 1;  for(int v : a[u])  if (visit[v] == 0) dfs(v);  else if (visit[v] == 1) cycle = true;  visit[u] = 2;  } |

## Khớp & cầu

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  const int N = 100005;  int n, m;  vector<int> a[N];  int CriticalEdge=0;  bool CriticalNode[N];  int Num[N], Low[N], Time=0;  void visit(int u, int p) {  int NumChild = 0;  Low[u] = Num[u] = ++Time;  for (int i=0; int v=a[u][i]; i++)  if (v!=p) {  if (Num[v]!=0)  Low[u] = min(Low[u], Num[v]);  else {  visit(v, u);  NumChild++;  Low[u] = min(Low[u], Low[v]);  if (Low[v] >= Num[v])  CriticalEdge++;  if (u==p) {  if (NumChild >= 2)  CriticalNode[u] = true;  } else {  if (Low[v] >= Num[u])  CriticalNode[u] = true;  }  }  }  }  main() {  scanf("%d%d", &n, &m);  for (int i=1; i<=m; i++) {  int x, y;  scanf("%d%d", &x, &y);  a[x].push\_back(y);  a[y].push\_back(x);  }  for (int i=1; i<=n; i++)  a[i].push\_back(0);  for (int i=1; i<=n; i++)  if (!Num[i]) visit(i, i);  int Count = 0;  for (int i=1; i<=n; i++)  if (CriticalNode[i]) Count++;  printf("%d %d\n", Count, CriticalEdge);  } |

## Bellman Ford và xác định chu trình âm

|  |
| --- |
| //MBF  l(s) = 0, l(v) = infinity if v is not s, pred(v) = NULL for all v  For i from 1 to n-1 do  //at iteration i, l(v) is the length of the  //shortest path from s to v using at most i  //edges  For all edges (u,v) in E do  if (l(u) + w(u,v) < l(v))  Set l(v) to l(u) + w(u,v)  Set pred(v) to u  // Detect negative cycle  Apply the MBF algorithm to the graph  For all edges in E do  if (l(u) + w(u,v) < l(v)) then  Output TRUE  Output FALSE |

## Dinitz: luồng cực đại trên đồ thị

Độ phức tạp: O(n2m)

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  const int N = 1003, oo = 0x3c3c3c3c;  int n, m, S, T;  int d[N], c[N][N], f[N][N];  int Dfs[N], t=0;  vector<int> a[N];  bool bfs(int S, int T) {  memset(d, 0, sizeof d);  queue<int> qu;  qu.push(S); d[S]=1;  while (qu.size()) {  int u=qu.front(); qu.pop();  if (u==T) return true;  for (int v: a[u])  if (!d[v] && f[u][v]<c[u][v])  { qu.push(v); d[v]=d[u]+1; }  }  return false;  }  int visit(int u, int Min) {  if (u==T) return Min;  if (Dfs[u]!=t) Dfs[u]=t;  else return 0;    for (int v: a[u])  if (f[u][v]<c[u][v])  if (Dfs[v]!=t && d[v]==d[u]+1)  if (int x = visit(v, min(Min, c[u][v]-f[u][v])))  { f[u][v]+=x; f[v][u]-=x; return x; }  return 0;  }  int main() {  cin >> n >> m >> S >> T;  for (int i=1; i<=m; i++) {  int x, y, z; scanf("%d%d%d", &x, &y, &z);  a[x].push\_back(y);  a[y].push\_back(x);  c[x][y] += z;  }  int Sum = 0;  while (bfs(S, T)) {  while (int x = (t++, visit(S, oo))) {  Sum += x;  //printf("Sum=%d\n", Sum);  }  }  cout << Sum << endl;  } |

## Edmonds – Karp và lát cắt hẹp nhất trong mạng

Độ phức tạp: O(nm2)

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  void minimize(int &a, int b){  if (a>b) a=b;  }  int n, m;  vector<int> a[12309];  int start, target;  int c[123][123];  int f[123][123];  int d[12309];  bool bfs(int start, int target){  queue<int> qu;  int u, i, v;  for (i=1; i<=n; i++) d[i]=0;  d[start] = -1;  qu.push(start);  while (qu.size()){  u=qu.front(); qu.pop();  if (u==target) return true;  for (i=0; v=a[u][i]; i++)  if (d[v]==0 && f[u][v]<c[u][v]){  d[v]=u;  qu.push(v);  }  }  return false;  }  int mincut(bool tracing=false){  int u, i, v, r=0;  for (u=1; u<=n; u++)  for (i=0; v=a[u][i]; i++)  if (d[u] && !d[v]) {  r += c[u][v];  if (tracing) printf("%d %d\n", u, v);  }  return r;  }  void enlarge(){  int i;  int delta=1000111000;  for (i=target; i!=start; i=d[i])  minimize(delta, c[d[i]][i]-f[d[i]][i]);  for (i=target; i!=start; i=d[i]){  f[d[i]][i] += delta;  f[i][d[i]] -= delta;  }  }  main(){  int i, p, q, w;  for (;;){  scanf("%d%d", &n, &m);  if (n==0) return 0;  for (i=1; i<=n; i++) a[i].clear();  for (p=1; p<=n; p++)  for (q=1; q<=n; q++)  c[p][q]=f[p][q]=0;  start=1, target=2;  for (i=1; i<=m; i++){  scanf("%d%d%d", &p, &q, &w);  a[p].push\_back(q);  a[q].push\_back(p);  c[p][q]=c[q][p]=w;  }  for (i=1; i<=n; i++) a[i].push\_back(0);  while (bfs(start, target)) enlarge();  mincut(true); printf("\n");  }  } |

# 3. Hình học

## **So sánh 2 số thực**

|  |
| --- |
| const double eps = 1e-8;  int cmp(double A, double B) {  if (A – B < -eps) return -1;// A < B  if (A – B > eps) return 1;// A > B  return 0;// A = B  } |

## **Hình học cơ bản**

|  |
| --- |
| **const double eps = 1e-8;**  **struct point {**  **double x, y;**  **};**  **struct line {**  **double a, b, c;**  **}**  // ccw  // ccw > 0: ngược chiều kim đồng hồ  // ccw < 0: theo chiều kim đồng hồ  // ccw = 0: thẳng hàng  int ccw(point a, point b, point c) {  return cmp(a.x\*(b.y-c.y)+b.x\*(c.y-a.y)+c.x\*(a.y-b.y), 0);  }  // **Phương trình đường thẳng**  // **Giao điểm của 2 đường thẳng**  double det (double a, double b, double c, double d) {  return a \* d - b \* c;  }  bool intersect (line m, line n, point & res) {  double zn = det (m.a, m.b, n.a, n.b);  if (abs (zn) < eps)  return false;  res.x = - det (m.c, m.b, n.c, n.b) / zn;  res.y = - det (m.a, m.c, n.a, n.c) / zn;  return true;  }  bool equivalent (line m, line n) {  return abs (det (m.a, m.b, n.a, n.b)) < eps  && abs (det (m.a, m.c, n.a, n.c)) < eps  && abs (det (m.b, m.c, n.b, n.c)) < eps;  }  bool parallel (line m, line n) {  return abs (det (m.a, m.b, n.a, n.b)) < eps;  }  // **Giao điểm giữa đường tròn và đường thằng**  // Giả sử tâm đường tròn là gốc toạ độ (0,0)  double r, a, b, c;  double x0 = -a\*c/(a\*a+b\*b), y0 = -b\*c/(a\*a+b\*b);  if (c\*c > r\*r\*(a\*a+b\*b)+eps) puts ("no points");  else if (abs (c\*c - r\*r\*(a\*a+b\*b)) < EPS) {  puts ("1 point");  cout << x0 << ' ' << y0 << '\n';  }  else {  double d = r\*r - c\*c/(a\*a+b\*b);  double mult = sqrt (d / (a\*a+b\*b));  double ax, ay, bx, by;  ax = x0 + b \* mult;  bx = x0 - b \* mult;  ay = y0 - a \* mult;  by = y0 + a \* mult;  puts ("2 points");  cout << ax << ' ' << ay << '\n' << bx << ' ' << by << '\n';  }  // **Giao điểm 2 đường tròn**  // Giả sử tâm đường tròn thứ 1 là gốc toạ độ  // Xét riêng trường hợp tâm trùng nhau  // Phương trình đường tròn thứ 1:  // Phương trình đường tròn thứ 2:  // 2 tâm không trùng nhau đưa về tìm giao điểm giữa  // đường tròn thứ 1 và đường thẳng với  // |

## **Monotone chain**

|  |
| --- |
| struct point {  double x, y;  };  bool cmp(point a, point b) {  return a.x < b.x || a.x == b.x && a.y < b.y;  }  bool cw(point a, point b, point c) {  return a.x\*(b.y-c.y)+b.x\*(c.y-a.y)+c.x\*(a.y-b.y) < 0;  }  bool ccw(point a, point b, point c) {  return a.x\*(b.y-c.y)+b.x\*(c.y-a.y)+c.x\*(a.y-b.y) > 0;  }  void convex\_hull(vector<point> &a) {  if (a.size() == 1)  return;  sort (a.begin(), a.end(), &cmp);  point p1 = a[0], p2 = a.back();  vector<point> up, down  up.push\_back(p1);  down.push\_back(p1);  for (size\_t i=1; i<a.size(); ++i) {  if (i==a.size()-1 || cw (p1, a[i], p2)) {  while (up.size()>=2 && !cw (up[up.size()-2], up[up.size()-1], a[i]))  up.pop\_back();  up.push\_back(a[i]);  }  if (i==a.size()-1 || ccw (p1, a[i], p2)) {  while (down.size()>=2 && !ccw (down[down.size()-2], down[down.size()-1], a[i]))  down.pop\_back();  down.push\_back(a[i]);  }  }  a.clear();  for (size\_t i=0; i<up.size(); ++i)  a.push\_back(up[i]);  for (size\_t i=down.size()-2; i>0; --i)  a.push\_back(down[i]);  } |

## Một số công thức trong tam giác

|  |
| --- |
| Độ dài trung tuyến:  Độ dài đường phân giác:  Bán kính đường tròn nội tiếp:  Bán kính đường tròn ngoại tiếp: |

## Bao lồi Graham

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  typedef pair<int, int> ii;  #define X first  #define Y second  ii origin;  void operator -= (ii &A, ii B){ A.X-=B.X; A.Y-=B.Y; }  bool ccw(ii O, ii A, ii B){ A-=O, B-=O; return A.X\*B.Y > A.Y\*B.X; }  bool cmp(ii A, ii B){ return ccw(origin, A, B); }  int n;  ii a[12309];  int main(){  int i, t;  scanf("%d", &n);  for (i=1; i<=n; i++)  scanf("%d%d", &a[i].X, &a[i].Y);    sort(a+1, a+n+1);  origin = a[1];  sort(a+2, a+n+1, cmp);  a[0]=a[n]; a[n+1]=a[1];  int j=1;  for (i=1; i<=n+1; i++){ // a[1] and a[n+1] will be both added  while (j>2 && !ccw(a[j-2], a[j-1], a[i])) j--;  a[j++]=a[i];  }  n=j-2;  for (i=1; i<=n; i++) printf("%d %d\n", a[i].X, a[i].Y);  } |

## Emo Welzl: Đường tròn nhỏ nhất chứa mọi điểm cho trước

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  typedef pair<double, double> point;  typedef pair<point, double> circle;  #define X first  #define Y second  point operator + (point a, point b) { return point(a.X+b.X, a.Y+b.Y); }  point operator - (point a, point b) { return point(a.X-b.X, a.Y-b.Y); }  point operator / (point a, double x) { return point(a.X/x, a.Y/x); }  double abs(point a) { return sqrt(a.X\*a.X+a.Y\*a.Y); }  point center\_from(double bx, double by, double cx, double cy) {  double B=bx\*bx+by\*by, C=cx\*cx+cy\*cy, D=bx\*cy-by\*cx;  return point((cy\*B-by\*C)/(2\*D), (bx\*C-cx\*B)/(2\*D));  }  circle circle\_from(point A, point B, point C) {  point I = center\_from(B.X-A.X, B.Y-A.Y, C.X-A.X, C.Y-A.Y);  return circle(I+A, abs(I));  }  const int N = 100005;  int n, x[N], y[N];  point a[N];  circle f(int n, vector<point> T) {  if (T.size()==3 || n==0) {  if (T.size()==0) return circle(point(0, 0), -1);  if (T.size()==1) return circle(T[0], 0);  if (T.size()==2) return circle((T[0]+T[1])/2, abs(T[0]-T[1])/2);  return circle\_from(T[0], T[1], T[2]);  }  random\_shuffle(a+1, a+n+1);  circle Result = f(0, T);  for (int i=1; i<=n; i++)  if (abs(Result.X - a[i]) > Result.Y+1e-9) {  T.push\_back(a[i]);  Result = f(i-1, T);  T.pop\_back();  }  return Result;  }  int main() {  scanf("%d", &n);  for (int i=1; i<=n; i++) {  scanf("%d%d", &x[i], &y[i]);  a[i] = point(x[i], y[i]);  }  circle C = f(n, vector<point>());  (cout << fixed).precision(2);  cout << 2\*C.Y << endl;  } |

## Đường tròn đi qua nhiều điểm nhất

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  const double eps = 1e-9;  struct point {  double x, y;  };  struct line {  double a, b, c;  };  point P[101];  double dist(point A, point B) {  return sqrt((A.x - B.x)\*(A.x - B.x) + (A.y - B.y)\*(A.y - B.y));  }  bool eq(double A, double B) {  return fabs(A - B) < eps;  }  line extract(point p1, point p2) {  line res;  res.a = p1.y - p2.y;  res.b = p2.x - p1.x;  res.c = -res.a \* p1.x - res.b \* p1.y;  return res;  }  line create(point p, double A, double B) {  line res;  if (eq(A, 0)) {  res.a = 1;  res.b = 0;  res.c = -p.x;  }  else if (eq(B, 0)) {  res.a = 0;  res.b = 1;  res.c = -p.y;  }  else {  res.a = -1/(A/B);  res.b = 1;  res.c = -res.a \* p.x - res.b \* p.y;  }  return res;  }  line midper(point p1, point p2) {  line tmp = extract(p1, p2);  point ct;  ct.x = (p1.x + p2.x) / 2;  ct.y = (p1.y + p2.y) / 2;  tmp = create(ct, tmp.a, tmp.b);  return tmp;  }  bool intersect(line l1, line l2, point &p) {  double det = l1.a \* l2.b - l1.b \* l2.a;  if (eq(det, 0)) return false;  p.x = -(l1.c \* l2.b - l2.c \* l1.b) / det;  p.y = -(l2.c \* l1.a - l1.c \* l2.a) / det;  return true;  }  int calc(int n) {  if (n <= 2) return n;  int res = 2;  for (int i = 1; i < n - 1; i++) {  for (int j = i + 1; j < n; j++) {  for (int k = j + 1; k <= n; k++) {  line l1 = midper(P[i], P[j]);  line l2 = midper(P[j], P[k]);  point its;  bool ok = intersect(l1, l2, its);  if (ok) {  int sum = 3;  double r = dist(its, P[i]);  for (int l = k + 1; l <= n; l++) {  sum += eq(r, dist(its, P[l]));  }  res = max(res, sum);  }  }  }  }  return res;  }  int main() {  int n;  while (scanf("%d", &n) and n) {  for (int i = 1; i <= n; i++) scanf("%lf %lf", &P[i].x, &P[i].y);  printf("%d\n", calc(n));  }  } |

# 4. Xử lý xâu

## Z algorithm

Z[i] là độ dài chuỗi con lớn nhất bắt đầu tại S[i] và là tiền tố của S

|  |
| --- |
| vi Z\_Algo(string S) {  vi z(S.size()); i64 x = 0, y = 0;  for (i64 i=1; i<S.size(); i++) {  z[i] = max(0LL, min(z[i-x], y-i+1));  while (i+z[i] < S.size() && S[z[i]] == S[i+z[i]]) {  x = i; y = i + z[i]; z[i]++;  }  }  return z;  } |

## Manacher: Xâu palindrome

|  |
| --- |
| i64 ManacherProcess(string s) {  i64 n = s.size(), res = 0;  vi odd(n, 0), even(n, 0);  for (i64 i=0, l=0, r=-1; i<n; i++) {  i64 x = 0; if (i <= r) x = min(odd[l+r-i], r-i);  while (0 <= i-x-1 && i+x+1 < n && s[i-x-1] == s[i+x+1]) x++;  odd[i] = x; res += (x + 1);  if (i + x > r) {l = i - x; r = i + x;}  }  for (i64 i=1, l=0, r=0; i<n; i++) {  if (s[i-1] != s[i]) continue;  i64 x = 0; if (i <= r) x = min(even[l+r-i+1], r-i);  while (0 <= i-x-2 && i+x+1 < n && s[i-x-2] == s[i+x+1]) x++;  even[i] = x; res += (x + 1);  if (i + x > r) {l = i-1 - x; r = i + x;}  }  return res;  } |
| odd[x] cho biết độ dài tối đa của palindrome độ dài lẻ tâm ở x.  even[x] cho biết độ dài tối đa của palindrome độ dài chẵn tâm phải ở x. |
| Hàm ở trên dùng để đếm số xâu con là palindrome. Nếu muốn tìm xâu con palindrome dài nhất, ta tìm res là max của các odd[x] và even[x]. |

## KMP: So khớp chuỗi

|  |
| --- |
| void buildPi(string& p, vector<int>& pi) {  pi = vector<int> (p.length());  int k = -2;  for (int i = 0; i < p.length(); i++) {  while(k >= -1 && p[k+1] != p[i]) k = (k == -1) ? -2 : pi[k]; pi[i] = ++k;  }  }  int KMP(string& t, string& p) {  vector<int> pi;  buildPi(p, pi);  int k = -1;  for (int i = 0; i < t.length(); i++) {  while(k >= -1 && p[k+1] != t[i]) k = (k == -1) ? -2 : pi[k];  k++;  if(k == p.length() - 1) { // p matches t[i-m+1, ..., i]  cout << "matched at index " << i-k << ": ";  cout << t.substr(i-k, p.length()) << endl;  k = (k == -1) ? -2 : pi[k];  }  }  return 0;  } |

## Suffix array và Longest common prefix

sa[i] là vị trí của hậu tố có thứ tự từ điển i

lcp[i] là độ dài tiền tố chung dài nhất của hậu tố sa[i] và sa[i-1]

|  |
| --- |
| const int MAXN = 1e5;  int N, gap;  int sa[MAXN], pos[MAXN], tmp[MAXN], lcp[MAXN];  string S;  bool sufCmp(int i, int j) {  if (pos[i] != pos[j])  return pos[i] < pos[j];  i += gap;  j += gap;  return (i < N && j < N) ? pos[i] < pos[j] : i > j;  }  void buildSA() {  N = S.length();  for (int i = 0; i < N; i++) sa[i] = i, pos[i] = S[i];  for (gap = 1;; gap \*= 2) {  sort(sa, sa + N, sufCmp);  for (int i = 0; i < N - 1; i++) tmp[i + 1] = tmp[i] + sufCmp(sa[i], sa[i + 1]);  for (int i = 0; i < N; i++) pos[sa[i]] = tmp[i];  if (tmp[N - 1] == N - 1) break;  }  }  void buildLCP() {  for (int i = 0, k = 0; i < N; ++i) if (pos[i] != N - 1) {  for (int j = sa[pos[i] + 1]; S[i + k] == S[j + k];)  ++k;  lcp[pos[i]] = k;  if (k)--k;  }  }  // Số xâu con phân biệt:  // Điều kiện để 1 xâu độ dài q xuất hiện k lần trong xâu T là trong mảng lcp(T) tồn tại k-1 số liên tiếp ≥ q |

# 5. Khác

## QTREE

|  |
| --- |
| //1 cây n đỉnh  //CHANGE u v: đổi trọng số cạnh thứ u thành v  //QUERY u v: tìm trọng số lớn nhất của các cạnh trên đường đi từ u đến v  #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  const int N = 1e4 + 8;  int pos[N], d[N], p[N], t[N << 2], cn[N], cr[N], pre[N], Next[N], cid, tid, n, eu[N], ev[N], cost[N];  char s[8];  struct data {  int v, w;  };  vector<data> a[N];  void clear\_data() {  for (int i = 1; i <= n; i++) a[i].clear();  for (int i = 1; i <= cid; i++) cr[i] = 0;  memset(t, 0, sizeof(t));  cid = 1;  tid = -1;  p[1] = 1;  }  void dfs(int u, int pre\_) {  d[u] = 1;  for (int i = 0; i < a[u].size(); i++) {  int v = a[u][i].v;  if (v != pre\_) {  pre[v] = u;  p[v] = p[u] + 1;  dfs(v, u);  }  d[u] += d[v];  }  }  void hld(int u) {  if (cr[cid] == 0) cr[cid] = u;  cn[u] = cid;  pos[u] = ++tid;  int id = 0, Max = 0;  for (int i = 0; i < a[u].size(); i++) {  if (a[u][i].v != pre[u] and d[a[u][i].v] > Max) {  Max = d[a[u][i].v];  id = a[u][i].v;  }  }  if (id > 0) {  Next[u] = id;  hld(id);  }  for (int i = 0; i < a[u].size(); i++) {  if (a[u][i].v == pre[u] or a[u][i].v == id) continue;  cid++;  hld(a[u][i].v);  }  }  int lca(int u, int v) {  while (cn[u] != cn[v]) {  if (p[cr[cn[u]]] > p[cr[cn[v]]]) u = pre[cr[cn[u]]];  else v = pre[cr[cn[v]]];  }  if (p[u] < p[v]) return u;  return v;  }  void update(int k, int l, int r, int x, int v) {  if (l == x and r == x) {  t[k] = v;  return;  }  if (l > x or r < x) return;  int m = (l + r) >> 1;  update(k << 1, l, m, x, v);  update((k << 1) + 1, m + 1, r, x, v);  t[k] = max(t[k << 1], t[(k << 1) + 1]);  }  int get(int k, int l, int r, int x, int y) {  if (l > y or r < x) return 0;  if (l >= x and r <= y) return t[k];  int m = (l + r) >> 1;  return max(get(k << 1, l, m, x, y), get((k << 1) + 1, m + 1, r, x, y));  }  int getpoint(int x) {  if (p[eu[x]] > p[ev[x]]) return eu[x];  return ev[x];  }  void query1(int x, int v) {  int id = getpoint(x - 1);  update(1, 0, n - 1, pos[id], v);  }  int calc(int u, int w) {  if (p[u] < p[w]) return 0;  int res = 0;  while (cn[u] != cn[w]) {  res = max(res, get(1, 0, n - 1, pos[cr[cn[u]]], pos[u]));  u = pre[cr[cn[u]]];  }  res = max(res, get(1, 0, n - 1, pos[w], pos[u]));  return max(res, get(1, 0, n - 1, pos[w], pos[u]));  }  int query2(int u, int v) {  if (u == v) return 0;  int w = lca(u, v);  w = Next[w];  return max(calc(u, w), calc(v, w));  }  int main() {  int test;  scanf("%d", &test);  while (test--) {  clear\_data();  scanf("\n%d", &n);  for (int i = 1; i < n; i++) {  int u, v, w;  scanf("%d %d %d", &u, &v, &w);  data tmp;  tmp.v = v;  tmp.w = w;  a[u].push\_back(tmp);  tmp.v = u;  a[v].push\_back(tmp);  eu[i - 1] = u;  ev[i - 1] = v;  cost[i - 1] = w;  }  dfs(1, 0);  hld(1);  for (int i = 0; i < n - 1; i++) {  int id = getpoint(i);  update(1, 0, n - 1, pos[id], cost[i]);  }  while (scanf("%s", &s)) {  if (s[0] == 'D') break;  if (s[0] == 'C') {  int x, v;  scanf("%d %d\n", &x, &v);  query1(x, v);  }  else {  int u, v;  scanf("%d %d\n", &u, &v);  printf("%d\n", query2(u, v));  }  }  }  } |

## Persitent Segment Tree

|  |
| --- |
| struct node {  int sum;  node \*lc, \*rc;  node() {  sum = 0;  lc = NULL;  rc = NULL;  }  };  node\* init(int l, int r) {  node \*t = new node();  if (l == r) return t;  int m = (l + r) >> 1;  t->lc = init(l, m);  t->rc = init(m + 1, r);  return t;  }  node\* update(node\* k, int l, int r, int x) {  if (l > x or r < x) return k;  node\* t = new node();  if (l == x and r == x) {  t->sum = 1;  return t;  }  int m = (l + r) >> 1;  t->lc = update(k->lc, l, m, x);  t->rc = update(k->rc, m + 1, r, x);  t->sum = t->lc->sum + t->rc->sum;  return t;  }  int get(node\* k, int l, int r, int x, int y) {  if (l > y or r < x) return 0;  if (l >= x and r <= y) return k->sum;  int m = (l + r) >> 1;  return get(k->lc, l, m, x, y) + get(k->rc, m + 1, r, x, y);  } |

## Diện tích n hình chữ nhật (Sweep-line technique)

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  const int N = 1e5 + 8;  const int M = 3e5 + 8;  struct data {  int x, l, r, t;  };  vector<data> a;  int t[M<<2], cnt[M<<2], f[M<<2];  bool cmp(const data &A, const data &B) {  return A.x < B.x;  }  void init(int k, int l, int r) {  cnt[k] = r - l + 1;  if (l == r) return;  int m = (l + r) >> 1;  init(k << 1, l, m);  init(k << 1 ^ 1, m + 1, r);  }  void update(int k, int l, int r, int x, int y, int v) {  int k1 = k<<1;  int k2 = k<<1^1;  if (f[k] != 0) {  t[k] += f[k];  if (l != r) {  f[k1] += f[k];  f[k2] += f[k];  }  f[k] = 0;  }  if (l > y or r < x) return;  if (l >= x and r <= y) {  t[k] += v;  if (l != r) {  f[k1] += v;  f[k2] += v;  }  return;  }  int m = (l + r) >> 1;  update(k1, l, m, x, y, v);  update(k2, m + 1, r, x, y, v);  t[k] = min(t[k1], t[k2]);  if (t[k1] < t[k2]) cnt[k] = cnt[k1];  else if (t[k1] > t[k2]) cnt[k] = cnt[k2];  else cnt[k] = cnt[k1] + cnt[k2];  }  void get(int k, int l, int r) {  if (f[k] != 0) {  t[k] += f[k];  if (l != r) {  f[k<<1] += f[k];  f[k<<1^1] += f[k];  }  f[k] = 0;  }  }  int main() {  int n; scanf("%d", &n);  for (int i = 1; i <= n; i++) {  int x1, y1, x2, y2;  scanf("%d %d %d %d", &x1, &y1, &x2, &y2);  data tmp;  tmp.l = y1;  tmp.r = y2;  tmp.x = x1;  tmp.t = 1;  a.push\_back(tmp);  tmp.x = x2;  tmp.t = -1;  a.push\_back(tmp);  }  sort(a.begin(), a.end(), cmp);  int px = 0, res = 0;  init(1, 0, M - 1);  for (int i = 0; i < n\*2; i++) {  int py = M;  get(1, 0, M - 1);  if (t[1] == 0) py -= cnt[1];  res += (a[i].x - px) \* py;  data tmp = a[i];  update(1, 0, M - 1, a[i].l, a[i].r - 1, a[i].t);  px = a[i].x;  }  cout << res;  } |

## SCPC3 – 2017

|  |
| --- |
| #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  const int N = 200;  const int M = N \* N;  int n, m;  vector<pair<int, int> > row[M], col[M];  int a[N][N], r[N][N], c[N][N], rowTrv[M], colTrv[M];  vector<int> rowList, colList;  bool dfs(int odd, int u, int type) {  if (!odd) {  rowTrv[u] = type;  for (int i = 0; i < row[u].size(); i++) {  int v = row[u][i].first;  int w = row[u][i].second;  if (colTrv[v] != -1 and w == 0) return false;  if (colTrv[v] == -1) {  if (!dfs(odd ^ 1, v, w ^ 1 ^ type)) return false;  }  }  return true;  }  else {  colTrv[u] = type;  for (int i = 0; i < col[u].size(); i++) {  int v = col[u][i].first;  int w = col[u][i].second;  if (rowTrv[v] != -1 and w == 0) return false;  if (rowTrv[v] == -1) {  if (!dfs(odd ^ 1, v, w ^ 1 ^ type)) return false;  }  }  return true;  }  }  bool calc() {  for (int i = 0; i < rowList.size(); i++) {  if (rowTrv[rowList[i]] == -1) {  vector<int> rowBackup;  vector<int> colBackup;  for (int i = 0; i < rowList.size(); i++) rowBackup.push\_back(rowTrv[rowList[i]]);  for (int i = 0; i < colList.size(); i++) colBackup.push\_back(colTrv[colList[i]]);  rowTrv[rowList[i]] = 0;  if (!dfs(0, rowList[i], 0)) {  for (int i = 0; i < rowList.size(); i++) rowTrv[rowList[i]] = rowBackup[i];  for (int i = 0; i < colList.size(); i++) colTrv[colList[i]] = colBackup[i];  rowTrv[rowList[i]] = 1;  if (!dfs(0, rowList[i], 1)) return false;  }  }  }  return true;  }  void printRes(vector<int> &A, int B[], char C) {  for (int i = 0; i < A.size(); i++) {  if (B[A[i]] == 1) {  int x = A[i] / 100;  int y = A[i] % 100;  cout << C;  if (x < 10) cout << 0;  cout << x;  if (y < 10) cout << 0;  cout << y << ' ';  }  }  cout << endl;  }  void reset() {  memset(rowTrv, 0, sizeof(rowTrv));  memset(colTrv, 0, sizeof(colTrv));  rowList.clear();  colList.clear();  }  int main() {  int test; cin >> test;  for (int I = 1; I <= test; I++) {  reset();  cin >> n >> m;  for (int i = 1; i <= n; i++) for (int j = 1; j <= m; j++) {  cin >> a[i][j] >> r[i][j] >> c[i][j];  row[i \* 100 + r[i][j]].push\_back(make\_pair(j \* 100 + c[i][j], a[i][j]));  rowList.push\_back(i \* 100 + r[i][j]);  col[j \* 100 + c[i][j]].push\_back(make\_pair(i \* 100 + r[i][j], a[i][j]));  colList.push\_back(j \* 100 + c[i][j]);  }  cout << "Case #" << I << '\n';  if (calc()) {  printRes(rowList, rowTrv, 'R');  printRes(colList, colTrv, 'C');  }  else cout << "Impossible\n";  }  } |

## F – ACM Vietnam National 2017

|  |
| --- |
| **Đề bài:** Cho A, B, d, đếm số dãy tăng chặt độ dài k thoả mãn các phần tử nằm trong đoạn [A,B] và có đúng d chữ số khác nhau từ mọi số trong dãy.  1 ≤ A ≤ B ≤ 1018; 2 ≤ k ≤ 10; 0 ≤ d ≤ 10.  **Bước 1**  Tính số lượng số trong khoảng [A, B] mà gồm các chữ số nằm đúng trong tập S (S là tập con của tập {0, 1, 2, ..., 9})   * Số số nằm trong khoảng [A, B] = (số số nằm trong [0, B]) - (số số trong [0, A]). Do đó khi quy hoạch động ta chỉ cần quan tâm đến cận trên của các số. * Giống với các bài toán quy hoạch động chữ số, xuất phát từ số 0, ta lần lượt thêm các chữ số vào, và tính f(len, mask, lower, positive) với:   + len là độ dài của số ta đang xây dựng.   + mask là tập hợp các chữ số của số ta đang xây dựng.   + lower = 1 nếu số ta đang xây dựng đã nhỏ hơn cận trên B, = 0 trong trường hợp ngược lại.   + positive = 1 nếu số ta đang xây dựng đã lớn hơn 0.   Cài đặt:  f[0][0][0][0] = 1;  // Xuất phát từ số 0  for (int len = 0; len < độ dài số B; len++) {  for (int mask = 0; mask < 1023; mask++) { // dùng bitmask lưu S.  for (int lower = 0; lower < 1; lower++) {  for (int positive = 0; positive = 1; positive++) {  // Thêm 1 chữ số  for (int new\_digit = 0; new\_digit < 10; new\_digit++) {  // Đảm bảo <= cận trên  if (lower == 0 && new\_digit > chữ số (len+1) của B)  continue;  // Tính mask2, lower2, positive2 là các giá trị của số  // mới sau khi thêm chữ số new\_digit  int positive2 = positive || (new\_digit > 0);  int lower2 = lower || (new\_digit < chữ số (len+1) của B).  int mask2 = mask;  if (positive2) mask2 |= 1<<new\_digit;  f[len+1][mask2][lower2][positive2] += f[len][mask][lower][positive];  }  }  }  }  }  **Bước 2**  Với mỗi tập S, tính xem có bao nhiêu số trong [A, B] có S là tập con của tập các chữ số của nó. Bạn có thể giải phần này trong O(3^10) bằng cách duyệt mọi tập con.  **Bước 3**  Dùng tổ hợp để đếm số bộ k. |

## LCA Miscellaneous

|  |
| --- |
| i64 n, m, a, b; vector<vi> adj;  vector<vi> Table; vi d, subtree;  void DFS(i64 z, i64 last) {  if (z != 0) d[z] = d[last] + 1;  for (auto t: adj[z]) {  if (t == last) continue;  DFS(t, z); Table[t].pub(z);  subtree[z] += subtree[t];  }  }  void Preprocess() {  subtree.rsz(n, 1); Table.rsz(n);  d.rsz(n, 0); DFS(0, -1);  for (i64 j=1; j<17; j++) {  for (i64 i=0; i<n; i++) {  if (Table[i].size() < j) continue;  if (Table[Table[i][j-1]].size() < j) continue;  Table[i].pub(Table[Table[i][j-1]][j-1]);  }  }  }  i64 ancestor(i64 node, i64 dist) {  if (dist == 0) return node;  for (i64 i=16; i>=0; i--) {  if (dist >= (1LL << i)) {  return ancestor(Table[node][i], dist - (1LL << i));  }  }  }  i64 LCA(i64 x, i64 y) {  if (x == y) return x;  if (d[x] == d[y]) {  i64 id = 0, Init = min(Table[x].size(), Table[y].size()-1);  for (i64 i=Init; i>=0; i--) {  if (Table[x][i] != Table[y][i]) {id = i; break;}  }  return LCA(Table[x][id], Table[y][id]);  }  if (d[x] < d[y]) {  i64 mul = 1, id = 0;  while (d[x] < d[y] - mul \* 2) {  mul \*= 2; id++;  }  return LCA(x, Table[y][id]);  }  if (d[x] > d[y]) {  i64 mul = 1, id = 0;  while (d[y] < d[x] - mul \* 2) {  mul \*= 2; id++;  }  return LCA(Table[x][id], y);  }  }  i64 Dist(i64 x, i64 y) {  if (x == y) return 0;  if (d[x] == d[y]) {  i64 id = 0, Init = min(Table[x].size(), Table[y].size()-1);  for (i64 i=Init; i>=0; i--) {  if (Table[x][i] != Table[y][i]) {id = i; break;}  }  return ((1LL << id)\*2 + Dist(Table[x][id], Table[y][id]));  }  if (d[x] < d[y]) {  i64 mul = 1, id = 0;  while (d[x] < d[y] - mul \* 2) {  mul \*= 2; id++;  }  return ((1LL << id) + Dist(x, Table[y][id]));  }  if (d[x] > d[y]) {  i64 mul = 1, id = 0;  while (d[y] < d[x] - mul \* 2) {  mul \*= 2; id++;  }  return ((1LL << id) + Dist(Table[x][id], y));  }  } |

# 6. Python Basics

## Integer inputs

|  |
| --- |
| import sys  m = int(sys.stdin.readline().strip())  n, k = map(int, sys.stdin.readline().split()) |

## Array inputs

|  |
| --- |
| Import sys  arr = map(int, sys.stdin.readline().split()) |

## Array initialization

|  |
| --- |
| a = [0 for i in range(n)]  matrix = [[0 for i in range(n)] for i in range(n)] |

## Multiple tokens in a line

|  |
| --- |
| token = sys.stdin.readline().split() |
| Mỗi thành phần trong list token sẽ được parse thành kiểu dữ liệu tương ứng (int, float, str, bin, oct, hex, tuple, list) |

## Sort arrays

|  |
| --- |
| 1. Sắp xếp thông thường |
| a = sorted(a) |
| 2. Sắp xếp theo quy tắc riêng cho Python 2 |
| def numeric\_compare(x, y):  return x - y  sorted([5, 2, 4, 1, 3], cmp=numeric\_compare)  *Output: [1, 2, 3, 4, 5]* |
| def reverse\_numeric(x, y):  return y - x  sorted([5, 2, 4, 1, 3], cmp=reverse\_numeric)  *Output: [5, 4, 3, 2, 1]* |
| 3. Sắp xếp theo quy tắc riêng cho Python 3 |
| def cmp\_to\_key(mycmp):  'Convert a cmp= function into a key= function'  class K(object):  def \_\_init\_\_(self, obj, \*args):  self.obj = obj  def \_\_lt\_\_(self, other):  return mycmp(self.obj, other.obj) < 0  def \_\_gt\_\_(self, other):  return mycmp(self.obj, other.obj) > 0  def \_\_eq\_\_(self, other):  return mycmp(self.obj, other.obj) == 0  def \_\_le\_\_(self, other):  return mycmp(self.obj, other.obj) <= 0  def \_\_ge\_\_(self, other):  return mycmp(self.obj, other.obj) >= 0  def \_\_ne\_\_(self, other):  return mycmp(self.obj, other.obj) != 0  return K  sorted([5, 2, 4, 1, 3], key=cmp\_to\_key(reverse\_numeric))  *Output: [5, 4, 3, 2, 1]* |

# 7. Java Fast IO

|  |
| --- |
| // Working program with FastReader  import java.io.BufferedReader;  import java.io.IOException;  import java.io.InputStreamReader;  import java.util.Scanner;  import java.util.StringTokenizer;  public class Main  {  static class FastReader  {  BufferedReader br;  StringTokenizer st;  public FastReader()  {  br = new BufferedReader(new  InputStreamReader(System.in));  }  String next()  {  while (st == null || !st.hasMoreElements())  {  try  {  st = new StringTokenizer(br.readLine());  }  catch (IOException e)  {  e.printStackTrace();  }  }  return st.nextToken();  }  int nextInt()  {  return Integer.parseInt(next());  }  long nextLong()  {  return Long.parseLong(next());  }  double nextDouble()  {  return Double.parseDouble(next());  }  String nextLine()  {  String str = "";  try  {  str = br.readLine();  }  catch (IOException e)  {  e.printStackTrace();  }  return str;  }  }  public static void main(String[] args)  {  FastReader s=new FastReader();  int n = s.nextInt();  int k = s.nextInt();  int count = 0;  while (n-- > 0)  {  int x = s.nextInt();  if (x%k == 0)  count++;  }  System.out.println(count);  }  } |

# 8. Ubuntu commands

|  |
| --- |
| Dịch file “fileName.cpp”: |
| g++ -o fileName -p -std=c++11 fileName.cpp |
| Chạy file được dịch từ file “fileName.cpp”: |
| ./fileName |