Mục lục

[0.1.Team template 2](#_Toc26204204)

[0.2.Debug 2](#_Toc26204205)

[1.Toán 3](#_Toc26204206)

[Phi hàm Euler 3](#_Toc26204207)

[Modulo trick 3](#_Toc26204208)

[Lehman 3](#_Toc26204209)

[Miller Rabin 4](#_Toc26204210)

[Chinese Remainder Theorem 4](#_Toc26204211)

[Đếm số các số ≤ n có k bit 1 5](#_Toc26204212)

[Bất đẳng thức Bunyakovsky cho bộ 2 số 5](#_Toc26204213)

[Số Catalan 5](#_Toc26204214)

[Discrete Logarithm 6](#_Toc26204215)

[Discrete Root 6](#_Toc26204216)

[k-th term of a linear recurrence (O(n3xlog(k)) 7](#_Toc26204217)

[k-th term of a linear recurrence (O(n2xlog(k)) 7](#_Toc26204218)

[2. Đồ thị 7](#_Toc26204219)

[Tarjan: Tìm thành phần liên thông mạnh 7](#_Toc26204220)

[Sắp xếp topo 8](#_Toc26204221)

[Tìm chu trình Euler 8](#_Toc26204222)

[Cặp ghép cực đại trên đồ thị 2 phía 9](#_Toc26204223)

[Khớp & cầu 9](#_Toc26204224)

[Mincost-Maxflow 10](#_Toc26204225)

[Edmonds – Karp và lát cắt hẹp nhất trong mạng 11](#_Toc26204226)

[3. Hình học 12](#_Toc26204227)

[Hình học cơ bản 12](#_Toc26204228)

[Monotone chain 13](#_Toc26204229)

[Một số công thức trong tam giác 14](#_Toc26204230)

[Emo Welzl: Đường tròn nhỏ nhất chứa mọi điểm cho trước 14](#_Toc26204231)

[Đường tròn đi qua nhiều điểm nhất 14](#_Toc26204232)

[4. Xử lý xâu 15](#_Toc26204233)

[Z algorithm 15](#_Toc26204234)

[Manacher: Xâu palindrome 15](#_Toc26204235)

[KMP: So khớp chuỗi 16](#_Toc26204236)

[Suffix array và Longest common prefix 16](#_Toc26204237)

[5. Miscellaneous 16](#_Toc26204238)

[QTREE 16](#_Toc26204239)

[Persitent Segment Tree 18](#_Toc26204240)

[Diện tích n hình chữ nhật (Sweep-line technique) 18](#_Toc26204241)

[SCPC3 – 2017 19](#_Toc26204242)

[F – ACM Vietnam National 2017 20](#_Toc26204243)

[LCA Miscellaneous 21](#_Toc26204244)

[Segment Tree 21](#_Toc26204245)

[Date Miscellaneous 22](#_Toc26204246)

[BIT 23](#_Toc26204247)

[6. Python Tricks 23](#_Toc26204248)

[Array fastinput 23](#_Toc26204249)

[7. Ubuntu commands 23](#_Toc26204250)

[8. Epilogue 23](#_Toc26204251)

# 0.1.Team template

|  |
| --- |
| #pragma GCC optimize("Ofast")  #include <bits/stdc++.h>  using namespace std;  #define y0 Apo11o  #define y1 Apo11o  #define yn Apo11o  #define j1 Apo11o  #define endl '\n'  #define i64 long long  #define ld long double  const long long Mod = 1000000007LL, INF = 1e9, LINF = 1e18;  const long double Pi = 3.141592653589793116L;  const long double EPS = 0.000000001L, Gold = ((1.0L+sqrt(5.0L))/2.0L);  mt19937 rng32(chrono::steady\_clock::now().time\_since\_epoch().count());  mt19937\_64 rng64(chrono::steady\_clock::now().time\_since\_epoch().count());  int MultiTest = 0;  void Input() {    }  void Solve() {    }  int main(int argc, char\* argv[]) {  ios\_base::sync\_with\_stdio(false); cin.tie(NULL);  int T = 1; if (MultiTest) {cin >> T; cin.ignore();}  while(T--) {Input(); Solve();}  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;  } |

## Chinese Remainder Theorem

|  |
| --- |
| typedef int num\_t;  namespace CRT {  num\_t res = 0;  num\_t prd = 1;  void clear() {  res = 0, prd = 1;  }  num\_t mul(num\_t a, num\_t b, num\_t p) {  a %= p, b %= p;  num\_t q = (num\_t) ((long double) a \* b / p);  num\_t r = a \* b - q \* p;  while (r < 0) r += p;  while (r >= p) r -= p;  return r;  }  template<typename num\_t>  pair<num\_t, num\_t> euclid(num\_t a, num\_t b) {  if (!b) return make\_pair(1, 0);  pair<num\_t, num\_t> r = euclid(b, a % b);  return make\_pair(r.second, r.first - a / b \* r.second);  }  void add(num\_t p, num\_t r) {  res += mul(r - res % p + p, euclid(prd, p).first + p, p) \* prd;  prd \*= p;  if (res >= prd) res -= prd;  }  } |

## **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() {  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

|  |
| --- |
| #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;  } |

## 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);  } |

## 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);  } |

## Mincost-Maxflow

Add cạnh với trọng số 0 nếu bài toán chỉ là maxflow

|  |
| --- |
| struct Edge {int v, rev, cap, f, cost;};    class MaxFlow {  private:  int n;  vector<vector<Edge>> g;  vector<int> pNode, pEdge;    bool spfa(int s, int t) {  queue<int> q; pNode.assign(n, -1); pEdge.assign(n, -1);  vector<bool> inQueue(n, false); vector<int> dist(n, INF);    q.push(s); inQueue[s] = true; dist[s] = 0;    while (!q.empty()) {  int u = q.front(); q.pop();  inQueue[u] = false;    for(int i = 0; i < g[u].size(); ++i) {  Edge e = g[u][i];  if (e.cap - e.f == 0)  continue;  if (dist[u] + e.cost < dist[e.v]) {  dist[e.v] = dist[u] + e.cost;  pNode[e.v] = u;  pEdge[e.v] = i;  if (!inQueue[e.v]) {  q.push(e.v);  inQueue[e.v] = true;  }  }  }  }    return (dist[t] != INF);  }    pair<int, int> increaseFlow(int s, int t) {  int df = INF;  for(int v = t; v != s; v = pNode[v]) {  int u = pNode[v], i = pEdge[v];  df = min(df, g[u][i].cap - g[u][i].f);  }    int dcost = 0;  for(int v = t; v != s; v = pNode[v]) {  int u = pNode[v], i = pEdge[v];  g[u][i].f += df;  g[v][g[u][i].rev].f -= df;  dcost += g[u][i].cost \* df;  }    return {df, dcost};  }    public:  MaxFlow(int n): n(n) {  g.assign(n, vector<Edge>());  }    void addEdge(int u, int v, int cap, int cost) {  g[u].push\_back({v, (int)g[v].size(), cap, 0, cost});  g[v].push\_back({u, (int)g[u].size() - 1, 0, 0, -cost});  }    pair<int, int> getMaxFlow(int s, int t) {  int flow = 0, cost = 0;  while (spfa(s, t)) {  pair<int, int> res = increaseFlow(s, t);  flow += res.first; cost += res.second;  }  return {flow, cost};  }  }; |

## 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

## **Hình học cơ bản**

|  |
| --- |
| **#define EPS 1e-9**  **struct point\_t {**  **double x, y;**  **point\_t() : x(0), y(0) {}**  **point\_t(double x, double y) : x(x), y(y) {}**  **point\_t(const point\_t& p) : x(p.x), y(p.y) {}**  **int operator < (const point\_t& rhs) const {return make\_pair(y, x) < make\_pair(rhs.y, rhs.x);}**  **int operator == (const point\_t& rhs) const {return make\_pair(y, x) == make\_pair(rhs.y, rhs.x);}**  **point\_t operator + (const point\_t& p) const {return point\_t(x + p.x, y + p.y);}**  **point\_t operator - (const point\_t& p) const {return point\_t(x - p.x, y - p.y);}**  **point\_t operator \* (double c) const {return point\_t(x \* c, y \* c);}**  **point\_t operator / (double c) const {return point\_t(x / c, y / c);}**  **};**  **double cross(point\_t p, point\_t q) {return p.x \* q.y - p.y \* q.x;}**  **double area(point\_t a, point\_t b, point\_t c) {return fabs(cross(a, b) + cross(b, c) + cross(c, a)) / 2;}**  **double area2(point\_t a, point\_t b, point\_t c) {return cross(a, b) + cross(b, c) + cross(c, a);}**  **double dot(point\_t p, point\_t q) {return p.x \* q.x + p.y \* q.y;}**  **double dist(point\_t p, point\_t q) {return sqrt(dot(p - q, p - q));}**  **double dist2(point\_t p, point\_t q) {return dot(p - q, p - q);}**  **point\_t RotateCCW90(point\_t p) {return point\_t(-p.y, p.x);}**  **point\_t RotateCW90(point\_t p) {return point\_t(p.y, -p.x);}**  **point\_t RotateCCW(point\_t p, double t) {return point\_t(p.x \* cos(t) - p.y \* sin(t), p.x \* sin(t) + p.y \* cos(t));}**  **int sign(double x) {return x < -EPS ? -1 : x > EPS;}**  **int sign(double x, double y) {return sign(x - y);}**  **ostream& operator << (ostream& os, const point\_t& p) {**  **os << "(" << p.x << "," << p.y << ")";**  **return os;**  **}**  **//Project c on Line(a, b)**  **point\_t ProjectPointLine(point\_t a, point\_t b, point\_t c) {**  **return a + (b - a) \* dot(c - a, b - a) / dot(b - a, b - a);**  **}**  **point\_t ProjectPointSegment(point\_t a, point\_t b, point\_t c) {**  **double r = dot(b - a, b - a);**  **if (fabs(r) < EPS) return a;**  **r = dot(c - a, b - a) / r;**  **if (r < 0) return a;**  **if (r > 1) return b;**  **return a + (b - a) \* r;**  **}**  **double DistancePointSegment(point\_t a, point\_t b, point\_t c) {**  **return dist(c, ProjectPointSegment(a, b, c));**  **}**  **//Compute distance between point\_t (x, y, z) and plane ax + by + cz = d**  **double DistancePointPlane(double x, double y, double z, double a, double b, double c, double d) {**  **return fabs(a \* x + b \* y + c \* z - d) / sqrt(a \* a + b \* b + c \* c);**  **}**  **//Determine if lines from a to b and c to d are parallel or collinear**  **int LinesParallel(point\_t a, point\_t b, point\_t c, point\_t d) {**  **return fabs(cross(b - a, c - d)) < EPS;**  **}**  **int LinesCollinear(point\_t a, point\_t b, point\_t c, point\_t d) {**  **return LinesParallel(a, b, c, d) && fabs(cross(a - b, a - c)) < EPS && fabs(cross(c - d, c - a)) < EPS;**  **}**  **//Determine if line segment from a to b intersects with line segment from c to d**  **int SegmentsIntersect(point\_t a, point\_t b, point\_t c, point\_t d) {**  **if (LinesCollinear(a, b, c, d)) {**  **if (dist2(a, c) < EPS || dist2(a, d) < EPS || dist2(b, c) < EPS || dist2(b, d) < EPS) return 1;**  **if (dot(c - a, c - b) > 0 && dot(d - a, d - b) > 0 && dot(c - b, d - b) > 0) return 0;**  **return 1;**  **}**  **if (cross(d - a, b - a) \* cross(c - a, b - a) > 0) return 0;**  **if (cross(a - c, d - c) \* cross(b - c, d - c) > 0) return 0;**  **return 1;**  **}**  **//Compute intersection of line passing through a and b**  **//with line passing through c and d, assuming that unique**  **//intersection exists; for segment intersection, check if**  **//segments intersect first**  **point\_t ComputeLineIntersection(point\_t a, point\_t b, point\_t c, point\_t d) {**  **b = b - a; d = c - d; c = c - a;**  **return a + b \* cross(c, d) / cross(b, d);**  **}**  **//Compute center of circle given three points**  **point\_t ComputeCircleCenter(point\_t a, point\_t b, point\_t c) {**  **b = (a + b) / 2;**  **c = (a + c) / 2;**  **return ComputeLineIntersection(b, b + RotateCW90(a - b), c, c + RotateCW90(a - c));**  **}**  **//Determine if point is in a possibly non-convex polygon**  **//returns 1 for strictly interior points, 0 for**  **//strictly exterior points, and 0 or 1 for the remaining points.**  **int PointInPolygonSlow(const vector<point\_t>& p, point\_t q) {**  **int c = 0;**  **for (int i = 0; i < p.size(); i++) {**  **int j = (i + 1) % p.size();**  **if ((p[i].y <= q.y && q.y < p[j].y || p[j].y <= q.y && q.y < p[i].y) && q.x < p[i].x + (p[j].x - p[i].x) \* (q.y - p[i].y) / (p[j].y - p[i].y)) c = !c;**  **}**  **return c;**  **}**  **//Strictly inside convex Polygon**  **#define Det(a, b, c) ((b.x - a.x) \* (c.y - a.y) - (b.y - a.y) \* (c.x - a.x))**  **int PointInPolygon(vector<point\_t>& p, point\_t q) {**  **int a = 1, b = p.size() - 1, c;**  **if (Det(p[0], p[a], p[b]) > 0) swap(a, b);**  **//Allow on edge --> if (Det... > 0 || Det ... < 0)**  **if (Det(p[0], p[a], q) >= 0 || Det(p[0], p[b], q) <= 0) return 0;**  **while(abs(a - b) > 1) {**  **c = (a + b) / 2;**  **if (Det(p[0], p[c], q) > 0) b = c; else a = c;**  **}**  **//Alow on edge --> return Det... <= 0**  **return Det(p[a], p[b], q) < 0;**  **}**  **//Determine if point is on the boundary of a polygon**  **int PointOnPolygon(const vector<point\_t>& p, point\_t q) {**  **for (int i = 0; i < p.size(); i++) if (dist2(ProjectPointSegment(p[i], p[(i + 1) % p.size()], q), q) < EPS) return 1;**  **return 0;**  **}**  **//Compute intersection of line through points a and b with circle centered at c with radius r > 0**  **vector<point\_t> CircleLineIntersection(point\_t a, point\_t b, point\_t c, double r) {**  **vector<point\_t> res;**  **b = b - a; a = a - c;**  **double A = dot(b, b);**  **double B = dot(a, b);**  **double C = dot(a, a) - r \* r;**  **double D = B \* B - A \* C;**  **if (D < -EPS) return res;**  **res.push\_back(c + a + b \* (-B + sqrt(D + EPS)) / A);**  **if (D > EPS) res.push\_back(c + a + b \* (-B - sqrt(D)) / A);**  **return res;**  **}**  **//Compute intersection of circle centered at a with radius r with circle centered at b with radius R**  **vector<point\_t> CircleCircleIntersection(point\_t a, point\_t b, double r, double R) {**  **vector<point\_t> res;**  **double d = sqrt(dist2(a, b));**  **if (d > r + R || d + min(r, R) < max(r, R)) return res;**  **double x = (d \* d - R \* R + r \* r) / (2 \* d);**  **double y = sqrt(r \* r - x \* x);**  **point\_t v = (b - a) / d;**  **res.push\_back(a + v \* x + RotateCCW90(v) \* y);**  **if (y > 0) res.push\_back(a + v \* x - RotateCCW90(v) \* y);**  **return res;**  **}** |

## **Monotone chain**

|  |
| --- |
| void ConvexHull(vector<point\_t>& pts, vector<point\_t>& up, vector<point\_t>& dn) {  sort(pts.begin(), pts.end());  pts.erase(unique(pts.begin(), pts.end()), pts.end());  for (int i = 0; i < pts.size(); i++) {  while (up.size() > 1 && area(up[up.size() - 2], up.back(), pts[i]) >= 0) up.pop\_back();  while (dn.size() > 1 && area(dn[dn.size() - 2], dn.back(), pts[i]) <= 0) dn.pop\_back();  up.push\_back(pts[i]); dn.push\_back(pts[i]);  }  pts = dn;  for (int i = up.size() - 2; i >= 1; i--) pts.push\_back(up[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: |

## 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

|  |
| --- |
| vector<int> Z\_Algo(string S) {  vector<int> z(S.size()); int x = 0, y = 0;  for (int i=1; i<S.size(); i++) {  z[i] = max(0, 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

|  |
| --- |
| int ManacherProcess(string s) {  int n = s.size(), res = 0;  vector<int> odd(n, 0), even(n, 0);  for (int i=0, l=0, r=-1; i<n; i++) {  int 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 (int i=1, l=0, r=0; i<n; i++) {  if (s[i-1] != s[i]) continue;  int 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. Miscellaneous

## 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

|  |
| --- |
| int n, m, a, b; vector<vector<int>> adj;  vector<vector<int>> Table; vector<int> d, subtree;  void DFS(int z, int 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.resize(n, 1); Table.resize(n);  d.resize(n, 0); DFS(0, -1);  for (int j=1; j<17; j++) {  for (int i=0; i<n; i++) {  if (Table[i].size() < j) continue;  if (Table[Table[i][j-1]].size() < j) continue;  Table[i].push\_back(Table[Table[i][j-1]][j-1]);  }  }  }  int ancestor(int node, int dist) {  if (dist == 0) return node;  for (int i=16; i>=0; i--) {  if (dist >= (1LL << i)) {  return ancestor(Table[node][i], dist - (1LL << i));  }  }  }  int LCA(int x, int y) {  if (x == y) return x;  if (d[x] == d[y]) {  int id = 0, Init = min(Table[x].size(), Table[y].size()-1);  for (int 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]) {  int 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]) {  int mul = 1, id = 0;  while (d[y] < d[x] - mul \* 2) {  mul \*= 2; id++;  }  return LCA(Table[x][id], y);  }  }  int Dist(int x, int y) {  if (x == y) return 0;  if (d[x] == d[y]) {  int id = 0, Init = min(Table[x].size(), Table[y].size()-1);  for (int 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]) {  int 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]) {  int mul = 1, id = 0;  while (d[y] < d[x] - mul \* 2) {  mul \*= 2; id++;  }  return ((1LL << id) + Dist(Table[x][id], y));  }  } |

## Segment Tree

|  |
| --- |
| template <class DataType> struct node {  DataType value, lazy;  node() {value = 0; lazy = 0;}  };  template <class DataType> class segtree {  private:  int size; vector<node<DataType>> Tree;    // modify these data to suit your segment tree requirements  // default value  const int DefaultValue = 0;  // release lazy attributes  void releaseLazy(node<DataType> &Node) {  Node.value += Node.lazy;  Node.lazy = 0;  }  // update lazy attributes  void updateLazy(node<DataType> &Node, DataType d) {  Node.lazy += d;  }  // merge two children nodes  DataType merge(DataType x, DataType y) {  return (x + y);  }    void propagate(int node, int st, int en) {  if (Tree[node].lazy == 0) return;  if (st != en) {  updateLazy(Tree[node\*2+1], Tree[node].lazy);  updateLazy(Tree[node\*2+2], Tree[node].lazy);  }  releaseLazy(Tree[node]);  }  void update(int node, int st, int en, int L, int R, DataType d) {  propagate(node, st, en);  if (en < L || R < st) return;  if (L <= st && en <= R) {updateLazy(Tree[node], d); propagate(node, st, en); return;}  update(node\*2+1, st, (st+en)/2+0, L, R, d);  update(node\*2+2, (st+en)/2+1, en, L, R, d);  Tree[node].value = merge(Tree[node\*2+1].value, Tree[node\*2+2].value);  }  DataType calc(int node, int st, int en, int L, int R) {  if (en < L || R < st) return 0LL;  if (L <= st && en <= R) return Tree[node].value;  DataType p1 = calc(node\*2+1, st, (st+en)/2+0, L, R);  DataType p2 = calc(node\*2+2, (st+en)/2+1, en, L, R);  return merge(p1, p2);  }  public:  segtree(int N) {size = N; Tree.resize(N\*4); }  segtree(int N, vector<DataType> &A) {  size = N; Tree.resize(N\*4, node<DataType>(DefaultValue));  for (int i=0; i<N; i++) update(0, 0, N-1, i, i, A[i]);  }  DataType getRange(int L, int R) {  return calc(0, 0, size-1, L, R);  }  DataType get(int id) {  return getRange(id, id);  }  void updateRange(int L, int R, DataType d) {  update(0, 0, size-1, L, R, d);  }  void update(int id, DataType d) {  updateRange(id, id, d);  }  }; |

## Date Miscellaneous

|  |
| --- |
| string dayOfWeek[] = {"Mon", "Tue", "Wed", "Thu", "Fri", "Sat", "Sun"};  //converts Gregorian date to integer (Julian day number)  int dateToInt(int m, int d, int y) {  return  1461 \* (y + 4800 + (m - 14) / 12) / 4 +  367 \* (m - 2 - (m - 14) / 12 \* 12) / 12 -  3 \* ((y + 4900 + (m - 14) / 12) / 100) / 4 +  d - 32075;  }  //converts Julian date to integer (Julian day number)  int dateToInt2(int m, int d, int y) {  int a = (14 - m) / 12;  int y2 = y + 4800 - a;  int m2 = m + 12 \* a - 3;  return d + (153 \* m2 + 2) / 5 + 365 \* y2 + y2 / 4 - 32083;  }  //converts integer (Julian day number) to Gregorian date: month/day/year  void intToDate(int jd, int &m, int &d, int &y) {  int x, n, i, j;  x = jd + 68569;  n = 4 \* x / 146097;  x -= (146097 \* n + 3) / 4;  i = (4000 \* (x + 1)) / 1461001;  x -= 1461 \* i / 4 - 31;  j = 80 \* x / 2447;  d = x - 2447 \* j / 80;  x = j / 11;  m = j + 2 - 12 \* x;  y = 100 \* (n - 49) + i + x;  }  //converts integer (Julian day number) to day of week  string intToDay(int jd) {  return dayOfWeek[jd % 7];  } |

## BIT

|  |
| --- |
| template <class T> struct BIT {  vector<T> Tree;  int maxVal;  BIT(int maxValue) {  maxVal = maxValue + 5;  Tree.resize(maxVal);  }    void add(int i, T val) {  for (; i < maxVal; i += i & -i)  Tree[i] += val;  }    T query(int i) {  T ans = 0;  for (; i > 0; i -= i & -i) ans += Tree[i];  return ans;  }  };  // BIT <int> q(maxValue);  // for ... q.add(x, 1);  // q.query(x); |

# 6. Python Tricks

## Array fastinput

|  |
| --- |
| def readArray():  line = input() + ' '  a = []  num = 0  for c in line:  if c == ' ':  a.append(num)  num = 0  else:  num = num \* 10 + (ord(c) - 48)  return a |

# 7. Ubuntu commands

|  |
| --- |
| g++ -o fileName -p -std=c++11 fileName.cpp |
| ./fileName |

# 8. Epilogue

|  |
| --- |
| Image result for apo11o program |