* **string.cpp**

**int\*** z\_function**(char** s**[],int** n**)**

**{**

**int\*** z **=** **new** **int[**n**];**

memset**(**z**,** 0**,** **sizeof(**z**));**

z**[**0**]** **=** n**;**

**int** L **=** 0**,** R **=** 1**;**

**for** **(int** i**=**1**;** i**<**n**;** **++**i**)**

**if** **(**R **<=** i **||** z**[**i**-**L**]** **>=** R**-**i**){**

**int** x **=** **(**R **<=** i **?** i **:** R**);**

**while** **(**x **<** n **&&** s**[**x**]** **==** s**[**x**-**i**])** x**++;**

z**[**i**]** **=** x**-**i**;**

**if** **(**i **<** x**)** **{**L **=** i**;** R **=** x**;}**

**}**

**else**

z**[**i**]** **=** z**[**i**-**L**];**

**return** z**;**

**}**

*/\*banana\*/*

**void** IBWT**(){**

vector**<int>** index**[**256**];**

**for(int** i**=**0**;** i**<**N**;** i**++)** index**[**t**[**i**]].**push\_back**(**i**);**

**for(int** i**=**0**,** n**=**0**;** i**<**256**;** i**++)**

**for(int** j**=**0**;** j**<**index**[**i**].**size**();** j**++)**

next**[**n**++]** **=** index**[**i**][**j**];**

**}**

*/\*kmp\*/*

**for(int** i**=**0**,** j**=-**1**;** i**<**t**.**size**();** i**++){**

**while(**j**>=**0 **&&** p**[**j**+**1**]!=**t**[**i**])** j **=** f**[**j**];**

**if(**p**[**j**+**1**]==**t**[**i**])** j**++;**

**if(**j**==**p**.**size**()-**1**){**

**int** ans **=** i **-** p**.**size**();**

j **=** f**[**j**];**

**}**

**}**

* **最小字典序表示法**

**void** solve**(){**

scanf**("%s",**t**);**

s**[**0**]** **=** '\0'**;**

strcat**(**s**,** t**);**

strcat**(**s**+**n**,** t**);**

**int** j **=** 1**,** i **=** 0**;**

**while(**i**<**n **&&** j**<**n**){**

**if(**s**[**j**]<**s**[**i**])** i **=** j**,** j **=** i**+**1**;**

**else** **if(**s**[**j**]>**s**[**i**])** j**++;**

**else{**

**int** k **=** 0**;**

**while(**k**<**n**){**

**if(**s**[**i**+**k**]==**s**[**j**+**k**])** k**++;**

**else** **if(**s**[**i**+**k**]<**s**[**j**+**k**]){**

j **=** j**+**k **+** 1**;**

**break;**

**}**

**else{**

i **=** j**;**

j **=** i **+** 1**;**

**break;**

**}**

**}**

**if(**k**==**n**)** **break;**

**}**

**}**

printf**("%d\n",** i**);**

**}**

* **sa.cpp**

**int** d2**[**maxn**],** d**[**maxn**];**

**int** ra**[**maxn**],** he**[**maxn**],** sa**[**maxn**],** c**[**maxn**];**

**void** build\_sa**(int** n**,int** m**){**

**int** **\***x **=** ra**,** **\***y **=** he**;**

**for(int** i**=**0**;** i**<**m**;** i**++)** c**[**i**]** **=** 0**;**

**for(int** i**=**0**;** i**<**n**;** i**++)** c**[**x**[**i**]=**d**[**i**]]++;**

**for(int** i**=**1**;** i**<**m**;** i**++)** c**[**i**]** **+=** c**[**i**-**1**];**

**for(int** i**=**n**-**1**;** i**>=**0**;** i**--)** sa**[--**c**[**x**[**i**]]]** **=** i**;**

**for(int** k**=**1**;** k**<=**n**;** k**<<=**1**){**

**int** p **=** 0**;**

**for(int** i**=**n**-**k**;** i**<**n**;** i**++)** y**[**p**++]** **=** i**;**

**for(int** i**=**0**;** i**<**n**;** i**++)** **if(**sa**[**i**]>=**k**)** y**[**p**++]** **=** sa**[**i**]-**k**;**

**for(int** i**=**0**;** i**<**m**;** i**++)** c**[**i**]** **=** 0**;**

**for(int** i**=**0**;** i**<**n**;** i**++)** c**[**x**[**y**[**i**]]]++;**

**for(int** i**=**1**;** i**<**m**;** i**++)** c**[**i**]** **+=** c**[**i**-**1**];**

**for(int** i**=**n**-**1**;** i**>=**0**;** i**--)** sa**[--**c**[**x**[**y**[**i**]]]]** **=** y**[**i**];**

swap**(**x**,** y**);**

p **=** 0**;**

x**[**sa**[**0**]]** **=** p**++;**

**for(int** i**=**1**;** i**<**n**;** i**++)**

x**[**sa**[**i**]]** **=** y**[**sa**[**i**]]==**y**[**sa**[**i**-**1**]]&&**sa**[**i**]+**k**<**n**&&**sa**[**i**-**1**]+**k**<**n**&&**y**[**sa**[**i**]+**k**]==**y**[**sa**[**i**-**1**]+**k**]?** p**-**1**:**p**++;**

**if(**p**>=**n**)** **break;**

m **=** p**;**

**}**

**}**

**void** build\_he**(int** n**){**

**for(int** i**=**0**;** i**<**n**;** i**++)** ra**[**sa**[**i**]]** **=** i**;**

*// def he[i] = lcp(sa[i], sa[i-1])*

*// --> he[ra[i]]>=he[ra[i-1]]-1*

he**[**0**]** **=** 0**;**

**for(int** i**=**0**,**k**=**0**;** i**<**n**;** i**++)if(**ra**[**i**]){**

**if(**k**)** k**--;**

**int** j **=** sa**[**ra**[**i**]-**1**];**

**while(**d**[**i**+**k**]==**d**[**j**+**k**]** **&&** i**+**k **<**n **&&** j**+**k**<**n**)** k**++;**

he**[**ra**[**i**]]** **=** k**;**

**}**

**}**

* **AC.cpp**

**const** **int** maxn **=** 100**;**

**const** **int** maxkind **=** 26**;**

**const** **int** maxlen **=** 100**;**

**const** **int** maxsize **=** maxn**\***maxlen **+** 10**;**

**struct** AC**{**

**int** ch**[**maxsize**][**maxkind**],** f**[**maxsize**],** last**[**maxsize**],** val**[**maxsize**];**

**int** root**,** memid**;**

AC**(){** clear**():** **}**

**void** newNode**(){**

memset**(**ch**[**memid**],** 0**,** **sizeof(**ch**[**memid**]));**

f**[**memid**]** **=** last**[**memid**]** **=** val**[**memid**]** **=** 0**;**

**return** memid**++;**

**}**

**void** clear**(){**

memid **=** 0**;**

root **=** newNode**();**

**}**

**void** insert**(const** **char\*** s**,int** v**){**

**int** tmp **=** root**;**

**for(int** i**=**0**;** s**[**i**];** i**++){**

**int** id**(**ID**[**s**[**i**]]);**

**if(!**ch**[**tmp**][**id**])** ch**[**tmp**][**id**]** **=** newNode**();**

tmp **=** ch**[**tmp**][**id**];**

**}**

val**[**tmp**]** **=** v**;**

**}**

**void** getfail**(){**

queue**<int>** Q**;**

f**[**root**]** **=** 0**;**

**for(int** i**=**0**;** i**<**maxkind**;** i**++)** **if(**ch**[**root**][**i**]){**

**int** u **=** ch**[**root**][**i**];**

f**[**u**]** **=** last**[**u**]** **=** 0**;**

Q**.**push**(**u**);**

**}**

**while(!**Q**.**empty**()){**

**int** x **=** Q**.**front**();** Q**.**pop**();**

**for(int** i**=**0**;** i**<**maxkind**;** i**++)** **if(**ch**[**x**][**i**]){**

**int** tmp **=** f**[**x**],** u **=** ch**[**x**][**i**];**

**while(**tmp **&&** **!**ch**[**tmp**][**i**])** tmp **=** f**[**tmp**];**

f**[**u**]** **=** ch**[**tmp**][**i**];**

last**[**u**]** **=** val**[**f**[**u**]]?** f**[**u**]:**last**[**f**[**u**]];**

Q**.**push**(**u**);**

**}**

**}**

**}**

**void** find**(const** **char** **\***s**){**

**int** tmp **=** root**;**

**for(int** i**=**0**;** s**[**i**];** i**++){**

**int** id **=** ID**(**s**[**i**]);**

**while(**tmp **&&** **!**ch**[**tmp**][**id**])** tmp **=** f**[**tmp**];**

tmp **=** ch**[**tmp**][**id**];**

**if(**val**[**id**])***// find*

**if(**last**[**id**])** *//find*

**}**

**}**

**};**

* **Hash.cpp**

#define MAXN 1000000

#define prime\_mod 1073676287

**typedef** **long** **long** T**;**

**char** s**[**MAXN**+**5**];**

T h**[**MAXN**+**5**];**

T h\_base**[**MAXN**+**5**];**

**inline** **void** hash\_init**(int** len**,**T prime**=**0xdefaced**){**

h\_base**[**0**]=**1**;**

**for(int** i**=**1**;**i**<=**len**;++**i**){**

h**[**i**]=(**h**[**i**-**1**]\***prime**+**s**[**i**-**1**])%**prime\_mod**;**

h\_base**[**i**]=(**h\_base**[**i**-**1**]\***prime**)%**prime\_mod**;**

**}**

**}**

**inline** T get\_hash**(int** l**,int** r**){**

**return** **(**h**[**r**+**1**]-(**h**[**l**]\***h\_base**[**r**-**l**+**1**])%**prime\_mod**+**prime\_mod**)%**prime\_mod**;**

**}**

* **Treap.cpp**

#include <iostream>

#include <algorithm>

#include <cstdio>

**using** **namespace** std**;**

**const** **int** INF **=** 9e9**;**

**struct** Node**{**

**int** val**,** pri**,** size**,** mi**,** tag**;**

**bool** rev**;**

Node **\***l**,** **\***r**;**

Node**(){}**

Node**(int** v**):**val**(**v**),**pri**(**rand**()),**size**(**1**),**rev**(**0**),**mi**(**v**),**tag**(**0**){** l **=** r **=** NULL**;}**

**void** down**();**

**void** up**();**

**}\***root**;**

**int** Size**(**Node **\***o**){** **return** o**?** o**->**size**:**0**;}**

**int** Min**(**Node **\***o**){** **return** o**?** o**->**mi**:**INF**;}**

**int** Val**(**Node **\***o**){** **return** o**?** o**->**val**:-**1**;}**

**void** Node**::**down**(){**

**if(**tag**){**

val **+=** tag**;**

mi **+=** tag**;**

**if(**l**)** l**->**tag **+=** tag**;**

**if(**r**)** r**->**tag **+=** tag**;**

tag **=** 0**;**

**}**

**if(**rev**){**

swap**(**l**,**r**);**

**if(**l**)** l**->**rev **^=** 1**;**

**if(**r**)** r**->**rev **^=** 1**;**

rev **=** 0**;**

**}**

**}**

**void** Node**::**up**(){**

**if(**l**)** l**->**down**();**

**if(**r**)** r**->**down**();**

size **=** 1 **+** Size**(**l**)** **+** Size**(**r**);**

mi **=** std**::**min**(** min**(**Min**(**l**),** Min**(**r**)),**val **);**

**}**

**void** print**(**Node **\***o**){**

**if(**o**){**

print**(**o**->**l**);**

printf**("%d ",** o**->**val**);**

print**(**o**->**r**);**

**}**

**}**

Node**\*** merge**(**Node**\*** a**,**Node **\***b**){**

**if(!**a **||** **!**b**)** **return** a**?** a**:**b**;**

**if(**a**->**pri **<** b**->**pri**){**

a**->**down**();**

a**->**r **=** merge**(**a**->**r**,** b**);**

a**->**up**();**

**return** a**;**

**}else{**

b**->**down**();**

b**->**l **=** merge**(**a**,** b**->**l**);**

b**->**up**();**

**return** b**;**

**}**

**}**

**void** spilt**(**Node **\***o**,** Node **\*&**a**,** Node **\*&**b**,** **int** k**){**

**if(!**o**)** a **=** b **=** NULL**;**

**else{**

o**->**down**();**

**if(**Size**(**o**->**l**)>=**k**){**

b **=** o**;**

spilt**(**o**->**l**,** a**,** b**->**l**,** k**);**

**}**

**else{**

a **=** o**;**

spilt**(**o**->**r**,** a**->**r**,** b**,** k**-**Size**(**o**->**l**)-**1**);**

**}**

o**->**up**();**

**}**

**}**

**void** Insert**(**Node **\*&**o**,** **int** k**,int** v**){**

**if(!**o**)** o **=** **new** Node**(**v**);**

**else{**

Node**\*** tmp **=** **new** Node**(**v**);**

Node **\***a**,** **\***b**;**

spilt**(**o**,** a**,** b**,** k**);**

o **=** merge**(**merge**(**a**,**tmp**),** b**);**

**}**

**}**

**void** Del**(**Node **\*&**o**,** **int** k**){**

**if(!**o**)** **return;**

**else{**

Node **\***a**,** **\***b**,** **\***c**;**

spilt**(**o**,** a**,** b**,** k**);**

spilt**(**a**,** a**,** c**,** k**-**1**);**

o **=** merge**(**a**,** b**);**

**}**

**}**

**int** Min**(**Node **\*&**o**,** **int** x**,int** y**){**

**if(!**o**)** **return** 0**;**

**else{**

Node **\***a**,** **\***b**,** **\***c**;**

spilt**(**o**,** a**,** b**,** y**);**

spilt**(**a**,** a**,** c**,** x**-**1**);**

**if(**c**==**0**)** **return** 0**;**

c**->**up**();**

**int** ans **=** c**->**mi**;**

o **=** merge**(**merge**(**a**,**c**),** b**);**

**return** ans**;**

**}**

**}**

**void** Add**(**Node **\*&**o**,int** x**,int** y **,int** v**){**

**if(!**o**)** **return;**

Node **\***a**,** **\***b**,** **\***c**;**

spilt**(**o**,** a**,** b**,** y**);**

spilt**(**a**,** a**,** c**,** x**-**1**);**

**if(**c**)** c**->**tag **+=** v**;**

o **=** merge**(**merge**(**a**,**c**),** b**);**

**}**

**void** Reverse**(**Node **\*&**o**,int** x**,int** y**){**

**if(!**o**)** **return;**

Node **\***a**,** **\***b**,** **\***c**;**

spilt**(**o**,** a**,** b**,** y**);** *// a b c*

spilt**(**a**,** a**,** c**,** x**-**1**);**

**if(**c**)** c**->**rev **^=** 1**;**

o **=** merge**(**merge**(**a**,**c**),**b**);**

**}**

**void** Rotate**(**Node **\*&**o**,** **int** x**,int** y**,int** t**){**

**if(!**o**)** **return;**

Node **\***a**,** **\***b**,** **\***c**;**

spilt**(**o**,** a**,** b**,** y**);**

spilt**(**a**,** a**,** c**,** x**-**1**);**

Node **\***d**,** **\***e**;**

t **%=** **(**y**-**x**+**1**);**

**if(**t**<**0**)** t **=** y**-**x**+**1**+**t**;**

spilt**(**c**,**d**,**e**,** Size**(**c**)-**t**);**

c **=** merge**(**e**,** d**);**

o **=** merge**(**merge**(**a**,**c**),**b**);**

**}**

*/\**

*ADD x y D: Add D to each number in sub-sequence {Ax ... Ay}. For example, performing "ADD 2 4 1" on {1, 2, 3, 4, 5} results in {1, 3, 4, 5, 5}*

*REVERSE x y: reverse the sub-sequence {Ax ... Ay}. For example, performing "REVERSE 2 4" on {1, 2, 3, 4, 5} results in {1, 4, 3, 2, 5}*

*REVOLVE x y T: rotate sub-sequence {Ax ... Ay} T times. For example, performing "REVOLVE 2 4 2" on {1, 2, 3, 4, 5} results in {1, 3, 4, 2, 5}*

*INSERT x P: insert P after Ax. For example, performing "INSERT 2 4" on {1, 2, 3, 4, 5} results in {1, 2, 4, 3, 4, 5}*

*DELETE x: delete Ax. For example, performing "DELETE 2" on {1, 2, 3, 4, 5} results in {1, 3, 4, 5}*

*MIN x y: query the participant what is the minimum number in sub-sequence {Ax ... Ay}. For example, the correct answer to "MIN 2 4" on {1, 2, 3, 4, 5} is 2*

*\*/*

**int** main**()**

**{**

**int** n**;**

**while(**scanf**("%d",&**n**)==**1**){**

root **=** NULL**;**

**for(int** i**=**0**,**a**;** i**<**n**;** i**++){**

scanf**("%d",&**a**);**

root **=** merge**(**root**,** **new** Node**(**a**));**

**}**

**int** m**,** x**,** y**,** c**;**

**char** s**[**20**];**

scanf**("%d",** **&**m**);**

**for(int** i**=**0**;** i**<**m**;** i**++){**

scanf**("%s",** s**);**

**if(**s**[**0**]==**'A'**){**

scanf**("%d%d%d",&**x**,&**y**,&**c**);**

Add**(**root**,** x**,** y**,** c**);**

**}**

**else** **if(**s**[**0**]==**'R' **&&** s**[**3**]==**'E'**){**

scanf**("%d%d",&**x**,&**y**);**

Reverse**(**root**,** x**,** y**);**

**}**

**else** **if(**s**[**0**]==**'R'**){**

scanf**("%d%d%d",&**x**,&**y**,&**c**);**

Rotate**(**root**,** x**,** y**,** c**);**

**}**

**else** **if(**s**[**0**]==**'I'**){**

scanf**("%d%d",&**x**,&**y**);**

n**++;**

Insert**(**root**,** x**,** y**);**

**}**

**else** **if(**s**[**0**]==**'D'**){**

scanf**("%d",&**x**);**

Del**(**root**,** x**);**

n**--;**

**}**

**else{**

scanf**("%d%d",&**x**,&**y**);**

printf**("%d\n",** Min**(**root**,** x**,** y**));**

**}**

**}**

**}**

**return** 0**;**

**}**

* **LCA**

*// adj[u] : adjacency list of u*

*// par[u][i] : (2^i)-th parent pf u*

**int** LOG **=** 20**;**

**int** time **=** 0**;**

**void** dfs**(int** u**,** **int** p**)** **{**

par**[**u**][**0**]** **=** p**;**

timer\_in**[**u**]** **=** **++**timer**;**

**for** **(int** v **:** adj**[**u**])** **if** **(**v**!=**p**)** dfs**(**v**,** u**);**

time\_out**[**u**]** **=** **++**timer**;**

**}**

**bool** anc**(int** x**,** **int** y**)** **{**

**return** time\_in**[**x**]** **<=** time\_in**[**y**]**

**&&** time\_out**[**y**]** **<=** time\_out**[**x**];**

**}**

**int** lca**(int** x**,** **int** y**)** **{**

**if** **(**anc**(**y**,** x**))** **return** y**;**

**for** **(int** j **=** LOG**;** j **>=** 0**;** j**--)** **{**

**if** **(!**anc**(**par**[**y**][**j**],** x**))** y **=** par**[**y**][**j**];**

**}**

**return** par**[**y**][**0**];**

**}**

**int** main**()** **{**

**int** root **=** 1**;***// set root node*

dfs**(**root**,** root**);**

**for** **(int** j **=** 1**;** j **<=** LOG**;** j**++)**

**for** **(int** i **=** 1**;** i **<=** n**;** i**++)**

pair**[**i**][**j**]** **=** par**[**par**[**i**][**j **-** 1**]][**j **-** 1**];**

**return** 0**;**

**}**

* **樹鍊剖分**

vector**<int>** G**[**maxn**];**

**int** pa**[**maxn**],** maxson**[**maxn**],** son**[**maxn**];**

**int** dep**[**maxn**];**

**int** link**[**maxn**],** linkpa**[**maxn**];**

**int** linkcnt **=** 0**;**

**void** dfs**(int** x**,int** p**){**

pa**[**x**]** **=** p**;**

dep**[**x**]** **=** dep**[**p**]+**1**;**

son**[**x**]** **=** 1**,** maxson**[**x**]** **=** **-**1**;**

**for(int** i**=**0**;** i**<**G**[**x**].**size**();** i**++)if(**G**[**x**][**i**]!=**p**){**

dfs**(**G**[**x**][**i**],** x**);**

son**[**x**]** **+=** son**[** G**[**x**][**i**]** **];**

**if(**maxson**[**x**]==-**1 **||** son**[**G**[**x**][**i**]]>**son**[**maxson**[**x**]])** maxson**[**x**]** **=** G**[**x**][**i**];**

**}**

**}**

**void** build\_link**(int** x**,** **int** plink**){**

link**[**x**]** **=** **++**linkcnt**;**

linkpa**[**x**]** **=** plink**;**

**if(**maxson**[**x**]!=-**1**)** build\_link**(**maxson**[**x**],** plink**);**

**for(int** i**=**0**;** i**<**G**[**x**].**size**();** i**++){**

**int** u **=** G**[**x**][**i**];**

**if(**u**==**maxson**[**x**]** **||** u**==**pa**[**x**]** **)** **continue;**

build\_link**(**u**,** u**);**

**}**

**}**

ll cal**(int** a**,int** b**,int** type**){**

ll ans **=** 0**;**

**int** ta **=** linkpa**[**a**],** tb **=** linkpa**[**b**];**

**while(**linkpa**[**a**]!=**linkpa**[**b**]){**

**int** A**,** B**;**

**if(**dep**[** ta **]** **<=** dep**[** tb **]){**

swap**(**a **,** b**);**

swap**(**ta**,** tb**);**

**}**

A **=** link**[**ta**];**

B **=** link**[**a**];**

*// if(type==1) T.add(1, n, 1, A, B);*

*// else ans += T.query(1, n, 1, A, B);*

a **=** pa**[**linkpa**[**a**]];**

ta **=** linkpa**[**a**];**

**}**

**if(**a**==**b**)** **return** ans**;**

**if(**dep**[**a**]** **>** dep**[**b**])** swap**(**a**,** b**);**

**int** A **=** link**[**a**]** **+** 1**,** B **=** link**[**b**];**

*// if(type==1) T.add(1, n, 1, link[a]+1, link[b]);*

*// else ans += T.query(1, n, 1, link[a]+1, link[b]);*

**if(**type**==**0**)** **return** ans**;**

**}**

* **SCC.cpp**

**struct** Kosaraju **{**

*// Vertex i belong to which SCC, call findSCC to build.*

**int** SCCof**[**MAXV**+**5**],**V**,**cnt**;**

**bool** vis**[**MAXV**+**5**];**

vector**<int>** **\***G**,\***Grev**;**

stack**<int>** stk**;**

**void** dfs**(**vector**<int>** **\***Gcur**,** **int** v**)** **{**

**for** **(auto** u **:** Gcur**[**v**])** **{**

**if** **(!**vis**[**u**])** **{**

vis**[**u**]=true;**

dfs**(**Gcur**,**u**);**

**}**

**}**

**if** **(**Gcur**==**G**)** stk**.**push**(**v**);**

**else** SCCof**[**v**]=**cnt**;**

**}**

**int** findSCC**(int** \_V**,** vector**<int>** **\***\_G**,** vector**<int>** **\***\_Grev**)** **{**

*// G: Adjacency list of graph. Grev: Reverse graph of G.*

*// No need for init, return # of SCC, 1-based*

V**=**\_V**;** G**=**\_G**;** Grev**=**\_Grev**;**

**for** **(int** i**=**1**;**i**<=**V**;**i**++)** vis**[**i**]=**0**;**

**for** **(int** i**=**1**;**i**<=**V**;**i**++)** **{**

**if** **(!**vis**[**i**])** **{**

vis**[**i**]=true;**

dfs**(**G**,**i**);**

**}**

**}**

cnt**=**0**;**

**for** **(int** i**=**1**;**i**<=**V**;**i**++)** vis**[**i**]=**0**;**

**while** **(!**stk**.**empty**())** **{**

**int** v**=**stk**.**top**();**

stk**.**pop**();**

**if** **(!**vis**[**v**])** **{**

cnt**++;**

vis**[**v**]=true;**

dfs**(**Grev**,**v**);**

**}**

**}**

**return** cnt**;**

**}**

**void** compress**(**vector**<int>** **\***Gtar**)** **{**

*// Pack SCC into one vertex, store into Gtar*

*// Call findSCC before this, 1-based*

**for** **(int** i**=**1**;**i**<=**V**;**i**++)**

**for** **(auto** j **:** G**[**i**])**

**if** **(**SCCof**[**i**]!=**SCCof**[**j**])**

Gtar**[**SCCof**[**i**]].**push\_back**(**SCCof**[**j**]);**

**}**

**};**

* **Dinic flow**

**template<class** T**>**

**struct** Dinic**{**

**struct** Edge**{**

**int** f**,**to**;**

T c**;**

Edge**(int** \_f**,int** \_to**,**T \_c**):**f**(**\_f**),**to**(**\_to**),**c**(**\_c**){}**

**};**

*// IMPORETANT*

*// maxn is the number of vertices in the graph*

*// Not the N in the problem statement!!*

vector**<int>** G**[**maxn**];**

vector**<**Edge**>** es**;**

**int** level**[**maxn**],**st**,** end**,** n**;**

**int** cur**[**maxn**];**

**void** init**(int** \_n**){**

n **=** \_n**;**

es**.**clear**();**

**for(int** i**=**0**;** i**<=**n**;** i**++)** G**[**i**].**clear**();**

**}**

**void** addEdge**(int** f**,int** t**,**T c**,** **bool** directed**=false){**

es**.**push\_back**(**Edge**(**f**,**t**,**c**));** G**[**f**].**push\_back**(**es**.**size**()-**1**);**

es**.**push\_back**(**Edge**(**t**,**f**,**directed**?**0**:**c**));** G**[**t**].**push\_back**(**es**.**size**()-**1**);**

**}**

**bool** BFS**(int** s**,int** t**){**

queue**<int>** Q**;**

**for(int** i**=**0**;** i**<=**n**;** i**++)** level**[**i**]** **=** 0**;**

level**[**s**]** **=** 1**;**

Q**.**push**(**s**);**

**while(!**Q**.**empty**()){**

**int** x **=** Q**.**front**();** Q**.**pop**();**

**for(int** i**=**0**;** i**<**G**[**x**].**size**();** i**++){**

Edge e **=** es**[** G**[**x**][**i**]** **];**

**if(**e**.**c**==**0 **||** level**[**e**.**to**])** **continue;**

level**[**e**.**to**]** **=** level**[**x**]** **+** 1**;**

Q**.**push**(**e**.**to**);**

**}**

**}**

**return** level**[**t**]!=**0**;**

**}**

T DFS**(int** s**,int** cur\_flow**){** *// can't exceed c*

**if(**s**==**end**)** **return** cur\_flow**;**

T ans **=** 0**,** temp**,** total **=** 0**;**

**for(int&** i**=**cur**[**s**];** i**<**G**[**s**].**size**();** i**++){**

Edge **&**e **=** es**[** G**[**s**][**i**]** **];**

**if(**e**.**c**==**0 **||** level**[**e**.**to**]!=**level**[**s**]+**1**)** **continue;**

temp **=** DFS**(**e**.**to**,** min**(**e**.**c**,** cur\_flow**));**

**if(**temp**!=**0**){**

e**.**c **-=** temp**;**

es**[**G**[**s**][**i**]^**1**].**c **+=** temp**;**

cur\_flow **-=** temp**;**

total **+=** temp**;**

**if(**cur\_flow**==**0**)** **break;**

**}**

**}**

**return** total**;**

**}**

T maxFlow**(int** s**,int** t**){**

T ans **=** 0**;**

st **=** s**,** end **=** t**;**

**while(**BFS**(**s**,**t**)){**

**while(true){**

memset**(**cur**,** 0**,** **sizeof(**cur**));**

T temp **=** DFS**(**s**,**INF**);**

**if(**temp**==**0**)** **break;**

ans **+=** temp**;**

**}**

**}**

**return** ans**;**

**}**

**};**

* **最小費用流**

**template<class** T**>**

**struct** Min\_cost\_flow **{**

*// 0-based*

**struct** Edge **{**

**int** fr**,**to**;**

T cap**,**cost**;**

**};**

*// IMPORETANT*

*// MAXV is the number of vertices in the graph*

*// Not the N in the problem statement!!*

**int** V**,**E**;**

vector**<**Edge**>** es**;**

vector**<int>** G**[**MAXV**+**5**];**

**void** init**(int** \_V**)** **{**

V**=**\_V**;**

E**=**0**;**

**for** **(int** i**=**0**;**i**<=**V**;**i**++)** G**[**i**].**clear**();**

es**.**clear**();**

**}**

**int** add\_edge**(int** fr**,** **int** to**,** T cap**,** T cost**)** **{**

es**.**pb**({**fr**,**to**,**cap**,**cost**});**

es**.**pb**({**to**,**fr**,**0**,-**cost**});**

G**[**fr**].**push\_back**(**E**);**

G**[**to**].**push\_back**(**E**^**1**);**

E**+=**2**;**

**return** E**-**2**;**

**}**

**bool** SPFA**(int** s**,** **int** t**,** T **&**ans\_flow**,** T **&**ans\_cost**)** **{**

queue**<int>** que**;**

**int** pre**[**MAXV**+**5**];**

T dist**[**MAXV**+**5**],**flow**[**MAXV**+**5**];**

**bool** inque**[**MAXV**+**5**];**

**for** **(int** i**=**0**;**i**<=**V**;**i**++)** **{**

dist**[**i**]=**INF**;**

inque**[**i**]=false;**

**}**

dist**[**s**]=**0**;**

flow**[**s**]=**INF**;**

inque**[**s**]=true;**

que**.**push**(**s**);**

**while** **(!**que**.**empty**())** **{**

**int** v**=**que**.**front**();** que**.**pop**();**

inque**[**v**]=false;**

**for** **(int** idx **:** G**[**v**])** **{**

Edge **&**e**=**es**[**idx**];**

**if** **(**e**.**cap**>**0 **&&** dist**[**e**.**fr**]+**e**.**cost**<**dist**[**e**.**to**])** **{**

flow**[**e**.**to**]=**min**(**flow**[**e**.**fr**],**e**.**cap**);**

dist**[**e**.**to**]=**dist**[**e**.**fr**]+**e**.**cost**;**

pre**[**e**.**to**]=**idx**;**

**if** **(!**inque**[**e**.**to**])** que**.**push**(**e**.**to**),**inque**[**e**.**to**]=true;**

**}**

**}**

**}**

**if** **(**dist**[**t**]==**INF**)** **return** **false;**

*//if (dist[t]>=0) return false;*

*// Add above line -> min cost > max flow (priority)*

*// Without -> max flow > min cost*

**int** v**=**t**;**

ans\_flow**+=**flow**[**t**];**

ans\_cost**+=(**dist**[**t**]\***flow**[**t**]);**

**while** **(**v**!=**s**)** **{**

es**[**pre**[**v**]].**cap**-=**flow**[**t**];**

es**[**pre**[**v**]^**1**].**cap**+=**flow**[**t**];**

v**=**es**[**pre**[**v**]].**fr**;**

**}**

**return** **true;**

**}**

pair**<**T**,**T**>** min\_cost\_flow**(int** s**,** **int** t**)** **{**

T ans\_flow**=**0**,** ans\_cost**=**0**;**

**while** **(**SPFA**(**s**,**t**,**ans\_flow**,**ans\_cost**));**

**return** make\_pair**(**ans\_flow**,**ans\_cost**);**

**}**

**};**

* **Blossom matching**

**struct** Blossom **{**

#define MAXN 505 *// Max solvable problem, DON'T CHANGE*

*// 1-based, IMPORTANT*

vector**<int>** g**[**MAXN**];**

**int** parent**[**MAXN**],** match**[**MAXN**],** belong**[**MAXN**],** state**[**MAXN**];**

**int** n**;**

**int** lca**(int** u**,** **int** v**)** **{**

**static** **int** cases **=** 0**,** used**[**MAXN**]** **=** **{};**

**for** **(++**cases**;** **;** swap**(**u**,** v**))** **{**

**if** **(**u **==** 0**)**

**continue;**

**if** **(**used**[**u**]** **==** cases**)**

**return** u**;**

used**[**u**]** **=** cases**;**

u **=** belong**[**parent**[**match**[**u**]]];**

**}**

**}**

**void** flower**(int** u**,** **int** v**,** **int** l**,** queue**<int>** **&**q**)** **{**

**while** **(**belong**[**u**]** **!=** l**)** **{**

parent**[**u**]** **=** v**,** v **=** match**[**u**];**

**if** **(**state**[**v**]** **==** 1**)**

q**.**push**(**v**),** state**[**v**]** **=** 0**;**

belong**[**u**]** **=** belong**[**v**]** **=** l**,** u **=** parent**[**v**];**

**}**

**}**

**bool** bfs**(int** u**)** **{**

**for** **(int** i **=** 0**;** i **<=** n**;** i**++)**

belong**[**i**]** **=** i**;**

memset**(**state**,** **-**1**,** **sizeof(**state**[**0**])\*(**n**+**1**));**

queue**<int>** q**;**

q**.**push**(**u**),** state**[**u**]** **=** 0**;**

**while** **(!**q**.**empty**())** **{**

u **=** q**.**front**(),** q**.**pop**();**

**for** **(int** i **=** 0**;** i **<** g**[**u**].**size**();** i**++)** **{**

**int** v **=** g**[**u**][**i**];**

**if** **(**state**[**v**]** **==** **-**1**)** **{**

parent**[**v**]** **=** u**,** state**[**v**]** **=** 1**;**

**if** **(**match**[**v**]** **==** 0**)** **{**

**for** **(int** prev**;** u**;** v **=** prev**,** u **=** parent**[**v**])** **{**

prev **=** match**[**u**];**

match**[**u**]** **=** v**;**

match**[**v**]** **=** u**;**

**}**

**return** 1**;**

**}**

q**.**push**(**match**[**v**]),** state**[**match**[**v**]]** **=** 0**;**

**}** **else** **if** **(**state**[**v**]** **==** 0 **&&** belong**[**v**]** **!=** belong**[**u**])** **{**

**int** l **=** lca**(**u**,** v**);**

flower**(**v**,** u**,** l**,** q**);**

flower**(**u**,** v**,** l**,** q**);**

**}**

**}**

**}**

**return** 0**;**

**}**

**int** blossom**()** **{**

memset**(**parent**,** 0**,** **sizeof(**parent**[**0**])\*(**n**+**1**));**

memset**(**match**,** 0**,** **sizeof(**match**[**0**])\*(**n**+**1**));**

**int** ret **=** 0**;**

**for** **(int** i **=** 1**;** i **<=** n**;** i**++)** **{**

**if** **(**match**[**i**]** **==** 0 **&&** bfs**(**i**))**

ret**++;**

**}**

**return** ret**;**

**}**

**void** addEdge**(int** x**,** **int** y**)** **{**

g**[**x**].**push\_back**(**y**),** g**[**y**].**push\_back**(**x**);**

**}**

**void** init**(int** \_n**)** **{**

n **=** \_n**;**

**for** **(int** i **=** 0**;** i **<=** n**;** i**++)**

g**[**i**].**clear**();**

**}**

**}** algo**;**

* **穩定婚姻**

**const** **int** maxn **=** 1100**;**

**int** manWant**[**maxn**][**maxn**],** nextW**[**maxn**];**

**int** women**[**maxn**][**maxn**],** order**[**maxn**][**maxn**];**

**int** wife**[**maxn**],** husband**[**maxn**];**

queue**<int>** singleDog**;**

**void** engage**(int** m**,** **int** w**){**

**if(**husband**[**w**]!=**0**){**

wife**[** husband**[**w**]** **]** **=** 0**;**

singleDog**.**push**(** husband**[**w**]** **);**

husband**[**w**]** **=** 0**;**

**}**

husband**[**w**]** **=** m**;**

wife**[**m**]** **=** w**;**

*// cout << m << " --> " << w << endl;*

**}**

**int** main**()**

**{**

**int** Time**,** n**,** cas **=** 0**;**

scanf**("%d",&**Time**);**

**while(**Time**--** **&&** scanf**("%d",&**n**)==**1**){**

**for(int** i**=**1**;** i**<=**n**;** i**++){**

**for(int** j**=**1**;** j**<=**n**;** j**++)** scanf**("%d",&**manWant**[**i**][**j**]);**

nextW**[**i**]** **=** 1**;**

wife**[**i**]** **=** 0**;**

singleDog**.**push**(**i**);**

**}**

**for(int** i**=**1**;** i**<=**n**;** i**++){**

**for(int** j**=**1**;** j**<=**n**;** j**++){**

scanf**("%d",&**women**[**i**][**j**]);**

order**[**i**][** women**[**i**][**j**]** **]** **=** j**;**

**}**

husband**[**i**]** **=** 0**;**

**}**

**while(!**singleDog**.**empty**()){**

**int** x **=** singleDog**.**front**();** singleDog**.**pop**();**

*// cout << x << endl;*

**int** to **=** manWant**[**x**][**nextW**[**x**]++];**

**if(**husband**[**to**]==**0**)** engage**(**x**,** to**);**

**else** **if(**order**[**to**][**husband**[**to**]]** **>** order**[**to**][**x**])** engage**(**x**,** to**);**

**else** singleDog**.**push**(**x**);**

**}**

**if(**cas**++)** printf**("\n");**

**for(int** i**=**1**;** i**<=**n**;** i**++)** printf**("%d\n",** wife**[**i**]);**

**}**

**return** 0**;**

**}**

* **KM**

**template<class** T**>**

**struct** KM\_n\_3

**{**

T G**[**maxn**][**maxn**];**

T lx**[**maxn**],** ly**[**maxn**],** y\_slack**[**maxn**];**

**int** x\_match**[**maxn**],** y\_match**[**maxn**];**

**int** px**[**maxn**],** py**[**maxn**];**

**int** y\_par**[**maxn**];**

**int** n**;**

**void** toggle**(int** y**){**

x\_match**[**py**[**y**]]** **=** y**;**

y\_match**[**y**]** **=** py**[**y**];**

**if(**px**[**y\_match**[**y**]]!=-**2**)** toggle**(**px**[**y\_match**[**y**]]);**

**}**

*/\* n = |L| = |R|, id of nodes start with 1\*/*

**int** init**(int** \_n**){**

n **=** \_n**;**

**for(int** i**=**0**;** i**<=**n**;** i**++){**

**for(int** j**=**0**;** j**<=**n**;** j**++)**

G**[**i**][**j**]** **=** 0**;**

**}**

**}**

**int** add\_edge**(int** a**,** **int** b**,** T c**){** G**[**a**][**b**]** **=** c**;** **}**

**int** dfs**(int** x**){**

**for(int** y**=**1**;** y**<=**n**;** y**++){**

**if(**py**[**y**])** **continue;**

T slack **=** lx**[**x**]** **+** ly**[**y**]** **-** G**[**x**][**y**];**

**if(**slack**==**0**){**

py**[**y**]** **=** x**;**

**if(**y\_match**[**y**]==**0**){**

toggle**(**y**);**

**return** **true;**

**}**

**else{**

**if(**px**[**y\_match**[**y**]])** **continue;**

px**[** y\_match**[**y**]** **]** **=** y**;**

**if(**dfs**(**y\_match**[**y**]))** **return** 1**;**

**}**

**}**

**else** **if(**y\_slack**[**y**]** **>** slack**){**

y\_slack**[**y**]** **=** slack**;**

y\_par**[**y**]** **=** x**;**

**}**

**}**

**return** **false;**

**}**

**void** update**(**vector**<int>&** Y**){**

Y**.**clear**();**

T d **=** INF**;**

**for(int** i**=**1**;** i**<=**n**;** i**++)** **if(!**py**[**i**])** d **=** min**(**d**,** y\_slack**[**i**]);**

**for(int** i**=**1**;** i**<=**n**;** i**++){**

**if(**px**[**i**])** lx**[**i**]** **-=** d**;**

**if(**py**[**i**])** ly**[**i**]** **+=** d**;**

**else{**

y\_slack**[**i**]** **-=** d**;**

**if(**y\_slack**[**i**]==**0**)** Y**.**push\_back**(**i**);**

**}**

**}**

**}**

T km**(){**

**for(int** i**=**0**;** i**<=**n**;** i**++)** x\_match**[**i**]** **=** y\_match**[**i**]** **=** 0**;**

**for(int** i**=**1**;** i**<=**n**;** i**++){**

lx**[**i**]** **=** G**[**i**][**1**],** ly**[**i**]** **=** 0**;**

**for(int** j**=**1**;** j**<=**n**;** j**++)**

lx**[**i**]** **=** max**(**lx**[**i**],** G**[**i**][**j**]);**

**}**

**for(int** i**=**1**;** i**<=**n**;** i**++){**

**for(int** j**=**0**;** j**<=**n**;** j**++)** y\_slack**[**j**]** **=** INF**;**

**for(int** j**=**0**;** j**<=**n**;** j**++)** px**[**j**]** **=** py**[**j**]** **=** 0**;**

px**[**i**]** **=** **-**2**;**

**if(**dfs**(**i**))** **continue;**

*// adjust labeling until finding an augmenting path*

**bool** find **=** **false;**

**while(!**find**){**

vector**<int>** Y**;**

update**(**Y**);**

**for(auto** y**:**Y**){**

**if(**find**)** **break;**

py**[**y**]** **=** y\_par**[**y**];**

**if(**y\_match**[**y**]==**0**){**

toggle**(**y**);**

find **=** **true;**

**}**

**else{**

px**[** y\_match**[**y**]** **]** **=** y**;**

**if(**dfs**(**y\_match**[**y**]))** find **=** **true;**

**}**

**}**

**}**

**}**

T ans **=** 0**;**

**for(int** x**=**1**;** x**<=**n**;** x**++)** ans **+=** G**[**x**][**x\_match**[**x**]];**

**return** ans**;**

**}**

**void** dump**(**vector**<**pair**<int,int>>&** ans**){**

**for(int** i**=**1**;** i**<=**n**;** i**++)** **if(**G**[**i**][**x\_match**[**i**]]!=**0**){**

ans**.**push\_back**({**i**,** x\_match**[**i**]});**

**}**

**}**

**}**

* **EXT\_GCD**

**typedef** pair **<** LL**,** LL**>** ii**;**

ii exd\_gcd**(** LL a**,** LL b**)** **{**

**if** **(**a **%** b **==** 0**)** **return** ii**(**0**,** 1**);**

ii T **=** exd\_gcd**(**b**,** a **%** b**);**

**return** ii**(** T**.**second**,** T**.**first **-** a **/** b **\*** T**.**second**);**

**}**

LL mod\_inv**(**LL x**)** **{**

*// P is mod number, gcd(x,P) must be 1*

**return** **(**exd\_gcd**(**x**,**P**).**first**%**P**+**P**)%**P**;**

**}**

* **LUCAS**

**struct** Lucas **{**

*// P is mod number, must be prime*

LL fac**[**MAXP**+**5**],**P**;**

**void** init**(**LL \_P**)** **{**

P**=**\_P**;**

LL i**;**

fac**[**0**]** **=**1**;**

**for(**i **=**1**;** i **<=** MAXP**;** i**++)** **{**

fac**[**i**]** **=** fac**[**i**-**1**]\***i **%** P**;**

**}**

**}**

LL qpow**(**LL a**,** LL p**)** **{**

**if** **(**p**<=**0**)** **return** 1**;**

LL tmp**=**qpow**(**a**,**p**/**2**);**

**if** **(**p**&**1**)** **return** tmp**\***tmp**%**P**\***a**%**P**;**

**return** tmp**\***tmp**%**P**;**

**}**

LL C**(**LL n**,** LL k**)** **{**

**if(**k **>** n**)** **return** 0**;**

**return** fac**[**n**]\***qpow**(**fac**[**k**]\***fac**[**n**-**k**]%**P**,** P**-**2**)** **%** P**;**

**}**

LL lucas**(**LL n**,** LL k **)** **{**

**if(**k **==**0**)** **return** 1**;**

**else** **return** **(**C**(**n**%**P**,** k**%**P**)\***lucas**(**n**/**P**,** k**/**P**))%**P**;**

**}**

**};**

* **Miller Rabin**

LL mod\_mul**(**LL a**,** LL b**,** LL mod**)** **{**

*// return (\_\_int128)a\*b%mod;*

*/\* In case \_\_int128 doesn't work(32\* multi to avoid ovf) \*/*

LL x**=**0**,**y**=**a**%**mod**;**

**while(**b **>** 0**){**

**if** **(**b**&**1**)** x **=** **(**x**+**y**)%**mod**;**

y **=** **(**y**\***2**)%**mod**;**

b **>>=** 1**;**

**}**

**return** x**%**mod**;**

**}**

LL qpow**(**LL a**,** LL p**,** LL mod**)** **{**

**if** **(**p**<=**0**)** **return** 1**;**

LL temp **=** qpow**(**a**,**p**/**2**,**mod**);**

temp **=** mod\_mul**(**temp**,**temp**,**mod**);**

**if** **(**p**&**1**)** **return** mod\_mul**(**temp**,**a**,**mod**);**

**return** temp**;**

**}**

**bool** MRtest**(**LL a**,** LL d**,** LL n**)** **{**

LL x **=** qpow**(**a**,**d**,**n**);**

**if** **(**x**==**1 **||** x**==**n**-**1**)** **return** **true;**

**while** **(**d **!=** n**-**1**)** **{**

x **=** mod\_mul**(**x**,**x**,**n**);**

d **\*=** 2**;**

**if** **(**x**==**n**-**1**)** **return** **true;**

**if** **(**x**==**1**)** **return** **false;**

**}**

**return** **false;**

**}**

**bool** is\_prime**(**LL n**)** **{**

**if** **(**n**==**2**)** **return** **true;**

**if** **(**n**<**2 **||** n**%**2**==**0**)** **return** **false;**

LL table**[**7**]** **=** **{**2**,** 325**,** 9375**,** 28178**,** 450775**,** 9780504**,** 1795265022**},** d**=**n**-**1**;**

**while** **(**d**%**2 **!=** 0**)** d**>>=**1**;** *// n-1 = d \* 2^r, d is odd.*

**for** **(int** i**=**0**;** i**<**7**;** i**++)** **{**

LL a **=** table**[**i**]** **%** n**;**

**if** **(**a**==**0 **||** a**==**1 **||** a**==**n**-**1**)** **continue;**

**if** **(!**MRtest**(**a**,**d**,**n**))** **{**

**return** **false;**

**}**

**}**

**return** **true;**

**}**

* **Computational Geometry**

**const** **double** PI**=**acos**(-**1**);**

**struct** Point **{**

*// Also a vector*

**double** x**,**y**;**

Point **operator+(const** Point **&**p**)** **const** **{**

**return** **{**x**+**p**.**x**,**y**+**p**.**y**};**

**}**

Point **operator-(const** Point **&**p**)** **const** **{**

**return** **{**x**-**p**.**x**,**y**-**p**.**y**};**

**}**

Point **operator\*(double** mul**)** **const** **{**

**return** **{**x**\***mul**,**y**\***mul**};**

**}**

Point **operator/(double** mul**)** **const** **{**

**return** **{**x**/**mul**,**y**/**mul**};**

**}**

**bool** **operator==(const** Point **&**p**)** **const** **{**

**return** x**==**p**.**x**&&**y**==**p**.**y**;**

**}**

**double** cross**(const** Point **&**v**)** **const** **{**

**return** x**\***v**.**y**-**y**\***v**.**x**;**

**}**

**double** dot**(const** Point **&**v**)** **const** **{**

**return** x**\***v**.**x**+**y**\***v**.**y**;**

**}**

Point normal**()** **{** *// Normal vector*

**return** **{-**y**,**x**};**

**}**

**double** len**()** **const** **{** *// length*

**return** sqrt**(**x**\***x**+**y**\***y**);**

**}**

**double** angle**(const** Point **&**v**)** **const** **{**

*// Angle from \*this to v in [-pi,pi].*

**return** atan2**(**cross**(**v**),**dot**(**v**));**

**}**

Point rotate\_about**(double** theta**,** **const** Point **&**p**)** **const** **{**

*// Rotate this point conterclockwise by theta about p*

**double** nx**=**x**-**p**.**x**,**ny**=**y**-**p**.**y**;**

**return** **{**nx**\***cos**(**theta**)-**ny**\***sin**(**theta**)+**p**.**x**,**nx**\***sin**(**theta**)+**ny**\***cos**(**theta**)+**p**.**y**};**

**}**

**};**

**struct** Line **{**

*// Also a segment*

Point p1**,**p2**;**

**double** a**,**b**,**c**;** *// ax+by+c=0*

Line**(){}**

Line**(const** Point **&**\_p1**,** **const** Point **&**\_p2**)** **{**

p1**=**\_p1**;** p2**=**\_p2**;**

pton**();**

**}**

**void** pton**()** **{**

*// IMPORTANT if you don't use constructor.*

a**=**p1**.**y**-**p2**.**y**;**

b**=**p2**.**x**-**p1**.**x**;**

c**=-**a**\***p1**.**x**-**b**\***p1**.**y**;**

**}**

**int** relation**(const** Point **&**p**)** **{**

*// For line, 0 if point on line*

*// -1 if left, 1 if right*

Point dir**=**p2**-**p1**;**

**double** crs**=**dir**.**cross**(**p**-**p1**);**

**return** crs**==**0**?**0**:**crs**<**0**?-**1**:**1**;**

**}**

Point normal**()** **{**

Point dir**=**p2**-**p1**;**

**return** **{-**dir**.**y**,**dir**.**x**};**

**}**

**bool** on\_segment**(const** Point **&**p**)** **{**

*// Point on segment*

**return** relation**(**p**)==**0**&&(**p2**-**p**).**dot**(**p1**-**p**)<=**0**;**

**}**

**bool** parallel**(const** Line **&**l**)** **{**

*// Two line parallel*

**return** **(**p2**-**p1**).**cross**(**l**.**p2**-**l**.**p1**)==**0**;**

**}**

**bool** equal**(const** Line **&**l**)** **{**

*// Two line equal*

**return** relation**(**l**.**p1**)==**0**&&**relation**(**l**.**p2**)==**0**;**

**}**

**bool** cross\_seg**(const** Line **&**seg**)** **{**

*// Line intersect segment*

Point dir**=**p2**-**p1**;**

**return** dir**.**cross**(**seg**.**p1**-**p1**)\***dir**.**cross**(**seg**.**p2**-**p1**)<=**0**;**

**}**

**int** seg\_intersect**(const** Line **&**s**)** **const{**

*// Two segment intersect*

*// 0 -> no, 1 -> one point, -1 -> infinity*

Point dir**=**p2**-**p1**,** dir2**=**s**.**p2**-**s**.**p1**;**

**double** c1**=**dir**.**cross**(**s**.**p2**-**p1**);**

**double** c2**=**dir**.**cross**(**s**.**p1**-**p1**);**

**double** c3**=**dir2**.**cross**(**p2**-**s**.**p1**);**

**double** c4**=**dir2**.**cross**(**p1**-**s**.**p1**);**

**if** **(**c1**==**0**&&**c2**==**0**)** **{**

**if((**s**.**p2**-**p1**).**dot**(**s**.**p1**-**p1**)>**0**&&(**s**.**p2**-**p2**).**dot**(**s**.**p1**-**p2**)>**0**&&**

**(**p1**-**s**.**p1**).**dot**(**p2**-**s**.**p1**)>**0**&&(**p1**-**s**.**p2**).**dot**(**p2**-**s**.**p2**)>**0**)return** 0**;**

**if(**p1**==**s**.**p1**&&(**p2**-**p1**).**dot**(**s**.**p2**-**p1**)<=**0**)return** 1**;**

**if(**p1**==**s**.**p2**&&(**p2**-**p1**).**dot**(**s**.**p1**-**p1**)<=**0**)return** 1**;**

**if(**p2**==**s**.**p1**&&(**p1**-**p2**).**dot**(**s**.**p2**-**p2**)<=**0**)return** 1**;**

**if(**p2**==**s**.**p2**&&(**p1**-**p2**).**dot**(**s**.**p1**-**p2**)<=**0**)return** 1**;**

**return** **-**1**;**

**}else** **if(**c1**\***c2**<=**0**&&**c3**\***c4**<=**0**)return** 1**;**

**return** 0**;**

**}**

Point line\_intersection**(const** Line **&**l**)** **const{**

*// Intersection of lines*

*// pton(); l.pton();*

**double** deno**=**a**\***l**.**b**-**l**.**a**\***b**;**

**if** **(**deno**!=**0**)** **{**

**return** **{** **(**l**.**c**\***b**-**c**\***l**.**b**)/**deno**,** **(**l**.**a**\***c**-**a**\***l**.**c**)/**deno**};**

**}**

*// Reaches here means no intersection. (parallel)*

**return** **{**1234**,**4321**};**

**}**

Point seg\_intersection**(**Line **&**s**)** **const** **{**

Point dir**=**p2**-**p1**,** dir2**=**s**.**p2**-**s**.**p1**;**

*// pton(); l.pton();*

**double** c1**=**dir**.**cross**(**s**.**p2**-**p1**);**

**double** c2**=**dir**.**cross**(**s**.**p1**-**p1**);**

**double** c3**=**dir2**.**cross**(**p2**-**s**.**p1**);**

**double** c4**=**dir2**.**cross**(**p1**-**s**.**p1**);**

**if** **(**c1**==**0**&&**c2**==**0**)** **{**

**if(**p1**==**s**.**p1**&&(**p2**-**p1**).**dot**(**s**.**p2**-**p1**)<=**0**)return** p1**;**

**if(**p1**==**s**.**p2**&&(**p2**-**p1**).**dot**(**s**.**p1**-**p1**)<=**0**)return** p1**;**

**if(**p2**==**s**.**p1**&&(**p1**-**p2**).**dot**(**s**.**p2**-**p2**)<=**0**)return** p2**;**

**if(**p2**==**s**.**p2**&&(**p1**-**p2**).**dot**(**s**.**p1**-**p2**)<=**0**)return** p2**;**

**}else** **if(**c1**\***c2**<=**0**&&**c3**\***c4**<=**0**)return** line\_intersection**(**s**);**

*// Reaches here means either INF or NOT ANY*

*// Use seg\_intersect to check OuO*

**return** **{**1234**,**4321**};**

**}**

**double** dist**(const** Point **&**p**,** **bool** is\_segment**)** **const** **{**

*// Point to Line/segment*

Point dir**=**p2**-**p1**,**v**=**p**-**p1**;**

**if** **(**is\_segment**)** **{**

**if** **(**dir**.**dot**(**v**)<**0**)** **return** v**.**len**();**

**if** **((**p1**-**p2**).**dot**(**p**-**p2**)<**0**)** **return** **(**p**-**p2**).**len**();**

**}**

**double** d**=**abs**(**dir**.**cross**(**v**))/**dir**.**len**();**

**return** d**;**

**}**

**};**

**struct** Polygon **{**

vector**<**Point**>** V**;** *// Counterclockwise*

**double** area**()** **const** **{**

**double** res**=**0**;**

**for** **(int** i**=**1**;**i**+**1**<**V**.**size**();**i**++)** **{**

res**+=(**V**[**i**]-**V**[**0**]).**cross**(**V**[**i**+**1**]-**V**[**0**]);**

**}**

**return** abs**(**res**/**2.0**);**

**}**

**bool** contain**(const** Point **&**p**)** **{**

*// Point can't on side*

**int** i**,** j**,** k **=** 0**;**

**for(**i **=** 0**,** j **=** V**.**size**()-**1**;** i **<** V**.**size**();** j **=** i**++)** **{**

**if(**V**[**i**].**y **>** p**.**y **!=** V**[**j**].**y **>** p**.**y **&&**

p**.**x **<** **(**V**[**j**].**x**-**V**[**i**].**x**)\*(**p**.**y**-**V**[**i**].**y**)/(**V**[**j**].**y**-**V**[**i**].**y**)+**V**[**i**].**x**)**

k**++;**

**}**

**return** k**&**1**;**

**}**

**};**

* **Convex Hull**

**void** convex\_hull**(**vector**<**Point**>** **&**ps**,** vector<Point> **&**hull**)** **{**

*// Find convex hull of ps, store in hull*

vector**<**Point**>** **&**stk**=**hull**;**

stk**.**resize**(**ps**.**size**()+**1**);**

sort**(**ps**.**begin**(),**ps**.**end**());** *// Using x to cmp, y secondary.*

**int** t**=-**1**;** *// top*

**for** **(int** i**=**0**;**i**<**ps**.**size**();**i**++)** **{**

*// cross<-EPS -> count collinear, cross<EPS -> not*

**while** **(**t**>=**1**&&(**stk**[**t**]-**stk**[**t**-**1**]).**cross**(**ps**[**i**]-**stk**[**t**])<**EPS**)** t**--;**

stk**[++**t**]=**ps**[**i**];**

**}**

**int** low**=**t**;**

**for** **(int** i**=**ps**.**size**()-**2**;**i**>=**0**;**i**--)** **{**

*// cross<-EPS -> count collinear, cross<EPS -> not*

**while** **(**t**>**low**&&(**stk**[**t**]-**stk**[**t**-**1**]).**cross**(**ps**[**i**]-**stk**[**t**])<**EPS**)** t**--;**

stk**[++**t**]=**ps**[**i**];**

**}**

stk**.**resize**(**t**);**

**}**

* **EPS**

**const** **double** EPS**=**1e-9**;**

**struct** Double**{**

**double** d**;**

Double**(double** d**=**0**):**d**(**d**){}**

**bool** **operator** **<(const** Double **&**b**)const{return** d**-**b**.**d**<-**EPS**;}**

**bool** **operator** **>(const** Double **&**b**)const{return** d**-**b**.**d**>**EPS**;}**

**bool** **operator** **==(const** Double **&**b**)const{return** abs**(**d**-**b**.**d**)<=**EPS**;}**

**bool** **operator** **!=(const** Double **&**b**)const{return** abs**(**d**-**b**.**d**)>**EPS**;}**

**bool** **operator** **<=(const** Double **&**b**)const{return** d**-**b**.**d**<=**EPS**;}**

**bool** **operator** **>=(const** Double **&**b**)const{return** d**-**b**.**d**>=-**EPS**;}**

**operator** **double()const{return** d**;}**

**};**

* **Smallest Circle**

**struct** Circle**{**

Point x**;**

**double** r**;**

**bool** incircle**(const** Point **&**c**)const{return** **(**x**-**c**).**len**()<=**r**+**EPS**;}**

**bool** stincircle**(const** Point **&**c**)const{return** **(**x**-**c**).**len**()<**r**-**EPS**;}**

**};**

Circle TwoPointCircle**(const** Point **&**a**,** **const** Point **&**b**)** **{**

Point m**=(**a**+**b**)/**2**;**

**return** **(**Circle**){**m**,(**a**-**m**).**len**()};**

**}**

Circle outcircle**(**Point a**,** Point b**,** Point c**)** **{**

**if(**TwoPointCircle**(**a**,**b**).**incircle**(**c**))** **return** TwoPointCircle**(**a**,**b**);**

**if(**TwoPointCircle**(**b**,**c**).**incircle**(**a**))** **return** TwoPointCircle**(**b**,**c**);**

**if(**TwoPointCircle**(**c**,**a**).**incircle**(**b**))** **return** TwoPointCircle**(**c**,**a**);**

Point ret**;**

**double** a1**=**b**.**x**-**a**.**x**,** b1**=**b**.**y**-**a**.**y**,** c1**=(**a1**\***a1**+**b1**\***b1**)/**2**;**

**double** a2**=**c**.**x**-**a**.**x**,** b2**=**c**.**y**-**a**.**y**,** c2**=(**a2**\***a2**+**b2**\***b2**)/**2**;**

**double** d **=** a1**\***b2 **-** a2**\***b1**;**

ret**.**x**=**a**.**x**+(**c1**\***b2**-**c2**\***b1**)/**d**;**

ret**.**y**=**a**.**y**+(**a1**\***c2**-**a2**\***c1**)/**d**;**

**return** **(**Circle**){**ret**,(**ret**-**a**).**len**()};**

**}**

*//rand required*

Circle SmallestCircle**(**vector**<**Point**>** **&**p**){**

**int** n**=**p**.**size**();**

**if(**n**==**0**)** **return** **{{**INF**,**INF**},**0**};**

**if(**n**==**1**)** **return** **(**Circle**){**p**[**0**],**0.0**};**

**if(**n**==**2**)** **return** TwoPointCircle**(**p**[**0**],**p**[**1**]);**

random\_shuffle**(**p**.**begin**(),**p**.**end**());**

Circle c **=** **{**p**[**0**],**0.0**};**

**for(int** i**=**0**;**i**<**n**;++**i**){**

**if(**c**.**incircle**(**p**[**i**]))** **continue;**

c**=**Circle**{**p**[**i**],**0.0**};**

**for(int** j**=**0**;**j**<**i**;++**j**){**

**if(**c**.**incircle**(**p**[**j**]))** **continue;**

c**=**TwoPointCircle**(**p**[**i**],**p**[**j**]);**

**for(int** k**=**0**;**k**<**j**;++**k**){**

**if(**c**.**incircle**(**p**[**k**]))** **continue;**

c**=**outcircle**(**p**[**i**],**p**[**j**],**p**[**k**]);**

**}**

**}**

**}**

**return** c**;**

**}**

* **Gaussian elimination**

**typedef** **double** Matrix**[**maxn**][**maxn**];**

**void** guauss\_elimination**(**Matrix A**,** **int** n**){**

**int** r**;**

**for(int** i**=**0**;** i**<**n**;** i**++){**

r **=** i**;**

**for(int** j**=**i**+**1**;** j**<**n**;** j**++)**

**if(**fabs**(**A**[**j**][**i**])** **>** fabs**(**A**[**r**][**i**]))** r **=** j**;**

**if(**r**!=**i**)** **for(int** j**=**0**;** j**<=**n**;** j**++)** swap**(**A**[**r**][**i**],** A**[**i**][**j**]);**

**for(int** k**=**i**+**1**;** k**<**n**;** k**++){**

**double** f **=** A**[**k**][**i**]/**A**[**i**][**i**];**

**for(int** j**=**i**;** j**<=**n**;** j**++)** A**[**k**][**j**]** **-=** f**\***A**[**i**][**j**];**

**}**

**}**

**for(int** i**=**n**-**1**;** i**>=**0**;** i**--){**

**for(int** j**=**i**+**1**;** j**<**n**;** j**++)**

A**[**i**][**n**]** **-=** A**[**j**][**n**]** **\*** A**[**i**][**j**];**

A**[**i**][**n**]** **/=** A**[**i**][**i**];**

**}**

**}**

* **LL multiplication**

**long** **long** mul**(long** **long** a**,** **long** **long** b**)** **{**

**long** **long** ans **=** 0**,** step **=** a **%** MOD**;**

**while** **(**b**)** **{**

**if** **(**b **&** 1L**)** ans **+=** step**;**

**if** **(**ans **>=** MOD**)** ans **%=** MOD**;**

step **<<=** 1L**;**

**if** **(**step **>=** MOD**)** step **%=** MOD**;**

b **>>=** 1L**;**

**}**

**return** ans **%** MOD**;**

**}**

* **Formulas**

滿足ceil(n/i)=k之最大i:

INF, if k=1

n/(k-1)-1, else if k-1 整除 n

x/(k-1), else

滿足floor(n/i)=k之最大i: floor(n/k)

尤拉函數: phi(n)=n乘上所有(1-1/p)，對n之所有質因數p

費馬小定理: a \* a^(p-2) = 1 (mod p), a,p互質

次方同餘定理: a^k mod p = (a mod p)^(k mod p-1) p是質數

枚舉擴展歐幾里得之解:

若x0,y0為a\*x+b\*y = k之一組解，則

x=x0+t\*b/gcd(a,b), y=y0+t\*a/gcd(a,b)亦為解，t為整數

最大獨立集: 點的集合，其內點不相鄰

最小點覆蓋: 點的集合，所有邊都被覆蓋

最大匹配: 邊的集合，其內邊不共用點

最小邊覆蓋: 邊的集合，所有點都被覆蓋

最大獨立集+最小點覆蓋=V(數值)

最大匹配+最小邊覆蓋=V(數值)

最大匹配=最大流(二分圖)

最大匹配=最小點覆蓋(二分圖)

最小點覆蓋+最小邊覆蓋=V(數值，二分圖)

一矩陣A所有eigen value之合=對角線合

一矩陣A所有eigen value之積=det(A)

三角形ABC, 對邊長abc:

area=sqrt(s(s-a)(s-b)(s-b)), s=周長/2

a/sinA = b/sinB = c/sinC = 2R, R為外接圓半徑

內接圓半徑=2\*area/(a+b+c)

外接圓半徑=abc/4\*area

某些質數:

54018521, 370248451, 6643838879, 119218851371, 5600748293801

39916801, 479001599, 87178291199, 8589935681, 433494437, 2971215073