



## Hrvatska informatička olimpijada

28. travnja 2024.

### Zadaci

Zadatak	Vremensko ograničenje	Memorijsko ograničenje	Bodovi
<b>CERN</b>	4 sekunde	512 MiB	100
<b>Koreografija</b>	8 sekundi	1024 MiB	100
<b>Ministarstvo</b>	1 sekunda	1024 MiB	100
<b>Sirologija</b>	1 sekunda	1024 MiB	100
<b>Ukupno</b>			400



## Zadatak CERN

CERN je međunarodna institucija fokusirana na nuklearna istraživanja i fiziku elementarnih čestica. Sustav akceleratora čestica u CERN-u koristi se za provođenje eksperimenata koji uključuju sudaranje čestica pri velikim brzinama.

Promatramo  $N$  čestica poredanih u niz. Svaka čestica određena je svojom *vrstom*  $v_i$ , što predstavljamo prirodnim brojem između 1 i  $N$ .

U najnovijem istraživanju potrebno je provesti  $Q$  eksperimenata. U  $i$ -tom eksperimentu promatramo sve čestice od  $l_i$ -te do  $r_i$ -te u nizu ( $l_i < r_i$ ). Među promatranim česticama možemo odabrati bilo koje dvije čestice različite vrste te ih sudariti u akceleratoru, čime obje čestice bivaju uništene. Navedeni postupak sudaranja ponavljamo dok god među promatranim česticama postoje dvije čestice različite vrste. Eksperiment završava ili time što su sve promatrane čestice uništene, ili je preostao neki broj čestica iste vrste. Naravno, ovisno o tome kojim redoslijedom i koje čestice sudaramo, moguće je na kraju završiti s raznim vrstama čestica.

Budući da sudaranje čestica nije jeftino, odlučili ste da ćete eksperimente provoditi samo u teoriji. Sada vas za svaki eksperiment zanima koliko postoji vrsta čestica tako da je moguće eksperiment završiti s nekim brojem preostalih čestica te vrste.

### Ulazni podaci

U prvom su retku prirodni brojevi  $N$  i  $Q$ , redom broj čestica i broj eksperimenata.

U sljedećem je retku niz od  $N$  brojeva  $v_1, \dots, v_N$ , redom vrste čestica.

U  $i$ -tom od sljedećih  $Q$  redaka je par od dva prirodna broja  $l_i$  i  $r_i$  ( $1 \leq l_i < r_i \leq N$ ) koji predstavljaju promatrani interval čestica u  $i$ -tom eksperimentu.

### Izlazni podaci

Za svaki od  $Q$  eksperimenata u zasebni redak ispišite traženi broj vrsta čestica s kojima je moguće završiti eksperiment.

### Bodovanje

U svim podzadacima vrijedi  $2 \leq N \leq 500\,000$  i  $1 \leq Q \leq 500\,000$ .

Podzadatak	Broj bodova	Ograničenja
1	13	Vrijedi $v_i \leq 10$ za svaki $i = 1, \dots, N$ .
2	19	Postoje najviše dvije čestice svake vrste.
3	17	$N, Q \leq 2000$
4	19	$N, Q \leq 100\,000$
5	32	Nema dodatnih ograničenja.



## Probni primjeri

### ulaz

```
11 5
2 4 2 3 4 4 3 1 4 4 4
1 4
2 8
6 9
8 10
8 11
```

### izlaz

```
1
4
1
1
1
```

### Pojašnjenje probnog primjera:

U prvom eksperimentu možemo sudariti čestice vrsta 3 i 4, čime preostaju dvije čestice vrste 2. Ne postoji način da na kraju preostane neka druga vrsta čestica.

U drugom eksperimentu moguće je za svaku vrstu čestica postići da na kraju preostani neki broj čestica te vrste.

U četvrtom i petom eksperimentu će neovisno o odabiru sudara na kraju preostati neki broj čestica vrste 4.



## Zadatak Koreografija

Jura: *I Tvrtko, kakva je jučer bila predstava?*

Tvrtko: *Bilo je super. Najbolji je dio bio kada se 1000 plesača poredalo redom s lijeva na desno i krenulo izvoditi koreografiju. Svaki od njih je na kostimu imao zapisan broj između 1 i 1000, te su svi ti brojevi bili različiti. No moram priznati, kada sam ih promatrao tamo u redu, njihov poredak mi se nije dopao.*

Jura: *Kako to misliš?*

Tvrtko: *Promatrao sam neki uzastopni interval plesača u redu te prebrojao koliko postoji parova plesača takvih da je plesač na manjoj poziciji imao veći broj od plesača na većoj poziciji. Svida mi se kad je broj takvih parova neparan broj.*

Jura: *Joj Tvrtko, moraš sagledati cijelu sliku. Budem ja procijenio. Nego, reci mi, kako su išli njihovi brojevi redom?*

Tvrtko: *Hm... To sam već zaboravio. No mogu ti reći za svaki uzastopni interval plesača je li mi se svidao ili ne.*

Jura: *Tako dakle. Ne preostaje nam drugo nego da na temelju toga pokušamo odrediti njihove brojeve.*

## Interakcija

Ovo je interaktivni zadatak. Vaš program treba uspostaviti dijalog s programom izrađenim od strane organizatora koji odgovara na postavljene upite.

Vaš program može slati upite pisanjem na standardni izlaz. Svaki upit treba biti ispisan u zaseban redak te poprimati oblik “?  $a$   $b$ ”, gdje su  $a$  i  $b$  prirodni brojevi za koje vrijedi  $1 \leq a \leq b \leq 1000$ . Brojevi  $a$  i  $b$  predstavljaju pozicije plesača koje određuju promatrani interval.

Nakon svakog ispisanog upita, vaš program treba napraviti *flush* izlaza te sa standardnog ulaza pročitati *odgovor* na upit – broj iz skupa  $\{0, 1\}$  koji predstavlja Tvrtkovo mišljenje o navedenom intervalu. Broj 1 označava da se Tvrtku taj interval svidao, a 0 da nije.

**Vaš program smije poslati najviše 500 000 ovakvih upita.**

Kada je vaš program rekonstruirao brojeve na kostimima plesača, treba na standardni izlaz u zaseban redak ispisati znak ! te zatim ispisati traženi niz brojeva kako se pojavljuju redom s lijeva na desno.

Nakon toga, vaš program ponovno treba napraviti *flush* izlaza i završiti izvođenje.

## Bodovanje

Neka je  $Q$  najveći broj upita koje je postavio vaš program u svim test primjerima.

Ukoliko je  $Q > 500\,000$ , vaš program će osvojiti 0 bodova.

Inače, broj bodova koji će vaš program ostvariti računa se na temelju sljedeće tablice:

Raspon	Broj bodova
$40\,000 \leq Q \leq 500\,000$	$30 + 70 \cdot \frac{1/Q - 1/500\,000}{1/40\,000 - 1/500\,000}$
$Q \leq 40\,000$	100



## Primjer interakcije

Iako će u zadatku broj plesača uvijek iznositi 1000, radi ilustracije navodimo primjer interakcije kada bi broj plesača iznosio 4.

Pretpostavimo da brojevi na kostimima plesača idu redom 2 1 4 3.

Izlaz	Ulaz	Napomena
? 1 2	1	Tvrtko je prebrojao jedan par.
? 1 3	1	Tvrtko je prebrojao jedan par.
? 1 4	0	Tvrtko je prebrojao dva para.
? 2 3	0	Tvrtko je prebrojao nula parova.
? 2 4	1	Tvrtko je prebrojao jedan par.
? 3 4	1	Tvrtko je prebrojao jedan par.
!		Brojevi su otkriveni, ispisuju se redom.
2 1 4 3		



## Zadatak **Ministarstvo**

Pero se nakon uspješne karijere u stranci koju nećemo imenovati, zaposlio u Ministarstvu turizma. Pero nadgleda mrežu od  $N$  gradova, označenih brojevima od 1 do  $N$ , gdje između svaka dva grada postoji točno jedna jednosmjerna cesta. Kako bi povećao prihode, odlučio je uvesti dozvole za prometovanje. Pero bi najradije uveo posebnu dozvolu za svaku cestu, no to bi alarmiralo njegove nadređene. Stoga, uvest će  $K$  različitih dozvola, označenih od 1 do  $K$ , te će za prolazak svakom cestom biti potrebno posjedovanje točno određene dozvole.

Kako bi ipak osigurao pozamašne prihode, Pero će se zadovoljiti sa sljedećim svojstvom.

- Za svaki grad  $v$  postoji neki grad  $u$ , tako da iz grada  $v$  nije moguće doći do grada  $u$  posjedovanjem samo jedne dozvole.

Pero vas moli da mu pomognete, te da odredite najmanji  $K$  takav da postoji pridruživanje dozvola s traženim svojstvom te neko takvo pridruživanje! Ako ne postoji takvo pridruživanje, ispišite  $-1$ .

### Ulazni podaci

U prvom je retku prirodan broj  $N$ .

U  $i$ -tom od sljedećih  $N$  redaka nalazi se  $N$  brojeva  $a_{i,j}$  gdje je  $a_{i,j} = 1$  ako postoji cesta iz grada  $i$  u grad  $j$ . Primijetite da je  $a_{i,i} = 0$  te da je za  $i \neq j$  točno jedan od brojeva  $a_{i,j}$  te  $a_{j,i}$  različit od nula.

### Izlazni podaci

Ako ne postoji pridruživanje s traženim svojstvom u prvi i jedini redak ispišite  $-1$ .

Inače, u prvi redak ispišite minimalan prirodan broj  $K$ .

U sljedećih  $N$  redaka ispišite opis pridruživanja.

U  $i$ -tom retku ispišite  $N$  brojeva  $b_{i,j}$  gdje ako je  $a_{i,j} = 0$  tada je  $b_{i,j} = 0$ , a u suprotnom  $1 \leq b_{i,j} \leq K$  označava koja je dozvola potrebna za prometovanje tom cestom.

### Bodovanje

U svim podzadacima vrijedi  $2 \leq N \leq 1000$ . U svakom podzadatku, 15% bodova donosi samo odlučivanje je li takvo pridruživanje postoji ili ne. Za te bodove potrebno je, ako niste ispisali  $-1$ , ispisati nekakvo pridruživanje, ali ono ne mora zadovoljavati Perino traženo svojstvo.

Podzadatak	Broj bodova	Ograničenja
1	20	$N \leq 5$
2	80	Nema dodatnih ograničenja.



## Probni primjeri

ulaz

```
3
0 1 0
0 0 1
1 0 0
```

izlaz

```
3
0 1 0
0 0 2
3 0 0
```

ulaz

```
3
0 1 1
0 0 1
0 0 0
```

izlaz

```
-1
```

ulaz

```
4
0 1 0 1
0 0 1 1
1 0 0 0
0 0 1 0
```

izlaz

```
3
0 1 0 1
0 0 2 3
3 0 0 0
0 0 2 0
```

### Pojašnjenje trećeg probnog primjera:

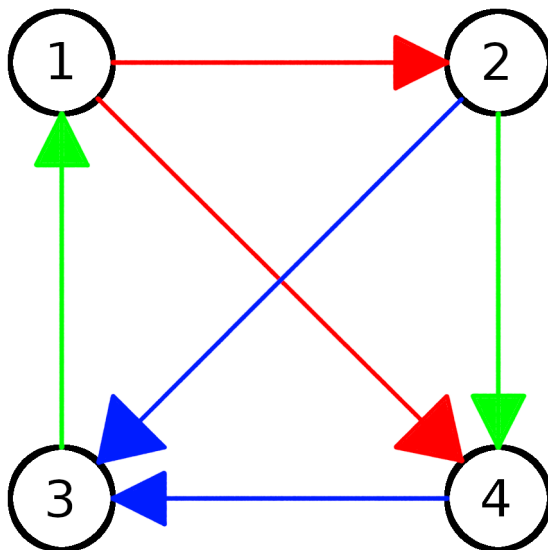
Ceste za koje je potrebna prva dozvola su označene crvenom bojom, druga dozvola plavom i treća dozvola zelenom.

Iz grada 1 nije moguće doći do grada 3 koristeći samo jednu dozvolu.

Iz grada 2 nije moguće doći do grada 1 koristeći samo jednu dozvolu.

Iz grada 3 nije moguće doći do grada 2 koristeći samo jednu dozvolu.

Iz grada 4 nije moguće doći do grada 1 koristeći samo jednu dozvolu.





## Zadatak Sirologija

Vi ste mrav, i to ne običan mrav već mrav opsjednut sirologijom!

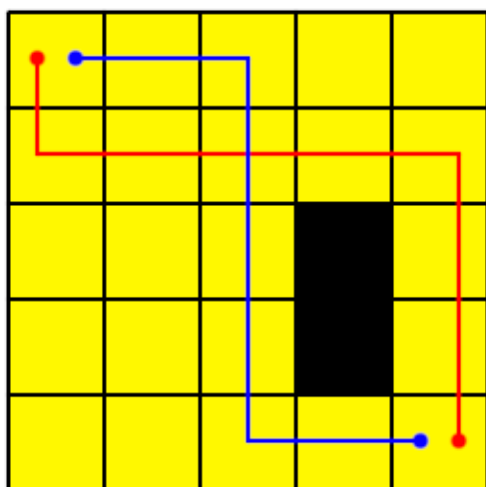
Otkrili ste novu krišku sira u kuhinji, te želite poslati što više svojih podanika kako bi istražili sir. Sir možemo zamisliti kao tablicu s  $N$  redaka i  $M$  stupaca gdje su redci označeni brojevima od 1 do  $N$  odozgo prema dolje i stupci označeni brojevima od 1 do  $M$  s lijeva prema desno. Neka polja sadrže rupe, dok su ostala sir. Polje u  $r$ -tom retku i  $s$ -tom stupcu označavat ćemo kao  $(r, s)$ . U gornjem lijevom polju i donjem desnom polju će se sigurno nalaziti sir.

Označimo broj podanika s  $K$ . Vaši podanici započet će svoju istragu u gornjem lijevom polju te ga završiti u donjem desnom polju. Mogu se kretati samo u smjerovima dolje i desno. Dodatno, njihovi putevi se ne smiju "sjeći" tj. možemo im dodijeliti oznake od 1 do  $K$  tako da ne postoji polje iz kojega je podanik s manjom oznakom izašao prema desno, a podanik s većom oznakom prema dolje.

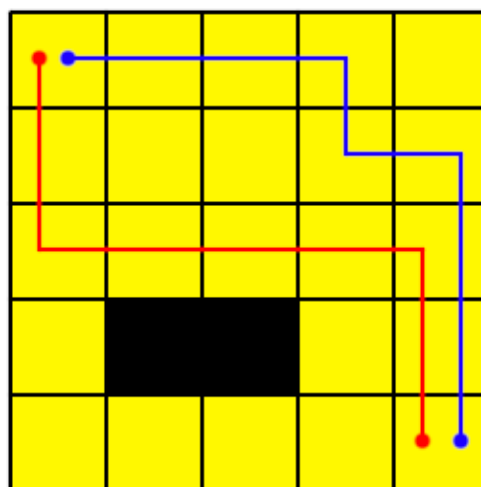
Također, htjeli biste da su ti putevi ipak u nekom smislu "različiti", tj. da za svaka dva podanika postoji polje  $(r, s)$  u kojem se nalazi rupa, tako da se jedan od njih u nekom trenutku nalazio u stupcu  $s$  te retku  $s$  oznakom manjom od  $r$ , a drugi u nekom trenutku (ne nužno istom) nalazio u stupcu  $s$  te retku  $s$  oznakom većom od  $r$ . Neformalno, svaka dva podanika su neku rupu obišli s različitih strana.

Ispišite najveći  $K$  takav da postoji odabir putanja podanika koje zadovoljavaju tražene uvjete.

Neki primjeri puteva koji ne zadovoljavaju uvjete:



(a) Loš odabir puteva - sijeku se



(b) Loš odabir puteva - obilaze rupu s iste strane

### Ulazni podaci

U prvom su retku prirodni brojevi  $N$ ,  $M$ .

U sljedećih  $N$  redaka nalaze se opisi redaka tablice. U  $i$ -tom se retku nalazi  $M$  znakova gdje  $.$  označava sir dok  $\#$  označava polje koje sadrži rupu.

### Izlazni podaci

U jedini redak ispišite najveću moguću vrijednost broja  $K$ .





## Bodovanje

U svim podzadacima vrijedi  $2 \leq N, M \leq 2000$ .

Podzadatak	Broj bodova	Ograničenja
1	15	Sve rupe nalaze se u istom retku.
2	18	$N, M \leq 10$
3	16	$N, M \leq 50$ , ne postoji rupa u prvom ili zadnjem retku te prvom ili zadnjem stupcu.
4	18	$N, M \leq 50$
5	16	$N, M \leq 2000$ , ne postoji rupa u prvom ili zadnjem retku te prvom ili zadnjem stupcu.
6	17	Nema dodatnih ograničenja.

## Probni primjeri

ulaz

```
5 5
.....
.#...
.....
...#.
.....
```

izlaz

3

ulaz

```
5 5
....#
....#
.....
.....
#....
```

izlaz

1

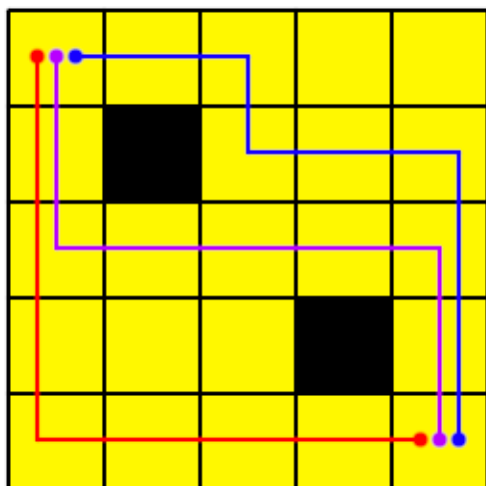
ulaz

```
3 2
.#
#.
..
```

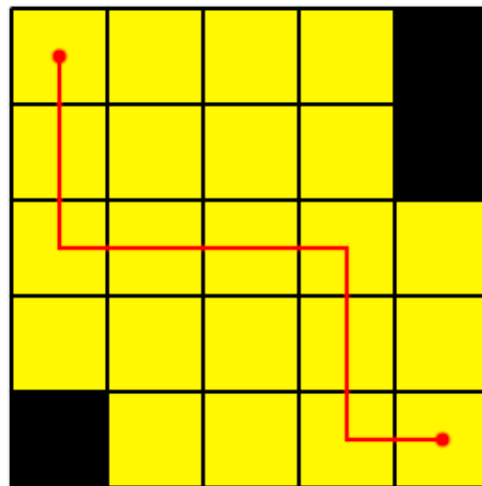
izlaz

0

Pojašnjenje probnih primjera:



(a) Primjer odabira puteva prvog primjera



(b) Primjer odabira puteva drugog primjera