

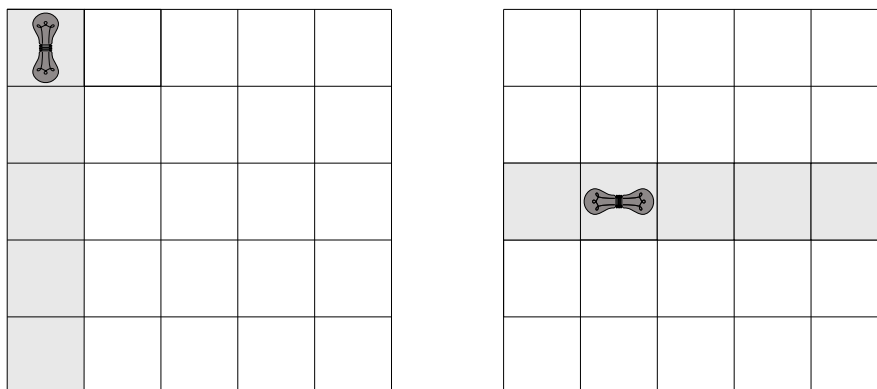
## C. Žarulje

Ime zadatka	lightbulbs
Vremensko ograničenje	4 sekunde
Memorijsko ograničenje	1 gigabajt

Maša se ufurala u to da je CEO jedne tvrtke, pa je odlučila osnovati još jednu i tamo također biti CEO. Ubrzo nakon osnivanja svoje tvrtke za žarulje u Eindhovenu 2024. godine, Maša je došla do velikog otkrića: žarulja koje osvjetljavaju beskonačnu svjetlosnu zraku u vodoravnom ili okomitom smjeru. Ovim novim otkrićem ona želi revolucionirati dizajn interijera modernih domova.

Sa svojom prijateljicom Ivom, naravno nakon što ju je Iva odvela na sladoled, planira složenu instalaciju tako što postavljaju  $N^2$  lampi u mrežu  $N \times N$  u jednoj sobi. Žele osvjetliti cijelu sobu sa što manje uključenih lampi kako bi uštedile električnu energiju. Svaka lampa je ili vodoravna, što znači da osvjetljava sve kvadrate u svom redu, ili okomita, što znači da osvjetljava sve kvadrate u svom stupcu.

Donja slika prikazuje primjer okomite (lijevo) i vodoravne (desno) svjetiljke.



Nažalost, nisu obratile pažnju prilikom postavljanja lampi i ne sjećaju se koje lampe svijetle vodoravno, a koje okomito. Umjesto toga, provode eksperimente kako bi otkrili koje lampe koristiti za osvjetljavanje cijele sobe. Iva ostaje u sobi sa lampama, dok Maša upravlja prekidačima iz druge sobe.

U svakom eksperimentu, Maša pali ili gasi svaku lampu, a Iva izvješćuje koliko je kvadrata ukupno osvjetljeno; kvadrat koji je osvjetljen dvjema ili više odvojenih lampi broji se samo jednom. Nije

važno koliko je lampi upaljeno tijekom pokusa, ali one su u žurbi i idealno je da se provodi što manje pokusa.

Pomozite im pronaći raspored lampi koji će osvijetliti cijelu prostoriju i koristiti najmanje lampi. Mogu provoditi eksperimente najviše 2000 puta. Međutim, dobit ćete više bodova ako koriste manje eksperimenata.

## Interakcija

Ovo je interaktivan problem.

- Vaš program bi trebao započeti čitanjem retka s cijelim brojem  $N$ , visina i širina mreže.
- Zatim bi vaš program trebao komunicirati s ocjenjivačem. Da biste proveli eksperiment, prvo trebate ispisati redak s upitnikom "?". U sljedećih  $N$  redaka ispišite  $N \times N$  mrežu specificirajući koje su lampe upaljene. Točnije, u svakom od ovih redaka ispišite niz duljine  $N$  koji se sastoji od 0 (isključeno) i 1 (uključeno). Zatim bi vaš program trebao učitati jedan cijeli broj  $\ell$  ( $0 \leq \ell \leq N^2$ ), broj kvadrata u mreži koji su osvijetljeni uključivanjem navedenih lampi.
- Kada želite odgovoriti, ispišite redak s uskličnikom "!", iza kojeg slijede  $N$  redaka u kojima je prikazana mreža u istom formatu kao gore. Da bi vaš odgovor bio prihvaćen, **lampe moraju osvijetliti cijelu mrežu, a broj upaljenih lampi mora biti najmanji mogući.**

Nakon toga bi vaš program trebao završiti.

Ocjenjivač je neprilagodljiv, što znači da se mreža svjetiljki određuje prije početka interakcije.

Provjerite jeste li ispraznili (flushali) standardni izlaz nakon izvođenja svakog eksperimenta; inače bi vaš program mogao biti ocijenjen kao "Time Limit Exceeded". U Pythonu se to događa automatski sve dok koristite `input()` za čitanje redaka. U C++, `cout << endl;` isto to radi automatski uz ispis novog retka; ako koristite `printf`, upotrijebite `fflush(stdout)`.

## Ograničenja i bodovanje

- $3 \leq N \leq 100$ .
- Možete provesti najviše 2000 eksperimenata (ispis konačnog odgovora ne računa se kao eksperiment). Ako prekoračite ovo, dobit ćete presudu "Wrong Answer".

Vaše rješenje bit će testirano na nizu testnih grupa, gdje svaka nosi nekoliko bodova. Svaka testna grupa sastoji se od niza testnih primjera. Da bi dobili bodove za testnu grupu trebate riješiti sve testne primjere koji pripadaju toj testnoj grupi.

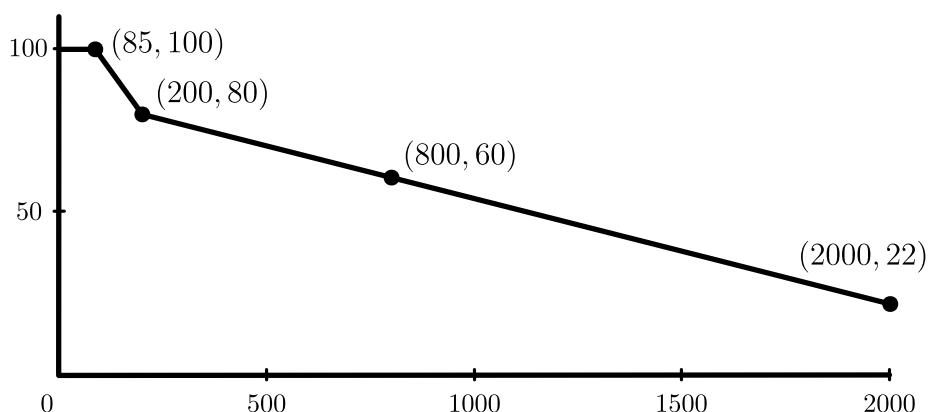
Grupa	Bodovi	Ograničenja
1	11	$N = 3$
2	11	$N \leq 10$
3	up to 78	Nema daljnjih ograničenja.

U zadnjoj test grupi, vaš **rezultat ovisi o broju eksperimenata koje provedete**, i računat će se prema sljedećoj formuli:

$$\text{score} = \begin{cases} (2000 - Q) \cdot 29/900 & \text{if } 200 \leq Q \leq 2000, \\ 58 + (200 - Q) \cdot 4/23 & \text{if } 85 \leq Q \leq 200, \\ 78 & \text{if } Q \leq 85, \end{cases}$$

gdje je  $Q$  maksimalni broj eksperimenata korištenih na bilo kojem testnom slučaju. Rezultat će biti zaokružen na najbliži cijeli broj.

Grafikon u nastavku prikazuje broj bodova, kao funkciju  $Q$ , koje će vaš program dobiti ako riješi sve testne grupe. Da biste dobili puni rezultat od 100 bodova za ovaj problem, morate riješiti svaki test koristeći najviše 85 eksperimenata.



## Testni alat

Kako bismo olakšali testiranje vašeg rješenja, nudimo jednostavan alat koji možete preuzeti. Pogledajte "attachments" na dnu Kattisove stranice s zadacima. Alat je neobavezan za korištenje. Imajte na umu da se službeni program ocjenjivača na Kattisu razlikuje od alata za testiranje.

Da biste koristili alat, izradite ulaznu datoteku, kao što je "sample1.in", koja bi trebala započeti s brojem  $N$  nakon čega slijede  $N$  redaka koji određuju mrežu, gdje  $\vee$  znači da lampa osvjetljava svoj stupac, a  $\text{H}$  znači da osvjetljava svoj red. Na primjer:

5  
VVHVH  
HVHHV  
VHHVV  
HHHVH  
HHVVV

Za Python programe, recimo `solution.py` (uobičajeno pokrećemo sa `pypy3 solution.py`):

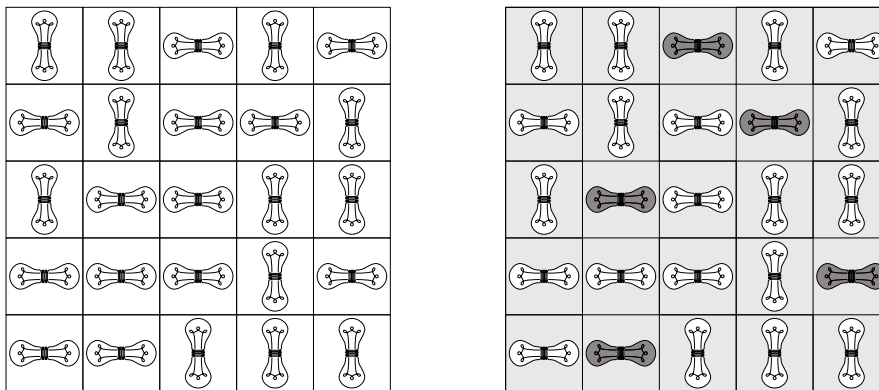
```
python3 testing_tool.py pypy3 solution.py < sample1.in
```

Za C++ programe, prvo ih kompajlirajte (npr. s `g++ -g -O2 -std=gnu++20 -static solution.cpp -o solution.out`) i onda pokrenite:

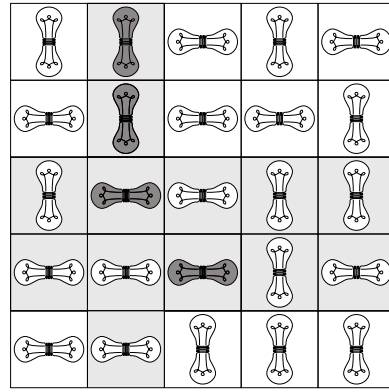
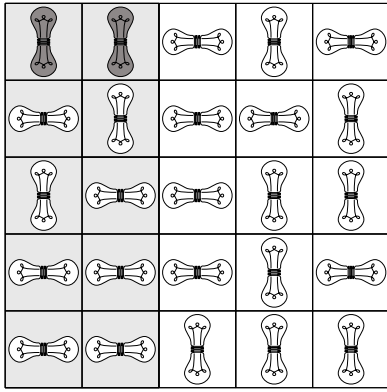
```
python3 testing_tool.py ./solution.out < sample1.in
```

## Primjer

U primjeru interakcije, program počinje čitanjem veličine mreže  $N = 5$ . Sljedeća slika prikazuje skrivenu mrežu (koju program ne zna) i jedan od mnogih mogućih odgovora, koristeći pet lampi za osvjetljavanje cijele mreže. Označene lampe su upaljene, a tamniji kvadratići osvijetljeni.



Program izvodi dva eksperimenta kao što je prikazano u nastavku. U prvom eksperimentu, ukupno 10 kvadrata je osvijetljeno pomoću dvije okomite lampe u gornjem lijevom kutu. Drugi eksperiment osvjetljava ukupno 13 kvadrata. Na kraju, program ispisuje svoj odgovor (ilustrirano gore) i završava.



izlaz ocjenjivača	vaš izlaz
5	
	? 11000 00000 00000 00000 00000
10	
	? 01000 01000 01000 00100 00000
13	
	! 00100 00010 01000 00001 01000