

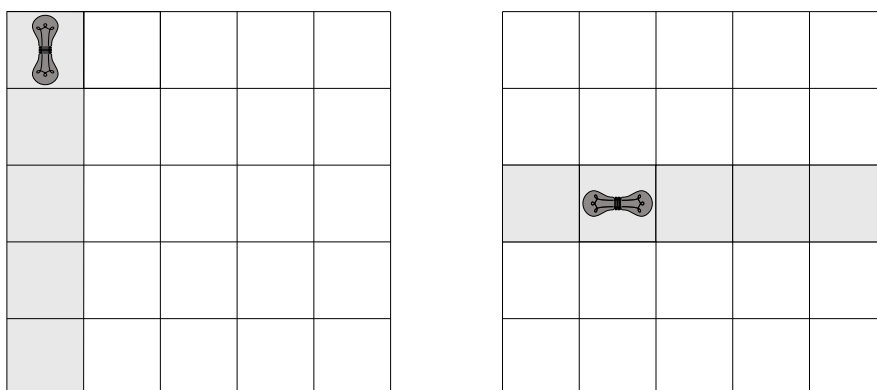
C. Light Bulbs

Problem Name	lightbulbs
Time Limit	4 seconds
Memory Limit	1 gigabyte

Kort nadat hij in 1891 zijn Eindhovense lampenfabriek was begonnen, deed Frederik Philips een geweldige uitvinding: lampen die een oneindige lichtstraal uitzenden, in horizontale of verticale richting. Met deze uitvinding wil hij de manier waarop moderne huizen worden ingericht revolutionair veranderen.

Hij ontwerpt een ingewikkelde installatie met zijn zoon, Gerard. Ze plaatsen N^2 lampen in een $N \times N$ grid in een kamer. Ze willen de hele kamer verlichten. Om elektriciteit te besparen willen ze dat daarbij zo weinig mogelijk lampen aan zijn. Elke lamp is óf verticaal, wat betekent dat de lamp alle cellen in dezelfde kolom verlicht óf horizontaal, wat betekent dat de lamp alle cellen op dezelfde rij verlicht.

De onderstaande illustratie toont een voorbeeld van een verticale (links) en een horizontale (rechts) lamp.



Helaas hebben ze bij het plaatsen van de lampen niet goed opgelet, en ze herinneren zich niet welke lampen horizontaal of verticaal zijn. Ze stellen daarom experimenteel vast welke lampen ze moeten gebruiken om de hele kamer te verlichten. Gerard blijft in de ruimte met de lampen, terwijl Frederik vanuit een andere kamer de lichtknopjes bedient.

In elk experiment zet Frederik elke lamp aan of uit en Gerard meldt hoeveel cellen in totaal verlicht zijn. Een cel die verlicht wordt door twee of meer lampen telt maar één keer mee. Het maakt niet

uit hoeveel lampen worden aangezet, maar ze hebben haast, en willen zo weinig mogelijk experimenten uitvoeren.

Help ze een selectie van lampen te vinden die de hele kamer verlicht en zo weinig mogelijk lampen gebruikt. Ze kunnen maximaal 2000 experimenten uitvoeren, maar je krijgt een hogere score als ze minder experimenten gebruiken.

Interaction

Dit is een interactief probleem.

- Je programma moet eerst een regel inlezen waarop een geheel getal N staat, de hoogte en breedte van het grid.
- Je programma moet vervolgens interactie hebben met de grader. Om een experiment te doen, moet je eerst een regel uitvoeren waarop een vraagteken staat, "?". Op de volgende N regels moet je een $N \times N$ grid gevuld met 0-en and 1-en schrijven, waarmee je aangeeft welke lampen uit (0) zijn, en welke aan (1). Vervolgens moet je programma één enkel geheel getal ℓ inlezen, waarbij geldt dat $0 \leq \ell \leq N^2$, het aantal cellen dat verlicht wordt als de lampen worden aangezet op de manier die je hebt voorgeschreven.
- Om een antwoord te geven, moet je een regel uitvoeren met een uitroepteken, "!", gevolgd door N regels die het grid beschrijven op dezelfde manier als hiervoor. Je antwoord wordt geaccepteerd als **de lampen het hele grid verlichten en het aantal lampen dat aan is zo laag mogelijk is.** .

Daarna moet je programma stoppen.

De grader is niet adaptief, dat wil zeggen: de plaatsing van de lampen wordt vastgelegd voor het begin van de interactie.

Let op dat je standard output flusht na elk experiment waarvoor je opdracht geeft; anders kan je programma beoordeeld worden als "Time Limit Exceeded". In Python gebeurt dit automatisch als je `input()` gebruikt om regels te lezen. In C++ zorgt `cout << endl;` voor een nieuwe regel én flusht. Als je `printf` gebruikt, werkt `fflush(stdout)`.

Constraints and Scoring

- $3 \leq N \leq 100$.
- Je kunt opdracht geven voor maximaal 2000 experimenten (Je uiteindelijke antwoord uitvoeren telt niet als een experiment). Als je deze grens overschrijdt, krijg je als beoordeling "Wrong Answer".

Je oplossing wordt getest met een aantal testgroepen, die elk een aantal punten waard zijn. Elke testgroep bevat een aantal test case. Om de punten te krijgen voor een testgroep moet je alle test cases in de testgroep oplossen.

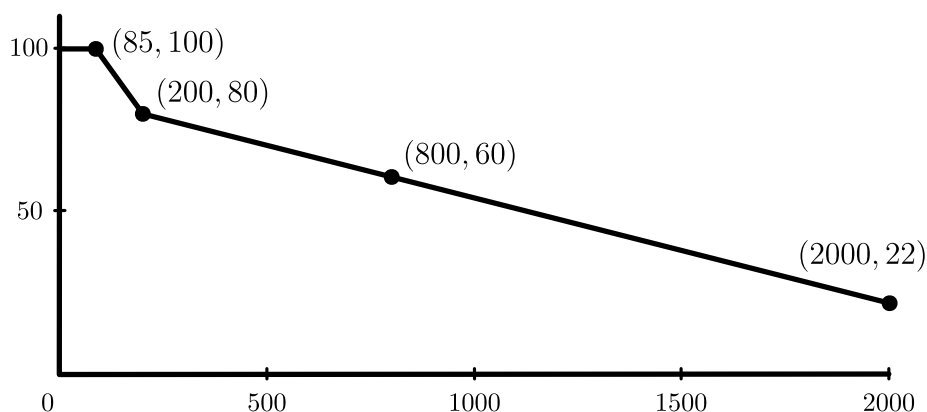
Group	Score	Limits
1	11	$N = 3$
2	11	$N \leq 10$
3	tot 78	Geen aanvullende voorwaarden

In de laatste testgroep **hangt je score af van het aantal experimenten dat je doet**, volgens deze formule:

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

waarin Q het maximale aantal experimenten is dat je gebruikt voor bij de test cases in de groep. De score wordt naar beneden afgerond op een geheel getal.

De figuur hieronder laat het aantal punten zien, als een functie van Q , dat je programma krijgt als het alle test cases oplost. Om 100 punten te halen voor dit probleem moet je elke test case oplossen met maximaal 85 experimenten.



Testing Tool

Om het makkelijker te maken je programma te testen, is er een simpele tool beschikbaar die je kunt downloaden. Zie "attachments" onderaan de Kattis probleempagina. Gebruik van de tool is niet verplicht. Let op dat de officiële grader op Kattis anders is dan de testing tool.

Om de tool te gebruiken, moet je een invoer file maken, bijvoorbeeld "sample1.in", die moet beginnen met een getal N gevolgd door N regels die het grid beschrijven, en waarin \vee betekent dat de lamp zijn kolom verlicht en H betekent dat de lamp zijn rij verlicht. Bijvoorbeeld:

```
5
VVHVV
HVHHV
VHHVV
HHHVH
HHVVV
```

Voor een Python programma, bijvoorbeeld `solution.py` (wat je normaal zou runnen als `pypy3 solution.py`):

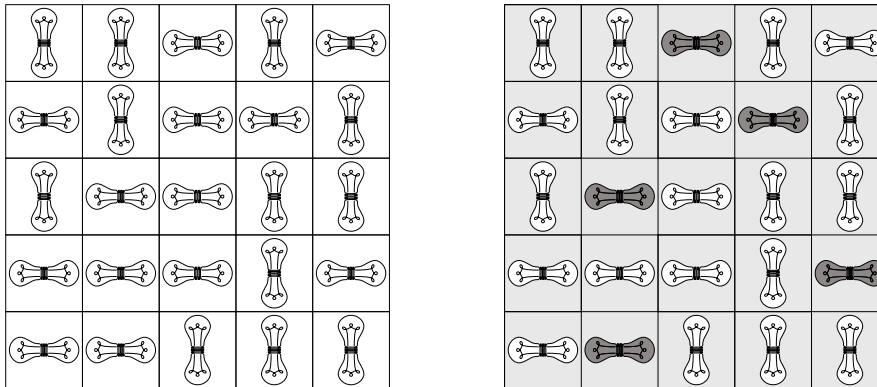
```
python3 testing_tool.py pypy3 solution.py < sample1.in
```

Voor een C++ programma, compileer eerst, (e.g. with `g++ -g -O2 -std=gnu++20 -static solution.cpp -o solution.out`) en run dan:

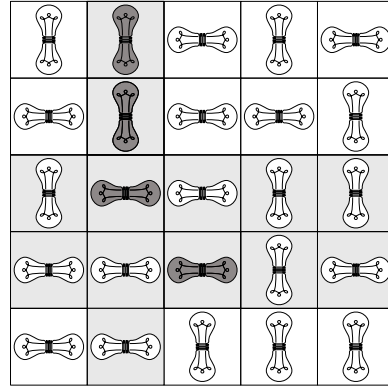
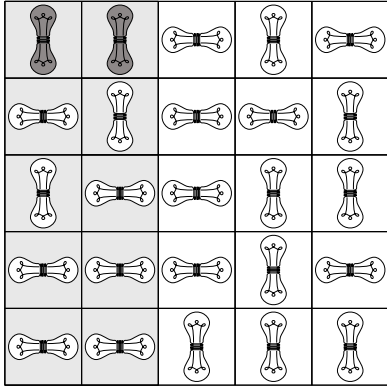
```
python3 testing_tool.py ./solution.out < sample1.in
```

Example

In de voorbeeld interactie begint het programma met inlezen van de maat van het grid, $N = 5$. De figuur hieronder laat het verborgen grid zien, (dat het programma niet kent) en één van vele mogelijke antwoorden, waarbij vijf lampen gebruikt worden om het hele grid te verlichten. De gemarkeerde lampen zijn aan; de donkere cellen zijn verlicht.



Het programma voert om te beginnen twee experimenten uit, die hieronder geïllustreerd zijn. In het eerste experiment zijn in totaal 10 cellen verlicht, waarbij de twee verticale lampen in de linkerbovenhoek gebruikt zijn. In het tweede experiment zijn in totaal 13 cellen verlicht. Na nog meer experimenten schrijft het programma uiteindelijk een antwoord (zie boven) en stopt.



grader output	jouw output
5	
	? 11000 00000 00000 00000 00000
10	
	? 01000 01000 01000 00100 00000
13	
	! 00100 00010 01000 00001 01000