

## B. Mørk berg- og dalbane

Oppgavenavn	Dark Ride
Tidsbegrensning	1 sekund
Minnebegrensning	1 gigabyte

Erika fikk nylig sommerjobb i fornøylesparken Phantasialand i nærheten av Bonn. Hun ble ansatt for å kontrollere lysene i rommene som en berg- og dalbane kjører gjennom.

Turen går gjennom  $N$  rom, nummerert fra 0 til  $N - 1$ . Rommene kjøres gjennom i rekkefølge, fra rom 0 til rom  $N - 1$ . Lysene i rommene styres av  $N$  brytere (også nummerert fra 0 til  $N - 1$ ), én for hvert rom. Bryter  $s$  (der  $0 \leq s < N$ ) styrer lyset i rommet  $p_s$ .

Erikas sjef har bedt henne om å slå på lysene i det første og siste rommet og slå av alle de andre. Det høres enkelt ut, ikke sant? Hun trenger bare å slå på de to bryterne  $A$  og  $B$  slik at  $p_A = 0$  og  $p_B = N - 1$  (eller  $p_B = 0$  og  $p_A = N - 1$ ). Dessverre fulgte ikke Erika helt med da sjefen hennes beskrev kontrollene, og **hun husker ikke tabellen  $p$ , det vil si hvilken bryter som styrer hvilket rom.**

Erika må løse dette før sjefen hennes legger merke til det. Ved starten av hver kjøretur slår Erika av alle lysene og kan deretter slå på en delmengde av bryterne. Når vogna går fra rom til rom, hver gang den går fra et opplyst rom til et mørkt rom eller omvendt, vil Erika høre passasjerene skrike av begeistring. Vognas hastighet kan variere, så Erika kan ikke direkte høre hvilke rom som er opplyst, men hun vil i det minste høre antall skrik. Det vil si at hun får vite hvor mange ganger vogna går fra et opplyst til et mørkt rom, eller et mørkt til et opplyst rom.

Kan du hjelpe Erika med å finne ut hvilke to brytere som styrer lysene i det første og siste rommet før sjefen hennes legger merke til det? Du kan bruke maksimalt 30 kjøreturer.

## Interaksjon

Dette er en interaktiv oppgave.

- Programmet ditt skal starte med å lese en linje med et heltall  $N$ : antall rom i den mørke berg- og dalbanen.
- Deretter skal programmet ditt samhandle med testeren (engelsk: *the grader*). For å starte en tur, skriver du ut en linje som begynner med et spørsmålstegn «?», og deretter en streng

med lengde  $N$  bestående av 0 's (slått av) og 1 's (slått på), som indikerer hvordan du har satt de  $N$  bryterne. Deretter skal programmet ditt lese ett enkelt heltall  $\ell$  ( $0 \leq \ell < N$ ), antall ganger Erika hører passasjerene skrike.

- Når du vil svare, skriver du en linje med et utropstegn «!», etterfulgt av to heltall  $A$  og  $B$  ( $0 \leq A, B < N$ ). For at svaret ditt skal bli akseptert, må disse være indeksene til bryterne som styrer de to enderommene, i hvilken som helst rekkefølge. Etter dette skal programmet ditt avslutte.

Vurderingen er ikke-adaptiv, som betyr at den skjulte tabellen  $p$  bestemmes før interaksjonen begynner.

Sørg for å flushe standard output etter hver gang du oppgir en turs belysning, ellers kan programmet bli bedømt som Time Limit Exceeded. I Python skjer dette automatisk så lenge du bruker `input()` til å lese linjer. I C++ vil `cout << endl;` flushe standard output i tillegg til å skrive ut en ny linje. Hvis du bruker `printf`, bruk `fflush(stdout)`.

## Begrensninger og poengsum

- $3 \leq N \leq 30\,000$ .
- Du kan maksimalt bruke 30 turer (å skrive ut det endelige svaret teller ikke som en tur). Hvis du overskrider denne grensen, får du bedømmelsen «Wrong Answer».

Løsningen din vil bli testet på et sett med testgrupper, som hver er verdt et antall poeng. Hver testgruppe inneholder et sett med tester. For å få poengene for en testgruppe må du løse alle testene i testgruppen.

Gruppe	Poengsum	Begrensninger
1	9	$N = 3$
2	15	$N \leq 30$
3	17	$p_0 = 0$ , dvs. bryteren 0 styrer rommet 0
4	16	$N$ er partall, med bryteren for ett av enderommene i første halvdel ( $0 \leq a < \frac{N}{2}$ ) og den andre bryteren i andre halvdel ( $\frac{N}{2} \leq b < N$ )
5	14	$N \leq 1000$
6	29	Ingen ytterligere begrensninger

## Testverktøy

For å forenkle testingen av løsningen din har vi gitt deg et enkelt verktøy som du kan laste ned. Se «vedlegg» nederst på Kattis-problemsiden. Verktøyet er valgfritt å bruke. Merk at den offisielle Kattis-testeren er forskjellig fra det medfølgende testverktøyet.

For å bruke verktøyet, opprett en inputfil, for eksempel «sample1.in», som skal starte med et tall  $N$  etterfulgt av en linje med  $p_0, p_1, \dots, p_{N-1}$  som spesifiserer den skjulte permutasjonen. For eksempel:

```
5
2 1 0 3 4
```

For Python-programmer, for eksempel `solution.py` (som vanligvis kjøres med `pypy3 solution.py`), kjør:

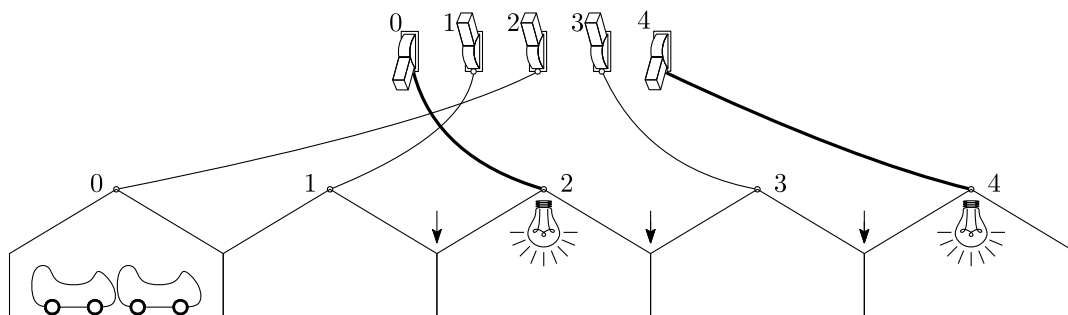
```
python3 testing_tool.py pypy3 solution.py < sample1.in
```

For C++-programmer, kompiler dem først (f.eks. med `g++ -g -O2 -std=gnu++23 -static solution.cpp -o solution.out`) og kjør deretter:

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

## Eksempel

I det første eksemplet er den skjulte permutasjonen  $[p_0, p_1, p_2, p_3, p_4] = [2, 1, 0, 3, 4]$ . Dette eksempelet oppfyller begrensningene for testgruppe 2, 5 og 6. Først leser programmet heltallet  $N = 5$ . Deretter ber programmet om en tur med 2 aktiverte brytere: bryter 4 og bryter 0. Disse kontrollrommene  $p_4 = 4$  og  $p_0 = 2$ , se illustrasjonen nedenfor. Erika hører 3 skrik (markert med piler i figuren): først når vogna går fra det mørke rommet 1 til det opplyste rommet 2, det andre fra det opplyste rommet 2 til det mørke rommet 3, og det tredje når vogna går fra det mørke rommet 3 til det opplyste rommet 4. Programmet ber deretter om en ny tur der rommene  $p_0, p_2$  og  $p_3$  er opplyst, noe som får Erika til å høre 3 skrik. Til slutt svarer programmet med  $A = 2$  og  $B = 4$ , noe som faktisk er riktig ettersom disse bryterne kontrollerer det første og siste rommet ( $p_2 = 0$  og  $p_4 = 4$ ). Merk at  $A = 4$  og  $B = 2$  også ville vært et riktig svar.



I det andre eksemplet er den skjulte permutasjonen  $[p_0, p_1, p_2] = [2, 0, 1]$ . Dette oppfyller begrensningene for testgruppe 1, 2, 5 og 6. Programmet ber om en tur der alle tre bryterne er slått på. Siden dette betyr at alle rommene er opplyst, vil Erika ikke høre noen skrik. I den andre

turen er bryterne 1 og 0 slått på, slik at rom  $p_1 = 0$  og  $p_0 = 2$  er opplyst, mens rom 1 er mørkt. Erika hører to skrik: når turen går fra rom 0 (opplyst) til rom 1 (mørkt), og fra rom 1 (mørkt) til rom 2 (opplyst). I den siste turen er ingen brytere slått på, noe som betyr at alle tre rommene er mørke, og at Erika igjen ikke hører noen skrik. Programmet svarer deretter med bryterne 1 og 0, som faktisk kontrollerer det første og siste rommet. Både " ! 0 1 " og " ! 1 0 " er godkjente svar.

I det tredje eksemplet er den skjulte permutasjonen  $[p_0, p_1, p_2, p_3] = [0, 1, 2, 3]$ . Dette oppfyller begrensningene til testgruppe 2, 3, 4, 5 og 6. Merk at det ikke nødvendigvis er mulig å utlede svaret etter denne ene turen, men eksempelløsningen gjettet svaret og var heldig.

### Første eksempel

grader output	ditt output
5	
	? 10001
3	
	? 10110
3	
	! 2 4

### Andre eksempel

grader output	ditt output
3	
	? 111
0	
	? 110
2	
	? 000
0	
	! 1 0

### Tredje exempel

grader output	ditt output
4	
	? 1010
3	
	! 0 3