

## B. Myrkvarússíbani

Problem Name	Dark Ride
Time Limit	1 seconds
Memory Limit	1 gigabyte

Nýlega fékk Erika sumarstarf í skemmtigarðinum Fantasiúland nálægt Bonn. Hún var ráðin til að stýra ljósunum í herbergjum sem myrkvarússíbani ferðast í gegnum.

Rússíbaninn fer í gegnum  $N$  herbergi, sem eru númeruð 0 upp í  $N - 1$ . Hann fer í gegnum herbergin í röð. Hann byrjar í herbergi 0 og endar í herbergi  $N - 1$ . Ljósunum í herbergjunum er stjórnað með  $N$  rofum, sem eru einnig númeraðir 0 upp í  $N - 1$ , það er, einn rofi fyrir hvert herbergi. Rofi  $s$ , þar sem  $0 \leq s < N$ , stjórnar ljósinu í herbergi  $p_s$ .

Yfirmaður Eriku bað hana um að kveikja á ljósunum í fyrsta og síðasta herberginu en slökkva á þeim í öllum hinum herbergjunum. Hljómar auðvelt, ekki satt? Hún þarf bara að kveikja á tveimur rofum  $A$  og  $B$  þannig að  $p_A = 0$  og  $p_B = N - 1$  (eða  $p_B = 0$  og  $p_A = N - 1$ ). Því miður var Erika ekki að fylgjast nógu vel með þegar yfirmaður hennar útskýrði stýringuna fyrir henni. Hún **man því ekki fylkið  $p$ , það er, hvaða rofi stjórnar ljósi hvers herbergis.**

Erika þarf að finna út úr þessu áður en yfirmaður hennar verður var við gleysku hennar. Áður en hver ferð hefst þá slekkur Erika á öllum rofunum og því einnig ljósunum. Hún getur svo kveikt á hlutmengi rofanna. Þegar rússíbaninn fer milli herbergja munu farþegarnir öskra af spenningi í hvert skipti sem farið er úr upplýstu herbergi í dimmt herbergi og úr dimmu herbergi í upplýst herbergi. Hraði rússíbanans er breytilegur og því getur Erika ekki dregið ályktun um hvaða herbergi eru upplýst en hún getur allavega heyrt hversu oft farþegarnir öskra. Það þýðir að hún getur vitað hversu oft rússíbaninn fer úr upplýstu herbergi í dimmt herbergi eða úr dimmu herbergi í upplýst herbergi.

Getur þú hjálpað Eriku að finna hvaða tveir rofar stjórna ljósunum fyrir fyrsta og síðasta herbergið áður en yfirmaður hennar verður var við gleysku hennar? Þú mátt mest nota 30 ferðir.

## Gagnvirkni

Þetta er gagnvirktt verkefni

- Forrit þitt skal fyrst lesa inn línu með einni heiltölu  $N$ , fjöldi herbergja í myrkvarússíbananum.
- Svo skal forrit þitt eiga samskipti við yfirferðarforritið. Til að hefja ferð skaltu fyrst skrifa út línu sem byrjar á spurningarmerki „?“ og svo streng af lengd  $N$  sem samanstendur af 0 (núllum) og 1 (ásúm), sem tákna hvernig þú stilltir  $N$  rofana. Því næst skal forrit þitt lesa inn eina heiltölu  $\ell$ , þar sem  $0 \leq \ell < N$ , fjöldi skipta sem Erika heyrir í farþegunum öskra.
- Þegar þú vilt svara skaltu skrifa út línu með upphrópunarmerki „!“ og tveimur heiltölum  $A$  og  $B$ , þar sem  $0 \leq A, B < N$ . Til að svar þitt sé samþykkt þurfa þessar tölur að vera vísar rofanna sem stjórna tveimur herbergjunum á endunum. Eftir þetta skal forrit þitt hætta keyrslu.

Yfirferðarforritið aðlagar sig ekki að tilraunum þínum, sem þýðir að falda fylkið  $p$  er fyrir fram ákveðið áður en gagnvirknin hefst.

Passaðu að sturta úr staðalúttaki eftir hverja tilraun, annars gæti forritið þitt fengið dómsúrskurðinn „Time Limit Exceeded“. Í Python gerist þetta sjálfkrafa ef þú notar `input()` til að lesa línur. Í C++ mun `cout << endl;` sturta eftir að hafa skrifað út nýja línu. Ef þú notar `printf` skaltu einnig nota `fflush(stdout)`.

## Takmarkanir og stigagjöf

- $3 \leq N \leq 30\,000$ .
- Þú mátt nota mest 30 ferðir. Athugaðu að það að skrifa út lokasvarið telst ekki sem ferð. Ef þú notar fleiri en 30 ferðir muntu fá dómsúrskurðinn „Wrong Answer“.

Lausn þín verður prófuð á safni af prufuhópum og er hver hópur virði einhvers fjölda stiga. Hver prufuhópur inniheldur safn af prufutilvikum. Til að fá stigin fyrir prufuhóp þarftu að leysa sérhvert prufutilvik í prufuhópnum.

Hópur	Stig	Takmarkanir
1	9	$N = 3$
2	15	$N \leq 30$
3	17	$p_0 = 0$ , það er, rofi 0 stjórna herbergi 0
4	16	$N$ er slétt og rofinn fyrir annað endaherbergi er í fyrri helming ( $0 \leq A < \frac{N}{2}$ ) og hinn er í seinni helming ( $\frac{N}{2} \leq B < N$ )
5	14	$N \leq 1000$
6	29	Engar frekari takmarkanir

# Prufutól

Til að bjóða þér upp á að prófa forritið þitt veitum við þér einfalt tól sem þú getur niðurhalað. Sjáðu viðhengi („attachments“) neðst á Kattis síðunni. Notkun á tólinu er valkvæm og þú mátt breyta því. Athugaðu að alvöru yfirferðarforritið á Kattis er frábrugðið prufutólinu.

Til að nota tólið skaltu búa til inntaksskrá, til dæmis „sample1.in“, sem skal byrja á heiltölu  $N$  og á eftir fylgir lína með  $p_0, p_1, \dots, p_{N-1}$  sem skilgreinir földu umröðunina. Til dæmis:

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

Fyrir Python forrit, eins og `solution.py` (venjulega keyrð með `pypy3 solution.py`) skal keyra það með:

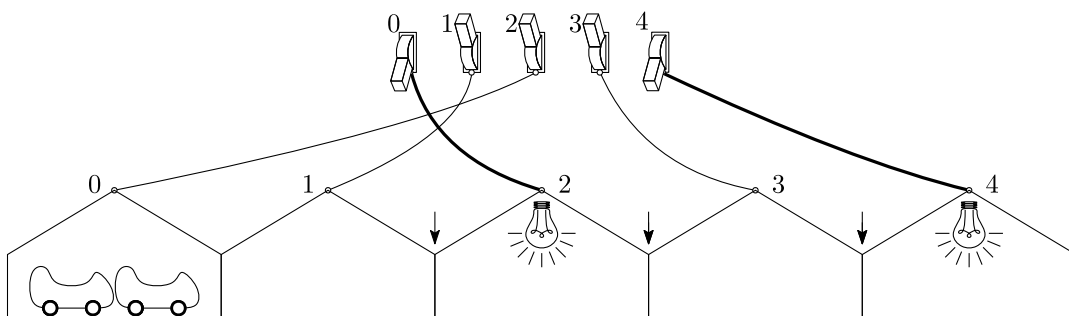
```
python3 testing_tool.py pypy3 solution.py < sample1.in
```

Fyrir C++ forrit skal fyrst þýða það (t.d. með `g++ -g -O2 -std=gnu++20 -static solution.cpp -o solution.out`) og svo keyra það með:

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

## Sýnidæmi

Í fyrsta sýnidæminu er falda umröðunin  $[p_0, p_1, p_2, p_3, p_4] = [2, 1, 0, 3, 4]$ . Þetta uppfyllir takmarkanirnar í prufuhópum 2, 5 og 6. Fyrst les forritið inn heiltöluna  $N = 5$ . Því næst biður forritið um ferð með tveimur rofum sem kveikt er á: rofi 4 og rofi 0. Þessir rofar stjórna herbergjum  $p_4 = 4$  og  $p_0 = 2$  eins og sjá má á myndinni að neðan. Erika heyrir því 3 öskur sem eru merkt með örvmum á myndinni: fyrsta öskrið þegar rússíbaninn fer frá dimmu herbergi 1 í upplýst herbergi 2, annað öskrið frá upplýstu herbergi 2 í dimmt herbergi 3, og þriðja öskrið úr dimmu herbergi 3 í upplýst herbergi 4. Að lokum svarar forritið  $A = 2$  og  $B = 4$ , sem er einmitt rétt svar þar sem þessir rofar stýra fyrsta og síðasta herberginu ( $p_2 = 0$  og  $p_4 = 4$ ). Athugaðu að  $A = 4$  og  $B = 2$  væri einnig rétt svar.



Í öðru sýnidæminu er falda umröðunin  $[p_0, p_1, p_2] = [2, 0, 1]$ . Þetta uppfyllir takmarkanirnar í prufuhópum 1, 2, 5 og 6. Fyrst les forritið inn heiltöluna  $N = 3$ . Því næst biður forritið um ferð þar sem kveikt er á öllum þremur rofunum. Þar sem þetta þýðir að kveikt er á ljósunum í öllum herbergjunum mun Erika ekki heyra nein öskur. Í næstu ferð er kveikt á rofum 1 og 0 sem þýðir að herbergi  $p_1 = 0$  og  $p_0 = 2$  eru upplýst. Erika heyrir tvö öskur: þegar rússíbaninn fer úr upplýstu herbergi 0 í dimmt herbergi 1 og frá dimmu herbergi 1 í upplýst herbergi 2. Í síðustu ferðinni er slökkt á öllum rofum og eru því öll herbergin dimm. Erika heyrir því engin öskur. Forritið svarar svo með rofum 1 og 0 sem eru einmitt rofarnir sem stjórna fyrsta og síðasta herberginu. Bæði „! 0 1“ og „! 1 0“ eru samþykkt svör.

Í þriðja sýnidæminu er falda umröðunin  $[p_0, p_1, p_2, p_3] = [0, 1, 2, 3]$ . Þetta uppfyllir takmarkanirnar í prufuhópum 2, 3, 4, 5 og 6.

### Fyrsta sýnidæmi

úttak yfirferðarforrits	úttak forrit þíns
5	
	? 10001
3	
	? 10110
3	
	! 2 4

### Annað sýnidæmi

úttak yfirferðarforrits	úttak forrit þíns
3	
	? 111
0	
	? 110
2	
	? 000
0	
	! 1 0

## Þriðja sýnidæmi

úttak yfirferðarforrits	úttak forrit þíns
4	
	? 1010
3	
	! 0 3