

B. Pimeä ajelu

Tehtävän nimi	Pimeä ajelu
Aikaraja	1 sekunti
Muistiraja	1 gigatavu

Erika sai hiljattain kesätyön Phantasialand-huvipuistosta Bonnin läheltä. Hänet palkattiin hallinnoimaan valoja huoneissa, joiden läpi pimeä ajelu kulkee.

Rata kulkee N :n huoneen läpi, jotka on numeroitu $0 - N - 1$. Huoneet kuljetaan järjestyksessä alkaen huoneesta 0 ja päättyen huoneeseen $N - 1$. Huoneiden valoja ohjataan N :llä kytkimellä (myös numeroitu $0 - N - 1$), yksi kutakin huonetta kohden. Kytкин s ($0 \leq s < N$) ohjaa huoneen p_s valoja.

Erikan pomo on pyytänyt häntä sytyttämään valot ensimmäisessä ja viimeisessä huoneessa ja sammuttamaan kaikki muut. Kuulostaa helpolta, eikö? Hänen tarvitsee vain kytkeä kaksi kytkintä A ja B päälle siten, että $p_A = 0$ ja $p_B = N - 1$ (tai $p_B = 0$ ja $p_A = N - 1$). Valitettavasti Erika ei kiinnittänyt riittävästi huomiota, kun hänen pomonsa kertoi kytkimistä, **eikä hän muista järjestystä p eli mikä kytkin ohjaa minkäkin huoneen valoja.**

Erikan täytyy selvittää tämä ennen kuin hänen pomonsa huomaa. Ennen jokaisen ajelun alkua Erika sammuttaa kaikki valot ja voi tämän jälkeen kytkeä päälle osan kytkimistä. Aina kun ajelu siirtyy valaistusta huoneesta valaisemattomaan huoneeseen tai päinvastoin, Erika kuulee matkustajien kirkaisevan innoissaan. Laitteen nopeus voi vaihdella, joten Erika ei voi suoraan päätellä, mitkä huoneet ovat valaistuja, mutta hän kuulee kirkaisujen lukumäärän. Toisin sanoen hän saa tietää, kuinka monta kertaa laite kulkee valaistusta valaisemattomaan huoneeseen tai valaisemattomasta valaistuun huoneeseen.

Voitko auttaa Erikaa selvittämään, mitkä kaksi kytkintä ohjaavat ensimmäisen ja viimeisen huoneen valoja, ennen kuin hänen pomonsa huomaa? Voit käyttää enintään 30 ajelua.

Vuorovaikutus

Tämä on interaktiivinen tehtävä.

- Ohjelmasi tulee aloittaa lukemalla rivi, jolla on kokonaisluku N : pimeään ajelun huoneiden lukumäärä.

- Seuraavaksi ohjelmasi tulisi vuorovaikuttaa testausjärjestelmän kanssa. Aloittaaksesi ajelun sinun tulee tulostaa rivi, joka alkaa kysymysmerkillä `?` ja sen jälkeen kytkimien asentoja kuvaava N pituinen merkkijono, joka koostuu merkeistä `0` (pois päältä) ja `1` (päällä). Tämän jälkeen ohjelmasi tulisi lukea yksi kokonaisluku ℓ ($0 \leq \ell < N$), montako kertaa Erika kuulee matkustajien kirkaisevan.
- Kun haluat vastata, tulosta rivi, jonka alussa on huutomerkki `!` ja sen jälkeen kaksi kokonaislukua A ja B ($0 \leq A, B < N$). Jotta vastauksesi hyväksytään, näiden on oltava kahden päätyhuoneen kytkimien indeksit missä tahansa järjestyksessä. Tämän jälkeen ohjelmasi ajon tulisi päättyä.

Testausjärjestelmä ei ole adaptiivinen, eli piilotettu järjestys p määritetään ennen vuorovaikutuksen alkua.

Muista tyhjentää vakiotulostevirta jokaisen kyselyn jälkeen, muuten saatat saada tulokseksi "Time Limit Exceeded". Pythonissa tämä tapahtuu automaattisesti, kunhan käytät `input()` -funktiota rivien lukemiseen. C++:ssa `cout << endl;` tyhjentää rivin uuden tulostamisen lisäksi. Jos käytät `printf`-funktiota, käytä `fflush(stdout)`.

Rajoitukset ja pisteytys

- $3 \leq N \leq 30\,000$.
- Voit käyttää enintään 30 ajelua (vastauksen tulostamista ei lasketa ajeluksi). Jos ylität tämän rajan, saat tulokseksi "Wrong Answer".

Ratkaisuasi testataan useisiin osatehtäviin, joista jokainen on tietyn pistemäärän arvoinen. Kukin osatehtävä sisältää useita testejä. Saadaksesi osatehtävästä pisteet sinun on läpäistävä kaikki kyseisen osatehtävän testit.

Osatehtävä	Pisteet	Rajoitukset
1	9	$N = 3$
2	15	$N \leq 30$
3	17	$p_0 = 0$, eli 0 ohjaa huoneen 0 valoja
4	16	N on parillinen, ja toisen päätyhuoneen kytkin on ensimmäisellä puolikkaalla kytkimiä ($0 \leq A < \frac{N}{2}$) ja toinen toisella puolikkaalla ($\frac{N}{2} \leq B < N$)
5	14	$N \leq 1000$
6	29	Ei lisärajoituksia

Testaustyökalu

Ratkaisusi testaamisen helpottamiseksi olemme laatineet yksinkertaisen työkalun, jonka voit ladata. Katso Kattis-tehtäväsivun alareunasta "liitteet". Työkalun käyttö on valinnaista. Huomaa, että virallinen Kattis-testausjärjestelmä eroaa annetusta testaustyökalusta.

Käyttääksesi työkalua luo syötetiedosto, esimerkiksi "sample1.in". Tiedoston tulee alkaa luvulla N , jota seuraavalla rivillä on p_0, p_1, \dots, p_{N-1} määrittäen piilotetun permutaation. Esimerkiksi:

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

Python-ohjelmille, esimerkiksi nimeltä `solution.py` (normaalisti se ajetaan muodossa `pypy3 solution.py`), aja:

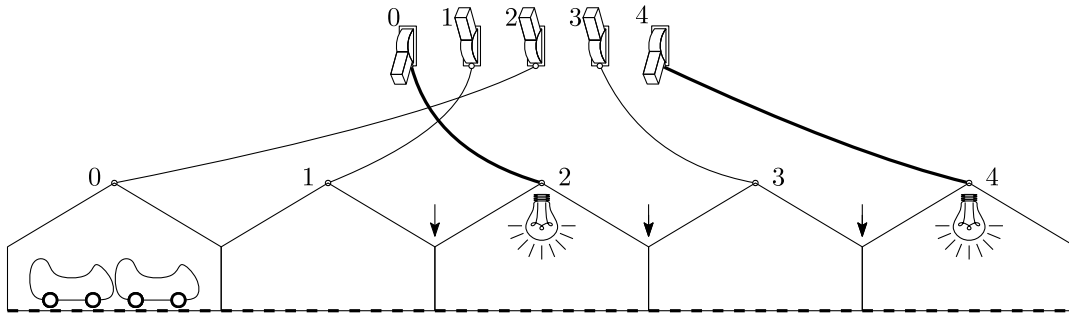
```
python3 testing_tool.py pypy3 solution.py < sample1.in
```

C++-ohjelmille käännä ensin (esimerkiksi käyttäen `g++ -g -O2 -std=gnu++23 -static solution.cpp -o solution.out`) ja sitten aja:

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

Esimerkkejä

Ensimmäisessä esimerkissä piilotettu permutaatio on $[p_0, p_1, p_2, p_3, p_4] = [2, 1, 0, 3, 4]$. Tämä täyttää osatehtävien 2, 5 ja 6 rajoitukset. Ensin ohjelma lukee kokonaisluvun $N = 5$. Tämän jälkeen ohjelma pyytää ajelua kahdella päällä olevalla kytkimellä: kytkimellä 4 ja kytkimellä 0. Nämä ohjaavat huoneiden $p_4 = 4$ ja $p_0 = 2$ valoja; havainnollistettu alla olevassa kuvassa. Erika kuulee 3 huutoa (merkitty kuvassa nuolilla): ensin ajelun kulkiessa valaisemattomasta huoneesta 1 valaistuun huoneeseen 2; toiseksi sen kulkiessa valaistusta huoneesta 2 valaisemattomaan huoneeseen 3; ja kolmanneksi sen kulkiessa valaisemattomasta huoneesta 3 valaistuun huoneeseen 4. Ohjelma pyytää sitten toista ajelua, jossa huoneet p_0, p_2 ja p_3 ovat valaistuja, jolloin Erika kuulee 3 huutoa. Lopuksi ohjelma vastaa $A = 2$ ja $B = 4$, joka on oikein, koska nämä hallitsevat ensimmäistä ja viimeistä huonetta ($p_2 = 0$ ja $p_4 = 4$). Huomaa, että $A = 4$ ja $B = 2$ olisi myös ollut oikea vastaus.



Toisessa esimerkissä piilotettu permutaatio on $[p_0, p_1, p_2] = [2, 0, 1]$. Tämä täyttää osatehtävien 1, 2, 5 ja 6 rajoitukset. Ohjelma pyytää ajelua, jossa kaikki kolme kytkintä ovat päällä. Koska tämä tarkoittaa, että kaikki huoneet ovat valaistuja, Erika ei kuule huutoja. Toisella ajelulla kytkimet 1 ja 0 ovat päällä, jolloin huoneet $p_1 = 0$ ja $p_0 = 2$ ovat valaistuja, kun taas huone 1 on pimeä. Erika kuulee kaksi huutoa: kun kyyti kulkee huoneesta 0 (valaistu) huoneeseen 1 (pimeä) ja huoneesta 1 (pimeä) huoneeseen 2 (valaistu). Viimeisellä kyydillä kytkimiä ei ole päällä, mikä tarkoittaa, että kaikki kolme huonetta ovat pimeitä, eikä Erika kuule taaskaan huutoja. Ohjelma vastaa lopuksi kytkimillä 1 ja 0, jotka todellakin ohjaavat ensimmäistä ja viimeistä huonetta. Sekä " ! 0 1 " että " ! 1 0 " ovat hyväksyttäviä vastauksia.

Kolmannessa esimerkissä piilotettu permutaatio on $[p_0, p_1, p_2, p_3] = [0, 1, 2, 3]$. Tämä täyttää osatehtävien 2, 3, 4, 5 ja 6 rajoitukset. Huomaa, että vastausta ei välttämättä voida päätellä tämän yhden ajelun jälkeen, mutta esimerkkiratkaisu arvasi vastauksen ja oli onnekas.

Ensimmäinen esimerkki

Testausjärjestelmän tuloste	Oma tulosteesi
5	
	? 10001
3	
	? 10110
3	
	! 2 4

Toinen esimerkki

Testausjärjestelmän tuloste	Oma tulosteesi
3	
	? 111
0	
	? 110
2	
	? 000
0	
	! 1 0

Kolmas esimerkki

Testausjärjestelmän tuloste	Oma tulosteesi
4	
	? 1010
3	
	! 0 3