

B. Mroczna kolejka

Nazwa zadania	Mroczna kolejka
Limit czasu	1 sekunda
Limit pamięci	1 gigabajt

Daria dostała ostatnio wakacyjną pracę w parku rozrywki Phantasialand niedaleko Bonn. Jest ona odpowiedzialna za oświetlenie w pokojach, przez które przejeżdża mroczna kolejka.

Mroczna kolejka przejeżdża przez N pokoi, ponumerowanych od 0 do $N - 1$. Kolejka przejeżdża przez kolejne pokoje zaczynając od pokoju 0 i kończąc w pokoju $N - 1$. Światłem w pokojach można sterować korzystając z N przełączników (również ponumerowanych od 0 do $N - 1$). Każdy pokój ma swój jeden przełącznik. Przełącznik s (dla $0 \leq s < N$) steruje światłem w pokoju p_s .

Szefowa Darii poprosiła ją, aby włączyła światło w pierwszym i ostatnim pokoju oraz wyłączyła w pozostałych. Brzmi prosto, prawda? Wystarczy, że włączy dwa przełączniki A i B takie, że $p_A = 0$ i $p_B = N - 1$ (lub $p_B = 0$ i $p_A = N - 1$). Niestety, Daria nie słuchała uważnie szefowej opisującej przełączniki, zatem **Daria nie pamięta tablicy p - tzn. który przełącznik steruje światłem w danym pokoju.**

Daria musi rozwiązać ten problem, zanim jej szefowa się zorientuje. Przed każdą przejażdżką, Daria wyłącza wszystkie światła i następnie może ona włączyć pewien podzbiór przełączników. Za każdym razem, kiedy kolejka przejeżdża z pokoju z włączonym światłem do pokoju z wyłączonym światłem lub odwrotnie, Daria słyszy okrzyki radości. Prędkość kolejki może być różna na różnych odcinkach trasy, więc Daria nie może wprost wywnioskować, które pokoje mają zapalone światło. Usłyszy ona jednak liczbę okrzyków radości, tzn. liczbę razy, którą kolejka przejechała z pokoju z włączonym światłem do pokoju z wyłączonym światłem lub z pokoju z wyłączonym światłem do pokoju z włączonym światłem.

Pomożesz Darii dowiedzieć się, które dwa przełączniki sterują światłem w pierwszym i ostatnim pokoju, zanim jej szefowa się zorientuje? Masz do wykorzystania co najwyżej 30 przejażdżek.

Interakcja

To jest zadanie interaktywne.

- Twój program powinien na początku przeczytać wiersz z jedną liczbą całkowitą N : liczbą pokoi w mrocznej kolejce.
- Następnie, Twój program powinien zacząć interakcję z interaktorem. Aby zacząć przejażdżkę, Twój program powinien wypisać linię zaczynającą się znakiem zapytania "?", po którym następuje napis długości N złożony z 0 (wyłączony) i 1 (włączony) opisujący stan N przełączników. Następnie Twój program powinien wczytać jedną liczbę całkowitą ℓ ($0 \leq \ell < N$), liczbę okrzyków radości usłyszanych przez Darię.
- Aby odpowiedzieć, wypisz linię zaczynającą się wykrzyknikiem "!", po którym następują dwie liczby całkowite A i B ($0 \leq A, B < N$). Twoja odpowiedź będzie zaakceptowana, jeżeli wypisane liczby będą odpowiadały numerom przełączników, które sterują światłem w brzegowych pokojach, w dowolnej kolejności. Po tym, Twój program powinien się zakończyć.

Interaktor nie jest adaptacyjny, tzn. ukryta tablica p nie zmienia się podczas interakcji.

Upewnij się, że opróżniasz bufor wyjścia po wypisaniu każdej przejażdżki. W przeciwnym wypadku Twój program może dostać werdykt `Time Limit Exceeded`. W Pythonie dzieje się to automatycznie, jeżeli używasz `input()` do wczytywania wierszy. W C++, `cout << endl;` opróżnia bufor oraz wypisuje znak nowej linii; jeżeli używasz `printf`, użyj `fflush(stdout)`.

Ograniczenia i punktacja

- $3 \leq N \leq 30\,000$.
- Możesz wykonać co najwyżej 30 przejażdżek (wypisanie odpowiedzi nie liczy się jako przejażdżka). Jeżeli przekroczysz ten limit, dostaniesz werdykt "Wrong Answer".

Twoje rozwiązanie zostanie przetestowane na kilku grupach testowych, z których każda jest warta określoną liczbę punktów. Każda grupa testowa zawiera zestaw testów. Aby zdobyć punkty dla grupy testowej, należy rozwiązać wszystkie testy w danej grupie testowej.

Grupa	Punkty	Ograniczenia
1	9	$N = 3$
2	15	$N \leq 30$
3	17	$p_0 = 0$, tzn. przełącznik 0 steruje światłem w pokoju 0
4	16	N jest parzyste i przełącznik do jednego z brzegowych pokoi znajduje się w pierwszej połowie pokoi ($0 \leq a < \frac{N}{2}$) oraz przełącznik do drugiego pokoju brzegowego znajduje się w drugiej połowie pokoi ($\frac{N}{2} \leq b < N$)
5	14	$N \leq 1000$
6	29	Brak dodatkowych ograniczeń

Narzędzie do testowania

Aby ułatwić testowanie Twoich rozwiązań, dostarczone zostało narzędzie do testowania, które możesz pobrać. Zobacz "attachments" na dole strony zadania w Kattis. Korzystanie z narzędzie nie jest obowiązkowe. Rzeczywisty interaktor w Kattis różni się od dostarczonej.

Aby użyć narzędzia, stwórz plik wejściowy, dla przykładu "sample1.in", który w pierwszym wierszu ma liczbę N , a w drugim wierszu ma ukrytą permutację p_0, p_1, \dots, p_{N-1} . Na przykład:

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

Dla Programów w Pythonie, np. `solution.py` (uruchamiany zwykle poleceniem `pypy3 solution.py`), uruchom:

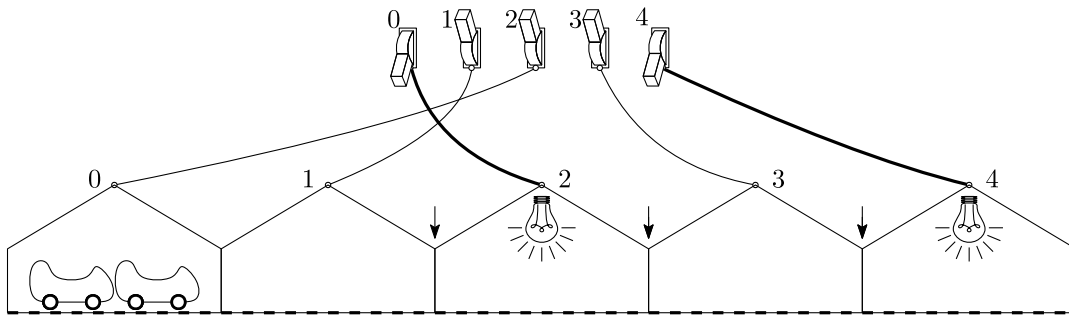
```
python3 testing_tool.py pypy3 solution.py < sample1.in
```

Dla programów w C++, najpierw skompiluj go: (np. poleceniem `g++ -g -O2 -std=gnu++23 -static solution.cpp -o solution.out`) a następnie uruchom:

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

Przykłady

W pierwszym przykładzie ukryta permutacja to $[p_0, p_1, p_2, p_3, p_4] = [2, 1, 0, 3, 4]$. Przykład ten spełnia założenia grup 2, 5 i 6. Na początku, program czyta liczbę całkowitą $N = 5$. Następnie, program wykonuje przejażdżkę z $K = 2$ włączonymi przełącznikami: przełącznik 4 i przełącznik 0. Sterują one światłem w pokojach $p_4 = 4$ i $p_0 = 2$; zobacz obrazek poniżej. Daria słyszy 3 okrzyki radości (zaznaczone strzałkami na obrazku): pierwszy kiedy kolejka przejeżdża z nieoświetlonego pokoju 1 do oświetlonego pokoju 2; drugi kiedy kolejka przejeżdża z oświetlonego pokoju 2 do nieoświetlonego pokoju 3; oraz trzeci kiedy kolejka przejeżdża z nieoświetlonego pokoju 3 do oświetlonego pokoju 4. Następnie program wykonuje kolejną przejażdżkę ze światłem włączonym w pokojach p_0, p_2 , i p_3 , podczas której Daria słyszy 3 okrzyki radości. Na koniec, program odpowiada $A = 2$ i $B = 4$, co rzeczywiście odpowiada numerom przełączników odpowiadających za pierwszy i ostatni pokój ($p_2 = 0$ i $p_4 = 4$). Odpowiedź $A = 4$ i $B = 2$ również zostanie uznana za poprawną.



W drugim przykładzie ukryta permutacja to $[p_0, p_1, p_2] = [2, 0, 1]$. Przykład ten spełnia założenia grup 1, 2, 5, i 6. Program wykonuje przejażdżkę z wszystkimi włączonymi przełącznikami. Ponieważ wszystkie pokoje są oświetlone, Daria nie usłyszy żadnego okrzyku radości. W drugiej przejażdżce przełączniki 1 i 0 są włączone, co oznacza, że w pokojach $p_1 = 0$ i $p_0 = 2$ jest włączone światło, a w pokoju 1 światło jest wyłączone. Daria słyszy dwa okrzyki radości: kiedy kiedy kolejka przejeżdża z oświetlonego pokoju 0 do nieoświetlonego pokoju 1 oraz z nieoświetlonego pokoju 1 do oświetlonego pokoju 2. W ostatniej przejażdżce żaden przełącznik nie jest włączony, więc wszystkie pokoje są nieoświetlone i Daria ponownie nie usłyszy żadnego okrzyku radości. Na koniec program poprawnie odpowiada, że przełączniki 1 i 0 sterują światłem w pierwszym i ostatnim pokoju. Odpowiedzi “! 0 1” oraz “! 1 0” są poprawne.

W drugim przykładzie ukryta permutacja to $[p_0, p_1, p_2, p_3] = [0, 1, 2, 3]$. Przykład ten spełnia założenia grup 2, 3, 4, 5, i 6. Co prawda, z tej jednej danej przejażdżki nie wynika jednoznacznie odpowiedź, jednak przykładowy program miał szczęście i odgadł poprawnie odpowiedź.

Pierwszy przykład

Wyjście interaktora	Twoje wyjście
5	
	? 10001
3	
	? 10110
3	
	! 2 4

Drugi przykład

Wyjście interaktora	Twoje wyjście
3	
	? 111
0	
	? 110
2	
	? 000
0	
	! 1 0

Trzeci przykład

Wyjście interaktora	Twoje wyjście
4	
	? 1010
3	
	! 0 3