



## Task: Prize

“*Living on the edge!*” este un nou concurs televizat dedicat unei audiențe formate în principal din entuziaști ai teoriei grafurilor. În fiecare episod, gazda prezintă concurenților o problemă de rezolvat. Concurentul care rezolvă problema câștigă drept marele premiu o excursie cu toate cheltuielile incluse pe coasta Croață, alături de un tur (Eulerian) al faimoaselor Ziduri ale Dubrovnikului.

Tomislav a fost destul de norocos să fie acceptat ca participant în următorul episod și a început imediat să se pregătească. El a petrecut nenumărate nopți la bibliotecă citind despre cele mai obscure teoreme. Într-o noapte, a adormit accidental și a început să viseze despre participarea sa la emisiune. Când s-a trezit, și-a amintit foarte bine problema prezentată și inabilitatea lui de a o rezolva. Problema suna cam așa:

Gazda concursului a desenat doi *arbori*<sup>1</sup>, cu rădăcină, ambii conținând câte  $N$  noduri etichetate cu numere întregi între 1 și  $N$ . Arborii înșiși sunt etichetați cu numerele întregi 1 și 2. Gazda continuă prin a specifica faptul că ambii arbori sunt ponderați, cu greutăți pozitive, însă greutățile muchiilor sunt intenționat ținute secrete. După aceea, Tomislav a avut posibilitatea de a alege orice submulțime de etichete de noduri, atât timp cât dimensiunea acestei submulțimi este exact  $K$ .

După ce Tomislav alege submulțimea, a avut posibilitatea de a pune  $Q$  întrebări de forma  $(a, b)$ , unde  $a$  și  $b$  sunt etichete de noduri. Pentru fiecare întrebare, gazda a răspuns cu un cvadrupelet ordonat  $(d_1(l_1, a), d_1(l_1, b), d_2(l_2, a), d_2(l_2, b))$ , unde  $d_t(x, y)$  reprezintă *distanța*<sup>2</sup> dintre nodurile etichetate cu  $x$  și  $y$  în arborele  $t$ , și  $l_t$  reprezintă eticheta *celui mai apropiat strămoș comun*<sup>3</sup> al nodurilor etichetate cu  $a$  și  $b$  din arborele  $t$ .

Pentru a câștiga premiul, Tomislav a trebuit să răspundă unei serii de întrebări similare puse de către gazda concursului. Mai exact, a trebuit să răspundă la  $T$  întrebări de forma  $(p, q)$ , unde  $p$  și  $q$  sunt etichete de noduri **apartenând submulțimii alese de Tomislav**. Pentru fiecare întrebare, Tomislav a trebuit să răspundă cu distanța dintre nodurile  $p$  și  $q$  din ambii arbori, adică a trebuit să ofere un tuplu ordonat  $(d_1(p, q), d_2(p, q))$ .

Sarcina voastră este să îl ajutați pe Tomislav cu pregătirile sale prin a scrie un program care rezolvă problema prezentată în visul său.

## Interacțiune

Aceasta este o problemă interactivă. Programul vostru trebuie să comunice cu un program al comisiei care va juca rolul gazdei concursului televizat. Bineînțeles, programul vostru va juca rolul lui Tomislav și se va asigura că el va câștiga marele premiu.

Programul vostru va citi mai întâi parametrii  $N$ ,  $K$ ,  $Q$  și  $T$  din enunț. Aceștia sunt dați ca patru numere întregi separate prin spații pe prima linie a intrării standard.

Programul vostru trebuie apoi să citească descrierea fiecăruia dintre cei doi arbori din enunț. Aceste descrieri sunt date pe două linii, astfel încât prima linie descrie primul arbore, iar a doua linie descrie al doilea arbore.

Fiecare arbore este descris printr-o secvență de  $N$  numere întregi separate prin spații  $p_1, p_2, \dots, p_N$ , astfel încât  $p_i \in \{-1, 1, 2, \dots, N\}$  reprezintă părintele nodului cu eticheta  $i$  din arbore, sau este egal cu  $-1$  dacă rădăcina arborelui este etichetată cu  $i$ .

Programul vostru va afișa apoi  $K$  numere întregi diferite separate prin spații  $x_1, x_2, \dots, x_K$  ( $1 \leq x_i \leq N$ ), reprezentând submulțimea de etichete de noduri pe care ar trebui să o aleagă Tomislav, apoi goliți (*flush*) ieșirea.

<sup>1</sup>grafuri simple, conexe, aciclice

<sup>2</sup>suma greutăților muchiilor de pe drumul unic dintre două noduri

<sup>3</sup>cel mai îndepărtat nod de rădăcină care are nodurile etichetate cu  $a$  și  $b$  ca descendenți (nu neapărat direcți)



Programul vostru poate pune cel mult  $Q$  întrebări scriind `'? a b'` ( $1 \leq a, b \leq N$ ) la ieșirea standard. Atunci când programul vostru a terminat afișarea întrebărilor, va trebui să afișeze un singur caracter `'!'` pe propria linie, apoi să golească (*flush*) ieșirea.

După aceea, programul vostru va putea obține răspunsurile la întrebările puse prin citirea repetată a câte unei linii ce conține patru numere separate prin spații  $d_1(l_1, a)$ ,  $d_1(l_1, b)$ ,  $d_2(l_2, a)$  și  $d_2(l_2, b)$ , definite în enunț.

Programul vostru va continua să citească toate cele  $T$  întrebări ale gazdei de la intrarea standard. Fiecare întrebare este dată pe o singură linie prin două numere întregi  $p$  și  $q$  separate prin spațiu (unde  $p, q \in \{x_1, x_2, \dots, x_K\}$ ), definite în enunț.

După ce programul vostru va fi citit cele  $T$  întrebări, va trebui să răspundă la fiecare dintre ele prin afișarea pe o linie a două numere întregi  $d_1(p, q)$  și  $d_2(p, q)$  separate printr-un spațiu. După afișarea tuturor răspunsurilor, programul vostru va trebui să golească (*flush*) ieșirea.

**Observație:** Puteți descărca un exemplu de cod sursă de pe sistemul de evaluare care interacționează corespunzător cu programul comisiei (incluzând operațiile de *flush*), și rezolvă primul exemplu.

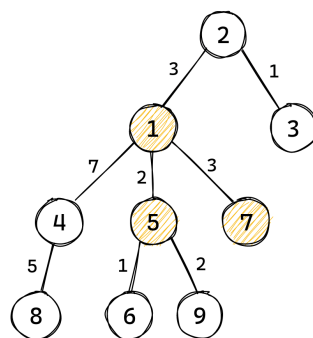
## Punctare

Se garantează că greutatea secretă ale muchiilor sunt numere întregi pozitive care nu depășesc 2000. De asemenea, în toate subtaskurile  $2 \leq K \leq 100\,000$  și  $1 \leq T \leq \min(K^2, 100\,000)$ .

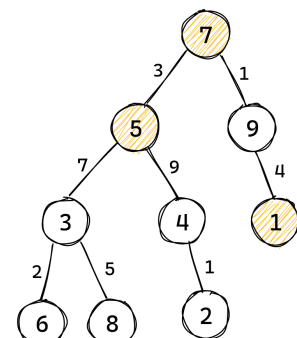
Subtask	Scor	Restricții
1	10	$N = 500\,000$ , $Q = K - 1$ , arborii sunt identici (inclusiv greutatea secretă ale muchiilor)
2	25	$N = 500\,000$ , $Q = 2K - 2$
3	19	$N = 500\,000$ , $K = 200$ , $Q = K - 1$
4	22	$N = 1\,000\,000$ , $K = 1\,000$ , $Q = K - 1$
5	24	$N = 1\,000\,000$ , $Q = K - 1$

## Exemplu

Output	Input
	9 3 2 3
	2 -1 2 1 1 5 1 4 5
	9 4 5 5 7 3 -1 3 7
1 5 7	
? 1 5	
? 1 7	
!	
	0 2 5 3
	0 3 5 0
	1 7
	7 5
	5 1
3 5	
5 3	
2 8	



1



2

**Explicație:** În acest exemplu, programul alege submulțimea  $\{1, 5, 7\}$ . Apoi, pune întrebările  $(1, 5)$  și  $(1, 7)$ . Pentru prima întrebare, cei mai apropiați strămoși comuni ai nodurilor 1 și 5 sunt  $l_1 = 1$



și  $l_2 = 7$ , iar răspunsul este  $(d_1(1, 1) = 0, d_1(1, 5) = 2, d_2(7, 1) = 5, d_2(7, 5) = 3)$ . Pentru a doua întrebare, cei mai apropiați strămoși comuni ai nodurilor 1 și 7 sunt  $l_1 = 1$  și  $l_2 = 7$ , iar răspunsul este  $(d_1(1, 1) = 0, d_1(1, 7) = 3, d_2(7, 1) = 5, d_2(7, 7) = 0)$ . În cele din urmă, programului i-au fost puse întrebările  $(1, 7)$ ,  $(7, 5)$ , și  $(5, 1)$ . Răspunsurile la aceste întrebări sunt  $(d_1(1, 7) = 3, d_2(1, 7) = 5)$ ,  $(d_1(7, 5) = 5, d_2(7, 5) = 3)$ , și  $(d_1(5, 1) = 2, d_2(5, 1) = 8)$ .