



Problema: Premio

“*Living on the edge!*” è un nuovo gioco televisivo che ha appassionati di teoria dei grafi come audience principale. In ogni episodio, il presentatore propone un problema che deve essere risolto dai partecipanti. Il partecipante che risolve il problema vince un viaggio tutto incluso sulla costa croata, incluso un tour (Euleriano) dei famosi Muri di Dubrovnik, come primo premio.

Tomislav è stato abbastanza fortunato da essere accettato come partecipante nel prossimo episodio, e ha immediatamente iniziato a prepararsi. Ha passato innumerevoli notti in biblioteca studiando i teoremi più oscuri. Una notte, si è addormentato per sbaglio e ha iniziato a sognare di partecipare nel gioco. Quando si è svegliato, si ricordava chiaramente il problema proposto e di non essere stato in grado di risolverlo. Il problema era il seguente.

Il presentatore ha disegnato due *alberi*¹ radicati, entrambi con N nodi etichettati con interi da 1 a N . Gli alberi stessi sono etichettati con due interi 1 e 2. Il presentatore ha detto che entrambi gli alberi sono pesati, con pesi positivi, ma i pesi degli archi sono tenuti segreti. Dopodichè, Tomislav ha avuto l'opportunità di scegliere un qualsiasi sottoinsieme delle etichette dei nodi, a patto che la dimensione del sottoinsieme sia esattamente K .

Dopo che Tomislav ha scelto il suddetto sottoinsieme, ha potuto fare fino a Q domande della forma (a, b) , dove a e b sono etichette di nodi. Per ogni domanda, il presentatore ha risposto con una quadrupla ordinata $(d_1(l_1, a), d_1(l_1, b), d_2(l_2, a), d_2(l_2, b))$, dove $d_t(x, y)$ rappresenta la *distanza*² tra i nodi x e y nell'albero t , e dove l_t rappresenta l'etichetta del *lowest common ancestor*³ dei nodi etichettati a e b nell'albero t .

Per vincere il premio, Tomislav doveva rispondere a un po' di domande simili fatte dal presentatore. Più precisamente, doveva rispondere a esattamente T domande della forma (p, q) , dove p e q sono etichette di nodi **che appartengono al sottoinsieme scelto da Tomislav**. Ad ogni domanda Tomislav doveva rispondere con la distanza tra i nodi p e q in entrambi gli alberi, e.g. doveva dare la coppia ordinata $(d_1(p, q), d_2(p, q))$.

Il tuo compito è di aiutare Tomislav nella sua preparazione, scrivendo un programma che risolve il problema che gli è apparso in sogno.

Interazione

Questo è un problema interattivo. Il tuo programma deve comunicare con un programma scritto dagli organizzatori che assume il ruolo del presentatore. Ovviamente, il tuo programma deve assumere il ruolo di Tomislav e assicurarsi che vinca il primo premio.

Il tuo programma deve innanzitutto leggere i parametri N , K , Q e T , come da descrizione del problema. Sono forniti come quattro interi separati da spazio nella prima riga dello standard input.

In seguito, il tuo programma deve leggere la descrizione dei due alberi, come da descrizione del problema. Queste descrizioni sono date su due linee; la prima linea descrive il primo albero, mentre la seconda descrive il secondo albero.

Ogni albero è dato come una sequenza di N interi separati da spazio p_1, p_2, \dots, p_N , dove $p_i \in \{-1, 1, 2, \dots, N\}$ rappresenta il padre del nodo etichettato i nell'albero, oppure è uguale a -1 se l'albero è radicato nel nodo etichettato i .

Il tuo programma deve poi stampare K interi distinti separati da spazio x_1, x_2, \dots, x_K ($1 \leq x_i \leq N$), che rappresentano il sottoinsieme di etichette di nodi che Tomislav sceglie, e deve poi *flushare* l'output.

Il tuo programma può ora fare fino a Q domande scrivendo ‘? a b ’ ($1 \leq a, b \leq N$) su standard output. Quando il tuo programma ha finito di fare le domande, deve scrivere una linea contenente un singolo

¹ grafi semplici, connessi e aciclici

² somma dei pesi degli archi sull'unico percorso tra i due nodi

³ nodo più lontano dalla radice che ha sia a che b come (non necessariamente diretti) discendenti



carattere ‘!’ e *flushare* l’output.

Dopodiché, il tuo programma può ottenere le risposte alle domande fatte leggendo ripetutamente una linea formata da quattro interi separati da spazio $d_1(l_1, a)$, $d_1(l_1, b)$, $d_2(l_2, a)$ e $d_2(l_2, b)$, come da descrizione del problema.

Il tuo programma deve quindi leggere tutte le T domande del presentatore da standard input. Ogni domanda è data su una singola linea, nella forma di due interi separati da spazio p e q (dove $p, q \in \{x_1, x_2, \dots, x_K\}$), come da descrizione del problema.

Dopo che il tuo programma ha letto tutte le T domande, deve rispondere a ciascuna domanda scrivendo due interi separati da spazio $d_1(p, q)$ e $d_2(p, q)$ su una linea. Dopo aver stampato tutte le risposte, il tuo programma deve *flushare* l’output un’ultima volta.

Nota: Puoi scaricare il programma d’esempio dal sistema di gara che interagisce correttamente con il programma scritto dagli organizzatori (incluso *flushare* l’output), e risolve il primo esempio.

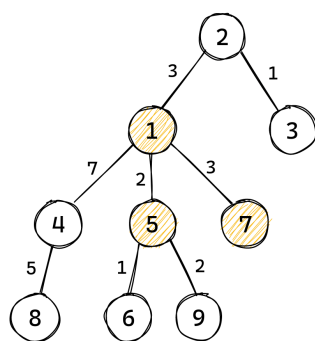
Assegnazione del punteggio

È garantito che i pesi sconosciuti degli archi sono interi positivi non maggiori di 2000. Inoltre, in tutti i subtask vale che $2 \leq K \leq 100\,000$ e $1 \leq T \leq \min(K^2, 100\,000)$.

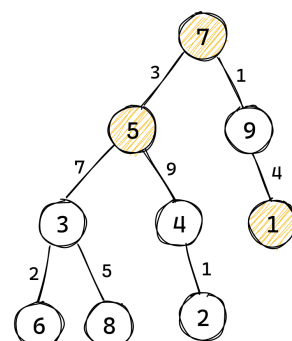
Subtask	Punteggio	Assunzioni
1	10	$N = 500\,000$, $Q = K - 1$, gli alberi sono identici (inclusi i pesi degli archi)
2	25	$N = 500\,000$, $Q = 2K - 2$
3	19	$N = 500\,000$, $K = 200$, $Q = K - 1$
4	22	$N = 1\,000\,000$, $K = 1\,000$, $Q = K - 1$
5	24	$N = 1\,000\,000$, $Q = K - 1$

Esempio

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

Spiegazione: In questo esempio, il programma ha scelto il sottoinsieme $\{1, 5, 7\}$. Dopodiché, ha fatto le domande $(1, 5)$ e $(1, 7)$. Per la prima domanda, i *lowest common ancestor* di 1 e 5 sono $l_1 = 1$ e $l_2 = 7$, e la risposta è $(d_1(1, 1) = 0, d_1(1, 5) = 2, d_2(7, 1) = 5, d_2(7, 5) = 3)$. Per la seconda domanda, i *lowest common ancestor* di 1 e 7 sono $l_1 = 1$ e $l_2 = 7$, e la risposta è $(d_1(1, 1) = 0, d_1(1, 7) = 3, d_2(7, 1) = 5, d_2(7, 7) = 0)$.



Infine, al programma sono state fatte le domande $(1, 7)$, $(7, 5)$ e $(5, 1)$. Le risposte a queste domande sono $(d_1(1, 7) = 3, d_2(1, 7) = 5)$, $(d_1(7, 5) = 5, d_2(7, 5) = 3)$, e $(d_1(5, 1) = 2, d_2(5, 1) = 8)$.