



Aufgabe: Prize

„*Living on the edge!*“ ist als nagelneue Spielshow im Fernsehen. Das Zielpublikum sind Graphenenthusiasten. Bei jeder Folge stellt der Moderator den Wettkämpfern eine neue Aufgabe vor. Wer die Aufgabe lösen kann, den erwartet ein Luxustrip an die Küste Kroatiens inklusive einer geführten (Euler-)Tour der berühmten Stadtmauer in Dubrovnik als Hauptgewinn.

Tomislav hatte das Glück, als Kandidat für die nächste Folge akzeptiert zu werden und begann gleich mit seinen Vorbereitungen. Er verbrachte unzählige Nächte in der Bibliothek, wo er Texte über die ungewöhnlichsten Theoreme lies. Eines Nachts schlief er während seiner Lektüre ein und träumte über seinen Auftritt in der Show. Nach dem Erwachen erinnerte er sich lebhaft an die präsentierte Aufgabe und seine Unfähigkeit, sie zu lösen. Die Aufgabe war wie folgt.

Der Spielshowmoderator zeichnete zwei gewurzelte *Bäume*¹, welche beide aus N Knoten bestehen, die mit Zahlen von 1 bis N bezeichnet sind. Die Bäume selber sind mit den Zahlen 1 und 2 bezeichnet. Anschließend erklärte der Moderator, dass beide Bäume gewichtet sind, mit positiven Gewichten, aber dass die Kantengewichte absichtlich geheim gehalten werden. Nun erhielt Tomislav die Gelegenheit, eine beliebige Teilmenge von Knotenbezeichnungen auszuwählen, solange die Größe der Teilmenge genau K ist.

Nachdem Tomislav diese Teilmenge gewählt hatte, konnte er höchstens Q Fragen der Form (a, b) stellen, wobei a und b Knotenbezeichnungen sind. Für jede Frage antwortete der Moderator mit einem geordneten Quadrupel $(d_1(l_1, a), d_1(l_1, b), d_2(l_2, a), d_2(l_2, b))$; dabei repräsentiert $d_t(x, y)$ die *Distanz*² zwischen den Knoten, die in Baum t mit x und y bezeichnet sind, und l_t repräsentiert die Bezeichnung des *Lowest Common Ancestor*³ der Knoten, die in Baum t mit a und b bezeichnet sind.

Um den Preis zu gewinnen, musste Tomislav eine Reihe von ähnlichen Fragen beantworten, die der Moderator stellte. Genauer gesagt musste er genau T Fragen der Form (p, q) beantworten, wobei p und q Knotenbezeichnungen sind, **welche zu der von Tomislav ausgewählten Teilmenge gehören**. Bei jeder Frage musste Tomislav mit der Distanz zwischen den Knoten p und q in beiden Bäumen antworten, d.h. er musste das geordnete Tupel $(d_1(p, q), d_2(p, q))$ angeben.

Deine Aufgabe ist es, Tomislav bei seinen Vorbereitungen zu helfen, indem du ein Programm schreibst, welches das Problem löst, von dem er träumte.

Interaktion

Dies ist eine interaktive Aufgabe. Dein Programm muss mit einem Programm der Aufgabensteller, welches die Rolle des Spielshowmoderators einnimmt, kommunizieren. Natürlich sollte dein Programm die Rolle von Tomislav übernehmen und sicherstellen, dass er den Hauptpreis gewinnt.

Dein Programm sollte zuerst die in der Aufgabenstellung definierten ganzen Zahlen N , K , Q und T einlesen. Diese vier Zahlen sind getrennt durch Leerzeichen in der ersten Zeile der Eingabe.

Dein Programm sollte als nächstes die Beschreibungen der beiden Bäume einlesen. Diese Beschreibungen bestehen aus zwei Zeilen. Die erste Zeile beschreibt den ersten Baum. Die zweite Zeile beschreibt den zweiten Baum.

Jeder Baum ist gegeben als Folge von N durch Leerzeichen getrennte ganzen Zahlen p_1, p_2, \dots, p_N , wobei $p_i \in \{-1, 1, 2, \dots, N\}$ den Vorgänger vom Knoten mit Bezeichnung i darstellt oder, im Falle von $p_i = -1$, den Knoten mit der Bezeichnung i als Wurzel des Baums markiert.

Dein Programm sollte danach K verschiedene, durch Leerzeichen getrennte ganze Zahlen x_1, x_2, \dots, x_K ($1 \leq x_i \leq N$) ausgeben. Diese stellen die Teilmenge der Knotenbezeichnungen dar, welche Tomislav

¹einfache, verbundene, azyklische Graphen

²Summe der Kantengewichte auf dem eindeutigen Pfad zwischen den zwei Knoten

³Knoten, der am weitesten von der Wurzel entfernt ist und sowohl a als auch b als (nicht unbedingt direkte) Nachfahren hat



auswählen soll. Anschliessend muss dein Programm die Ausgabe *flushen*.

Nun darf dein Programm bis zu Q Fragen stellen indem es `'? a b'` ($1 \leq a, b \leq N$) in der Standardausgabe (standard output) ausgibt. Wenn dein Programm keine Fragen mehr stellen will, sollte es als einzelnes Zeichen `'!'` auf einer eigenen Zeile ausgeben und die Ausgabe *flushen*.

Danach kann dein Programm die Antworten zu den gestellten Fragen erhalten, indem es wiederholt eine Zeile aus vier, durch Leerzeichen getrennte, in der Aufgabenstellung definierte, ganze Zahlen $d_1(l_1, a)$, $d_1(l_1, b)$, $d_2(l_2, a)$ und $d_2(l_2, b)$ einliest.

Als nächstes sollte dein Programm alle T Fragen des Moderators von der Standardeingabe (standard input) einlesen. Jede Frage wird auf einer einzelnen Zeile mit zwei, durch Leerzeichen getrennte, in der Aufgabenstellung definierte, ganze Zahlen p und q gegeben. Wobei $p, q \in \{x_1, x_2, \dots, x_K\}$ gilt.

Nachdem dein Programm alle T Fragen eingelesen hat, sollte es sie jeweils durch die Ausgabe einer Zeile mit zwei, durch Leerzeichen getrennte, ganze Zahlen $d_1(p, q)$ und $d_2(p, q)$ beantworten. Nach der Ausgabe aller Antworten sollte dein Programm die Ausgabe ein letztes Mal *flushen*.

Hinweis: Auf der Webseite des Bewertungssystems steht ein Beispielcode zur Verfügung, welcher korrekt mit dem Programm der Aufgabensteller interagiert (inklusive des *Flushen* der Ausgabe) und das erste Beispiel löst.

Bewertung

Es ist garantiert, dass die versteckten Kantengewichte positive ganze Zahlen sind, nicht größer als 2000. Zudem gilt in allen Teilaufgaben, dass $2 \leq K \leq 100\,000$ und $1 \leq T \leq \min(K^2, 100\,000)$.

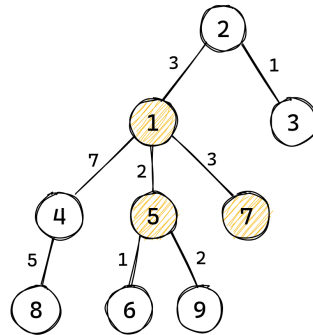
Teilaufgabe	Punktzahl	Einschränkungen
1	10	$N = 500\,000$, $Q = K - 1$, beide Bäume sind identisch (inklusive der versteckten Kantengewichte)
2	25	$N = 500\,000$, $Q = 2K - 2$
3	19	$N = 500\,000$, $K = 200$, $Q = K - 1$
4	22	$N = 1\,000\,000$, $K = 1\,000$, $Q = K - 1$
5	24	$N = 1\,000\,000$, $Q = K - 1$



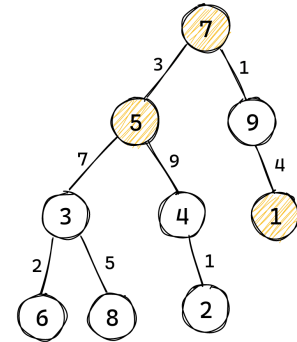
Beispiel

Ausgabe	Eingabe
---------	---------

	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

Erläuterung: In diesem Beispiel hat das Programm die Teilmenge $\{1, 5, 7\}$ gewählt. Dann hat es die Fragen $(1, 5)$ und $(1, 7)$ gestellt. Für die erste Frage sind $l_1 = 1$ und $l_2 = 7$ die Lowest Common Ancestors von 1 und 5, und die Antwort ist $(d_1(1, 1) = 0, d_1(1, 5) = 2, d_2(7, 1) = 5, d_2(7, 5) = 3)$. Für die zweite Frage sind $l_1 = 1$ und $l_2 = 7$ die Lowest Common Ancestors von 1 und 7, und die Antwort ist $(d_1(1, 1) = 0, d_1(1, 7) = 3, d_2(7, 1) = 5, d_2(7, 7) = 0)$. Zum Schluss wurden dem Programm die Fragen $(1, 7)$, $(7, 5)$, und $(5, 1)$ gestellt. Die Antworten auf diese Fragen sind $(d_1(1, 7) = 3, d_2(1, 7) = 5)$, $(d_1(7, 5) = 5, d_2(7, 5) = 3)$, und $(d_1(5, 1) = 2, d_2(5, 1) = 8)$.