Mechanische Puppe

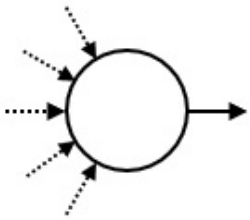
Eine mechanische Puppe ist eine Figur, die automatisch eine Abfolge von Bewegungen ausführt. Seit Jahrhunderten werden in Japan mechanische Puppen gebaut.

Die Bewegungen einer mechanischen Puppe werden von einem **Schaltkreis** gesteuert, der aus **Schaltelementen** besteht. Die Schaltelemente sind untereinander mit Röhren verbunden. Jedes Schaltelement besitzt einen oder zwei **Ausgänge** und beliebig viele **Eingänge** (möglicherweise keine). Jede Röhre verbindet einen Ausgang eines Elements mit dem Eingang desselben oder eines anderen Elements. Jeder Ein- und Ausgang ist mit genau einer Röhre verbunden.

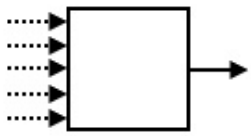
Um die Bewegungen der Puppe zu beschreiben, stellen wir uns einen **Ball** vor, der in eines der Schaltelemente gelegt wird. Der Ball bewegt sich durch den Schaltkreis. In jedem Schritt verlässt der Ball ein Element durch einen seiner Ausgänge, folgt der mit dem entsprechenden Ausgang verbundenen Röhre und tritt in das Schaltelement am anderen Ende der Röhre ein.

Es gibt drei Arten von Schaltelementen: **Origin**, **Trigger** und **Switch**. Es gibt genau einen Origin, M Trigger und S Switches (S darf 0 sein). Der Wert von S ist von dir festzulegen. Jedes Element hat eine eindeutige Seriennummer.

Der Origin ist das Schaltelement, in welchem sich der Ball zu Beginn befindet. Er hat genau einen Ausgang. Seine Seriennummer lautet 0.

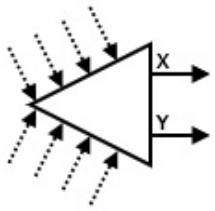


Ein Trigger lässt die Puppe eine bestimmte Bewegung ausführen. Jeder Trigger hat genau einen Ausgang. Die Trigger haben die Seriennummern von 1 bis M.



Jeder Switch hat zwei Ausgänge, die 'X' bzw. 'Y' genannt werden. Der **Zustand** eines Switches ist entweder 'X' oder 'Y'. Nachdem ein Ball einen Switch betreten hat,

verlässt er ihn über den Ausgang, der seinem Zustand entspricht. Danach verändert sich der Zustand des Switches zum jeweils anderen Zustand. Zu Beginn ist jeder Switch im Zustand 'X'. Switches haben die Seriennummern von -1 bis $-S$.



Du erhältst die Anzahl M der Trigger. Weiters erhältst du eine Folge A der Länge N, die aus Seriennummern von Triggern besteht. Jeder Trigger kann keinmal, einmal oder mehrmals in der Folge A vorkommen. Deine Aufgabe ist es, einen Schaltkreis zu entwerfen, der den folgenden Bedingungen genügt:

- Der Ball kehrt irgendwann zum Origin zurück.
- Wenn der Ball das erste Mal zum Origin zurückkehrt, ist jeder Switch im Zustand 'X'.
- Der Ball kehrt das erste Mal zum Origin zurück, nachdem insgesamt genau N Trigger durchlaufen wurden. Die Seriennummern der Trigger in der Reihenfolge des Durchlaufens lauten genau $A_0, A_1, \ldots, A_{N-1}$.
- Die Gesamtzahl P aller Zustandsänderungen von Switches, die von dem Ball verursacht werden, bevor er das erste Mal zum Origin zurückkehrt, ist nicht größer als $20\,000\,000$.

Dabei möchtest du nicht zu viele Switches benutzen.

Implementierungsdetails

Implementiere die folgende Funktion:

```
create_circuit(int M, int[] A)
```

- `M`: die Anzahl an Triggern
- `A`: ein Array der Länge N mit der Folge der Seriennummern der Trigger in der Reihenfolge, in welcher der Ball diese durchlaufen soll.
- Diese Funktion wird genau einmal aufgerufen.
- Beachte, dass N die Länge des Arrays `A` ist und den allgemeinen Implementierungshinweisen entsprechend erhalten werden kann.

Dein Programm soll die folgende Funktion aufrufen, um die Lösung zu übermitteln:

```
answer(int[] C, int[] X, int[] Y)
```

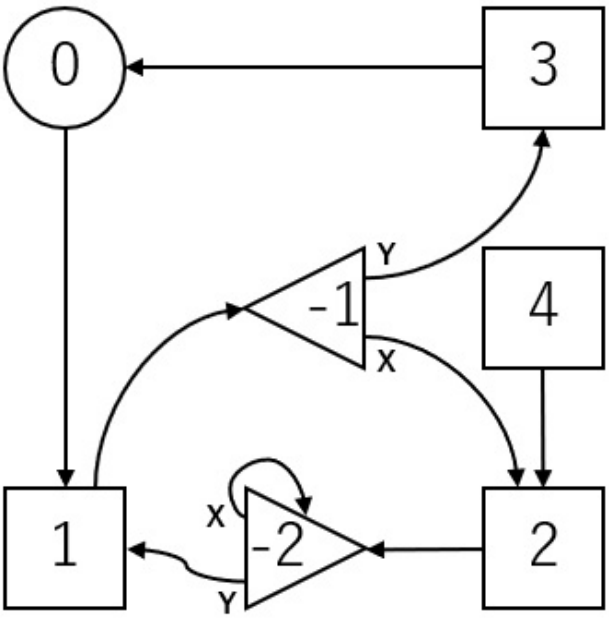
- `C`: ein Array der Länge $M+1$. Der Ausgang von Element i ($0 \leq i \leq M$) ist mit

Element `C[i]` verbunden.
- `X`, `Y`: Arrays der Länge S, wobei S die Anzahl der Switches ist. Der Ausgang 'X' vom Switch $-j$ ($1 \leq j \leq S$) ist mit Schaltelement `X[j - 1]` verbunden und der Ausgang 'Y' mit Schaltelement `Y[j - 1]`.
- Jedes Element von `C`, `X` und `Y` muss eine ganze Zahl zwischen $-S$ und M einschließlich sein.
- S muss kleiner oder gleich 400 000 sein.
- Diese Funktion muss genau einmal aufgerufen werden.
- Der durch `C`, `X` und `Y` definierte Schaltkreis muss den obigen Bedingungen der Aufgabenstellung genügen.

Sollte mindestens eine dieser Bedingungen verletzt sein, wird dein Programm mit **`Wrong Answer`** bewertet. Andernfalls wird dein Programm mit **`Accepted`** bewertet und deine Punktzahl ergibt sich aus S (siehe Teilaufgaben).

Beispiel

Seien $M = 4$, $N = 4$ und $A = [1, 2, 1, 3]$. Der Grader ruft `create_circuit(4, [1, 2, 1, 3])` auf.



Das obige Bild zeigt einen Schaltkreis, welcher dem Aufruf `answer([1, -1, -2, 0, 2], [2, -2], [3, 1])` entspricht. Die Zahlen im Bild entsprechen den Seriennummern der Schaltelemente.

Es werden zwei Switches benutzt. Somit ist $S = 2$.

Zu Beginn sind die beiden Switches -1 und -2 im Zustand 'X'. Der Ball bewegt sich wie folgt:

$$0 \longrightarrow 1 \longrightarrow -1 \xrightarrow{\text{X}} 2 \longrightarrow -2 \xrightarrow{\text{X}} -2 \xrightarrow{\text{Y}} 1 \longrightarrow -1 \xrightarrow{\text{Y}} 3 \longrightarrow 0$$

- Beim ersten Betreten vom Switch -1 findet der Ball den Switch im Zustand 'X' vor. Daher bewegt er sich in Richtung von Schalter 2. Dann ändert sich der Zustand vom Switch -1 zu 'Y'.
- Beim zweiten Betreten vom Switch -1 findet der Ball den Switch im Zustand 'Y' vor. Daher bewegt er sich in Richtung von Schalter 3. Dann ändert sich der Zustand vom Switch -1 zu 'X'.

Wenn der Ball zum ersten Mal zum Origin zurückkehrt, hat er die Trigger $1, 2, 1, 3$ durchlaufen und beide Switches sind im Zustand 'X'. P (die Anzahl an Zustandsänderungen der Switches) hat den Wert 4. Folglich genügt der Schaltkreis den Anforderungen.

Die Datei `sample-01-in.txt` im ZIP-Archiv unter *Attachments* entspricht diesem Beispiel. Dort findest du auch weitere Beispieleingaben.

Einschränkungen

- $1 \leq M \leq 100\,000$
- $1 \leq N \leq 200\,000$
- $1 \leq A_k \leq M$ $(0 \leq k \leq N-1)$

Teilaufgaben

Die Einschränkungen und Punktzahlen für die einzelnen Teilaufgaben sind wie folgt:

1. (2 Punkte) Für jedes i $(1 \leq i \leq M)$, kommt die Zahl i höchstens einmal in der Folge $A_0, A_1, \ldots, A_{N-1}$ vor.
2. (4 Punkte) Für jedes i $(1 \leq i \leq M)$, kommt die Zahl i höchstens zweimal in der Folge $A_0, A_1, \ldots, A_{N-1}$ vor.
3. (10 Punkte) Für jedes i $(1 \leq i \leq M)$, kommt die Zahl i höchstens viermal in der Folge $A_0, A_1, \ldots, A_{N-1}$ vor.
4. (10 Punkte) $N = 16$
5. (18 Punkte) $M = 1$
6. (56 Punkte) Keine weiteren Einschränkungen

Wird dein Programm für einen Testfall mit **`Accepted`** bewertet, so ergibt sich deine Punktzahl aus dem Wert von S wie folgt:

- Ist $S \leq N + \log_2 N$, so erhältst du volle Punktzahl für diesen Testfall.
- Für jeden Testfall in Teilaufgaben 5 und 6 erhältst du Teilpunkte, falls $N + \log_2 N < S \leq 2N$ ist. Die Punktzahl für den Testfall ergibt sich als $0.5 + 0.4 \times \left(\dfrac{2N - S}{N - \log_2 N}\right)^2$ multipliziert mit der Punktzahl der Teilaufgabe.
- Sonst ist die Punktzahl 0.

Die Punktzahl einer Teilaufgabe ist das Minimum der Punktzahlen ihrer Testfälle.

Beispielgrader

Der Beispielgrader liest die Eingabe in folgendem Format ein:

- Zeile 1: M N
- Zeile 2: A_0 A_1 $\ldots$ A_{N-1}

Der Beispielgrader erstellt drei Ausgaben.

Erstens gibt der Beispielgrader deine Antwort in folgendem Format in die Datei `out.txt` aus.

- Zeile 1: S
- Zeile $2 + i$ ($0 \le i \le M$): `C[i]`
- Zeite $2 + M + j$ ($1 \le j \le S$): `X[j - 1] Y[j - 1]`

Zweitens simuliert der Beispielgrader die Bewegungen des Balles. Er gibt die Seriennummern der Schaltelemente, die der Ball durchlaufen hat, in der entsprechenden Reihenfolge in die Datei `log.txt` aus.

Drittens schreibt der Beispielgrader in die Standardausgabe:

- Falls dein Programm mit **`Accepted`** bewertet wird, gibt der Beispielgrader S und P im Format `Accepted: S P` aus.
- Falls dein Programm mit **`Wrong Answer`** bewertet wird, gibt der Beispielgrader `Wrong Answer: MSG` aus, mit folgender Bedeutung:
  - `answered not exactly once`: Die Prozedur `answer` wurde nicht exakt einmal aufgerufen.
  - `wrong array length`: Die Länge von `C` ist nicht $M + 1$ oder die Längen von `X` und `Y` sind verschieden.
  - `over 400000 switches`: S ist größer als $400\,000$.
  - `wrong serial number`: Ein Element von `C`, `X`, oder `Y` ist kleiner als $-S$ oder größer als M.
  - `over 20000000 inversions`: Der Ball kommt nicht innerhalb von $20\,000\,000$ Zustandswechseln von Switches zum Origin zurück.
  - `state 'Y'`: Ein Switches ist im Zustand 'Y', wenn der Ball erstmalig zum Origin zurückkehrt.
  - `wrong motion`: Die aufgerufenen Trigger unterscheiden sich von der Sequenz A.

Beachte, dass der Beispielgrader möglicherweise keine `out.txt` und/oder `log.txt` Datei erstellt, wenn dein Programm mit `Wrong Answer` bewertet wird.