# 全国青少年信息学奥林匹克竞赛

# CCF NOI 2019

## 第二试

**时间：**2019 年 7 月 18 日 08:00 ~ 13:00

| 题目名称 | 弹跳 | 斗主地 | I 君的探险 |
|---|---|---|---|
| 题目类型 | 传统型 | 传统型 | 交互型 |
| 目录 | jump | landlords | explore |
| 可执行文件名 | jump | landlords | explore |
| 输入文件名 | jump.in | landlords.in | explore.in |
| 输出文件名 | jump.out | landlords.out | explore.out |
| 每个测试点时限 | 2.0 秒 | 4.0 秒 | 2.0 秒 |
| 内存限制 | 128 MB | 512 MB | 512 MB |
| 子任务数目 | 25 | 10 | 25 |
| 测试点是否等分 | 是 | 是 | 是 |

提交源程序文件名

| | | | |
|---|---|---|---|
| 对于 C++ 语言 | jump.cpp | landlords.cpp | explore.cpp |
| 对于 C 语言 | jump.c | landlords.c | explore.c |
| 对于 Pascal 语言 | jump.pas | landlords.pas | explore.pas |

编译选项

| | |
|---|---|
| 对于 C++ 语言 | -O2 -lm |
| 对于 C 语言 | -O2 -lm |
| 对于 Pascal 语言 | -O2 |

**注意事项**

1. 选手提交的源文件必须存放在已建立好的带有下发样例的文件夹中（该文件夹与试题同名）。
2. 文件名（包括程序名和输入输出文件名）必须使用英文小写。
3. 结果比较方式为忽略行末空格、文末回车后的全文比较。
4. C/C++ 中函数 main() 的返回值类型必须是 int，值为 0。
5. 对于因未遵守以上规则对成绩造成的影响，相关申诉不予受理。

# 弹跳（jump）

## 【题目描述】

跳蚤国有 $n$ 座城市，分别编号为 $1 \sim n$，1 号城市为首都。所有城市分布在一个 $w \times h$ 范围的网格上。每座城市都有一个整数坐标 $(x, y)$ $(1 \le x \le w, 1 \le y \le h)$，不同城市的坐标不相同。

在跳蚤国中共有 $m$ 个弹跳装置，分别编号为 $1 \sim m$，其中 $i$ 号弹跳装置位于 $p_i$ 号城市，并具有参数 $t_i, L_i, R_i, D_i, U_i$。利用该弹跳装置，跳蚤可花费 $t_i$ $(t_i > 0)$ 个单位时间，从 $p_i$ 号城市跳至坐标满足 $L_i \le x \le R_i, D_i \le y \le U_i$ $(1 \le L_i \le R_i \le w, 1 \le D_i \le U_i \le h)$ 的任意一座城市。需要注意的是，一座城市中可能存在多个弹跳装置，也可能没有弹跳装置。

由于城市间距离较远，跳蚤们必须依靠弹跳装置出行。具体来说，一次出行将经过若干座城市，依次经过的城市的编号可用序列 $a_0, a_1, \cdots, a_k$ 表示；在此次出行中，依次利用的弹跳装置的编号可用序列 $b_1, b_2, \cdots, b_k$ 表示。其中每座城市可在序列 $\{a_j\}$ 中出现任意次，每个弹跳装置也可在序列 $\{b_j\}$ 中出现任意次，且满足，对于每个 $j$ $(1 \le j \le k)$，编号为 $b_j$ 的弹跳装置位于城市 $a_{j-1}$，且跳蚤能通过该弹跳装置跳至城市 $a_j$。我们称这是一次从城市 $a_0$ 到城市 $a_k$ 的出行，其进行了 $k$ 次弹跳，共花费 $\sum_{i=1}^{k} t_{b_i}$ 个单位时间。

现在跳蚤国王想知道，对于跳蚤国除首都（1 号城市）外的每座城市，从首都出发，到达该城市最少需要花费的单位时间。跳蚤国王保证，对每座城市，均存在从首都到它的出行方案。

## 【输入格式】

从文件 ***jump.in*** 中读入数据。

第一行包含四个整数 $n, m, w, h$，变量的具体意义见题目描述。

接下来 $n$ 行，第 $i$ 行包含两个整数 $x_i, y_i$，表示 $i$ 号城市的坐标。

接下来 $m$ 行，第 $i$ 行包含六个整数 $p_i, t_i, L_i, R_i, D_i, U_i$，分别表示 $i$ 号弹跳装置所在的城市编号、弹跳所需的时间、可到达的矩形范围。这些整数的具体意义见题目描述。

## 【输出格式】

输出到文件 ***jump.out*** 中。

输出 $n-1$ 行，第 $i$ 行包含一个整数，表示从跳蚤国首都到 $i+1$ 号城市最少需要花费的单位时间。

【样例 1 输入】

```
5 3 5 5
1 1
3 1
4 1
2 2
3 3
1 123 1 5 1 5
1 50 1 5 1 1
3 10 2 2 2 2
```

【样例 1 输出】

```
50
50
60
123
```

【样例 2】

见选手目录下的 ***jump/jump2.in*** 与 ***jump/jump2.ans***。
这组样例的数据范围为 $n = 10000$ , $m = 20000$ , $w = 10000$ , $h = 1$。

【样例 3】

见选手目录下的 ***jump/jump3.in*** 与 ***jump/jump3.ans***。
这组样例的数据范围为 $n = 10000$ , $m = 20000$ , $w = 10000$ , $h = 10000$。

【数据范围与提示】

对于所有测试点和样例满足：
$1 \le n \le 70000$ , $1 \le m \le 150000$ , $1 \le w, h \le n$ , $1 \le t_i \le 10000$。
每个测试点的具体限制见下表。

| 测试点编号 | $1 \le n \le$ | $1 \le m \le$ | 特殊限制 |
|---|---|---|---|
| $1 \sim 8$ | 100 | 100 | 无 |
| $9 \sim 13$ | 50000 | 100000 | 每个弹跳装置恰好可达一座城市，且 $L_i = R_i, D_i = U_i$ |
| $14 \sim 18$ | 50000 | 100000 | $h = 1$ |
| $19 \sim 22$ | 25000 | 50000 | 无 |
| $23 \sim 25$ | 70000 | 150000 | 无 |

**请注意，本题的内存限制为 128MB。**

# 斗主地（landlords）

## 【题目描述】

小 S 在和小 F 玩一个叫“斗地主”的游戏。

可怜的小 S 发现自己打牌并打不过小 F，所以他想要在洗牌环节动动手脚。

一副牌一共有 $n$ 张牌，从上到下依次标号为 $1 \sim n$。标号为 $i$ 的牌**分数**是 $f(i)$。在本题，$f(i)$ 有且仅有两种可能：$f(i) = i$ 或 $f(i) = i^2$。

洗牌的方式和我们日常生活中的比较类似，以下我们用形式化的语言来定义：

洗牌环节一共分 $m$ 轮，这 $m$ 轮洗牌依次进行。第 $i$ 轮洗牌时：

1. 小 S 会拿出从最上面往下数的前 $A_i$ 张牌。这样这副牌就被分成了两堆：第一堆是最上面的 $A_i$ 张牌，第二堆是剩下的 $n - A_i$ 张牌，且这两堆牌内相对顺序不变。特别地，当 $A_i = n$ 或 $A_i = 0$ 时，有一堆牌是空的。
2. 接下来对两堆牌进行合并，从而产生新的第三堆牌。当第一堆牌还剩下 $X$ 张，第二堆牌还剩下 $Y$ 张的时候，以 $\frac{X}{X+Y}$ 的概率取出第一堆牌的最下面的牌，并将它放入新的第三堆牌的最上面，$\frac{Y}{X+Y}$ 的概率取出第二堆牌的最下面的牌，并将它放入新的第三堆牌的最上面。
3. 重复操作 2，一直取到两堆牌都为空为止。这样我们就完成了一轮洗牌。

因为洗牌过程是随机的，所以小 S 发现自己没法知道某个位置上具体是哪张牌。但小 S 想问你在经历了这 $m$ 轮洗牌后，某个位置上的牌的**期望分数**是多少。小 S 一共会问你 $Q$ 个这样的问题。

## 【输入格式】

从文件 ***landlords.in*** 中读入数据。

输入的第一行包含三个正整数 $n, m, type$，分别表示牌的数量，洗牌的轮数与 $f(i)$ 的类型。当 $type = 1$ 时，$f(i) = i$。当 $type = 2$ 时，$f(i) = i^2$。

接下来一行，一共 $m$ 个整数，表示 $A_1 \sim A_m$。

接下来一行一个正整数 $Q$，表示小 S 的询问个数。

接下来 $Q$ 行，每行一个正整数 $c_i$，表示小 S 想要知道从上往下第 $c_i$ 个位置上的牌的**期望分数**。保证 $1 \le c_i \le n$。

## 【输出格式】

输出到文件 ***landlords.out*** 中。

输出一共 $Q$ 行，每行一个整数，表示答案在模 998244353 意义下的取值。

即设答案化为最简分式后的形式为 $\frac{a}{b}$，其中 $a$ 和 $b$ 互质。输出整数 $x$ 使得 $bx \equiv a \pmod{998244353}$ 且 $0 \le x < 998244353$。可以证明这样的整数 $x$ 是唯一的。

【样例 1 输入】

```
4 1 1
3
1
1
```

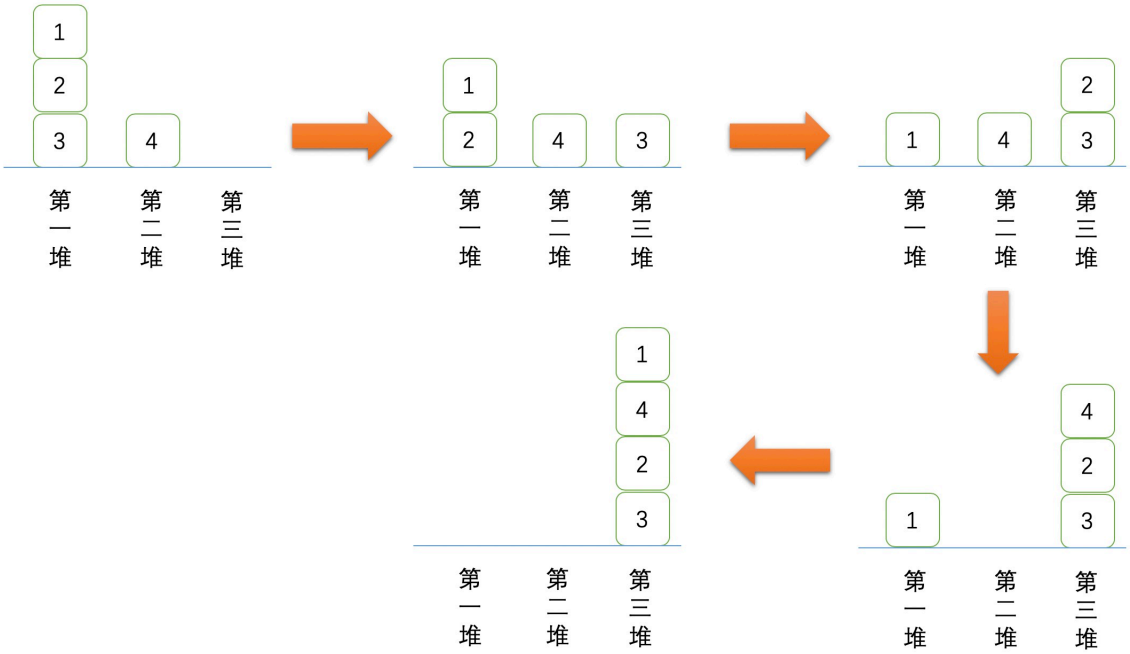
【样例 1 输出】

```
249561090
```

【样例 1 解释】

有 $\frac{1}{4}$ 的概率从上到下的最终结果是 $\{1,2,3,4\}$。
有 $\frac{1}{4}$ 的概率从上到下的最终结果是 $\{1,2,4,3\}$。
有 $\frac{1}{4}$ 的概率从上到下的最终结果是 $\{1,4,2,3\}$。
有 $\frac{1}{4}$ 的概率从上到下的最终结果是 $\{4,1,2,3\}$。
所以最终有 $\frac{1}{4}$ 的概率第一个位置是 4，有 $\frac{3}{4}$ 的概率第一个位置是 1，所以第一个位置的期望分数是 $\frac{7}{4}$。

为了帮助你们更直观地了解洗牌的过程，我们在下面画出了结果是 $\{1,4,2,3\}$ 的过程。



**【样例 2】**

见选手目录下的 ***landlords/landlords2.in*** 与 ***landlords/landlords2.ans***。

**【样例 3】**

见选手目录下的 ***landlords/landlords3.in*** 与 ***landlords/landlords3.ans***。

**【数据范围与提示】**

对于所有的测试点：$3 \le n \le 10^7$，$1 \le m, Q \le 5 \times 10^5$，$0 \le A_i \le n$，$type \in \{1, 2\}$。
每个测试点的具体限制见下表：

| 测试点 | $n$ | $m$ | $type =$ | 其他性质 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | $\le 10$ | $\le 1$ | 1 | 无 |
| 2 | $\le 80$ | $\le 80$ | | |
| 3 | | | 2 | |
| 4 | $\le 100$ | $\le 5 \times 10^5$ | | 所有 $A_i$ 相同 |
| 5 | $\le 10^7$ | | 1 | 无 |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | 2 | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |

请注意我们并没有保证 $Q \le n$。

这里我们给出离散型随机变量 $X$ 的期望 $\mathbb{E}[x]$ 的定义：

设离散随机变量 $X$ 的可能值是 $X_1, X_2 \cdots, X_k$，$\Pr[X_1], \Pr[X_2], \cdots, \Pr[X_k]$ 为 $X$ 取对应值的概率。则 $X$ 的期望为

$$\mathbb{E}[x] = \sum_{i=1}^{k} X_i \Pr[X_i]$$

# I 君的探险（explore）

**这是一道交互题。**

## 【题目背景】

时隔半年，I 君的商店终于开不下去了，他决定转让商店，做一名探险家去探索未知的广阔世界。

根据古书记载，他在一个大荒漠的腹地找到了未知文明创造的地下宫殿，宫殿由 $N$ 个大型洞穴和 $M$ 条连接这些洞穴的双向通路构成。I 君能借助古书分辨所处的洞穴，但书中并没有记录 $M$ 条通路的连接结构，因此他难以搜寻传说中藏在宫殿里的无尽财宝。

不过现在 I 君发现了一个神秘机关，通过它可以获知宫殿的信息，I 君决定利用这个机关来得到宫殿的连接结构，请你来协助他。

## 【题目描述】

地下宫殿可以抽象成一张 $N$ 个点、$M$ 条边的**无向简单图**（简单图满足任意两点之间至多存在一条直接相连的边），洞穴从 $0 \sim n-1$ 编号。目前你**并不知道**边有哪些。

每个洞穴都拥有一个光源，光源有开启、关闭两种状态，只有当光源处于开启状态时它所在的洞穴才会被照亮。初始时所有的光源都处于**关闭**状态，而光源的状态只能用 I 君发现的神秘机关改变。更具体的，使用神秘机关可以进行如下四种操作：

1. 向机关给定一个编号 $x$，机关将会**改变** $x$ 号洞穴，以及**与 $x$ 号洞穴有通路直接相连的洞穴**的光源状态。即原来开启的光源将会关闭；原来关闭的光源将会开启。
2. 向机关给定一个编号 $x$，机关将会显示**当前** $x$ 号洞穴光源的状态。
3. 向机关给定两个编号 $x, y$，表示你确定有一条连接 $x$ 号洞穴与 $y$ 号洞穴的通路，并让机关记录。
4. 向机关给定一个编号 $x$，机关将会判断与 $x$ 号洞穴相连的通路是否**都已被记录**。

机关在完成上一次操作后才能进行下一次操作。机关不能随意使用，因此每种操作的使用次数都有限制，分别为 $L_m, L_q, M, L_c$。你的任务是，编写一个程序，帮助 I 君决定如何合理利用神秘机关，从而正确地找到这 $M$ 条通路。

## 【实现细节】

你不需要，也不应该实现主函数，**你只需要**实现函数 `explore(N, M)`，这里的 `N` 和 `M` 分别表示洞穴和通路的个数。你可以通过调用如下四个函数来和交互库进行交互：

1. `modify(x)`
   - 这个函数可以令机关执行操作 1，给定的编号为 $x$。
   - 你需要保证 $0 \le x < N$，这个函数没有返回值。
2. `query(x)`

- 这个函数可以令机关执行操作 2，给定的编号为 $x$。
- 你需要保证 $0 \le x < N$，这个函数返回 0 或 1，表示目前 $x$ 号洞穴的光源为关闭（0 表示）或开启（1 表示）状态。

3. `report(x, y)`

- 这个函数可以令机关执行操作 3，给定的编号为 $x, y$。
- 你需要保证 $0 \le x, y < N$ 且 $x \neq y$，这个函数没有返回值。

4. `check(x)`

- 这个函数可以令机关执行操作 4，给定的编号为 $x$。
- 你需要保证 $0 \le x < N$，这个函数返回 0 或 1，其中返回 1 当且仅当与 $x$ 号洞穴相连的所有通路都已通过操作 3 被记录。

评测时，交互库会恰好调用 `explore` 一次。

**本题保证所使用的图在交互开始之前已经完全确定，不会根据和你的程序的交互过程动态构造，因此题目中的交互操作都是确定性的，你不需要关心这些操作在交互库中的具体实现。**

**数据保证在调用次数限制下，交互库运行所需的时间不超过 1s；交互库使用的内存大小固定，且不超过 128MB。**

## 【实现方法】

选手工作目录下已经提供了一个 `template_explore.cpp/c/pas`，请将这个文件拷贝一份，重命名为 `explore.cpp/c/pas`，然后在其基础上答题。

1. 对 C++ / C 语言选手

- 请确保你的程序开头有 `#include "explore.h"`。
- 你需要实现的函数 `explore` 的接口信息如下：

```
void explore(int N, int M);
```

- 你可以调用的交互函数的接口如下：

```
void modify(int x);
int query(int x);
void report(int x, int y);
int check(int x);
```

2. 对 Pascal 语言选手

- 注意：Pascal 的代码中实现接口的语法较为复杂，**请选手直接在下发的 `template_explore.pas` 的基础上进行答题，而不是自己从头实现代码。**
- 你需要实现的函数 `explore` 的接口信息如下：

```
procedure _explore(N, M : longint);
```

- **注意：这里的函数名称是 `_explore` 而非 `explore`，如果使用 `explore` 将导致编译失败。**

- 你可以调用的交互函数的接口如下：

```
procedure modify(x : longint);
function query(x : longint) : longint;
procedure report(x : longint; y : longint);
function check(x : longint) : longint;
```

**【测试程序方式】**

试题目录下的 **grader.cpp/c** 以及 **graderhelperlib.pas** 是我们提供的交互库参考实现，最终测试时所用的交互库实现与该参考实现有所不同，因此选手的解法不应该依赖交互库实现。

1. 对 C/C++ 语言的选手：
- 你需要在本题目录下使用如下命令编译得到可执行程序：
- 对于 C 语言：`gcc grader.c explore.c -o explore -O2 -lm`
- 对于 C++ 语言：`g++ grader.cpp explore.cpp -o explore -O2 -lm`

2. 对于 Pascal 语言的选手：
- 你需要在本题目录下使用如下命令编译得到可执行程序：

`fpc grader.pas -o"explore" -O2`

3. 对于编译得到的可执行程序：
- 可执行文件将从**标准输入**读入以下格式的数据：

第一行包含三个整数 $L_m, L_q, L_c$ ，第二行包含两个整数 $N, M$，意义如题面描述。

接下来 $M$ 行，每行两个整数 $x, y$，描述一条连接 $x$ 号洞穴与 $y$ 号洞穴的通路。
- 读入完成之后，交互库将调用恰好一次函数 `explore`，用输入的数据测试你的函数。你的函数正确返回后，交互库会判断你的计算是否正确，若正确则会输出 Correct 和交互函数调用次数相关信息，否则会输出相应的错误信息。

**【交互示例】**

假设可执行文件读入的数据为：

```
100 200 300
3 2
0 1
1 2
```

数据第一行的三个整数分别表示三种操作的调用次数限制，即 `modify(x)` 调用次数不能超过 100，`query(x)` 调用次数不能超过 200，`check(x)` 调用次数不能超过 300。

数据第二行的两个整数分别表示洞穴数和通路条数，即 $N = 3$ , $M = 2$。

report(x, y) 调用次数不能超过 $M$，该例子中即不超过 2 次。

下面是一个正确的交互过程：

| 选手程序 | 交互库 | 说明 |
|---|---|---|
| | 调用 explore(3, 2) | 开始测试 |
| 调用 modify(0) | | 对 0 号洞穴做操作 1 |
| 调用 query(2) | 返回 0 | 目前 2 号洞穴的光源状态是关闭 |
| 调用 report(0, 1) | | 发现了通路 $(0,1)$ 并记录 |
| 调用 check(0) | 返回 1 | 与 0 号洞穴相关的通路都已被记录 |
| 调用 report(2, 1) | | 发现了通路 $(2,1)$ 并记录 |
| 运行结束并返回 | 向屏幕打印 Correct | 交互结束，结果正确 |

## 【下发文件说明】

在本试题目录下：

1. grader.cpp/c 以及 graderhelperlib.pas 是我们提供的交互库参考实现。
2. explore.h 和 grader.pas 是头文件，选手不用关心具体内容。
3. template_explore.cpp/c/pas 是我们提供的样例解题源代码。
4. explore1.in、explore2.in、explore3.in 是样例输入，可供测试。

**选手注意对所有下发文件做好备份。评测只收取本试题目录下的 explore.c/cpp/pas，并且对该程序以外的文件的修改无效。**

## 【评分方式】

最终评测只会收取 explore.cpp/c/pas，修改选手目录下其他文件对评测无效。

**本题首先会受到和传统题相同的限制**。例如编译错误会导致整道题目得 0 分，运行时错误、超过时间限制、超过空间限制等会导致相应测试点得 0 分等。你只能访问自己定义的和交互库给出的变量及其对应的内存空间，尝试访问其他空间将可能导致编译错误或运行错误。

在上述条件基础上，在一个测试点中，你得到满分，当且仅当：

1. 你的每次函数调用均合法，且调用 modify、query 和 check 的次数分别不超过 $L_m, L_q, L_c$。
2. 由于 report 的调用次数限制为 $M$，你的每次调用都必须记录一条新的且存在的边；即每次调用 report(x, y) 时，应满足：有一条连接 $x$ 号洞穴和 $y$ 号洞穴的通路，且在这次调用之前从未调用过 report(x, y) 或 report(y, x)。
3. 你实现的函数 explore 正常返回。
4. 在 explore 函数返回时，你已经通过调用 report 记录了全部 $M$ 条通路。

## 【数据范围与提示】

本题共 25 个测试点，每个测试点 4 分。每个测试点的数据规模和相关限制见下表。

<table>
<tr><th>测试点编号</th><th>$N=$</th><th>$M=$</th><th>$L_m=$</th><th>$L_q=$</th><th>$L_c=$</th><th>特殊性质</th></tr>
<tr><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td rowspan="5">无</td></tr>
<tr><td>2</td><td>100</td><td rowspan="4">$10N$</td><td rowspan="2">200</td><td>$10^4$</td><td rowspan="4">$2M$</td></tr>
<tr><td>3</td><td>200</td><td>$4\times10^4$</td></tr>
<tr><td>4</td><td>300</td><td>299</td><td>$9\times10^4$</td></tr>
<tr><td>5</td><td>500</td><td>499</td><td>$1.5\times10^5$</td></tr>
<tr><td>6</td><td>59998</td><td rowspan="3">$N/2$</td><td>$17N$</td><td>$17N$</td><td rowspan="5">0</td><td rowspan="3">A</td></tr>
<tr><td>7</td><td>99998</td><td>$18N$</td><td>$18N$</td></tr>
<tr><td>8</td><td rowspan="2">199998</td><td rowspan="2">$19N$</td><td rowspan="2">$19N$</td></tr>
<tr><td>9</td><td></td></tr>
<tr><td>10</td><td>99997</td><td rowspan="8">$N-1$</td><td>$18N$</td><td>$18N$</td><td rowspan="2">B</td></tr>
<tr><td>11</td><td>199997</td><td>$19N$</td><td>$19N$</td></tr>
<tr><td>12</td><td>99996</td><td rowspan="9">$10^7$</td><td rowspan="9">$10^7$</td><td rowspan="3">C</td></tr>
<tr><td>13</td><td rowspan="2">199996</td></tr>
<tr><td>14</td></tr>
<tr><td>15</td><td rowspan="2">99995</td><td rowspan="3">D</td></tr>
<tr><td>16</td></tr>
<tr><td>17</td><td>199995</td></tr>
<tr><td>18</td><td rowspan="3">1004</td><td>2000</td><td rowspan="3">$5\times10^4$</td><td rowspan="8">$2M$</td></tr>
<tr><td>19</td><td rowspan="2">3000</td></tr>
<tr><td>20</td></tr>
<tr><td>21</td><td>50000</td><td rowspan="2">$2N$</td><td rowspan="4">$10^7$</td><td rowspan="5">无</td></tr>
<tr><td>22</td><td>100000</td></tr>
<tr><td>23</td><td>150000</td><td>200000</td></tr>
<tr><td>24</td><td rowspan="2">200000</td><td>250000</td></tr>
<tr><td>25</td><td>300000</td></tr>
</table>

再次提醒，题目保证测试所使用的图**在交互开始之前已经完全确定，而不会根据和你的程序的交互动态构造**。

表中特殊性质栏中变量的含义如下：

A：保证每个点的度数恰好为 1。

B：保证对于每个 $x>0$，存在恰好一个 $y<x$ 的 $y$ 使得 $x$ 号洞穴与 $y$ 号洞穴有通路直接相连。

C：存在 $0 \sim N-1$ 的一个排列 $p_0, p_1, \cdots, p_{N-1}$，使得对任意 $1 \le i < N$，存在一条连接洞穴编号分别为 $p_{i-1}$ 与 $p_i$ 的通路。

D：保证图连通。

- 提示：你的程序可以通过判断传入的 $N$ 的个位来区分上述不同的数据类型。