

## 第四章 图论算法

### 第二节 图的遍历

#### 【上机练习】

##### 1、珍珠(bead)

###### 【问题描述】

有  $n$  颗形状和大小都一致的珍珠，它们的重量都不相同。 $n$  为整数，所有的珍珠从 1 到  $n$  编号。你的任务是发现哪颗珍珠的重量刚好处于正中间，即在所有珍珠的重量中，该珍珠的重量列  $(n+1)/2$  位。下面给出将一对珍珠进行比较的办法：

给你一架天平用来比较珍珠的重量，我们可以比出两个珍珠哪个更重一些，在作出一系列的比较后，我们可以将某些肯定不具备中间重量的珍珠拿走。

例如，下列给出对 5 颗珍珠进行四次比较的情况：

- 1、 珍珠 2 比珍珠 1 重
- 2、 珍珠 4 比珍珠 3 重
- 3、 珍珠 5 比珍珠 1 重
- 4、 珍珠 4 比珍珠 2 重

根据以上结果，虽然我们不能精确地找出哪个珍珠具有中间重量，但我们可以肯定珍珠 1 和珍珠 4 不可能具有中间重量，因为珍珠 2、4、5 比珍珠 1 重，而珍珠 1、2、3 比珍珠 4 轻，所以我们可以移走这两颗珍珠。

写一个程序统计出共有多少颗珍珠肯定不会是中间重量。

###### 【输入格式】

输入文件第一行包含两个用空格隔开的整数  $N$  和  $M$ ，其中  $1 \leq N \leq 99$ ，且  $N$  为奇数， $M$  表示对珍珠进行的比较次数，接下来的  $M$  行每行包含两个用空格隔开的整数  $x$  和  $y$ ，表示珍珠  $x$  比珍珠  $y$  重。

###### 【输出格式】

输出文件仅一行包含一个整数，表示不可能是中间重量的珍珠的总数。

###### 【输入样例】

```
5 4
2 1
4 3
5 1
4 2
```

###### 【输出样例】

```
2
```

##### 2、铲雪车(snow)

###### 【问题描述】

随着白天越来越短夜晚越来越长，我们不得不考虑铲雪问题了。整个城市所有的道路都是双车道，因为城市预算的削减，整个城市只有 1 辆铲雪车。铲雪车只能把它开过的地方（车道）的雪铲干净，无论哪儿有雪，铲雪车都得从停放的地方出发，游历整个城市的街道。现在的问题是：最少要花多少时间去铲掉所有道路上的雪呢？

### 【输入格式】

输入数据的第 1 行表示铲雪车的停放坐标 (x,y)，x, y 为整数，单位为米。下面最多有 100 行，每行给出了一条街道的起点坐标和终点坐标，所有街道都是笔直的，且都是双向一个车道。铲雪车可以在任意交叉口、或任何街道的末尾任意转向，包括转 U 型弯。铲雪车铲雪时前进速度为 20 km/h，不铲雪时前进速度为 50 km/h。

保证：铲雪车从起点一定可以到达任何街道。

### 【输出格式】

铲掉所有街道上的雪并且返回出发点的最短时间，精确到分种。

### 【输入样例】

```
1
0 0
0 0 10000 10000
5000 -10000 5000 10000
5000 10000 10000 10000
```

### 【输出样例】

3:55

### 【注解】

3 小时 55 分钟

## 3、骑马修栅栏(fence)

### 【问题描述】

农民 John 每年有很多栅栏要修理。他总是骑着马穿过每一个栅栏并修复它破损的地方。

John 是一个与其他农民一样懒的人。他讨厌骑马，因此从来不两次经过一个一个栅栏。你必须编一个程序，读入栅栏网络的描述，并计算出一条修栅栏的路径，使每个栅栏都恰好被经过一次。John 能从任何一个顶点(即两个栅栏的交点)开始骑马，在任意一个顶点结束。

每一个栅栏连接两个顶点，顶点用 1 到 500 标号(虽然有的农场并没有 500 个顶点)。一个顶点上可连接任意多( $\geq 1$ )个栅栏。所有栅栏都是连通的(也就是你可以从任意一个栅栏到达另外的所有栅栏)。

你的程序必须输出骑马的路径(用路上依次经过的顶点号码表示)。我们如果把输出的路径看成是一个 500 进制的数，那么当存在多组解的情况下，输出 500 进制表示法中最小的一个(也就是输出第一个数较小的，如果还有多组解，输出第二个数较小的，等等)。输入数据保证至少有一个解。

### 【输入格式】

第 1 行：一个整数 F( $1 \leq F \leq 1024$ )，表示栅栏的数目

第 2 到 F+1 行：每行两个整数 i, j( $1 \leq i, j \leq 500$ )表示这条栅栏连接 i 与 j 号顶点。

### 【输出格式】

输出应当有 F+1 行，每行一个整数，依次表示路径经过的顶点号。注意数据可能有多组解，但是只有上面题目要求的那一组解是认为正确的。

| 【输入样例】 | 【输出样例】 |
|--------|--------|
| 9      | 1      |
| 1 2    | 2      |
| 2 3    | 3      |
| 3 4    | 4      |
| 4 2    | 2      |

|     |   |
|-----|---|
| 4 5 | 5 |
| 2 5 | 4 |
| 5 6 | 6 |
| 5 7 | 5 |
| 4 6 | 7 |

## 第三节 最短路径算法

### 【上机练习】

#### 1、信使(msner)

##### 【问题描述】

战争时期，前线有  $n$  个哨所，每个哨所可能会与其他若干个哨所之间有通信联系。信使负责在哨所之间传递信息，当然，这是要花费一定时间的（以天为单位）。指挥部设在第一个哨所。当指挥部下达一个命令后，指挥部就派出若干个信使向与指挥部相连的哨所送信。当一个哨所接到信后，这个哨所内的信使们也以同样的方式向其他哨所送信。直至所有  $n$  个哨所全部接到命令后，送信才算成功。因为准备充足，每个哨所内都安排了足够的信使（如果一个哨所与其他  $k$  个哨所有通信联系的话，这个哨所内至少会配备  $k$  个信使）。

现在总指挥请你编一个程序，计算出完成整个送信过程最短需要多少时间。

##### 【输入格式】

输入文件 msner.in，第 1 行有两个整数  $n$  和  $m$ ，中间用 1 个空格隔开，分别表示有  $n$  个哨所和  $m$  条通信线路。 $1 \leq n \leq 100$ 。

第 2 至  $m+1$  行：每行三个整数  $i$ 、 $j$ 、 $k$ ，中间用 1 个空格隔开，表示第  $i$  个和第  $j$  个哨所之间存在通信线路，且这条线路要花费  $k$  天。

##### 【输出格式】

输出文件 msner.out，仅一个整数，表示完成整个送信过程的最短时间。如果不是所有的哨所都能收到信，就输出 -1。

##### 【输入样例】

```
4 4
1 2 4
2 3 7
2 4 1
3 4 6
```

##### 【输出样例】

```
11
```

#### 2、最优乘车(travel)

##### 【问题描述】

H 城是一个旅游胜地，每年都有成千上万的人前来观光。为方便游客，巴士公司在各个旅游景点及宾馆，饭店等地都设置了巴士站并开通了一些单程巴士线路。每条单程巴士线路从某个巴士站出发，依次途经若干个巴士站，最终到达终点巴士站。

一名旅客最近到 H 城旅游,他很想去 S 公园游玩,但如果从他所在的饭店没有一路巴士可以直接到达 S 公园,则他可能要先乘某一路巴士坐几站,再下来换乘同一站台的另一路巴士,这样换乘几次后到达 S 公园。

现在用整数 1,2,...N 给 H 城的所有的巴士站编号,约定这名旅客所在饭店的巴士站编号为 1, S 公园巴士站的编号为 N。

写一个程序,帮助这名旅客寻找一个最优乘车方案,使他在从饭店乘车到 S 公园的过程中换车的次数最少。

#### 【输入格式】

输入文件是 travel.in。文件的第一行有两个数字 M 和 N( $1 \leq M \leq 100$   $1 < N \leq 500$ ),表示开通了 M 条单程巴士线路,总共有 N 个车站。从第二行到第 M 行依次给出了第 1 条到第 M 条巴士线路的信息。其中第 i+1 行给出的是第 i 条巴士线路的信息,从左至右按运行顺序依次给出了该线路上的所有站号相邻两个站号之间用一个空格隔开。

#### 【输出格式】

输出文件是 travel.out,文件只有一行。如果无法乘巴士从饭店到达 S 公园,则输出"N0",否则输出你的程序所找到的最少换车次数,换车次数为 0 表示不需换车即可到达。

#### 【输入样例】

```
3 7
6 7
4 7 3 6
2 1 3 5
```

#### 【输出样例】

```
2
```

### 3、最短路径(shortest path)

#### 【问题描述】

给出一个有向图 $G=(V, E)$ ,和一个源点 $v_0 \in V$ ,请写一个程序输出 $v_0$ 和图G中其它顶点的最短路径。只要所有的有向边权值都是正的,我们就允许图的边有负值。顶点的标号从 1 到 n (n 为图G的顶点数)。

#### 【输入格式】

第 1 行: 一个正数 n ( $2 \leq n \leq 80$ ),表示图 G 的顶点总数。

第 2 行: 一个整数,表示源点 $v_0$  ( $v_0 \in V$ ,  $v_0$ 可以是图G中任意一个顶点)。

第 3 至第 n+2 行,用一个邻接矩阵 W 给出了这个图。

#### 【输出格式】

共包含 n-1 行,按照顶点编号从小到大的顺序,每行输出源点  $v_0$  到一个顶点的最短距离。每行的具体格式参照样例。

#### 【输入样例】

```
5
1
0 2 - - 10
- 0 3 - 7
- - 0 4 -
- - - 0 5
- - 6 - 0
```

### 【输出样例】

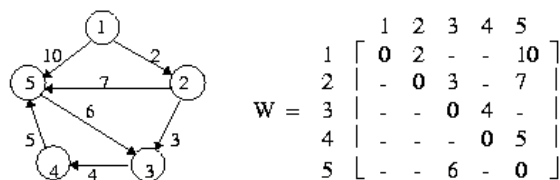
(1 -> 2) = 2

(1 -> 3) = 5

(1 -> 4) = 9

(1 -> 5) = 9

样例所对应的图如下:



## 4、热浪(heatwv)

### 【问题描述】

德克萨斯纯朴的民眾们这个夏天正在遭受巨大的热浪!!!他们的德克萨斯长角牛吃起来不错,可是他们并不是很擅长生产富含奶油的乳製品。Farmer John 此时以先天下之忧而忧,后天下之乐而乐的精神,身先士卒地承担起向德克萨斯运送大量的营养冰凉的牛奶的重任,以减轻德克萨斯人忍受酷暑的痛苦。

FJ 已经研究过可以把牛奶从威斯康星运送到德克萨斯州的路线。这些路线包括起始点和终点先一共经过  $T$  ( $1 \leq T \leq 2,500$ ) 个城镇,方便地标号为 1 到  $T$ 。除了起点和终点外的每个城镇由两条双向道路连向至少两个其它的城镇。每条道路有一个通过费用(包括油费,过路费等)。

给定一个地图,包含  $C$  ( $1 \leq C \leq 6,200$ ) 条直接连接 2 个城镇的道路。每条道路由道路的起点  $R_s$ , 终点  $R_e$  ( $1 \leq R_s \leq T; 1 \leq R_e \leq T$ ), 和花费 ( $1 \leq C_i \leq 1,000$ ) 组成。求从起始的城镇  $T_s$  ( $1 \leq T_s \leq T$ ) 到终点的城镇  $T_e$  ( $1 \leq T_e \leq T$ ) 最小的总费用。

### 【输入文件】

第一行: 4 个由空格隔开的整数:  $T, C, T_s, T_e$

第 2 到第  $C+1$  行: 第  $i+1$  行描述第  $i$  条道路。有 3 个由空格隔开的整数:  $R_s, R_e$  和  $C_i$

### 【输出文件】

一个单独的整数表示从  $T_s$  到  $T_e$  的最小总费用。数据保证至少存在一条道路。

### 【样例输入】

```
7 11 5 4
2 4 2
1 4 3
7 2 2
3 4 3
5 7 5
7 3 3
6 1 1
6 3 4
2 4 3
5 6 3
7 2 1
```

**【样例输出】**

7

**【样例说明】**

5->6->1->4 (3 + 1 + 3)

**5、分糖果(candy)****【问题描述】**

童年的我们，将和朋友分享美好的事物作为自己的快乐。这天，C 小朋友得到了 Plenty of candies，将要把这些糖果分给要好的朋友们。已知糖果从一个人传给另一个人需要 1 秒的时间，同一个小朋友不会重复接受糖果。由于糖果足够多，如果某时刻某小朋友接受了糖果，他会将糖果分成若干份，分给那些在他身旁且还没有得到糖果的小朋友们，而且自己会吃一些糖果。由于嘴馋，小朋友们等不及将糖果发完，会在得到糖果后边吃边发。每个小朋友从接受糖果到吃完糖果需要 m 秒的时间。那么，如果第一秒 C 小朋友开始发糖，第多少秒所有小朋友都吃完了糖呢？

**【输入】**

第一行为三个数 n、p、c，为小朋友数、关系数和 C 小朋友的编号。

第二行为一个数 m，表示小朋友吃糖的时间。

下面 p 行每行两个整数，表示某两个小朋友在彼此身旁。

**【输出】**

一个数，为所有小朋友都吃完了糖的时间。

**【输入输出样例】**

| candy. in | candy. out |
|-----------|------------|
| 4 3 1     | 5          |
| 2         |            |
| 1 2       |            |
| 2 3       |            |
| 1 4       |            |

**【样例解释】**

第一秒，糖在 1 手上。第二秒，糖传到了 2、3 的手中。第三秒，糖传到了 4 的手中，此时 1 吃完了。第四秒，2、3 吃完了。第五秒，4 吃完了。所以答案是 5。

**【限制】**

40%的数据满足：1≤n≤100

60%的数据满足：1≤n≤1000

100%的数据满足：1≤n≤100000

m≤n\*(n-1)/2, 不会有同一个关系被描述多次的情况。

## 第四节 图的连通性问题

### 【上机练习】

#### 1、刻录光盘(cdrom)

##### 【问题描述】

在 FJOI2010 夏令营快要结束的时候，很多营员提出来要把整个夏令营期间的资料刻录成一张光盘给大家，以便大家回去后继续学习。组委会觉得这个主意不错！可是组委会一时没有足够的空光盘，没法保证每个人都能拿到刻录上资料的光盘，怎么办呢？！

DYJ 分析了一下所有营员的地域关系，发现有些营员是一个城市的，其实他们只需要一张就可以了，因为一个人拿到光盘后，其他人可以带着 U 盘之类的东西去拷贝啊！

他们愿意某一些人到他那儿拷贝资料，当然也可能不愿意让另外一些人到他那儿拷贝资料，这与我们 FJOI 宣扬的团队合作精神格格不入!!!

现在假设总共有  $N$  个营员 ( $2 \leq N \leq 200$ )，每个营员的编号为  $1 \sim N$ 。DYJ 给每个人发了一张调查表，让每个营员填上自己愿意让哪些人到 he 那儿拷贝资料。当然，如果 A 愿意把资料拷贝给 B，而 B 又愿意把资料拷贝给 C，则一旦 A 获得了资料，则 B, C 都会获得资料。

现在，请你编写一个程序，根据回收上来的调查表，帮助 DYJ 计算出组委会至少要刻录多少张光盘，才能保证所有营员回去后都能得到夏令营资料？

##### 【输入格式】

先是一个数  $N$ ，接下来的  $N$  行，分别表示各个营员愿意把自己获得的资料拷贝给其他哪些营员。即输入数据的第  $i+1$  行表示第  $i$  个营员愿意把资料拷贝给那些营员的编号，以一个 0 结束。如果一个营员不愿意拷贝资料给任何人，则相应的行只有 1 个 0，一行中的若干数之间用一个空格隔开。

##### 【输出格式】

一个正整数，表示最少要刻录的光盘数。

| 【输入样例】                                 | 【输出样例】 |
|--|--------|
| 5<br>2 4 3 0<br>4 5 0<br>0<br>0<br>1 0 | 1      |

## 第五节 并查集

### 【上机练习】

#### 1、团伙(group)

时间限制 2S

##### 【问题描述】

在某城市里住着  $n$  个人，任何两个认识的人不是朋友就是敌人，而且满足：

- 1、我朋友的朋友是我的朋友；
- 2、我敌人的敌人是我的朋友；

所有是朋友的人组成一个团伙。告诉你关于这  $n$  个人的  $m$  条信息，即某两个人是朋友，或者某两个人是敌人，请你编写一个程序，计算出这个城市最多可能有多少个团伙？

##### 【输入格式】

第 1 行为  $n$  和  $m$ ， $1 < n < 1000, 1 \leq m \leq 100\,000$ ；

以下  $m$  行，每行为  $p\ x\ y$ ， $p$  的值为 0 或 1， $p$  为 0 时，表示  $x$  和  $y$  是朋友， $p$  为 1 时，表示  $x$  和  $y$  是敌人。

##### 【输出格式】

一个整数，表示这  $n$  个人最多可能有多少个团伙。

##### 【输入样例】

```
6 4
1 1 4
0 3 5
0 4 6
1 1 2
```

##### 【输出样例】

```
3
```

#### 2、打击犯罪(black)

##### 【问题描述】

某个地区有  $n(n \leq 1000)$  个犯罪团伙，当地警方按照他们的危险程度由高到低给他们编号为  $1 \sim n$ ，他们有些团伙之间有直接联系，但是任意两个团伙都可以通过直接或间接的方式联系，这样这里就形成了一个庞大的犯罪集团，犯罪集团的危险程度由集团内的犯罪团伙数量唯一确定，而与单个犯罪团伙的危险程度无关（该犯罪集团的危险程度为  $n$ ）。现在当地警方希望花尽量少的时间（即打击掉尽量少数的团伙），使得庞大的犯罪集团分离成若干个较小的集团，并且他们中最大的一个的危险程度不超过  $n/2$ 。为达到最好的效果，他们将按顺序打击掉编号  $1$  到  $k$  的犯罪团伙，请编程求出  $k$  的最小值。

##### 【输入格式】

第一行一个正整数  $n$ 。接下来的  $n$  行每行有若干个正整数，第一个整数表示该行除第一个外还有多少个整数，若第  $i$  行存在正整数  $k$ ，表示  $i, k$  两个团伙可以直接联系。

##### 【输出格式】

一个正整数，为  $k$  的最小值

##### 【样例输入】

```
7
```

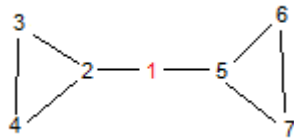


2 2 5  
3 1 3 4  
2 2 4  
2 2 3  
3 1 6 7  
2 5 7  
2 5 6

**【样例输出】**

1

**【提示】**



输出 1（打击掉犯罪团伙）

**3、搭配购买(buy)**

**【题目描述】**

Joe 觉得云朵很美，决定去山上的商店买一些云朵。商店里有  $n$  朵云，云朵被编号为  $1, 2, \dots, n$ ，并且每朵云都有一个价值。但是商店老板跟他说，一些云朵要搭配来买才好，所以买一朵云则与这朵云有搭配的云都要买。

但是 Joe 的钱有限，所以他希望买的价值越多越好。

**【输入格式】**

第 1 行  $n, m, w$ ，表示  $n$  朵云， $m$  个搭配，Joe 有  $w$  的钱。

第  $2 \sim n+1$  行，每行  $c_i, d_i$  表示  $i$  朵云的价钱和价值。

第  $n+2 \sim n+1+m$  行，每行  $u_i, v_i$ ，表示买  $u_i$  就必须买  $v_i$ ，同理，如果买  $v_i$  就必须买  $u_i$ 。

**【输出格式】**

一行，表示可以获得的最大价值。

**【输入样例】**

5 3 10  
3 10  
3 10  
3 10  
5 100  
10 1  
1 3  
3 2  
4 2

**【输出样例】**

1

**【数据范围】**

30%的数据保证：  $n \leq 100$

50%的数据保证：  $n \leq 1,000$ ；  $m \leq 100$ ；  $w \leq 1,000$

100%的数据保证：  $n \leq 10,000$ ；  $0 \leq m \leq 5000$ ；  $w \leq 10,000$

#### 4、家谱(gen)

时间限制 2S

##### 【问题描述】

现代的人对于本家族血统越来越感兴趣，现在给出充足的父子关系，请你编写程序找到某个人的最早的祖先。

##### 【输入格式】

输入文件由多行组成，首先是一系列有关父子关系的描述，其中每一组父子关系由二行组成，用#name 的形式描写一组父子关系中的父亲的名字，用+name 的形式描写一组父子关系中的儿子的名字；接下来用?name 的形式表示要求该人的最早的祖先；最后用单独的一个\$表示文件结束。规定每个人的名字都有且只有 6 个字符，而且首字母大写，且没有任意两个人的名字相同。最多可能有 1000 组父子关系，总人数最多可能达到 50000 人，家谱中的记载不超过 30 代。

##### 【输出格式】

按照输入文件的要求顺序，求出每一个要找祖先的人的祖先，格式：本人的名字+一个空格+祖先的名字+回车。

##### 【输入样例】

```
#George
+Rodney
#Arthur
+Gareth
+Walter
#Gareth
+Edward
?Edward
?Walter
?Rodney
?Arthur
$
```

##### 【输出样例】

```
Edward Arthur
Walter Arthur
Rodney George
Arthur Arthur
```

## 第六节 最小生成树

### 【上机练习】

#### 1、局域网(net)

##### 【问题描述】

某个局域网内有  $n(n \leq 100)$  台计算机，由于搭建局域网时工作人员的疏忽，现在局域网内的连接形成了回路，我们知道如果局域网形成回路那么数据将不停的在回路内传输，造成网络卡的现象。因为连接计算机的网线本身不同，所以有一些连线不是很畅通，我们用  $f(i,j)$  表示  $i,j$  之间连接的畅通程度( $f(i,j) \leq 1000$ )， $f(i,j)$  值越小表示  $i,j$  之间连接越通畅， $f(i,j)$  为 0 表示  $i,j$  之间无网线连接。现在我们需要解决回路问题，我们将除去一些连线，使得网络中没有回路，并且被除去网线的  $\sum f(i,j)$  最大，请求出这个最大值。

##### 【输入格式】

第一行两个正整数  $n$   $k$

接下来的  $k$  行每行三个正整数  $i$   $j$   $m$  表示  $i,j$  两台计算机之间有网线联通，通畅程度为  $m$ 。

##### 【输出格式】

一个正整数， $\sum f(i,j)$  的最大值

##### 【输入输出样例】

| 【输入样例】 |       | 【输出样例】 |
|--------|-------|--------|
| 5 5    | 1 5 3 | 8      |
| 1 2 8  | 2 4 5 |        |
| 1 3 1  | 3 4 2 |        |

#### 2、繁忙的都市(city)

##### 【问题描述】

城市 C 是一个非常繁忙的大都市，城市中的道路十分的拥挤，于是市长决定对其中的道路进行改造。城市 C 的道路是这样分布的：城市中有  $n$  个交叉路口，有些交叉路口之间有道路相连，两个交叉路口之间最多有一条道路相连接。这些道路是双向的，且把所有的交叉路口直接或间接的连接起来了。每条道路都有一个分值，分值越小表示这个道路越繁忙，越需要进行改造。但是市政府的资金有限，市长希望进行改造的道路越少越好，于是他提出下面的要求：

1. 改造的那些道路能够把所有的交叉路口直接或间接的连通起来。
2. 在满足要求 1 的情况下，改造的道路尽量少。
3. 在满足要求 1、2 的情况下，改造的那些道路中分值最大值尽量小。

##### 【编程任务】

作为市规划局的你，应当作出最佳的决策，选择那些道路应当被修建。

##### 【输入格式】

第一行有两个整数  $n,m$  表示城市有  $n$  个交叉路口， $m$  条道路。接下来  $m$  行是对每条道路的描述， $u, v, c$  表示交叉路口  $u$  和  $v$  之间有道路相连，分值为  $c$ 。(  $1 \leq n \leq 300$ ,  $1 \leq c \leq 10000$  )

##### 【输出格式】

两个整数  $s, \max$ ，表示你选出了几条道路，分值最大的那条道路的分值是多少。

**【输入输出样例】**

| 【输入样例】 |       | 【输出样例】 |
|--------|-------|--------|
| 4 5    | 2 3 6 | 3 6    |
| 1 2 3  | 3 4 8 |        |
| 1 4 5  |       |        |
| 2 4 7  |       |        |

**3、联络员(liaison)****【问题描述】**

Tyvj 已经一岁了，网站也由最初的几个用户增加到了上万个用户，随着 Tyvj 网站的逐步壮大，管理员的数目也越来越多，现在你身为 Tyvj 管理层的联络员，希望你找到一些通信渠道，使得管理员两两都可以联络（直接或者是间接都可以）。Tyvj 是一个公益性的网站，没有过多的利润，所以你要尽可能的使费用少才可以。

目前你已经知道，Tyvj 的通信渠道分为两大类，一类是必选通信渠道，无论价格多少，你都需要把所有的都选择上；还有一类是选择性的通信渠道，你可以从中挑选一些作为最终管理员联络的通信渠道。数据保证给出的通行渠道可以让所有的管理员联通。

**【输入格式】**

第一行  $n, m$  表示 Tyvj 一共有  $n$  个管理员，有  $m$  个通信渠道

第二行到  $m+1$  行，每行四个非负整数， $p, u, v, w$  当  $p=1$  时，表示这个通信渠道为必选通信渠道；当  $p=2$  时，表示这个通信渠道为选择性通信渠道； $u, v, w$  表示本条信息描述的是  $u, v$  管理员之间的通信渠道， $u$  可以收到  $v$  的信息， $v$  也可以收到  $u$  的信息， $w$  表示费用。

**【输出格式】**

最小的通信费用

**【输入样例】**

```
5 6
1 1 2 1
1 2 3 1
1 3 4 1
1 4 1 1
2 2 5 10
2 2 5 5
```

**【输出样例】**

```
9
```

**【样例解释】**

1-2-3-4-1 存在四个必选渠道，形成一个环，互相可以到达。需要让所有管理员联通，需要联通 2 号和 5 号管理员，选择费用为 5 的渠道，所以总的费用为 9。

**【注意】**

$U, v$  之间可能存在多条通信渠道，你的程序应该累加所有  $u, v$  之间的必选通行渠道

**【数据范围】**

对于 30% 的数据， $n \leq 10$      $m \leq 100$   
 对于 50% 的数据， $n \leq 200$      $m \leq 1000$   
 对于 100% 的数据， $n \leq 2000$      $m \leq 10000$

#### 4、连接格点(grid)

##### 【问题描述】

有一个  $M$  行  $N$  列的点阵，相邻两点可以相连。一条纵向的连线花费一个单位，一条横向的连线花费两个单位。某些点之间已经有连线了，试问至少还需要花费多少个单位才能使所有的点全部连通。

##### 【输入数据】

第一行输入两个正整数  $m$  和  $n$ 。

以下若干行每行四个正整数  $x_1, y_1, x_2, y_2$ ，表示第  $x_1$  行第  $y_1$  列的点和第  $x_2$  行第  $y_2$  列的点已经有连线。输入保证  $|x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| = 1$ 。

##### 【输出数据】

输出使得连通所有点还需要的最小花费。

##### 【输入样例】

```
2 2
1 1 2 1
```

##### 【输出样例】

```
3
```

##### 【数据规模】

30% 数据：  $n * m \leq 1000$

100% 数据：  $m, n \leq 1000$

## 第七节 拓扑排序与关键路径

### 【上机练习】

#### 1、烦人的幻灯片(slides)

##### 【问题描述】

李教授将于今天下午作一次非常重要的演讲。不信的事他不是不是一个非常爱整洁的人，他把自己演讲要用的幻灯片随便堆在了一起。因此，演讲之前他不得不去整理这些幻灯片。作为一个讲求效率的学者，他希望尽可能简单地完成它。教授这次演讲一共要用  $n$  张幻灯片 ( $n \leq 26$ )，这  $n$  张幻灯片按照演讲要使用的顺序已经用数字  $1 \sim n$  编了号。因为幻灯片是透明的，所以我们不能一下子看清每一个数字所对应的幻灯片。

现在我们用大写字母  $A, B, C, \dots$  再次把幻灯片依次编号。你的任务是编写一个程序，把幻灯片的数字编号和字母编号对应起来，显然这种对应应该是唯一的；若出现多种对应的情况或是某些数字编号和字母编号对应不起来，我们称对应是无法实现的。

##### 【输入格式】

文件的第一行只有一个整数  $n$ ，表示有  $n$  张幻灯片，接下来的  $n$  行每行包括 4 个整数  $x_{min}, x_{max}, y_{min}, y_{max}$ （整数之间用空格分开）为幻灯片的坐标，这  $n$  张幻灯片按其在文件中出现的顺序从前到后依次编号为  $A, B, C, \dots$ ，再接下来的  $n$  行依次为  $n$  个数字编号的坐标  $x, y$ ，显然在幻灯片之外是不会有数字的。

##### 【输出格式】

若是对应可以实现，输出文件应该包括  $n$  行，每一行为一个字母和一个数字，中间以一个空格隔开，并且每行以字母的升序排列，注意输出的字母要大写并且定格；反之，若是对

应无法实现，在文件的第一行顶格输出 `None` 即可。首行末无多余的空格。

**【输入输出样例】**

| slides.in  | slides.out |
|------------|------------|
| 4          | A 4        |
| 6 22 10 20 | B 1        |
| 4 18 6 16  | C 2        |
| 8 20 2 18  | D 3        |
| 10 24 4 8  |            |
| 9 15       |            |
| 19 17      |            |
| 11 7       |            |
| 21 11      |            |

## 2、病毒(virus)

**【问题描述】**

有一天，小 y 突然发现自己的计算机感染了一种病毒！还好，小 y 发现这种病毒很弱，只是会把文档中的所有字母替换成其它字母，但并不改变顺序，也不会增加和删除字母。

现在怎么恢复原来的文档呢！小 y 很聪明，他在其他没有感染病毒的机器上，生成了一个由若干单词构成的字典，字典中的单词是按照字母顺序排列的，他把这个文件拷贝到自己的机器里，故意让它感染上病毒，他想利用这个字典文件原来的有序性，找到病毒替换字母的规律，再用来恢复其它文档。

现在你的任务是：告诉你被病毒感染了的字典，要你恢复一个字母串。

**【输入格式】**

第一行为整数  $K$  ( $\leq 50000$ )，表示字典中的单词个数。

以下  $K$  行，是被病毒感染了的字典，每行一个单词。

最后一行是需要你恢复的一串字母。

所有字母均为小写。

**【输出格式】**

输出仅一行，为恢复后的一串字母。当然也有可能出现字典不完整、甚至字典是错的情况，这时请输出一个 0。

**【输入样例】**

```
6
cebdbac
cac
ecd
dca
aba
bac
cedab
```

**【输出样例】**

```
abcde
```