



CẤU TRÚC DỮ LIỆU VÀ GIẢI THUẬT  
BÀI TẬP LỚN 2

**HUYỀN THOẠI CÁC POKÉMON**  
**Phần 2: CUỘC CHIẾN GIỮA NHỮNG HUYỀN THOẠI**

Version 1.3

## I. GIỚI THIỆU

Pokemon và loài người từ lâu đã chung sống với nhau yên bình và hạnh phúc. Sự xung đột giữa những vị thần - các pokemon huyền thoại cũng ít khi xảy ra hơn vì sau những gì đã xảy ra, họ đều rất thận trọng để tránh khỏi những cuộc va chạm mang lại hậu quả vô cùng lớn lên trái đất - nơi sinh sống của tất cả Pokemon và con người. Cho đến một ngày, một loại Pokemon huyền thoại khác được mệnh danh là Archdjinn - Hoopa, mang trong mình khả năng có thể triệu hồi bất cứ những gì mà nó muốn.

Câu chuyện sẽ thật sự bắt đầu khi Hoopa triệu hồi những Pokemon huyền thoại từ những thế hệ trước. Hoopa không chỉ có một con, nhưng chỉ có một con là có được trạng thái Unbound Form - một trạng thái có quyền kiểm soát tất cả những gì mà nó triệu hồi. Con Hoopa này thể hiện bản chất bóng tối của loài Hoopa - nó được gọi là "Djinn tối cao", nó sẽ dùng khả năng của mình triệu hồi các Pokemon huyền thoại xa xưa và dùng họ để phá hủy thế giới. Kể từ khi các Pokemon huyền thoại được triệu hồi, một cuộc chiến khủng khiếp giữa những vị thần đã diễn ra và mang lại mối đe dọa hủy diệt thế giới.

(Phóng tác từ wikipedia)

## II. YÊU CẦU

Trong bài tập lớn này, sinh viên sẽ được cung cấp một file chứa dữ liệu nhập. Trong đó bao gồm thông tin về các sự kiện diễn ra quá trình chiến đấu giữa hai phe: phe bảo vệ của Hoopa và phe hủy diệt của Hoopa\_Unbound. Chương trình sẽ xuất ra đội hình của các Pokemon huyền thoại này.

Dữ liệu nhập mà sinh viên phải xử lý được biểu diễn dưới dạng danh sách liên kết (Linked list), dữ liệu xuất sẽ được biểu diễn dưới dạng cây nhị phân (Binary tree). Chi tiết mô tả dữ liệu nhập, xuất và các công việc sinh viên phải làm được nêu trong các mục la mã dưới đây.

### III. DỮ LIỆU NHẬP - DỮ LIỆU XUẤT

**Dữ liệu nhập** của chương trình được chứa trong file nhập mang tên *input.txt*. File này sẽ chứa thông tin như ví dụ sau:

12311 35607 -11101 27415 ;

Như vậy file nhập *input.txt* sẽ bao gồm ít nhất một dòng, mô tả các sự kiện diễn ra theo thứ tự thời gian từ trái sang phải (sự kiện được mô tả ở bên trái cùng sẽ xảy ra đầu tiên và là sự kiện thứ nhất). Ý nghĩa tương ứng của từng sự kiện được mô tả trong Bảng 1. Số sự kiện là không cố định, có thể thay đổi tùy theo test case. Một sự kiện có thể xảy ra nhiều lần. Sẽ có tối đa 1000 sự kiện xảy ra. Nếu số sự kiện nhiều, các sự kiện có thể trình bày thành nhiều dòng. Mỗi sự kiện được mô tả sẽ cách nhau bởi một dấu khoảng trắng. Nếu mã sự kiện không tồn tại trong cách trường hợp đã quy định (mục V), hoặc sự kiện có tồn tại nhưng không thể xảy ra được thì bỏ qua sự kiện đó và đi tiếp đến sự kiện tiếp theo.

**Dữ liệu xuất** sẽ là cây nhị phân đội hình Pokemon huyền thoại cuối cùng sau khi tất cả các sự kiện xảy ra. Dữ liệu xuất sẽ có hai dòng:

- ✚ Dòng thứ nhất là in ra màn hình đội hình cây theo kiểu dựng sẵn (chi tiết xem tại ví dụ 1). Việc in ra này chỉ in ra chỉ số nhãn của Pokemon.
- ✚ Dòng thứ hai sẽ là in ra màn hình thứ tự duyệt cây theo kiểu LNR với đầy đủ các thông số của Pokemon theo thứ tự: *number\_attribute\_exp\_team*. Với *number* là chỉ số nhãn, *attribute* là thuộc tính của Pokemon, *exp* là chỉ số năng lượng và *team* là chỉ số chỉ đội Hoopa (chỉ số 1) hay đội Hoopa\_Unbound (chỉ số 0).

Về kiểu xuất của dữ liệu cây nhị phân xem tại ví dụ 1.

(Việc xuất cây nhị phân đội hình Pokémon cuối cùng ra màn hình đã có hàm viết sẵn, sinh viên chỉ xử lý những sự kiện khác phù hợp.)

## IV. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH.

Sinh viên sẽ được cung cấp các cấu trúc như sau:

```
struct nodeTree {  
    int attribute;  
    int exp;  
    int number;  
    bool hoopa; // TRUE if this pokemon belongs to Hoopa team  
                // and FALSE if it belongs to Hoopa_Unbound team  
    int balance; //will be used in AVL only, and be ignored in other cases.  
    nodeTree* pLeft;  
    nodeTree* pRight;  
};
```

*nodeTree* là một nút trên cây nhị phân chứa thông tin về Pokemon huyền thoại. Nó gồm có:

- ✚ *attribute* là chỉ số thuộc tính của Pokemon huyền thoại.
- ✚ *exp* là chỉ số năng lượng của Pokemon huyền thoại.
- ✚ *number* là chỉ số nhãn của Pokemon huyền thoại.
- ✚ *hoopa* là một biến kiểu bool nhằm chỉ ra rằng khi Pokemon huyền thoại được triệu hồi sẽ thuộc về đội của Hoopa hay Hoopa\_Unbound.
- ✚ *balance* là biến được dùng trong trường hợp cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).
- ✚ *pLeft* trỏ đến nút con bên trái
- ✚ *pRight* trỏ đến nút con bên phải

```
struct legendTree {  
    nodeTree* root;  
};
```

*legendTree* là một cây nhị phân chứa thông tin về đội hình cây Pokemon huyền thoại. Nó gồm có một con trỏ *root* trỏ đến nút gốc của cây nhị phân.

```
struct eventList {  
    int nEventCode;  
    eventList* next;  
};
```

*eventList* là một danh sách liên kết chứa thông tin về các sự kiện. Nó gồm có: mã sự kiện *nEventCode* và một con trỏ *next* trỏ đến sự kiện kế tiếp trong danh sách.

Sinh viên sẽ hiện thực một hàm *battle* có prototype như sau:

```
void battle(eventList* pEvent, legendTree*& aTree);
```

Trong đó *pEvent* là một con trỏ trỏ đến danh sách liên kết của các sự kiện được đọc từ file input.txt, *aTree* là con trỏ trỏ đến cây nhị phân đội hình Pokemon huyền thoại.

## V. XÂY DỰNG DANH SÁCH ĐỘI HÌNH CÂY POKEMON HUYỀN THOẠI

Các sự kiện cụ thể như sau:

### **S1) Triệu hồi Pokemon huyền thoại - mã sự kiện XYZAB hoặc -XYZAB.**

XYZAB là một số nguyên dương có 5 chữ số và -XYZAB là một số nguyên âm có 5 chữ số.

Hai Pokemon huyền thoại Hoopa và Hoopa\_Unbound sẽ dùng khả năng của mình triệu hồi những con Pokemon huyền thoại khác. Mỗi lần các Pokemon huyền thoại này được triệu hồi, chúng vô tình sắp xếp theo đội hình của một cây.

Khi sự kiện này xảy ra, nếu mã sự kiện (MSK) là XYZAB thì **Hoopa** sẽ triệu hồi một Pokemon huyền thoại có thuộc tính là AB (với AB tương ứng trong MSK, chỉ số AB phải phù hợp với thuộc tính đã cho trong bảng 1). Chỉ số nhãn của Pokemon huyền thoại này là XYZ (với AB tương ứng trong MSK). Chỉ số năng lượng *exp* của Pokemon này là X00 (X00 là một số nguyên dương có 3 chữ số chia hết cho 100, với X tương ứng trong MSK) và Pokemon này thuộc đội của Hoopa (*biến hoopa = TRUE*).



Ngược lại, khi sự kiện này xảy ra, nếu MSK là -XYZAB thì **Hoopa\_Unbound** sẽ triệu hồi một Pokemon huyền thoại có thuộc tính là AB (với AB tương ứng trong MSK, chỉ số AB phải phù hợp với thuộc tính đã cho trong bảng 1). Chỉ số nhãn của Pokemon huyền thoại này là XYZ (với AB tương ứng trong MSK). Chỉ số năng lượng *exp* của Pokemon này là X00 (X00 là 1 số nguyên dương có 3 chữ số chia hết cho 100, với X tương ứng trong MSK) và Pokemon này thuộc đội của Hoopa\_Unbound (*biến hoopa = FALSE*).



Chỉ số	Thuộc tính	Chỉ số	Thuộc tính
1	Bug	9	Grass
2	Dark	10	Ground
3	Dragon	11	Ice
4	Electric	12	Poison
5	Fighting	13	Psychic
6	Fire	14	Rock
7	Flying	15	Steel
8	Ghost	16	Water

Bảng 1: chỉ số thuộc tính của Pokemon

Khi Pokemon huyền thoại này được triệu hồi, nó sẽ đóng vai trò là một nút có chỉ số của nút chính là chỉ số nhãn của Pokemon. Pokemon huyền thoại được triệu hồi đầu tiên nhất (không phân biệt thuộc phe nào) sẽ được thêm vào đội hình cây đầu tiên và trở thành nút đầu tiên trong cây. Kể từ Pokemon huyền thoại thứ hai trở đi được triệu hồi cũng sẽ trở thành một nút trong cây và nút này được thêm vào đội hình cây theo quy tắc tương ứng của loại cây đội hình đó. **Trừ trường hợp của Tứ thánh kiểm sĩ, Pokemon thánh kiểm sĩ sẽ không được thêm vào cây (xem chi tiết về sự kiện S3).**

Đội hình cây sẽ là đội hình cây nhị phân và mỗi nút trên cây sẽ có một chỉ số là một số nguyên dương có 3 chữ số. Dựa vào chỉ số của nút đầu tiên nhất được thêm vào cây sẽ quyết định cây đội hình thuộc loại cây nhị phân nào. Quy định cụ thể như sau:

- ✚ Nếu nút đầu tiên có chỉ số là một số chính phương thì cây đội hình Pokemon huyền thoại sẽ là cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).
- ✚ Nếu nút đầu tiên có chỉ số là một số có chữ số hàng chục bằng đúng trung bình cộng của chữ số hàng trăm và chữ số hàng đơn vị thì cây đội hình Pokemon huyền thoại sẽ là cây nhị phân Heap (Heap Tree). Lúc này, để xác định đội hình thuộc loại Max Heap Tree hay Min Heap Tree chúng ta phải dựa vào chỉ số của nút thứ hai được thêm vào cây. Nếu chỉ số của nút thứ hai này nhỏ hơn nút gốc thì cây đội hình sẽ là cây Max Heap Tree. Nếu chỉ số của nút thứ hai này lớn hơn nút gốc thì cây đội hình sẽ là cây Min Heap Tree.
- ✚ Nếu nút đầu tiên có chỉ số là một số không thuộc hai trường hợp trên thì cây đội hình Pokemon huyền thoại sẽ là cây nhị phân tìm kiếm (Binary Search Tree).

### Ví dụ 1:

input.txt	Output
22511 41103 -12110 -54103 92201 72614	541 (225 (121 411) 922 (726 N)) 121_10_100_0 225_11_200_1 411_03_400_1 541_03_500_0 726_14_700_1 922_01_900_1

Các sự kiện diễn ra:

*Sự kiện 1 (S1):* Pokemon huyền thoại có chỉ số nhãn là 225, thuộc tính 11, exp = 200 và thuộc đội của Hoopa (Pokemon này ký hiệu là 225\_11\_200\_1, chỉ số 1 là để chỉ đội của Hoopa) được triệu hồi. Do Pokemon này là Pokemon được triệu hồi đầu tiên và có chỉ số nhãn 225 là một số chính phương nên cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).

*Sự kiện 2 (S1):* Pokemon 411\_03\_400\_1 được triệu hồi.

*Sự kiện 3 (S1):* Pokemon 121\_10\_100\_0 được triệu hồi (chỉ số 0 là để chỉ đội của Hoopa\_Unbound).

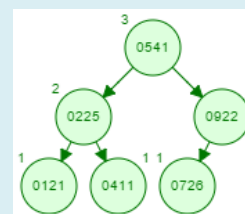
*Sự kiện 4 (S1):* Pokemon 541\_03\_500\_0 được triệu hồi.

*Sự kiện 5 (S1):* Pokemon 922\_01\_900\_1 được triệu hồi.

*Sự kiện 6 (S1):* Pokemon 726\_14\_700\_1 được triệu hồi.

Dữ liệu xuất có 2 dòng:

541 (225 (121 411) 922 (726 N))  
121\_10\_100\_0 225\_11\_200\_1 411\_03\_400\_1 541\_03\_500\_0  
726\_14\_700\_1 922\_01\_900\_1



Ý nghĩa dòng thứ nhất của dữ liệu xuất: sau khi chèn tất cả các nút vào trong cây và cân bằng cây, thì cây nhị phân kết quả như sau: nút gốc là 541, nhánh trái là 225 và nhánh phải là 922. Nhánh trái, phải của nút 225 lần lượt là: 121 và 411. Nhánh trái, phải của nút 922 lần lượt là: 726 và NULL (viết tắt là N).

Ý nghĩa dòng thứ hai của dữ liệu xuất: in cây theo kiểu LNR với thông tin đầy đủ của Pokemon theo thứ tự: *number\_attribute\_exp\_team*



## Ví dụ 2:

input.txt	Output
12311 41103 -12110 -54103 92201 72614	121 (411 (541 922) 123 (726 N)) 541_03_500_0 411_03_400_1 922_01_900_1 121_10_100_0 <b>726_14_700_1 123_11_100_1</b>

Các sự kiện diễn ra:

*Sự kiện 1 (S1):* Pokemon 123\_11\_100\_1 được triệu hồi. Do Pokemon này là Pokemon được triệu hồi đầu tiên và có chỉ số nhãn 123 là một số có chữ số hàng chục bằng trung bình cộng của chữ số hàng đơn vị và hàng trăm nên cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân Heap.

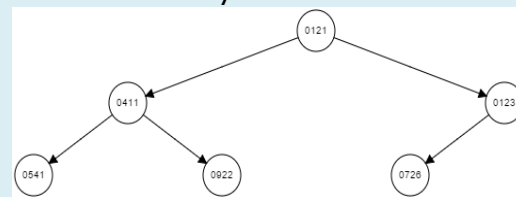
*Sự kiện 2 (S1):* Pokemon 411\_03\_400\_1 được triệu hồi. Pokemon này có chỉ số nhãn là 411 lớn hơn chỉ số nhãn của Pokemon đầu tiên nên cây nhị phân Heap này thuộc loại Min Heap Tree.

*Sự kiện 3 (S1):* Pokemon 121\_10\_100\_0 được triệu hồi.

*Sự kiện 4 (S1):* Pokemon 541\_03\_500\_0 được triệu hồi.

*Sự kiện 5 (S1):* Pokemon 922\_01\_900\_1 được triệu hồi.

*Sự kiện 6 (S1):* Pokemon 726\_14\_700\_1 được triệu hồi.



Mỗi nút trên cây sẽ có một chỉ số và chỉ số này là duy nhất. Vì vậy, nếu một nút mới được thêm vào cây có chỉ số trùng với chỉ số của một nút đã có trong cây thì khi đó, chỉ số của nút mới này sẽ được tăng dần một đơn vị cho đến khi đạt được chỉ số không bị trùng nữa thì sẽ được thêm vào cây. Nếu như sau nhiều lần tăng mà vẫn bị trùng thì nút này sẽ bị loại và không được thêm vào cây.

## Lưu ý:

- Chỉ số thuộc tính *attribute* của Pokemon huyền thoại chỉ có giá trị tương ứng trong bảng 1. Nếu chỉ số này không tương ứng trong bảng 1 thì MSK chứa chỉ số này xem như không hợp lệ.
- Chỉ số năng lượng *exp* của Pokemon huyền thoại có giá trị tối đa là 999. Nếu như chỉ số *exp* này bị giảm về 0 thì Pokemon đó sẽ bị xóa khỏi đội hình cây theo quy tắc của loại cây đội hình đó (ví dụ như việc cân bằng cây, tái cấu trúc lại cây Heap cho phù hợp, ...) **ngay lập tức**. Trong trường hợp cây nhị phân hiện hành thuộc loại cây nhị phân tìm kiếm (BST) hay cây nhị phân cân bằng (AVL Tree), trong tất cả các sự kiện xảy ra, việc xóa một nút khỏi cây nhị phân sẽ được áp dụng theo như lý thuyết về việc vận hành một cây nhị phân. Nếu nút tương ứng bị xóa có 2 nhánh con, việc xóa nút này ra khỏi cây thì sẽ chọn **nút có chỉ số lớn nhất của nhánh con bên trái**.

### Ví dụ 3:

input.txt	Output
14611 41103 -12110 -54103 92201 72614 -13650 12105	146 (121 (N 122) 411 (N 541 (N 922 (726 N)))) 121_10_100_0 122_05_100_1 146_11_100_1 411_03_400_1 541_03_500_0 726_14_700_1 922_01_900_1

Các sự kiện diễn ra:

*Sự kiện 1 (S1):* Pokemon 146\_11\_100\_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân tìm kiếm BST.

*Sự kiện 2 (S1):* Pokemon 411\_03\_400\_1 được triệu hồi.

*Sự kiện 3 (S1):* Pokemon 121\_10\_100\_0 được triệu hồi.

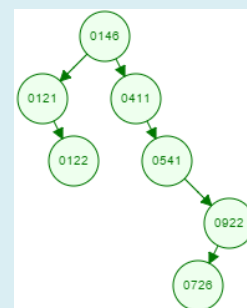
*Sự kiện 4 (S1):* Pokemon 541\_03\_500\_0 được triệu hồi.

*Sự kiện 5 (S1):* Pokemon 922\_01\_900\_1 được triệu hồi.

*Sự kiện 6 (S1):* Pokemon 726\_14\_700\_1 được triệu hồi.

*Sự kiện 7 (S1):* Không hợp lệ, bỏ qua.

*Sự kiện 8 (S1):* Pokemon 121\_05\_100\_1 được triệu hồi. Pokemon này có chỉ số nhãn trùng với chỉ số của một nút có trong cây, vì thế chỉ số nhãn của Pokemon này tăng lên một đơn vị là 122\_05\_100\_1, sau đó nút có chỉ số 122 sẽ được thêm vào cây.



### S2) Bộ ba thời tiết

Đấng tối cao Arceus đã tạo ra bộ ba này bao gồm: khủng long Groudon - vị thần của đất đai và núi lửa, cá voi Kyogre - vị thần của đại dương và rừng Rayquaza - vị thần của của bầu trời.



Nếu Pokemon được triệu hồi có chỉ số nhãn 111 (thuộc tính Fire), 222 (thuộc tính Water) và 333 (thuộc tính Electric) thì tương ứng đó là Groudon, Kyogre và Rayquaza. Khi một trong ba vị thần này xuất hiện trong cây đội hình, tất cả các Pokemon huyền thoại khác có **thuộc tính phù hợp**, là một nút trong cây và **cùng phe** sẽ được gia tăng thêm chỉ số năng lượng 200 đơn vị. Pokemon huyền thoại có thuộc tính phù hợp được cho trong bảng 2:

	Thuộc tính phù hợp
Groudon	Fire, Ground
Kyogre	Grass, Water
Rayquaza	Dragon, Electric, Flying

Bảng 2: thuộc tính phù hợp chịu ảnh hưởng bởi bộ ba thời tiết

**Lưu ý:** những loài Pokemon huyền thoại đặc biệt như thế này sẽ chỉ có một duy nhất, vì thế chúng chỉ có thể xuất hiện bằng cách triệu hồi trực tiếp, tức là khi Hoopa hoặc Hoopa\_Unbound triệu hồi trực tiếp Pokemon có chỉ số nhãn tương ứng như trên thì mới chính là bộ ba này. Đồng thời nếu chúng **đang xuất hiện** trong cây đội hình thì không thể xuất hiện thêm nữa.



Ta tạm gọi những nút có chỉ số của những Pokemon huyền thoại đặc biệt này là những **nút đặc biệt**. Vì thế nếu như có một nút mới có chỉ số trùng với chỉ số của nút đặc biệt đã có trong cây, hoặc chỉ số của nút mới được tạo thành không phải bằng cách tạo thành trực tiếp từ chỉ số nhãn của những Pokemon huyền thoại đặc biệt này; thì khi đó, những nút mới này sẽ không được thêm vào cây đội hình.

Điều lưu ý này cũng sẽ đúng với những Pokemon huyền thoại đặc biệt khác, được mô tả trong các phần bên dưới.

#### Ví dụ 4:

input.txt	Output
22511 41106 -12110 -54103 92210 72614 11106 -22201	541 (225 (121 (111 N) 411) 922 (726 N)) 111_06_100_1 121_10_100_0 225_11_200_1 411_06_600_1 541_03_500_0 726_14_700_1 922_10_999_1

Các sự kiện diễn ra:

*Sự kiện 1 (S1):* Pokemon 225\_11\_200\_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).

*Sự kiện 2 (S1):* Pokemon 411\_06\_400\_1 được triệu hồi.

*Sự kiện 3 (S1):* Pokemon 121\_10\_100\_0 được triệu hồi.

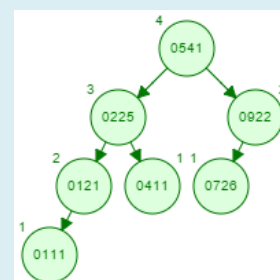
*Sự kiện 4 (S1):* Pokemon 541\_03\_500\_0 được triệu hồi.

*Sự kiện 5 (S1):* Pokemon 922\_10\_900\_1 được triệu hồi.

*Sự kiện 6 (S1):* Pokemon 726\_14\_700\_1 được triệu hồi.

*Sự kiện 7 (S2):* Pokemon 111\_06\_100\_1 Groudon được triệu hồi. Ở phe của Hoopa có Pokemon 411\_06\_400\_1 và 922\_10\_900\_1 là có thuộc tính Ground, Fire nên hai Pokemon này sẽ được tăng 200 chỉ số exp. Tuy nhiên do Pokemon 922\_10\_900\_1 có chỉ số exp ban đầu là 900, sau khi tăng 200 vượt mức 999 nên chỉ số exp sau khi tăng của Pokemon này là 999.

*Sự kiện 8 (S2):* MSK -22201 muốn ám chỉ Pokemon có chỉ số nhãn là 222 và thuộc tính là Bug và thuộc đội của Hoopa\_Unbound. Tuy nhiên chỉ có Kyogre mới được có chỉ số nhãn là 222 mà Kyogre lại có thuộc tính là Water, vì thế sự kiện này là không hợp lệ và bị bỏ qua.



#### Ví dụ 5:

input.txt	Output
22511 41106 -12110 -54103 92210 72614 11006 -11001	541 (225 (121 (110 N) 411) 922 (726 N)) 110_06_100_1 121_10_100_0 225_11_200_1 411_06_400_1 541_03_500_0 726_14_700_1 922_10_900_1

Các sự kiện diễn ra:

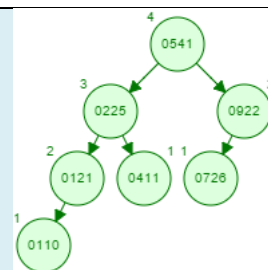
*Sự kiện 1 (S1):* Pokemon 225\_11\_200\_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).

*Sự kiện 2 (S1):* Pokemon 411\_06\_400\_1 được triệu hồi.

*Sự kiện 3 (S1):* Pokemon 121\_10\_100\_0 được triệu hồi.

*Sự kiện 4 (S1):* Pokemon 541\_03\_500\_0 được triệu hồi.

Sự kiện 5 (S1): Pokemon 922\_10\_900\_1 được triệu hồi.  
 Sự kiện 6 (S1): Pokemon 726\_14\_700\_1 được triệu hồi.  
 Sự kiện 7 (S1): Pokemon 110\_06\_100\_1 được triệu hồi.  
 Sự kiện 8 (S1): Với MSK -11001, chúng ta xem là Pokemon 110\_01\_100\_0. Pokemon này có chỉ số nhãn bị trùng với chỉ số của một nút trong cây, chỉ số nhãn 110 được tăng thêm một đơn vị thành 111. Trong cây nhị phân hiện hành không có nút nào có chỉ số là 111, tuy nhiên chỉ số nhãn 111 chỉ có Groudon mới có, mà Pokemon này không phải Groudon mà vô tình do việc tăng thêm giá trị của chỉ số nhãn tạo thành, vì thế điều này vi phạm với qua tắc đã nêu ở trên nên MSK này xem như không hợp lệ và được bỏ qua.



#### Ví dụ 6:

input.txt	Output
22511 41106 -12110 -54103 92210 72614 11002 11106 11010	541 (121 (111 (110 112) 225 (N 411)) 922 (726 N)) 110_02_100_1 111_06_100_1 112_300_10_1 121_10_100_0 225_11_200_1 411_06_600_1 541_03_500_0 726_14_700_1 922_10_999_1

Các sự kiện diễn ra:

Sự kiện 1 (S1): Pokemon 225\_11\_200\_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).

Sự kiện 2 (S1): Pokemon 411\_06\_400\_1 được triệu hồi.

Sự kiện 3 (S1): Pokemon 121\_10\_100\_0 được triệu hồi.

Sự kiện 4 (S1): Pokemon 541\_03\_500\_0 được triệu hồi.

Sự kiện 5 (S1): Pokemon 922\_10\_900\_1 được triệu hồi.

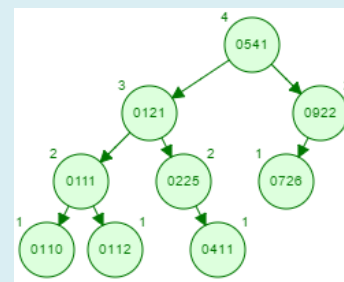
Sự kiện 6 (S1): Pokemon 726\_14\_700\_1 được triệu hồi.

Sự kiện 7 (S1): Pokemon 110\_02\_100\_1 được triệu hồi.

Sự kiện 8 (S2): Pokemon 111\_06\_100\_1 Groudon được triệu hồi.

Pokemon 411\_06\_400\_1 và 922\_10\_900\_1 được tăng exp thêm 200 đơn vị.

Sự kiện 9 (S2): Pokemon 110\_10\_100\_1 được triệu hồi. Chỉ số 110 bị trùng, tăng 1 đơn vị thành 111. Chỉ số 111 cũng bị trùng với nút có trong cây, chỉ số này tăng tiếp tục thêm 1 đơn vị thành 112 và nút có chỉ số 112 được thêm vào cây. Pokemon này bây giờ là 112\_10\_100\_1 có thuộc tính là Ground, trong cây nhị phân hiện hành có Groudon ở cùng phe nên được gia tăng thêm 200 đơn vị exp nữa thành 112\_10\_300\_1.



### S3) Tứ thánh kiểm sĩ

Virizion, Keldeo, Cobalion và Terrakion là bốn Pokemon được danh xưng là các thánh kiểm sĩ. Chúng là những Pokemon rất có lý trí, dùng sức của mình để tăng sức mạnh và chiến đấu chống lại kẻ thù. Đôi sừng này như những thanh kiếm công lý giúp chúng nhận ra được sự thật đằng sau những trận chiến phi nghĩa.

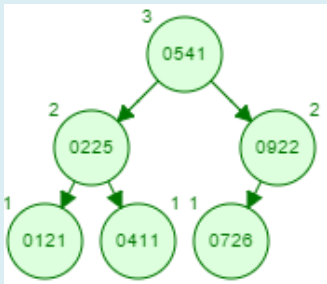
Với các chỉ số nhãn lần lượt là 200, 400, 600, 800 sẽ tương ứng với các thánh kiểm sĩ. Khi một thánh kiểm sĩ được triệu hồi, nó sẽ dùng sức của mình chặt đi một nút có trong cây đội hình thuộc



phe đối phương, nút được chọn bị chặt sẽ là nút có chỉ số gần nhất với chỉ số nhân của thánh kiểm sĩ đó. Nếu có nhiều hơn một nút thỏa điều kiện như thế thì nút có chỉ số nhỏ hơn sẽ được chọn. Khi một nút bị chặt khỏi cây có nghĩa là nút này sẽ bị xóa khỏi cây nhị phân hiện hành theo quy tắc của loại cây đội hình đó và quy tắc đã quy ước trong S2.

Sau khi thực hiện việc "chặt cây", nhờ vào thanh kiếm công lý đã giúp cho thánh kiểm sĩ nhận ra cuộc chiến này là chính những vị thần tạo ra thế giới đang hủy hoại lẫn nhau, và vì thế dù là ở phe nào đi nữa thì cuộc chiến này là vô nghĩa, vì thế dưới sự hỗ trợ của thanh kiếm công lý của mình, thánh kiểm sĩ sẽ trở về lại nơi đã triệu hồi ngài. Tuy nhiên, bằng khả năng của mình, Hoopa hay Hoopa\_Unbound vẫn có thể gọi lại các thánh kiểm sĩ này.

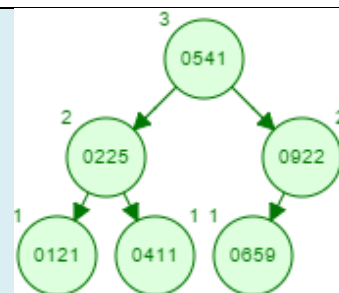
Nếu cây nhị phân hiện hành rỗng và sự kiện này xảy ra, thánh kiểm sĩ sẽ không thực hiện việc chặt cây, và tất nhiên cũng nhờ có thanh kiếm công lý giúp cho thánh kiểm sĩ nhận thức được cuộc chiến này, vì thế trong trường hợp này ngài cũng sẽ trở về lại nơi đã triệu hồi ngài.

<b>Ví dụ 7:</b>	
input.txt	Output
22511 -41106 -12110 54103 92210 72614 -80003	541 (225 (121 411) 922) 121_10_100_0 225_11_200_1 411_06_400_0 541_03_500_1 922_10_900_1
<p>Các sự kiện diễn ra:</p> <p><i>Sự kiện 1 (S1):</i> Pokemon 225_11_200_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).</p> <p><i>Sự kiện 2 (S1):</i> Pokemon 411_06_400_0 được triệu hồi.</p> <p><i>Sự kiện 3 (S1):</i> Pokemon 121_10_100_0 được triệu hồi.</p> <p><i>Sự kiện 4 (S1):</i> Pokemon 541_03_500_1 được triệu hồi.</p> <p><i>Sự kiện 5 (S1):</i> Pokemon 922_10_900_1 được triệu hồi.</p> <p><i>Sự kiện 6 (S1):</i> Pokemon 726_14_700_1 được triệu hồi.</p> <p>Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)</p>  <p><i>Sự kiện 7 (S3):</i> Pokemon 800_03_800_0 - thánh kiểm sĩ Terrakion được triệu hồi. Nút thuộc phe đối phương (đội của Hoopa) có chỉ số gần với 800 nhất là nút 726, nút này sẽ bị loại khỏi đội hình cây và sau đó Terrakion cũng sẽ biến mất.</p>	

<b>Ví dụ 8:</b>	
input.txt	Output
22511 -41106 -12110 54103 92210 65914 -60003 60003	225 (121 922 (659 N)) 121_10_100_0 225_11_200_1 659_14_200_1 922_10_900_1
<p>Các sự kiện diễn ra:</p> <p><i>Sự kiện 1 (S1):</i> Pokemon 225_11_200_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).</p>	

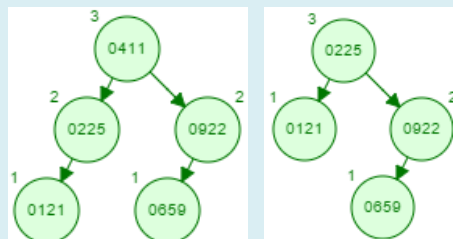
Sự kiện 2 (S1): Pokemon 411\_06\_400\_0 được triệu hồi.  
Sự kiện 3 (S1): Pokemon 121\_10\_100\_0 được triệu hồi.  
Sự kiện 4 (S1): Pokemon 541\_03\_500\_1 được triệu hồi.  
Sự kiện 5 (S1): Pokemon 922\_10\_900\_1 được triệu hồi.  
Sự kiện 6 (S1): Pokemon 726\_14\_700\_1 được triệu hồi.

Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)



Sự kiện 7 (S3): Pokemon 600\_03\_600\_0 - thánh kiểm sĩ Cobalion được triệu hồi. Nút thuộc phe đối phương (đội của Hoopa) có chỉ số gần với 600 nhất là hai nút 659 và 541, nút 541 sẽ được chọn bị loại khỏi đội hình cây và sau đó Cobalion cũng sẽ biến mất.

Đội hình cây hiện hành là: (hình thứ nhất bên phải)



Sự kiện 8 (S3): Pokemon 600\_03\_600\_1 - thánh kiểm sĩ Cobalion được triệu hồi. Nút thuộc phe đối phương (đội của Hoopa\_Unbound) có chỉ số gần với 600 nhất là nút 411, nút này sẽ bị loại khỏi đội hình cây và sau đó Cobalion cũng sẽ biến mất.

#### S4) Bộ ba linh điều

Lugia - vị thần của bão tố (thuộc tính Dragon) đã hấp thụ khí trời và sáng tạo ra ba loài linh điều đặc trưng cho 3 yếu tố, đó là: Articuno (thuộc tính Ice), Moltres (thuộc tính Fire) và Zapdos (thuộc tính Electric). Tuy nhiên 3 loài này khi gặp nhau chúng luôn xung đột lẫn nhau.



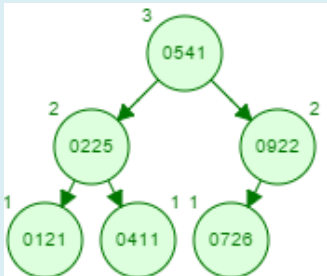
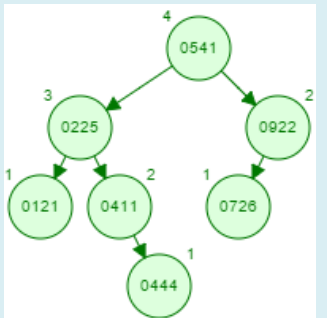
Nếu Pokemon được triệu hồi có chỉ số nhãn 444, 555, 666 và 456 thì tương ứng đó là Articuno, Moltres, Zapdos và Lugia.

Khi một trong ba linh điều này xuất hiện trong cây đội hình, nó sẽ tấn công các Pokemon huyền thoại khác có **thuộc tính phù hợp**, là một nút trong cây và **khác phe**. Những Pokemon nào có chỉ số nhỏ hơn sẽ bị tấn công trước. Khi bị tấn công, Pokemon đó sẽ bị giảm chỉ số năng lượng exp đi 100 đơn vị. Pokemon huyền thoại có thuộc tính phù hợp được cho trong bảng 3:

	Thuộc tính phù hợp
Articuno	Bug, Grass, Water
Moltres	Bug, Dark, Grass, Ice, Steel
Zapdos	Bug, Steel, Water

Bảng 3: thuộc tính phù hợp chịu ảnh hưởng bởi bộ ba linh điều

#### Ví dụ 9:

input.txt	Output
22511 -41106 -12110 54116 92210 72616 -44411	541 (225 (121 411 (N 444)) 922 (726 N)) 121_10_100_0 225_11_200_1 411_06_400_0 444_11_400_0 541_16_400_1 726_16_600_1 922_10_900_1
<p>Các sự kiện diễn ra:</p> <p><i>Sự kiện 1 (S1):</i> Pokemon 225_11_200_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).</p> <p><i>Sự kiện 2 (S1):</i> Pokemon 411_06_400_0 được triệu hồi.</p> <p><i>Sự kiện 3 (S1):</i> Pokemon 121_10_100_0 được triệu hồi.</p> <p><i>Sự kiện 4 (S1):</i> Pokemon 541_16_500_1 được triệu hồi.</p> <p><i>Sự kiện 5 (S1):</i> Pokemon 922_10_900_1 được triệu hồi.</p> <p><i>Sự kiện 6 (S1):</i> Pokemon 726_16_700_1 được triệu hồi.</p> <p>Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)</p> <p><i>Sự kiện 7 (S4):</i> Pokemon 444_11_400_0 - Articuno được triệu hồi. Phe đối phương (đội Hoopa) có Pokemon 541_16_500_1 và 726_16_700_1 có thuộc tính Water nên bị ảnh hưởng bởi đòn tấn công của Articuno. Thứ tự Pokemon bị giảm chỉ số exp đi 100 đơn vị là: 541, 726.</p>	
 	

Bộ ba linh điều này luôn xung đột lẫn nhau khi đối mặt. Vì thế, nếu như trong cây đội hình tồn tại cùng một lúc cả ba Pokemon này (tức là trong cây nhị phân hiện hành tồn tại cùng lúc ba nút có chỉ số là 444, 555, 666) thì ba loài này sẽ tấn công lẫn nhau và ảnh hưởng đến tất cả các Pokemon trong đội hình. Khi đó, trong suốt quá trình 3 loài này tấn công lẫn nhau, tất cả những Pokemon  ~~còn lại có~~  trong cây nhị phân hiện hành sẽ bị giảm chỉ số năng lượng exp đi 10 đơn vị qua mỗi sự kiện xảy ra tiếp theo (Việc giảm này sẽ bắt đầu được tính từ sự kiện tiếp theo kể từ sự kiện có xung đột xảy ra,  ~~tại lúc cuối cùng trước khi kết thúc sự kiện~~ ). Những Pokemon nào có chỉ số nhỏ hơn sẽ bị giảm chỉ số exp trước.

Ví dụ 10:	
input.txt	Output
22511 -41106 -12110 54103 92210 72614 -44411 55506 66604 -35211	541 (225 (121 411 (253 444)) 726 (555 (N 666) 922)) 121_10_90_0 225_11_190_1 352_11_190_0 411_06_390_0 444_11_290_0 541_03_490_1 555_06_490_1 666_04_590_1 726_14_690_1 922_10_890_1
<p>Các sự kiện diễn ra:</p> <p><i>Sự kiện 1 (S1):</i> Pokemon 225_11_200_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).</p>	



Sự kiện 2 (S1): Pokemon 411\_06\_400\_0 được triệu hồi.  
Sự kiện 3 (S1): Pokemon 121\_10\_100\_0 được triệu hồi.  
Sự kiện 4 (S1): Pokemon 541\_03\_500\_1 được triệu hồi.  
Sự kiện 5 (S1): Pokemon 922\_10\_900\_1 được triệu hồi.  
Sự kiện 6 (S1): Pokemon 726\_14\_700\_1 được triệu hồi.

Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)

Sự kiện 7 (S4): Pokemon 444\_11\_400\_0 - Articuno được triệu hồi.

Sự kiện 8 (S4): Pokemon 555\_06\_500\_1 - Moltres được triệu hồi.

Pokemon Articuno này có thuộc tính Ice ở phe của Hoopa\_Unbound nên sẽ chịu ảnh hưởng bởi Moltres (thuộc phe Hoopa) có trong cây, Articuno này bị giảm chỉ số exp đi 100 đơn vị.

Sự kiện 9 (S4): Pokemon 666\_04\_600\_1 - Zapdos được triệu hồi.

Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)

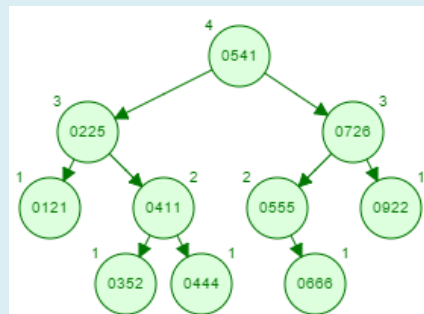
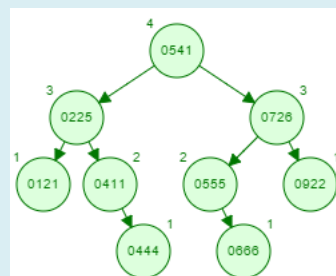
Trong cây đội hình lúc này có đủ bộ ba linh điều, việc xung đột diễn ra. Kể từ sự kiện tiếp theo, tất cả các Pokemon có trong cây nhị phân hiện hành sẽ bị chỉ số exp giảm đi 10 đơn vị/sự kiện.

Sự kiện 10 (S1): Pokemon 352\_11\_300\_0 được triệu hồi. Pokemon này có thuộc tính Ice ở phe của Hoopa\_Unbound nên sẽ chịu ảnh hưởng bởi Moltres có trong cây, Pokemon này bị giảm chỉ số exp đi 100 đơn vị.

Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)

Lúc này, do ảnh hưởng của xung đột giữa ba linh điều, tất cả Pokemon có trong cây sẽ bị giảm chỉ số exp đi 10 đơn vị. Thứ tự duyệt LNR sẽ là:

121\_10\_90\_0 225\_11\_190\_1 352\_11\_190\_0 411\_06\_390\_0  
444\_11\_290\_0 541\_03\_490\_1 555\_06\_490\_1  
666\_04\_590\_1 726\_14\_690\_1 922\_10\_890\_1



Việc xung đột này chỉ được dừng lại khi có mặt của Lugia. Vì thế kể từ khi trong cây nhị phân hiện hành có sự xuất hiện của Lugia thì việc xung đột của bộ ba linh điều này sẽ không xảy ra hoặc nếu đang xảy ra thì được dừng lại ngay.

#### Ví dụ 11:

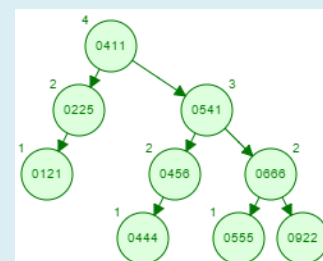
input.txt	Output
22511 -41106 -12110 54103 92210 45603 -44411 55506 66604 -15211	411 (121 (N 225) 541 (456 (444 N) 666 (555 922))) 121_10_100_0 225_11_200_1 411_06_400_0 444_11_300_0 456_03_400_1 541_03_500_1 555_06_500_1 666_04_600_1 922_10_900_1

Các sự kiện diễn ra:

Sự kiện 1 (S1): Pokemon 225\_11\_200\_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).



Sự kiện 2 (S1): Pokemon 411\_06\_400\_0 được triệu hồi.  
 Sự kiện 3 (S1): Pokemon 121\_10\_100\_0 được triệu hồi.  
 Sự kiện 4 (S1): Pokemon 541\_03\_500\_1 được triệu hồi.  
 Sự kiện 5 (S1): Pokemon 922\_10\_900\_1 được triệu hồi.  
 Sự kiện 6 (S1): Pokemon 456\_03\_400\_1 - Lugia được triệu hồi.  
 Sự kiện 7 (S4): Pokemon 444\_11\_400\_0 - Articuno được triệu hồi.  
 Sự kiện 8 (S4): Pokemon 555\_06\_500\_1 - Moltres được triệu hồi.  
 Do ảnh hưởng bởi Moltres có trong cây, Articuno này bị giảm chỉ số exp đi 100 đơn vị.



Sự kiện 9 (S4): Pokemon 666\_04\_600\_1 - Zapdos được triệu hồi.

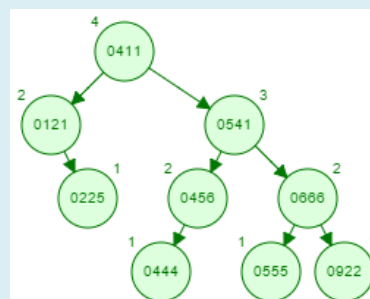
Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)

Trong cây đội hình lúc này có đủ bộ ba linh điều và cũng có Lugia nên việc xung đột sẽ **không** diễn ra.

Sự kiện 10 (S1): Pokemon 152\_11\_100\_0 được triệu hồi.

Đội hình cây hiện hành là: 411 (152 (121 225) 541 (456 (444 N) 666 (555 922)))

Pokemon này có thuộc tính Ice ở phe của Hoopa\_Unbound nên sẽ chịu ảnh hưởng bởi Moltres có trong cây, Pokemon này bị giảm chỉ số exp đi 100 đơn vị. Chỉ số exp của Pokemon này sau khi giảm sẽ là exp = 0 nên Pokemon này sẽ bị loại khỏi cây đội hình.



Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)

### Lưu ý:

- ✚ Nếu trong cùng một sự kiện xảy ra cùng lúc nhiều sự việc làm tăng và giảm chỉ số năng lượng exp của Pokemon, thì tất cả các sự việc làm giảm exp sẽ được ưu tiên diễn ra trước, sau đó mới đến các sự việc làm tăng exp.
- ✚ Nếu trong cùng một thời điểm, cây nhị phân hiện hành phải chịu ảnh hưởng cùng lúc của các sự kiện đã xảy ra trước đó, thì khi đó, trong các sự kiện đã diễn ra đó, sự kiện nào đã xảy ra trước thì tác động trước, sự kiện nào đã xảy ra sau thì tác động sau.

### **S5) Bộ ba linh thú**

Vị thần ánh sáng Ho-Oh có khả năng hồi sinh kẻ chết đã hồi sinh ba con Pokemon chết cháy trong tháp Brass Tower và tạo thành bộ ba linh thú: sư tử lửa Entei, loài sói của sương sớm ban mai Suicune, con hổ của mây và sấm Raikou. Cả ba đều mang sứ mệnh bảo vệ Pokemon khi được Ho-Oh giao phó.



Với các chỉ số nhả là 100, 300, 500, 700 tương ứng với Entei (thuộc tính Fire), Suicune (thuộc tính Water), Raikou (thuộc tính Electric) và Ho-Oh (thuộc tính Fire). Khi có bất kỳ một sự tấn công vào các Pokemon ở cùng phe, cũng có nghĩa là khi có bất kỳ sự việc nào làm giảm chỉ số *exp* của các Pokemon ở cùng phe, mà trong cây đội hình có sự xuất hiện của một trong bộ ba linh thú, nó sẽ dùng sức mạnh của mình để thu nhận hết tất cả đòn tấn công đó về mình. Điều này có nghĩa là, tất cả những Pokemon nào bị đòn tấn công làm giảm chỉ số *exp*, thì tổng tất cả giá trị *exp* bị giảm sẽ dồn hết về cho linh thú này.

### Ví dụ 12:

input.txt	Output
22511 -41106 30016 54116 92210 72616 -44411	541 (411 (225 444) 922 (726 N)) 225_11_200_1 411_06_400_0 444_11_400_0 541_16_500_1 726_16_700_1 922_10_900_1

Các sự kiện diễn ra:

*Sự kiện 1 (S1):* Pokemon 225\_11\_200\_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).

*Sự kiện 2 (S1):* Pokemon 411\_06\_400\_0 được triệu hồi.

*Sự kiện 3 (S5):* Pokemon 300\_16\_300\_1 - linh thú Suicune được triệu hồi.

*Sự kiện 4 (S1):* Pokemon 541\_16\_500\_1 được triệu hồi.

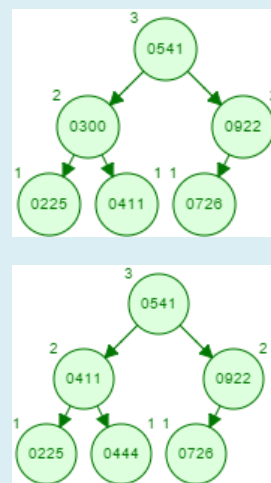
*Sự kiện 5 (S1):* Pokemon 922\_10\_900\_1 được triệu hồi.

*Sự kiện 6 (S1):* Pokemon 726\_16\_700\_1 được triệu hồi.

Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)

*Sự kiện 7 (S4):* Pokemon 444\_11\_400\_0 - Articuno được triệu hồi. Phe đối phương (đội Hoopa) có Pokemon 300\_16\_300\_1, 541\_16\_500\_1 và 726\_16\_700\_1 có thuộc tính Water nên bị ảnh hưởng bởi đòn tấn công của Articuno, mỗi Pokemon bị trừ 100 đơn vị *exp*. Trong cây nhị phân hiện hành có Suicune ở cùng phe Hoopa nên Suicune sẽ thu nhận thêm hết 200 điểm trừ *exp* này. *Exp* của Suicune là 300, khi bị trừ 300 điểm *exp* (100 do bị Articuno đánh và 200 do thu hồi) thì *exp* của Suicune bị giảm về 0 nên sẽ bị loại khỏi cây.

Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)

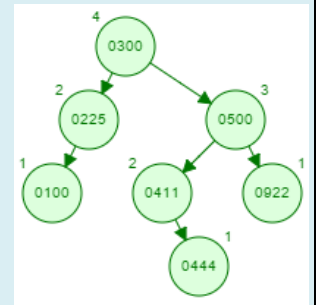


Nếu trong cây có nhiều hơn một trong bộ ba linh thú, thì thứ tự thu nhận đòn tấn công sẽ là Raikou, Suicune, Entei. Điều này cũng có nghĩa là, ví dụ nếu như trong cây có đủ bộ ba linh thú, và có đòn tấn công nào đến các Pokemon ở cùng phe, thì Raikou luôn là Pokemon đứng ra trước tiên thu nhận các đòn tấn công này. **Tuy nhiên các linh thú sẽ không đỡ đòn cho lẫn nhau, vì bản thân mỗi linh thú đã mang trong mình sứ mệnh bảo vệ Pokemon và chúng chỉ đỡ đòn cho những Pokemon khác.**

### Ví dụ 13:

input.txt	Output
22511 -41106 30016 -50004 92216	300 (225 (100 N) 500 (411 (N 444) 922))

10006 70001 -44411	100_06_100_1 225_11_200_1 300_16_100_1 411_06_400_0 444_11_400_0 500_04_500_0 922_16_900_1
<p>Các sự kiện diễn ra:</p> <p><i>Sự kiện 1 (S1):</i> Pokemon 225_11_200_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).</p> <p><i>Sự kiện 2 (S1):</i> Pokemon 411_06_400_0 được triệu hồi.</p> <p><i>Sự kiện 3 (S5):</i> Pokemon 300_16_300_1 - linh thú Suicune được triệu hồi.</p> <p><i>Sự kiện 4 (S5):</i> Pokemon 500_04_500_0 - linh thú Raikou được triệu hồi.</p> <p><i>Sự kiện 5 (S1):</i> Pokemon 922_16_900_1 được triệu hồi.</p> <p><i>Sự kiện 6 (S5):</i> Pokemon 100_06_100_1 - linh thú Entei được triệu hồi.</p> <p><i>Sự kiện 7:</i> không hợp lệ, bỏ qua.</p> <p><i>Sự kiện 8 (S4):</i> Pokemon 444_11_400_0 - Articuno được triệu hồi. Phe đối phương (đội Hoopa) có Pokemon 300_16_300_1 và 922_16_900_1 có thuộc tính Water nên bị ảnh hưởng bởi đòn tấn công của Articuno, mỗi Pokemon bị trừ 100 đơn vị exp. Trong cây nhị phân hiện hành có đủ bộ ba linh thú nhưng chỉ Suicune và Entei mới ở cùng phe Hoopa nên Suicune sẽ đứng ra trước tiên thu nhận thêm hết 100 điểm trừ exp này. Exp của Suicune là 300, khi bị trừ 200 điểm exp (100 do bị Articuno đánh và 100 do thu hồi) thì exp của Suicune còn 100 đơn vị.</p> <p>Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)</p>	



Nếu trong cây đội hình có sự xuất hiện của Ho-Oh và ít nhất một trong ba linh thú, thì nếu bất kỳ linh thú nào đã từng bị giảm exp thì sẽ được Ho-Oh hỗ trợ phục hồi lại toàn bộ giá trị exp đã bị mất đi ngay lập tức.

Nếu trong cây đội hình có sự xuất hiện của Ho-Oh và có ít nhất một trong ba linh thú đã từng xuất hiện trong cây mà đã bị loại khỏi cây ~~thì tại thời điểm Ho-Oh xuất hiện~~, Ho-Oh sẽ hồi sinh linh thú này với đầy đủ giá trị exp của nó lúc **chưa bị giảm thay đổi**. Việc hồi sinh của Ho-Oh cũng sẽ theo thứ tự là Raikou, Suicune, Entei. Khi một linh thú được hồi sinh, việc này được xem như linh thú này được triệu hồi và được thêm vào cây đội hình theo quy tắc của loại cây đội hình.

**Việc hỗ trợ này của Ho-Oh là không phân biệt linh thú thuộc phe nào. Và việc hỗ trợ này (cả hồi máu và hồi sinh), Ho-Oh chỉ có thể thực hiện tối đa một lần đối với mỗi linh thú (tối đa 1 lần hồi máu, tối đa 1 lần hồi sinh).**

Ví dụ 14:	
input.txt	Output
22511 -41106 30016 -50004 92216 10006 -44411 70006	300 (225 (100 N) 500 (411 (N 444) 922 (700 N))) 100_06_100_1 225_11_200_1 300_16_300_1 411_06_400_0 444_11_400_0 500_04_500_0 700_06_700_1 922_16_900_1
<p>Các sự kiện diễn ra:</p> <p><i>Sự kiện 1 (S1):</i> Pokemon 225_11_200_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị</p>	

phân cân bằng (AVL Tree).

Sự kiện 2 (S1): Pokemon 411\_06\_400\_0 được triệu hồi.

Sự kiện 3 (S5): Pokemon 300\_16\_300\_1 - linh thú Suicune được triệu hồi.

Sự kiện 4 (S5): Pokemon 500\_04\_500\_0 - linh thú Raikou được triệu hồi.

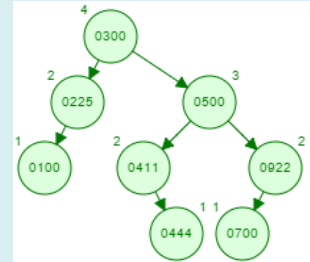
Sự kiện 5 (S1): Pokemon 922\_16\_900\_1 được triệu hồi.

Sự kiện 6 (S5): Pokemon 100\_06\_100\_1 - linh thú Entei được triệu hồi.

Sự kiện 7 (S4): Pokemon 444\_11\_400\_0 - Articuno được triệu hồi. Pokemon 300\_16\_300\_1 và 922\_16\_900\_1 bị Articuno tấn công. Suicune đứng ra thu nhận hết tất cả 200 điểm trừ exp. Exp của Suicune là 300, khi bị trừ 200 điểm exp còn 100 đơn vị.

Sự kiện 8 (S5): Pokemon 700\_06\_700\_1 - Ho-Oh được triệu hồi. Ho-Oh sẽ phục hồi 200 điểm exp đã mất của Suicune.

Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)



### Ví dụ 15:

input.txt	Output
22501 -41106 30016 -50004 92216 10006 70006 -44411	500 (225 (100 411 (300 444)) 922 (700 N)) 100_06_100_1 225_11_200_1 300_16_300_1 411_06_400_0 444_11_400_0 500_04_500_0 700_06_700_1 922_16_900_1

Các sự kiện diễn ra:

Sự kiện 1 (S1): Pokemon 225\_01\_200\_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).

Sự kiện 2 (S1): Pokemon 411\_06\_400\_0 được triệu hồi.

Sự kiện 3 (S5): Pokemon 300\_16\_300\_1 - linh thú Suicune được triệu hồi.

Sự kiện 4 (S5): Pokemon 500\_04\_500\_0 - linh thú Raikou được triệu hồi.

Sự kiện 5 (S1): Pokemon 922\_16\_900\_1 được triệu hồi.

Sự kiện 6 (S5): Pokemon 100\_06\_100\_1 - linh thú Entei được triệu hồi.

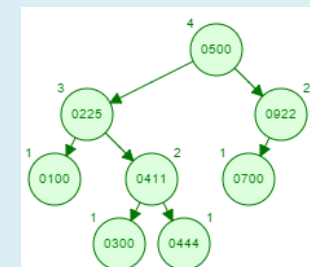
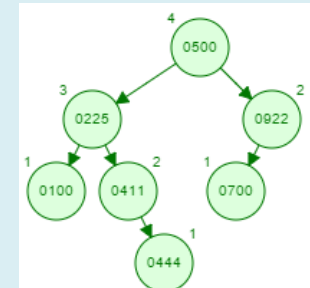
Sự kiện 7 (S5): Pokemon 700\_06\_700\_1 - Ho-Oh được triệu hồi.

Sự kiện 8 (S4): Pokemon 444\_11\_400\_0 - Articuno được triệu hồi. Pokemon 225\_01\_200\_1, 300\_16\_300\_1 và 922\_16\_900\_1 bị Articuno tấn công. Suicune đứng ra thu nhận hết tất cả 300 điểm trừ exp. Exp của Suicune là 300, khi bị trừ 300 điểm exp còn 0. Suicune (nút 300) bị loại khỏi cây nhị phân.

Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)

Khi Suicune bị loại khỏi cây nhị phân, Ho-Oh sẽ ra tay hồi sinh Suicune với nguyên vẹn exp như lúc ban đầu và khi đó, Suicune xem như được triệu hồi lại rồi thêm vào đội hình cây lúc này.

Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)



### S6) Bộ ba linh long

Ở một vương quốc nọ với nhiều dãy núi cao, tương truyền có một con rồng băng giá Kyurem được sinh ra từ thiên thạch ngoài trái đất cai quản và làm bá chủ cả vương quốc. Một ngày nọ có hai anh em song sinh họ Tao đã chiến đấu và thuần phục được con rồng này. Sau đó hai anh em từ sức mạnh của Kyurem biến thành hai con rồng: rồng đen Zekrom và rồng trắng Reshiram. Hai con rồng này cùng tồn tại song song tượng trưng cho âm dương hòa hợp, nếu như âm và dương không điều hòa thì một yếu tố sẽ vượt trội và điều khủng khiếp sẽ xảy ra.



Nếu Pokemon được triệu hồi có chỉ số nhãn 777, 888 và 999 thì tương ứng đó là Zekrom, Reshiram và Kyurem (chúng đều có thuộc tính là Dragon). Khi Zekrom và Reshiram cùng tồn tại trong cây đội hình thì âm dương hòa hợp không có gì xảy ra. Khi chỉ một trong hai Zekrom và Reshiram tồn tại trong cây thì âm dương bị mất cân bằng, một mối nguy hiểm cho toàn bộ trận chiến đang đến. Nhưng Zekrom và Reshiram chỉ phát huy được sự ảnh hưởng của mình chỉ khi có Kyurem cùng tồn tại trong cây.

Như vậy, nếu trong cây **cùng tồn tại** hai nút (777 và 888) thì âm dương cân bằng. Nếu trong cây **cùng tồn tại** hai nút (777 và 999), hoặc (888 và 999) mà **không cùng tồn tại đồng thời** cả ba nút 777, 888, 999 thì khi đó âm dương đã bị mất cân bằng. Khi thể lực âm dương bị mất cân bằng sẽ gây ảnh hưởng lên toàn bộ đội hình cây:

- ✚ Thể lực dương - thuộc phe của Hoopa, vượt trội (khi có rồng Reshiram - nút 888) sẽ làm cho toàn bộ các Pokemon của phe Hoopa\_Unbound sẽ trở về nơi được triệu hồi.
- ✚ Thể lực âm - thuộc phe của Hoopa\_Unbound, vượt trội (khi có rồng Zekrom - nút 777) sẽ làm cho toàn bộ các Pokemon của phe Hoopa sẽ trở về nơi được triệu hồi.

Như vậy, khi một thể lực bị vượt trội, toàn bộ các nút trong cây đội hình sẽ được sắp xếp lại thành một danh sách theo thứ tự duyệt cây LNR. Sau đó tất cả các Pokemon có trong cây mà **khác phe với thể lực vượt trội** sẽ lần lượt bị xóa khỏi danh sách theo thứ tự từ trái sang phải (từ đầu đến cuối) theo danh sách này. Sau khi đã loại các Pokemon khác phe xong, danh sách Pokemon còn lại sẽ khởi tạo thành cây mới bằng cách thêm lần lượt từng nút một tính từ đầu đến cuối của danh sách vào cây đội hình mới. Cây đội hình mới này thuộc loại cây gì sẽ giống như đặc tả trong S1 đã trình bày.

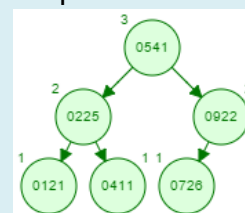
Do bản chất của rồng Reshiram mang bản chất dương, đại diện cho phe của Hoopa cho nên chỉ có Hoopa mới có thể triệu hồi được Reshiram. Tương tự, bản chất của rồng Zekrom mang bản chất âm, đại diện cho phe của Hoopa\_Unbound cho nên chỉ có Hoopa\_Unbound mới có thể triệu hồi được Zekrom.

#### Ví dụ 16:

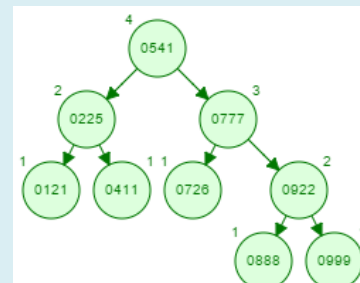
input.txt	Output
22511 41103 -12110 -54103 92201	541 (225 (121 411) 922 (726 N))



72614 77710 -88803	121_10_100_0 225_11_200_1 411_03_400_1 541_03_500_0 726_14_700_1 922_01_900_1
<p>Các sự kiện diễn ra:</p> <p><b>Sự kiện 1 (S1):</b> Pokemon 225_11_200_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).</p> <p><b>Sự kiện 2 (S1):</b> Pokemon 411_03_400_1 được triệu hồi.</p> <p><b>Sự kiện 3 (S1):</b> Pokemon 121_10_100_0 được triệu hồi.</p> <p><b>Sự kiện 4 (S1):</b> Pokemon 541_03_500_0 được triệu hồi.</p> <p><b>Sự kiện 5 (S1):</b> Pokemon 922_01_900_1 được triệu hồi.</p> <p><b>Sự kiện 6 (S1):</b> Pokemon 726_14_700_1 được triệu hồi.</p> <p><b>Sự kiện 7 (S6):</b> MSK 77710 ám chỉ Pokemon 777_10_700_1 được triệu hồi. Tuy nhiên chỉ số nhãn 777 ám chỉ đó là Pokemon Zekrom, tuy nhiên Zekrom có thuộc tính rồng không phải thuộc tính Ground (chỉ số 10) nên đây là một MSK không hợp lệ và bị bỏ qua.</p> <p><b>Sự kiện 8 (S6):</b> MSK -88803 ám chỉ Pokemon 888_03_800_0 - Reshiam được triệu hồi. Tuy nhiên Reshiam chỉ có thể được Hoopa triệu hồi nên đây là một MSK không hợp lệ và bị bỏ qua.</p> <p>Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)</p>	



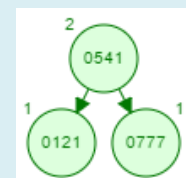
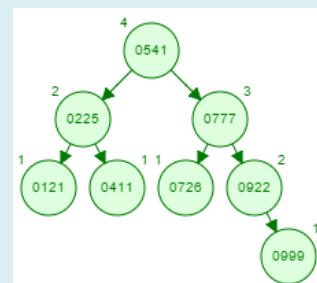
<b>Ví dụ 17:</b>	
input.txt	Output
22511 41103 -12110 -54103 92201 72614 -77703 88803 99903	541 (225 (121 411) <b>777 (726 922 (888 999))</b> ) 121_10_100_0 225_11_200_1 411_03_400_1 541_03_500_0 726_14_700_1 <b>777_03_700_0</b> <b>888_03_800_1</b> 922_01_900_1 <b>999_03_900_1</b>
<p>Các sự kiện diễn ra:</p> <p><b>Sự kiện 1 (S1):</b> Pokemon 225_11_200_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).</p> <p><b>Sự kiện 2 (S1):</b> Pokemon 411_03_400_1 được triệu hồi.</p> <p><b>Sự kiện 3 (S1):</b> Pokemon 121_10_100_0 được triệu hồi.</p> <p><b>Sự kiện 4 (S1):</b> Pokemon 541_03_500_0 được triệu hồi.</p> <p><b>Sự kiện 5 (S1):</b> Pokemon 922_01_900_1 được triệu hồi.</p> <p><b>Sự kiện 6 (S1):</b> Pokemon 726_14_700_1 được triệu hồi.</p> <p><b>Sự kiện 7 (S6):</b> Pokemon 777_03_700_0 - Zekrom được triệu hồi. Lúc này âm dương chưa mất cân bằng mặc dù có sự xuất hiện của Zekrom nhưng Kyurem chưa xuất hiện trong cây nên Zekrom chưa thể hiện được bản chất âm vượt trội.</p> <p><b>Sự kiện 8 (S6):</b> Pokemon 888_03_800_1 - Reshiam được triệu hồi. Lúc này âm dương đã cân bằng.</p> <p><b>Sự kiện 9 (S6):</b> Pokemon 999_03_900_1 - Kyurem được triệu hồi. Lúc này âm dương vẫn cân bằng.</p> <p>Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)</p>	



<b>Ví dụ 18:</b>
------------------



input.txt	Output
22511 41103 -12110 -54103 92201 72614 -77703 99903	<b>541 (121 777)</b> 121_10_100_0 541_03_500_0 777_03_700_0
<p>Các sự kiện diễn ra:</p> <p>Sự kiện 1 (S1): Pokemon 225_11_200_1 được triệu hồi. Cây đội hình sẽ là loại cây nhị phân cân bằng (AVL Tree).</p> <p>Sự kiện 2 (S1): Pokemon 411_03_400_1 được triệu hồi.</p> <p>Sự kiện 3 (S1): Pokemon 121_10_100_0 được triệu hồi.</p> <p>Sự kiện 4 (S1): Pokemon 541_03_500_0 được triệu hồi.</p> <p>Sự kiện 5 (S1): Pokemon 922_01_900_1 được triệu hồi.</p> <p>Sự kiện 6 (S1): Pokemon 726_14_700_1 được triệu hồi.</p> <p>Sự kiện 7 (S6): Pokemon 777_03_700_0 - Zekrom được triệu hồi. Lúc này âm dương chưa mất cân bằng mặc dù có sự xuất hiện của Zekrom nhưng Kyurem chưa xuất hiện trong cây nên Zekrom chưa thể hiện được bản chất âm vượt trội.</p> <p>Sự kiện 8 (S6): Pokemon 999_03_900_1 - Kyurem được triệu hồi.</p> <p>Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)</p> <p>Mặc dù Kyurem thuộc phe của Hoopa, nhưng với sự xuất hiện của Kyurem đã làm cho bản chất âm của Zekrom phát huy tác dụng vượt trội. Toàn bộ đội hình cây sắp xếp theo thứ tự LNR như sau: 121 225 411 541 726 777 922 999</p> <p>Trong đó, các Pokemon thuộc phe của Hoopa: 225, 411, 726, 922, 999 Các Pokemon thuộc phe của Hoopa_Unbound: 121, 541, 777 Như vậy, các Pokemon của đội Hoopa sẽ bị xóa khỏi cây theo thứ tự: 225, 411, 726, 922, 999. Sau đó, các Pokemon còn lại theo thứ tự từ đầu đến cuối của danh sách LNR này là: 121, 541, 777. Pokemon đầu tiên thêm vào cây sẽ là 121_10_100_0, <b>121 là một số chính phương vì thế cây đội hình sẽ là cây AVL.</b></p> <p>Đội hình cây hiện hành là: (hình bên phải)</p>	



## VI. CÁCH DỊCH VÀ THỰC THI CHƯƠNG TRÌNH.

Sinh viên download file assignment1.zip từ trang Web của môn học. Khi giải nén file này, sẽ có được các file sau:

input.txt	Một file input ví dụ
main.cpp	Chương trình chính
pokemon_legend.cpp	Chương trình thực hiện bởi sinh viên
defs.cpp	Định nghĩa cấu trúc và hàm dùng chung
Assignment2_1.0.pdf	Mô tả bài tập lớn 2
instruction.txt	Hướng dẫn cách thức chạy trên linux
makefile	Các file chạy chương trình
run.sh	

File *input.txt* là một file nhập mẫu như được mô tả ở mục III. File *main.cpp* là chương trình khởi tạo, bao gồm một số hàm viết sẵn. Lưu ý rằng sinh viên **không được phép thay đổi** file *main.cpp* và *defs.h* khi hiện thực chương trình. Ngoài ra, **các hàm do sinh viên viết không được xuất bất kỳ dữ liệu nào ra màn hình** khi thực thi. Việc in ra màn hình đã có hàm viết sẵn trong file *main.cpp*.

Để dịch và thực thi chương trình, sinh viên chứa cả 6 files: *main.cpp*, *pokemon\_legend.cpp*, *defs.h*, *input.txt*, *makefile* và *run.sh* trong cùng một thư mục; sau đó chỉ cần chạy duy nhất file *run.sh*. Mọi công việc cần phải làm sẽ được hiện thực trong file *pokemon\_legend.cpp*.

Việc thực thi chương trình phải được tiến hành trên **môi trường Linux phiên bản g++ 4.8.2**. Việc chấm bài cũng sẽ được thực hiện trên môi trường này. Sinh viên phải tự kiểm tra việc thực thi bài làm của mình chạy được trên môi trường linux này, bất kỳ bài làm của sinh viên nào không chạy được trên linux thì đều nhận điểm 0 cho bài tập lớn này. Cách thức chạy đã được hướng dẫn rõ trong file *instruction.txt*.

Lưu ý:

1. Sinh viên phải sử dụng danh sách liên kết để lập trình bài tập, **KHÔNG ĐƯỢC DÙNG MẢNG HOẶC CHUỖI, BÀI LÀM BẮT BUỘC PHẢI DÙNG CÁC CẤU TRÚC DỮ LIỆU ĐÃ HỌC TRÊN LỚP LÝ THUYẾT.**
2. Về phần mã nguồn mẫu dùng chung (các hoạt động cơ bản trên một cây: insert, delete, search ...), sinh viên **chỉ được phép** dùng các mã nguồn được công bố trên Sakai hoặc trong các tài liệu được công bố trên Sakai. Nếu sinh viên dùng mã nguồn ở các nơi khác Sakai và có sự giống nhau giữa các bài làm thì xem như sinh viên thuộc trường hợp gian lận chép mã nguồn lẫn nhau.
3. Danh sách các sự kiện là một con trỏ pEvent chỉ đến phần tử đầu tiên của danh sách sự kiện. Sinh viên phải tự viết đoạn mã để truy xuất trực tiếp lần lượt các phần tử của danh sách này khi xử lý các sự kiện.
4. Trong file *main.cpp* đã có sẵn hàm *readFile* được dùng để đọc dữ liệu có trong file nhập *input.txt*. Hàm này chỉ giúp thực hiện thao tác đọc dữ liệu và trả về con trỏ head của danh sách các sự kiện là *pEvent*. Ngoài ra còn có hàm *display*, hàm này giúp thực hiện việc in ra cây nhị phân đội hình Pokemon.
5. Các công việc mà sinh viên cần sẽ được hiện thực trong file *pokemon\_legend.cpp*. Công việc chính sẽ được thực hiện trong hàm *batlle*, ngoài ra sinh viên có thể viết thêm các hàm con khác, các struct hay class khác. **Sinh viên không được thêm bất kỳ thư viện nào khác.**
6. Thời gian chạy của chương trình phải đảm bảo không quá **3s** cho một test case.

## VII. NỘP BÀI.

Khi nộp bài, sinh viên sử dụng account đã được cấp phát trên hệ thống BK Sakai để nộp bài qua mạng. Sinh viên chỉ nộp đúng một file ***pokemon\_legend.cpp*** (tên file phải được viết thường). Tất cả các file nộp khác file *pokemon\_legend.cpp* sẽ bị tự động xóa khi chấm bài. File được nộp phải là file chương trình gốc, sinh viên không được nén file khi nộp bài.

**Sinh viên làm bài có kết quả dưới 30/100 test cases sẽ bị "làm tròn" thành 0 điểm cho bài tập lớn 2 này.**

**Sinh viên không nộp bài tập lớn 2 này sẽ bị cấm thi.**

Phân bố số lượng test cases cho từng trường hợp như sau:

TRƯỜNG HỢP	NỘI DUNG	SỐ LƯỢNG TEST CASES
S1	Cây BST	10
	Cây AVL	10
	Cây Min Heap Tree	5
	Cây Max Heap Tree	5
	Nút bị trùng (đu BST, AVL, Heap Tree)	10
S2	Groudon	2
	Kyogre	2
	Rayquaza	2
	Khác	4
S3	Virizion	2
	Keldeo	2
	Cobalion	2
	Terrakion	2
	Khác	2
S4	Articuno	2
	Moltres	2
	Zapdos	2
	Khác	4
S5	Entei	2
	Suicune	2
	Raikou	2
	Khác	4
S6	Kyurem	2
	Zekrom	2
	Khác	1
Trộn	Tổng hợp	15

Thời hạn nộp bài:

🚦 **23 giờ 55 phút**, Chủ nhật, **ngày 15 tháng 5** năm 2016.

- ✚ Sinh viên phải dùng account trên hệ thống Sakai để nộp bài. KHÔNG nhận bài được gửi qua mail hoặc bất kỳ hình thức nào khác. Bài nộp trễ sẽ KHÔNG được nhận.

## VIII. XỬ LÝ GIAN LẬN.

Bài tập lớn phải được sinh viên TỰ LÀM. Sinh viên sẽ bị coi là gian lận nếu:

1. Có sự giống nhau bất thường giữa mã nguồn của các bài nộp. Trong trường hợp này, TẤT CẢ các bài nộp đều bị coi là gian lận. Do vậy sinh viên phải bảo vệ mã nguồn bài tập lớn của mình.
2. Sinh viên không hiểu mã nguồn do chính mình viết, trừ những phần mã được cung cấp sẵn trong chương trình khởi tạo. Sinh viên có thể tham khảo từ bất kỳ nguồn tài liệu nào, tuy nhiên phải đảm bảo rằng mình hiểu rõ ý nghĩa của tất cả những dòng lệnh mà mình viết. Trong trường hợp không hiểu rõ mã nguồn của nơi mình tham khảo, sinh viên được đặc biệt cảnh báo là KHÔNG ĐƯỢC sử dụng mã nguồn này; thay vào đó nên sử dụng những gì đã được học để viết chương trình.

Trong trường hợp bị kết luận là gian lận, sinh viên sẽ bị **điểm 0** cho toàn bộ môn học (không chỉ bài tập lớn). **KHÔNG CHẤP NHẬN BẤT KỲ GIẢI THÍCH NÀO VÀ KHÔNG CÓ BẤT KỲ NGOẠI LỆ NÀO!**

Sau mỗi bài tập lớn được nộp, sẽ có một số sinh viên được gọi phỏng vấn ngẫu nhiên để chứng minh rằng bài tập lớn vừa được nộp là do chính mình làm.

--- HẾT ---