



# C++ 八级

2024 年 06 月

## 1 单选题（每题 2 分，共 30 分）

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
答案	B	A	D	C	C	A	B	B	D	D	A	C	C	B	D

第 1 题 GESp 活动期间，举办方从获胜者 ABCDE 五个人中选出三个人排成一队升国旗，其中 A 不能排在队首，请问有多少种排法？

- A. 24
- B. 48
- C. 32
- D. 12

第 2 题 7 进制数 235 转换成 3 进制数是 ( )。

- A. 11121
- B. 11122
- C. 11211
- D. 11112

第 3 题 0,1,2,3,4,5 这些数字组成一个三位数，请问没有重复数字的情况下，有多少种组法 ( )。

- A. 180
- B. 120
- C. 80
- D. 100

第 4 题 有  $V$  个顶点、 $E$  条边的图的深度优先搜索遍历时间复杂度为 ( )。

- A.  $O(V)$
- B.  $O(E)$
- C.  $O(V + E)$
- D.  $O(\log(V + E))$

第 5 题 一对夫妻生男生女的概率相同。已知这对夫妻有两个孩子，其中一个为女孩，另一个为男孩的概率是多少？

- A.  $\frac{2}{3}$
- B.  $\frac{1}{4}$
- C.  $\frac{1}{2}$
- D.  $\frac{1}{3}$

第6题 从1到2024这2024个数中，共有（ ）个包含数字6的数。

- A. 544
- B. 546
- C. 564
- D. 602

第7题 二进制数  $100.001$  转换成十进制数是（ ）。

- A. 4.25
- B. 4.125
- C. 4.5
- D. 4.75

第8题 以下函数声明，哪个是符合C++语法的？（ ）。

- A. `void BubbleSort(char a[][[]], int n);`
- B. `void BubbleSort(char a[][20], int n);`
- C. `void BubbleSort(char a[10][[]], int n);`
- D. `void BubbleSort(char[, ] a, int n);`

第9题 下面有关C++重载的说法，错误的是（ ）。

- A. 两个参数个数不同的函数可以重名。
- B. 两个参数类型不同的函数可以重名。
- C. 两个类的方法可以重名。
- D. 所有C++运算符均可以重载。

第10题 小于或等于给定正整数 $n$ 的数中，与 $n$ 互质的数的个数，我们称为欧拉函数，记作 $\phi(n)$ 。下面说法错误的是（ ）。

- A. 如果 $n$ 是质数，那么 $\phi(n) = n - 1$ 。
- B. 两个质数一定是互质数。
- C. 两个相邻的数一定是互质数。
- D. 相邻的两个质数不一定是互质数。

第11题 已知一棵二叉树有10个节点，则其中至多有（ ）个节点有2个子节点。

- A. 4
- B. 5
- C. 6
- D. 3

第 12 题 二项展开式  $(x + y)^n = x^n + nx^{n-1}y + \frac{n(n-1)}{2}x^{n-2}y^2 + \dots + y^n$  的系数，正好满足杨辉三角的规律。当  $n = 10$  时，二项式展开式中  $xy^9$  项的系数是 ( )。

- A. 5
- B. 9
- C. 10
- D. 8

第 13 题 下面程序的时间复杂度为 ( )。

```
1 bool notPrime[N] = {false};
2 void sieve() {
3     for (int n = 2; n * n < N; n++)
4         if (!notPrime[n])
5             for (int i = n * n; i < N; i += n)
6                 notPrime[i] = true;
7 }
```

- A.  $O(N)$
- B.  $O(N \times \log N)$
- C.  $O(N \times \log \log N)$
- D.  $O(N^2)$

第 14 题 下面程序的最差时间复杂度为 ( )。

```
1 int gcd(int m, int n) {
2     if (m == 0)
3         return n;
4     return gcd(n % m, m);
5 }
```

- A.  $O(\sqrt{n})$
- B.  $O(\log(n))$
- C.  $O(n)$
- D.  $O(1)$

第 15 题 下面程序的输出为 ( )。

```

1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3  int main() {
4      int cnt = 0;
5      for (int x = 0; x <= 10; x++)
6          for (int y = 0; y <= 10; y++)
7              for (int z = 0; z <= 10; z++)
8                  if (x + y + z <= 15)
9                      cnt++;
10     cout << cnt << endl;
11     return 0;
12 }

```

- A. 90
- B. 91
- C. 710
- D. 711

## 2 判断题（每题 2 分，共 20 分）

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	√	×	√	√	√	×	×	√	×	×

**第 1 题** ABCDE五个小朋友，排成一队跑步，其中AB两人必须排在一起，一共有48种排法。

**第 2 题** 已知 double 类型的变量 a 和 b，则执行语句  $a = a + b$ ;  $b = a - b$ ;  $a = a - b$ ; 后，变量 a 和 b 的值会互换。

**第 3 题** 一个袋子中有3个完全相同的红色小球、2个完全相同的蓝色小球。每次从中取出1个，再放回袋子，这样进行3次后，可能的颜色顺序有8种。

**第 4 题** 已知 int 类型的变量 a 和 b 中分别存储着一个直角三角形的两条直角边的长度，则斜边的长度可以通过表达式  $\sqrt{a * a + b * b}$  求得。

**第 5 题** 在一个包含 v 个顶点、e 条边的带权连通简单有向图上使用Dijkstra算法求最短路径，时间复杂度为 $O(v^2)$ ，可进一步优化至 $O(e + v \log(v))$ 。

**第 6 题** 在N个元素的二叉排序树中查找一个元素，最差情况的时间复杂度是 $O(\log N)$ 。

**第 7 题** C++语言中，可以为同一个类定义多个析构函数。

**第 8 题** 使用单链表和使用双向链表，查找元素的时间复杂度相同。

**第 9 题** 为解决哈希函数冲突，可以使用不同的哈希函数为每个表项各建立一个子哈希表，用来管理该表项的所有冲突元素。这些子哈希表一定不会发生冲突。

**第 10 题** 要判断无向图的连通性，在深度优先搜索和广度优先搜索中选择，深度优先的平均时间复杂度更低。

### 3 编程题（每题 25 分，共 50 分）

#### 3.1 编程题 1

- 试题名称：最远点对
- 时间限制：1.0 s
- 内存限制：512.0 MB

##### 3.1.1 题面描述

小杨有一棵包含  $n$  个节点的树，这棵树上的任意一个节点要么是白色，要么是黑色。

小杨想知道相距最远的一对不同颜色节点的距离是多少。

##### 3.1.2 输入格式

第一行包含一个正整数  $n$ ，代表树的节点数。

第二行包含  $n$  个非负整数  $a_1, a_2, \dots, a_n$ （对于所有的  $1 \leq i \leq n$ ，均有  $a_i$  等于 0 或 1），其中如果  $a_i = 0$ ，则节点  $i$  的颜色为白色；如果  $a_i = 1$ ，则节点  $i$  的颜色为黑色。

之后  $n - 1$  行，每行包含两个正整数  $x_i, y_i$ ，代表存在一条连接节点  $x_i$  和  $y_i$  的边。

保证输入的树中存在不同颜色的点。

##### 3.1.3 输出格式

输出一个整数，代表相距最远的一对不同颜色节点的距离。

##### 3.1.4 样例1

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

```
1 | 3
```

##### 3.1.5 样例解释

相距最远的不同颜色的一对节点为节点 2 和 5。

##### 3.1.6 数据范围

子任务编号	数据点占比	$n$	$a_i$	特殊条件
1	30%	$\leq 10^5$	$0 \leq a_i \leq 1$	树的形态为一条链
2	30%	$\leq 10^3$	$0 \leq a_i \leq 1$	
3	40%	$\leq 10^5$	$0 \leq a_i \leq 1$	

对于全部数据，保证有  $1 \leq n \leq 10^5$ ， $0 \leq a_i \leq 1$ 。

### 3.1.7 参考程序

```
1 #include<bits/stdc++.h>
2 using namespace std;
3 const int N = 1e5+10;
4 vector<int> g[N];
5 int col[N];
6 int n;
7 int dep[N],far[N][2];
8 int ans;
9 void dfs(int x,int fa){
10     dep[x]=dep[fa]+1;
11     far[x][col[x]]=dep[x];
12     for(int i:g[x]){
13         if(i!=fa){
14             dfs(i,x);
15             for(int j=0;j<2;j++){
16                 if(far[x][j]!=-1&&far[i][j^1]!=-1){
17                     ans = max(ans,far[x][j]-dep[x]+far[i][j^1]-dep[x]);
18                 }
19             }
20             for(int j=0;j<2;j++){
21                 far[x][j]=max(far[x][j],far[i][j]);
22             }
23         }
24     }
25     ans = max(ans,far[x][col[x]^1]-dep[x]);
26 }
27 int main(){
28     int n;
29     cin>>n;
30     memset(far,-1,sizeof far);
31     for(int i=1;i<=n;i++){
32         cin>>col[i];
33     }
34     for(int i=1;i<n;i++){
35         int u,v;
36         cin>>u>>v;
37         g[u].push_back(v);
38         g[v].push_back(u);
39     }
40     dfs(1,0);
41     cout<<ans<<"\n";
42 }
```

## 3.2 编程题 2

- 试题名称：空间跳跃
- 时间限制：1.0 s
- 内存限制：512.0 MB

### 3.2.1 题面描述

小杨在二维空间中有  $n$  个水平挡板，并且挡板之间彼此不重叠，其中第  $i$  个挡板处于水平高度  $h_i$ ，左右端点分别位于  $l_i$  与  $r_i$ 。

小杨可以在挡板上左右移动，当小杨移动到右端点时，如果再向右移动会竖直掉落，从而落到下方第一个挡板上，移动到左端点时同理。小杨在挡板上每移动 1 个单位长度会耗费 1 个单位时间，掉落时每掉落 1 个单位高度也会耗费 1 个单位时间。

小杨想知道，从第  $s$  个挡板上的左端点出发到第  $t$  个挡板需要耗费的最少时间是多少？

注意：可能无法从第  $s$  个挡板到达第  $t$  个挡板。

### 3.2.2 输入格式

第一行包含一个正整数  $n$ ，代表挡板数量。

第二行包含两个正整数  $s, t$ ，含义如题面所示。

之后  $n$  行，每行包含三个正整数  $l_i, r_i, h_i$ ，代表第  $i$  个挡板的左右端点位置与高度。

### 3.2.3 输出格式

输出一个整数代表需要耗费的最少时间，如果无法到达则输出  $-1$ 。

### 3.2.4 样例1

```
1 | 3
2 | 3 1
3 | 5 6 3
4 | 3 5 6
5 | 1 4 100000
```

```
1 | 100001
```

### 3.2.5 样例范围

耗费时间最少的移动方案为，从第 3 个挡板左端点移动到右端点，耗费 3 个单位时间，然后向右移动掉落到第 2 个挡板上，耗费  $100000 - 6 = 99994$  个单位时间，之后再向右移动 1 个单位长度，耗费 1 个单位时间，最后向右移动掉落到第 1 个挡板上，耗费 3 个单位时间。共耗费  $3 + 99994 + 1 + 3 = 100001$  个单位时间。

### 3.2.6 数据范围

子任务编号	数据点占比	$n$	特殊条件
1	20%	$\leq 1000$	$l_i = 1$
2	40%	$\leq 1000$	$l_i = i, r_i = i + 1$
3	40%	$\leq 1000$	

对于全部数据，保证有  $1 \leq n \leq 1000$ ， $1 \leq l_i \leq r_i \leq 10^5$ ， $1 \leq h_i \leq 10^5$ 。

### 3.2.7 参考程序

```
1 | #include<bits/stdc++.h>
2 | using namespace std;
3 |
4 | const int maxn = 1e4+10;
5 |
```

```

6  struct edge {
7      int v, w;
8
9      edge(){}
10     edge(int vv,int ww){
11         v=vv;w=ww;
12     }
13 };
14
15 struct node {
16     int dis, u;
17     node (){}
18     node (int diss,int uu){dis=diss;u=uu;}
19     bool operator>(const node& a) const { return dis > a.dis; }
20 };
21
22 vector<edge> e[maxn];
23 int dis[maxn], vis[maxn];
24 priority_queue<node, vector<node>, greater<node> > q;
25 int cnt;
26 void dijkstra(int s) {
27     for(int i=1;i<=cnt;i++)dis[i]=INT_MAX;
28     dis[s] = 0;
29     q.push(node(0, s));
30     while (!q.empty()) {
31         int u = q.top().u;
32         q.pop();
33         if (vis[u]) continue;
34         vis[u] = 1;
35         for (auto ed : e[u]) {
36             int v = ed.v, w = ed.w;
37             if (dis[v] > dis[u] + w) {
38                 dis[v] = dis[u] + w;
39                 q.push(node(dis[v], v));
40             }
41         }
42     }
43 }
44
45 map<pair<int,int>,int> mp;
46 vector<int> es[2010];
47 int l[maxn],r[maxn],h[maxn];
48 int main(){
49     int n;
50     cin>>n;
51     int s,t;
52     cin>>s>>t;
53     for(int i=1;i<=n;i++){
54         cin>>l[i]>>r[i]>>h[i];
55         mp[make_pair(l[i],h[i])]=i;
56         mp[make_pair(r[i],h[i])]=n+i;
57         es[i].push_back(i);
58         es[i].push_back(n+i);
59         e[i].push_back(edge(n+i,r[i]-l[i]));
60         e[n+i].push_back(edge(i,r[i]-l[i]));
61     }

```

```

62     cnt=2*n+1;
63     for(int i=1;i<=n;i++){
64         int hh = -1,idx = i;
65         for(int j=1;j<=n;j++){
66             if(i==j)continue;
67             if(l[j]<=l[i]&&1[i]<=r[j]&&h[j]<=h[i]){
68                 if(h[j]>hh){
69                     hh=h[j];
70                     idx=j;
71                 }
72             }
73         }
74         if(hh!=-1){
75             if(!mp[make_pair(l[i],hh)]){
76                 mp[make_pair(l[i],hh)]=cnt++;
77             }
78             int v = mp[make_pair(l[i],hh)];
79             e[i].push_back(edge(v,h[i]-hh));
80             e[idx].push_back(edge(v,abs(l[i]-l[idx])));
81             e[n+idx].push_back(edge(v,abs(l[i]-r[idx])));
82             e[v].push_back(edge(idx,abs(l[i]-l[idx])));
83             e[v].push_back(edge(n+idx,abs(l[i]-r[idx])));
84             es[idx].push_back(v);
85         }
86         hh = -1,idx = i;
87         for(int j=1;j<=n;j++){
88             if(i==j)continue;
89             if(l[j]<=r[i]&&r[i]<=r[j]&&h[j]<=h[i]){
90                 if(h[j]>hh){
91                     hh=h[j];
92                     idx=j;
93                 }
94             }
95         }
96
97         if(hh!=-1){
98             if(!mp[make_pair(r[i],hh)]){
99                 mp[make_pair(r[i],hh)]=cnt++;
100            }
101            int v = mp[make_pair(r[i],hh)];
102            e[n+i].push_back(edge(v,h[i]-hh));
103            e[idx].push_back(edge(v,abs(r[i]-l[idx])));
104            e[n+idx].push_back(edge(v,abs(r[i]-r[idx])));
105            e[v].push_back(edge(idx,abs(r[i]-l[idx])));
106            e[v].push_back(edge(n+idx,abs(r[i]-r[idx])));
107            es[idx].push_back(v);
108        }
109    }
110    dijkstra(s);
111    int ans = INT_MAX;
112    for(auto i:es[t]){
113        ans=min(ans,dis[i]);
114    }
115    if(ans!=INT_MAX)cout<<ans<<"\n";
116    else cout<<"-1\n";
117

```

