



C++ 七级

2023 年 12 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	D	B	C	D	D	B	C	B	C	D	C	B	D	B

第 1 题 定义变量 `double x`，如果下面代码输入为 100，输出最接近()。

```
1#include <iostream>
2#include <string>
3#include <cmath>
4#include <vector>
5using namespace std;
6
7int main()
8{
9    double x;
10
11    cin >> x;
12    cout << log10(x) - log2(x) << endl;
13
14    cout << endl;
15    return 0;
16}
```

- ☐ A. 0
- ☐ B. -5
- ☐ C. -8
- ☐ D. 8

第 2 题 对于下面动态规划方法实现的函数，以下选项中最适合表达其状态转移函数的为()。

```

1  int s[MAX_N], f[MAX_N][MAX_N];
2  int stone_merge(int n, int a[]) {
3      for (int i = 1; i <= n; i++)
4          s[i] = s[i - 1] + a[i];
5      for (int i = 1; i <= n; i++)
6          for (int j = 1; j <= n; j++)
7              if (i == j)
8                  f[i][j] = 0;
9              else
10                 f[i][j] = MAX_F;
11     for (int l = 1; l < n; l++)
12         for (int i = 1; i <= n - l; i++) {
13             int j = i + l;
14             for (int k = i; k < j; k++)
15                 f[i][j] = min(f[i][j], f[i][k] + f[k + 1][j] + s[j] - s[i - 1]);
16         }
17     return f[1][n];
18 }

```

- ☐ A. $f(i, j) = \min_{i \leq k < j} (f(i, j), f(i, k) + f(k + 1, j) + s(j) - s(i - 1))$
- ☐ B. $f(i, j) = \min_{i \leq k < j} (f(i, j), f(i, k) + f(k + 1, j) + \sum_{k=i}^j a(k))$
- ☐ C. $f(i, j) = \min_{i \leq k \leq j} (f(i, k) + f(k + 1, j) + \sum_{k=i}^{j+1} a(k))$
- ☐ D. $f(i, j) = \min_{i \leq k < j} (f(i, k) + f(k + 1, j)) + \sum_{k=i}^j a(k)$

第3题 下面代码可以用来求最长上升子序列（LIS）的长度，如果输入是： 5 1 7 3 5 9，则输出是()。

```

1 int a[2023], f[2023];
2 int main()
3 {
4     int n, i, j, ans = -1;
5
6     cin >> n;
7     for( i=1; i<=n; i++){
8         cin >> a[i];
9         f[i] = 1;
10    }
11
12    for( i=1; i<=n; i++)
13        for( j=1; j<i; j++)
14            if(a[j] < a[i])
15                f[i] = max(f[i], f[j]+1);
16    for( i=1; i<=n; i++){
17        ans = max(ans, f[i]);
18        cout << f[i] << " ";
19    }
20
21    cout << ans << endl;
22    return 0;
23 }

```

- ☐ A. 9 7 5 1 1 9
- ☐ B. 1 2 2 3 4 4
- ☐ C. 1 3 5 7 9 9

☐ D. 1 1 1 1 1 1

第4题 C++语言中，下列关于关键字 `static` 的描述不正确的是()。

☐ A. 可以修饰类的成员函数。

☐ B. 常量静态成员可以在类外进行初始化。

☐ C. 若 `a` 是类 `A` 常量静态成员，则 `a` 的地址都可以访问且唯一。

☐ D. 静态全局对象一定在 `main` 函数调用前完成初始化，执行完 `main` 函数后被析构。

第5题 `G` 是一个非连通无向图，共有 28 条边，则该图至少有()个顶点。

☐ A. 6

☐ B. 7

☐ C. 8

☐ D. 9

第6题 哈希表长31，按照下面的程序依次输入 4 17 28 30 4，则最后的 4 存入哪个位置？ ()

```
1 #include <iostream>
2 #include <string>
3 #include <cmath>
4 #include <vector>
5 using namespace std;
6
7 const int N=31;
8 int htab[N],flag[N];
9 int main()
10 {
11     int n,x,i,j,k;
12
13     cin >> n;
14     for(i=0; i<n; i++){
15         cin >> x;
16         k=x%13;
17         while(flag[k]) k = (k+1)%13;
18         htab[k]=x;
19         flag[k]=1;
20     }
21
22     for(i=0; i<N; i++)
23         cout << htab[i] << " ";
24
25     cout << endl;
26     return 0;
27 }
```

☐ A. 3

☐ B. 4

☐ C. 5

☐ D. 6

第7题 某二叉树T的先序遍历序列为: {A B D F C E G H}, 中序遍历序列为: {B F D A G E H C}, 则下列说法中正确的是()。

- ☐ A. T的度为1
- ☐ B. T的高为4
- ☐ C. T有4个叶节点
- ☐ D. 以上说法都不对

第8题 下面代码段可以求两个字符串 s1 和 s2 的最长公共子串 (LCS), 下列相关描述不正确的是 ()。

```
1 while (cin >> s1 >> s2)
2 {
3     memset(dp, 0, sizeof(dp));
4     int n1 = strlen(s1), n2 = strlen(s2);
5     for (int i = 1; i <= n1; ++i)
6         for (int j = 1; j <= n2; ++j)
7             if (s1[i - 1] == s2[j - 1])
8                 dp[i][j] = dp[i - 1][j - 1] + 1;
9             else
10                dp[i][j] = max(dp[i - 1][j], dp[i][j - 1]);
11     cout << dp[n1][n2] << endl;
12 }
```

- ☐ A. 代码的时间复杂度为 $O(n^2)$
- ☐ B. 代码的空间复杂度为 $O(n^2)$
- ☐ C. 空间复杂度已经最优
- ☐ D. 采用了动态规划求解

第9题 图的广度优先搜索中既要维护一个标志数组标志已访问的图的结点, 还需哪种结构存放结点以实现遍历? ()

- ☐ A. 双向栈
- ☐ B. 队列
- ☐ C. 哈希表
- ☐ D. 堆

第10题 对关键字序列 {44, 36, 23, 35, 52, 73, 90, 58} 建立哈希表，哈希函数为 $h(k)=k\%7$ ，执行下面的 Insert 函数，则等概率情况下的平均成功查找长度（即查找成功时的关键字比较次数的均值）为()。

```
1#include <iostream>
2#include <string>
3#include <cmath>
4#include <vector>
5using namespace std;
6
7typedef struct Node{
8    int data;
9    struct Node *next;
10}Node;
11Node* hTab[7];
12int key[]={44, 36, 23, 35, 52, 73, 90, 58, 0};
13void Insert()
14{
15    int i,j;
16    Node *x;
17
18    for(i=0; key[i];i++){
19        j = key[i] % 7;
20        x=new Node;
21        x->data = key[i];
22        x->next = hTab[j];
23        hTab[j] = x;
24    }
25
26    return;
27}
```

- ☐ A. 7/8
- ☐ B. 1
- ☐ C. 1.5
- ☐ D. 2

第11题 学生在读期间所上的某些课程中需要先上其他的课程，所有课程和课程间的先修关系构成一个有向图 G，有向边 $\langle U, V \rangle$ 表示课程 U 是课程 V 的先修课，则找到某门课程 C 的全部先修课下面哪种方法不可行? ()

- ☐ A. BFS搜索
- ☐ B. DFS搜索
- ☐ C. DFS+BFS
- ☐ D. 动态规划

第12题 一棵完全二叉树有 2023 个结点，则叶结点有多少个? ()

- ☐ A. 1024
- ☐ B. 1013
- ☐ C. 1012
- ☐ D. 1011

第 13 题 用下面的邻接表结构保存一个有向图 G ，InfoType 和 VertexType 是定义好的类。设 G 有 n 个顶点、 e 条弧，则求图 G 中某个顶点 u （其顶点序号为 k ）的度的算法复杂度是()。

```

1 typedef struct ArcNode{
2     int      adjvex;    // 该弧所指向的顶点的位置
3     struct ArcNode *nextarc; // 指向下一条弧的指针
4     InfoType  *info;    // 该弧相关信息的指针
5 } ArcNode;
6 typedef struct VNode{
7     VertexType data;    // 顶点信息
8     ArcNode *firstarc; // 指向第一条依附该顶点的弧
9 } VNode, AdjList[MAX_VERTEX_NUM];
10 typedef struct{
11     AdjList vertices;
12     int vexnum, arcnum;
13     int kind;          // 图的种类标志
14 } ALGraph;

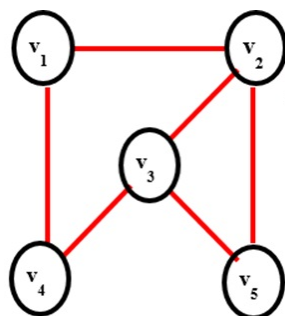
```

- ☐ A. $O(n)$
- ☐ B. $O(e)$
- ☐ C. $O(n + e)$
- ☐ D. $O(n + 2 * e)$

第 14 题 给定一个简单有向图 G ，判断其中是否存在环路的下列说法哪个最准确？()

- ☐ A. BFS更快
- ☐ B. DFS更快
- ☐ C. BFS和DFS一样快
- ☐ D. 不确定

第 15 题 从顶点 v_1 开始遍历下图 G 得到顶点访问序列，在下面所给的 4 个序列中符合广度优先的序列有几个？()
 $\{v_1 \ v_2 \ v_3 \ v_4 \ v_5\}$ ， $\{v_1 \ v_2 \ v_4 \ v_3 \ v_5\}$ ， $\{v_1 \ v_4 \ v_2 \ v_3 \ v_5\}$ ， $\{v_1 \ v_2 \ v_4 \ v_5 \ v_3\}$



- ☐ A. 4
- ☐ B. 3
- ☐ C. 2
- ☐ D. 1

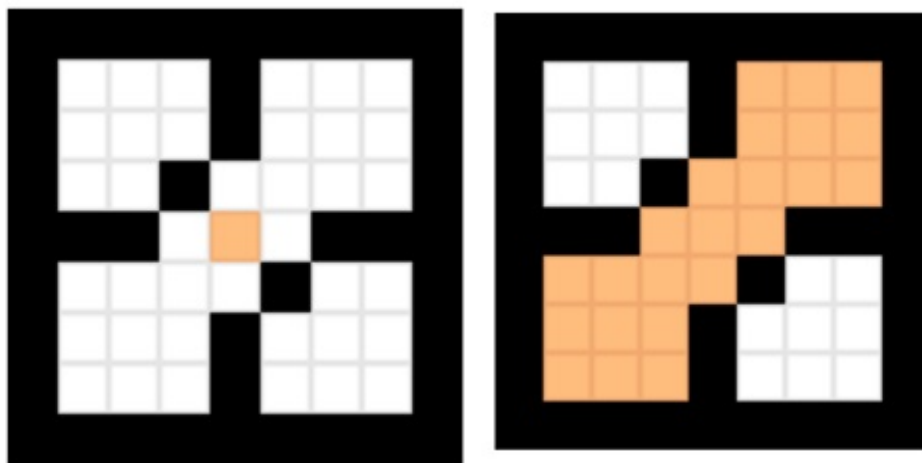
2 判断题（每题 2 分，共 20 分）

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

第1题 小杨这学期准备参加GESP的7级考试，其中有关于三角函数的内容，他能够通过下面的代码找到结束循环的角度值。（ ）

```
1 int main()
2 {
3     double x;
4
5     do{
6         cin >> x;
7         x=x/180*3.14;
8     }while(int(sin(x)*sin(x)+cos(x)*cos(x)) == 1);
9     cout << "/" << sin(x) << " " << cos(x);
10
11     cout << endl;
12     return 0;
13 }
```

第2题 小杨在开发画笔刷小程序（applet），操作之一是选中黄颜色，然后在下面的左图的中间区域双击后，就变成了右图。这个操作可以用图的泛洪算法来实现。（ ）



第3题 假设一棵完全二叉树共有 N 个节点，则树的深度为 $\log(N) + 1$ 。（ ）

第4题 给定一个数字序列 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ ，要求 i 和 j （ $1 \leq i \leq j \leq n$ ），使 $A_i + \dots + A_j$ 最大，可以使用动态规划方法来求解。（ ）

第5题 若变量 x 为 `double` 类型正数，则 $\log(\exp(x)) > \log_{10}(x)$ 。（ ）

第6题 简单有向图有 n 个顶点和 e 条弧，可以用邻接矩阵或邻接表来存储，二者求节点 u 的度的时间复杂度一样。（ ）

第7题 某个哈希表键值 x 为整数，为其定义哈希函数 $H(x) = x \% p$ ，则 p 选择素数时不会产生冲突。（ ）

第8题 动态规划只要推导出状态转移方程，就可以写出递归程序来求出最优解。（ ）

第9题 广度优先搜索（BFS）能够判断图是否连通。（ ）

第 10 题 在 C++ 中，如果定义了构造函数，则创建对象时先执行完缺省的构造函数，再执行这个定义的构造函数。()

3 编程题（每题 25 分，共 50 分）

3.1 编程题 1

- 试题名称：商品交易
- 时间限制：1.0 s
- 内存限制：128.0 MB

3.1.1 问题描述

市场上共有 N 种商品，编号从 0 至 $N - 1$ ，其中，第 i 种商品价值 v_i 元。

现在共有 M 个商人，编号从 0 至 $M - 1$ 。在第 j 个商人这，你可以使用第 x_j 种商品交换第 y_j 种商品。每个商人都会按照商品价值进行交易，具体来说，如果 $v_{x_j} > v_{y_j}$ ，他将会付给你 $v_{y_j} - v_{x_j}$ 元钱；否则，那么你需要付给商人 $v_{x_j} - v_{y_j}$ 元钱。除此之外，每次交易商人还会收取 1 元作为手续费，不论交易商品的价值孰高孰低。

你现在拥有商品 a ，并希望通过一些交换来获得商品 b 。请问你至少要花费多少钱？（当然，这个最小花费也可能是负数，这表示你可以在完成目标的同时赚取一些钱。）

3.1.2 输入描述

第一行四个整数 N, M, a, b ，分别表示商品的数量、商人的数量、你持有的商品以及你希望获得的商品。保证 $0 \leq a, b < N$ ，保证 $a \neq b$ 。

第二行 N 个用单个空格隔开的正整数 v_0, v_1, \dots, v_{N-1} ，依次表示每种商品的价值。保证 $1 \leq v_i \leq 10^9$ 。

接下来 M 行，每行两个整数 x_j, y_j ，表示第 j 个商人愿意使用第 x_j 种商品交换第 y_j 种商品。保证 $0 \leq x_j, y_j < N$ ，保证 $x_j \neq y_j$ 。

3.1.3 输出描述

输出一行一个整数，表示最少的花费。特别地，如果无法通过交换换取商品 b ，请输出 `No solution`

3.1.4 特别提醒

在常规程序中，输入、输出时提供提示是好习惯。但在本场考试中，由于系统限定，请不要在输入、输出中附带任何提示信息。

3.1.5 样例输入 1

1	3 5 0 2
2	1 2 4
3	1 0
4	2 0
5	0 1
6	2 1
7	1 2

3.1.6 样例输出 1

```
1 | 5
```

3.1.7 样例解释 1

可以先找 2 号商人，花 $2 - 1 = 1$ 元的差价以及 1 元手续费换得商品 1，再找 4 号商人，花 $4 - 2 = 2$ 元的差价以及 1 元手续费换得商品 2。总计花费 $1 + 1 + 2 + 1 = 5$ 元。

3.1.8 样例输入 2

```
1 | 3 3 0 2
2 | 100 2 4
3 | 0 1
4 | 1 2
5 | 0 2
```

3.1.9 样例输出 2

```
1 | -95
```

3.1.10 样例解释 2

可以找 2 号商人，直接换得商品 2 的同时，赚取 $100 - 4 = 96$ 元差价，再支付 1 元手续费，净赚 95 元。

也可以先找 0 号商人换取商品 1，再找 1 号商人换取商品 2，不过这样只能赚 94 元。

3.1.11 样例输入 3

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

3.1.12 样例输出 3

```
1 | No solution
```

3.1.13 数据规模

对于 30% 的测试点，保证 $N \leq 10$ ， $M \leq 20$ 。

对于 70% 的测试点，保证 $N \leq 10^3$ ， $M \leq 10^4$ 。

对于 100% 的测试点，保证 $N \leq 10^5$ ， $M \leq 2 \times 10^5$ 。

3.1.14 参考程序

```
1 #include <iostream>
2 #include <cstring>
3 #include <vector>
4
5 using namespace std;
6
```

```

7  const int max_n = 1e5 + 10;
8
9  int n;
10 vector<int> edge[max_n];
11 int val[max_n];
12
13 int min_dist[max_n];
14 int queue[max_n], qh, qt;
15
16 void bfs(int src) {
17     qh = qt = 0;
18     memset(min_dist, 127, sizeof(min_dist));
19     queue[++qt] = src;
20     min_dist[src] = 0;
21     while (qh < qt) {
22         int u = queue[++qh];
23         for (auto v: edge[u]) {
24             if (min_dist[u] + 1 < min_dist[v]) {
25                 min_dist[v] = min_dist[u] + 1;
26                 queue[++qt] = v;
27             }
28         }
29     }
30 }
31
32 int main() {
33     int m, src, dst;
34     ios::sync_with_stdio(false);
35     cin >> n >> m >> src >> dst;
36     for (int i = 0; i < n; ++i) {
37         cin >> val[i];
38     }
39     for (int i = 0; i < m; ++i) {
40         int x, y;
41         cin >> x >> y;
42         edge[x].push_back(y);
43     }
44
45     bfs(src);
46     if (min_dist[dst] > n) {
47         cout << "No solution\n";
48     }
49     else {
50         cout << min_dist[dst] - val[src] + val[dst] << '\n';
51     }
52
53     return 0;
54 }

```

3.2 编程题 2

- 试题名称: 纸牌游戏
- 时间限制: 1.0 s
- 内存限制: 128.0 MB

3.2.1 问题描述

你和小杨在玩一个纸牌游戏。

你和小杨各有 3 张牌，分别是 0、1、2。你们要进行 N 轮游戏，每轮游戏双方都要出一张牌，并按 1 战胜 0，2 战胜 1，0 战胜 2 的规则决出胜负。第 i 轮的胜者可以获得 $2a_i$ 分，败者不得分，如果双方出牌相同，则算平局，二人都可获得 a_i 分 ($i = 1, 2, \dots, N$)。

玩了一会后，你们觉得这样太过于单调，于是双方给自己制定了不同的新规则。小杨会在整局游戏开始前确定自己全部 n 轮的出牌，并将他的全部计划告诉你；而你从第 2 轮开始，要么继续出上一轮出的牌，要么记一次“换牌”。游戏结束时，你换了 t 次牌，就要额外扣 $b_1 + \dots + b_t$ 分。

请计算出你最多能获得多少分。

3.2.2 输入描述

第一行一个整数 N ，表示游戏轮数。

第二行 N 个用单个空格隔开的非负整数 a_1, \dots, a_N ，意义见题目描述。

第三行 $N - 1$ 个用单个空格隔开的非负整数 b_1, \dots, b_{N-1} ，表示换牌的罚分，具体含义见题目描述。由于游戏进行 N 轮，所以你至多可以换 $N - 1$ 次牌。

第四行 N 个用单个空格隔开的整数 c_1, \dots, c_N ，依次表示小杨从第 1 轮至第 N 轮出的牌。保证 $c_i \in \{0, 1, 2\}$ 。

3.2.3 输出描述

一行一个整数，表示你最多获得的分数。

3.2.4 特别提醒

在常规程序中，输入、输出时提供提示是好习惯。但在本场考试中，由于系统限定，请不要在输入、输出中附带任何提示信息。

3.2.5 样例输入 1

```
1 | 4
2 | 1 2 10 100
3 | 1 100 1
4 | 1 1 2 0
```

3.2.6 样例输出 1

```
1 | 219
```

3.2.7 样例解释 1

你可以第 1 轮出 0，并在第 2, 3 轮保持不变，如此输掉第 1, 2 轮，但在第 3 轮中取胜，获得 $2 \times 10 = 20$ 分；随后，你可以在第 4 轮中以扣 1 分为代价改出 1，并在第 4 轮中取得胜利，获得 $2 \times 100 = 200$ 分。如此，你可以获得最高的总分 $20 + 200 - 1 = 219$ 。

3.2.8 样例输入 2

```
1 6
2 3 7 2 8 9 4
3 1 3 9 27 81
4 0 1 2 1 2 0
```

3.2.9 样例输出 2

```
1 56
```

3.2.10 数据规模

对于30%的测试点，保证 $N \leq 15$ 。

对于60%的测试点，保证 $N \leq 100$ 。

对于所有测试点，保证 $N \leq 1,000$ ；保证 $0 \leq a_i, b_i \leq 10^6$ 。

3.2.11 参考程序

```
1  #include <iostream>
2  #include <cstring>
3  #include <vector>
4
5  using namespace std;
6
7  const int max_n = 1005;
8
9  int n;
10 int a[max_n], b[max_n], c[max_n];
11
12 int dp[3][max_n];
13
14 int result(int x, int y) {
15     if (x == y + 1 || x == y - 2) return 2;
16     if (x == y) return 1;
17     return 0;
18 }
19
20 int main() {
21     ios::sync_with_stdio(false);
22     cin >> n;
23     for (int i = 1; i <= n; ++i) cin >> a[i];
24     for (int i = 1; i < n; ++i) cin >> b[i];
25     for (int i = 1; i <= n; ++i) cin >> c[i];
26     memset(dp, 128, sizeof(dp));
27     for (int k = 0; k < 3; ++k) {
28         dp[k][0] = result(k, c[1]) * a[1];
29     }
30     for (int i = 2; i <= n; ++i)
31         for (int j = i - 1; j >= 0; --j)
32             for (int k = 0; k < 3; ++k) {
33                 int curr_score = result(k, c[i]) * a[i];
34                 dp[k][j] = dp[k][j] + curr_score;
35                 if (j > 0) {
```

```
36         for (int l = 0; l < 3; ++l) {
37             dp[k][j] = max(dp[k][j], dp[l][j - 1] + curr_score - b[j]);
38         }
39     }
40 }
41 int ans = -2e9, x = 0;
42 for (int j = 0; j < n; ++j)
43     for (int k = 0; k < 3; ++k) {
44         ans = max(ans, dp[k][j]);
45     }
46 cout << ans << '\n';
47 return 0;
48 }
```