

# 第二十三届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛

## 提高组 C++语言试题

竞赛时间：2017 年 10 月 14 日 14:30~16:30

### 选手注意：

- 试题纸共有 10 页，答题纸共有 2 页，满分 100 分。请在答题纸上作答，写在试题纸上的一律无效。
- 不得使用任何电子设备（如计算器、手机、电子词典等）或查阅任何书籍资料。

### 一、单项选择题（共 15 题，每题 1.5 分，共计 22.5 分；每题有且仅有一个正确选项）

1. 从（ ）年开始，NOIP 竞赛将不再支持 Pascal 语言。  
A. 2020                      B. 2021                      C. 2022                      D. 2023
2. 在 8 位二进制补码中，10101011 表示的数是十进制下的（ ）。  
A. 43                          B. -85                          C. -43                          D. -84
3. 分辨率为 1600x900、16 位色的位图，存储图像信息所需的空间为（ ）。  
A. 2812.5KB                  B. 4218.75KB                  C. 4320KB                      D. 2880KB
4. 2017 年 10 月 1 日是星期日，1949 年 10 月 1 日是（ ）。  
A. 星期三                      B. 星期日                      C. 星期六                      D. 星期二
5. 设  $G$  是有  $n$  个结点、 $m$  条边（ $n \leq m$ ）的连通图，必须删去  $G$  的（ ）条边，才能使得  $G$  变成一棵树。  
A.  $m - n + 1$                   B.  $m - n$                       C.  $m + n + 1$                   D.  $n - m + 1$
6. 若某算法的计算时间表示为递推关系式：  
 $T(N) = 2T(N/2) + N \log N$   
 $T(1) = 1$   
则该算法的时间复杂度为（ ）。  
A.  $O(N)$                       B.  $O(N \log N)$                   C.  $O(N \log^2 N)$                   D.  $O(N^2)$
7. 表达式  $a * (b + c) * d$  的后缀形式是（ ）。  
A.  $a b c d * + *$                   B.  $a b c + * d *$                   C.  $a * b c + * d$                   D.  $b + c * a * d$
8. 由四个不同的点构成的简单无向连通图的个数是（ ）。  
A. 32                              B. 35                              C. 38                              D. 41

9. 将 7 个名额分给 4 个不同的班级, 允许有的班级没有名额, 有 ( ) 种不同的分配方案。

- A. 60                      B. 84                      C. 96                      D. 120

10. 若  $f[0] = 0, f[1] = 1, f[n+1] = (f[n] + f[n-1]) / 2$ , 则随着  $i$  的增大,  $f[i]$  将接近于 ( )。

- A.  $1/2$                       B.  $2/3$                       C.  $\frac{\sqrt{5}-1}{2}$                       D. 1

11. 设 A 和 B 是两个长为  $n$  的有序数组, 现在需要将 A 和 B 合并成一个排好序的数组, 请问任何以元素比较作为基本运算的归并算法最坏情况下至少要做 ( ) 次比较。

- A.  $n^2$                       B.  $n \log n$                       C.  $2n$                       D.  $2n-1$

12. 在  $n$  ( $n \geq 3$ ) 枚硬币中有一枚质量不合格的硬币 (质量过轻或质量过重), 如果只有一架天平可以用来称重且称重的硬币数没有限制, 下面是找出这枚不合格的硬币的算法。请把 a-c 三行代码补全到算法中。

- a.  $A \leftarrow X \cup Y$   
b.  $A \leftarrow Z$   
c.  $n \leftarrow |A|$

算法 Coin(A, n)

1.  $k \leftarrow \lfloor n/3 \rfloor$
2. 将 A 中硬币分成 X, Y, Z 三个集合, 使得  $|X| = |Y| = k, |Z| = n - 2k$
3. if  $W(X) \neq W(Y)$  //  $W(X), W(Y)$  分别为 X 或 Y 的重量
4. then \_\_\_\_\_
5. else \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_
7. if  $n > 2$  then goto 1
8. if  $n = 2$  then 任取 A 中 1 枚硬币与拿走硬币比较, 若不等, 则它不合格;  
若相等, 则 A 中剩下的硬币不合格.
9. if  $n = 1$  then A 中硬币不合格

正确的填空顺序是 ( )。

- A. b, c, a                      B. c, b, a                      C. c, a, b                      D. a, b, c

13. 有正实数构成的数字三角形排列形式如图所示。  
第一行的数为  $a_{11}$ ; 第二行的数从左到右依次为  $a_{21}, a_{22}$ ; ... 第  $n$  行的数为  $a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nn}$ 。从  $a_{11}$  开始, 每一行的数  $a_{ij}$  只有两条边可以分别通向下一行的两个数  $a_{(i+1)j}$  和  $a_{(i+1)(j+1)}$ 。用动态规划算法找出一条从  $a_{11}$  向下通到  $a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nn}$  中某

$a_{11}$   
 $a_{21} \quad a_{22}$   
 $a_{31} \quad a_{32} \quad a_{33}$   
.....  
 $a_{n1} \quad a_{n2} \quad \dots \quad a_{nn}$

个数的路径，使得该路径上的数之和达到最大。

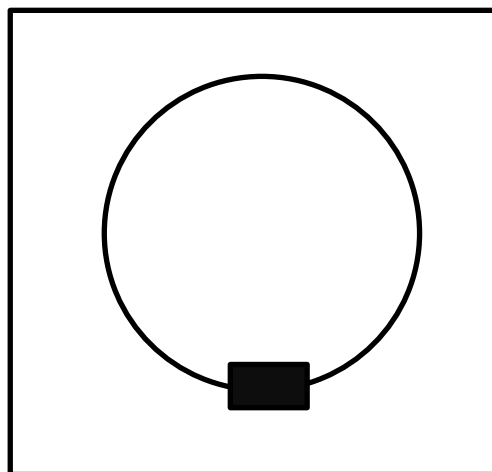
令  $C[i,j]$  是从  $a_{11}$  到  $a_{ij}$  的路径上的数的最大和，并且  $C[i,0]=C[0,j]=0$ ，则  $C[i,j]=$  ( )。

- A.  $\max\{C[i-1,j-1], C[i-1,j]\} + a_{ij}$
- B.  $C[i-1,j-1] + C[i-1,j]$
- C.  $\max\{C[i-1,j-1], C[i-1,j]\} + 1$
- D.  $\max\{C[i,j-1], C[i-1,j]\} + a_{ij}$

14. 小明要去南美洲旅游，一共乘坐三趟航班才能到达目的地，其中第 1 个航班准点的概率是 0.9，第 2 个航班准点的概率为 0.8，第 3 个航班准点的概率为 0.9。如果存在第  $i$  个 ( $i=1,2$ ) 航班晚点，第  $i+1$  个航班准点，则小明将赶不上第  $i+1$  个航班，旅行失败；除了这种情况，其他情况下旅行都能成功。请问小明此次旅行成功的概率是 ( )。

- A. 0.5                      B. 0.648                      C. 0.72                      D. 0.74

15. 欢乐喷球：儿童游乐场有个游戏叫“欢乐喷球”，正方形场地中心能不断喷出彩色乒乓球，以场地中心为圆心还有一个圆形轨道，轨道上有一列小火车在匀速运动，火车有六节车厢。假设乒乓球等概率落到正方形场地的每个地点，包括火车车厢。小朋友玩这个游戏时，只能坐在同一个火车车厢里，可以在自己的车厢里捡落在该车厢内的所有乒乓球，每个人每次游戏有三分钟时间，则一个小朋友独自玩一次游戏期望可以得到 ( ) 个乒乓球。假设乒乓球喷出的速度为 2 个/秒，每节车厢的面积是整个场地面积的  $1/20$ 。



- A. 60                      B. 108                      C. 18                      D. 20

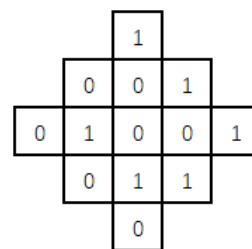
**二、不定项选择题（共 5 题，每题 1.5 分，共计 7.5 分；每题有一个或多个正确选项，多选或少选均不得分）**

1. 以下排序算法在最坏情况下时间复杂度最优的有 ( )。
- A. 冒泡排序              B. 快速排序              C. 归并排序              D. 堆排序
2. 对于入栈顺序为 a, b, c, d, e, f, g 的序列，下列 ( ) 不可能是合法的出栈序列。
- A. a, b, c, d, e, f, g                      B. a, d, c, b, e, g, f
- C. a, d, b, c, g, f, e                      D. g, f, e, d, c, b, a

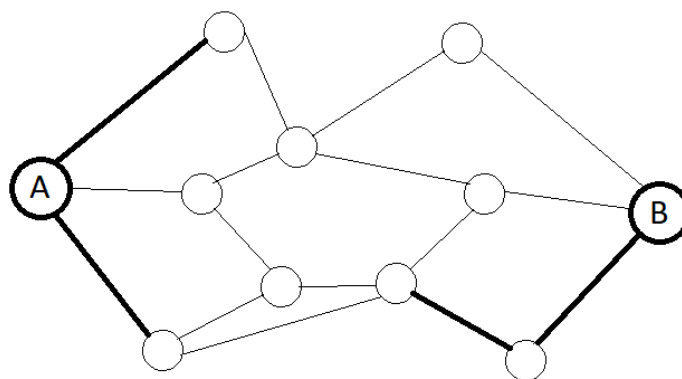
3. 下列算法中，（ ）是稳定的排序算法。  
 A. 快速排序      B. 堆排序      C. 希尔排序      D. 插入排序
4. 以下是面向对象的高级语言的有（ ）。  
 A. 汇编语言      B. C++      C. Fortran      D. Java
5. 以下和计算机领域密切相关的奖项有（ ）。  
 A. 奥斯卡奖      B. 图灵奖      C. 诺贝尔奖      D. 王选奖

### 三、问题求解（共 2 题，每题 5 分，共计 10 分）

1. 如右图所示，共有 13 个格子。对任何一个格子进行一次操作，会使得它自己以及与它上下左右相邻的格子中的数字改变（由 1 变 0，或由 0 变 1）。现在要使得所有的格子中的数字都变为 0，至少需要\_\_\_\_\_次操作。



2. 如下图所示，A 到 B 是连通的。假设删除一条细的边的代价是 1，删除一条粗的边的代价是 2，要让 A、B 不连通，最小代价是\_\_\_\_\_（2 分），最小代价的不同方案数是\_\_\_\_\_（3 分）。（只要有一条删除的边不同，就是不同的方案）



### 四、阅读程序写结果（共 4 题，每题 8 分，共计 32 分）

1. 

```
#include <iostream>
using namespace std;

int g(int m, int n, int x) {
    int ans = 0;
    int i;
    if (n == 1)
```

```

        return 1;
    for (i = x; i <= m / n; i++)
        ans += g(m - i, n - 1, i);
    return ans;
}

```

```

int main() {
    int t, m, n;
    cin >> m >> n;
    cout << g(m, n, 0) << endl;
    return 0;
}

```

输入: 8 4

输出: \_\_\_\_\_

2. #include <iostream>  
using namespace std;

```

int main() {
    int n, i, j, x, y, nx, ny;
    int a[40][40];
    for (i = 0; i < 40; i++)
        for (j = 0; j < 40; j++)
            a[i][j] = 0;
    cin >> n;
    y = 0; x = n - 1;
    n = 2 * n - 1;
    for (i = 1; i <= n * n; i++) {
        a[y][x] = i;
        ny = (y - 1 + n) % n;
        nx = (x + 1) % n;
        if ((y == 0 && x == n - 1) || a[ny][nx] != 0)
            y = y + 1;
        else { y = ny; x = nx; }
    }
    for (j = 0; j < n; j++)
        cout << a[0][j] << " ";
    cout << endl;
    return 0;
}

```

输入: 3

输出: \_\_\_\_\_

```
3. #include <iostream>
using namespace std;

int n, s, a[100005], t[100005], i;
void mergesort(int l, int r) {
    if (l == r)
        return;
    int mid = (l + r) / 2;
    int p = l;
    int i = l;
    int j = mid + 1;
    mergesort(l, mid);
    mergesort(mid + 1, r);
    while (i <= mid && j <= r) {
        if (a[j] < a[i]) {
            s += mid - i + 1;
            t[p] = a[j];
            p++;
            j++;
        }
        else {
            t[p] = a[i];
            p++;
            i++;
        }
    }
    while (i <= mid) {
        t[p] = a[i];
        p++;
        i++;
    }
    while (j <= r) {
        t[p] = a[j];
        p++;
        j++;
    }
    for (i = l; i <= r; i++)
        a[i] = t[i];
}

int main() {
```

```

    cin >> n;
    for (i = 1; i <= n; i++)
        cin >> a[i];
    mergesort(1, n);
    cout << s << endl;
    return 0;
}

```

输入: 6

2 6 3 4 5 1

输出: \_\_\_\_\_

4. #include <iostream>  
using namespace std;

```

int main() {
    int n, m;
    cin >> n >> m;
    int x = 1;
    int y = 1;
    int dx = 1;
    int dy = 1;
    int cnt = 0;
    while (cnt != 2) {
        cnt = 0;
        x = x + dx;
        y = y + dy;
        if (x == 1 || x == n) {
            ++cnt;
            dx = -dx;
        }
        if (y == 1 || y == m) {
            ++cnt;
            dy = -dy;
        }
    }
    cout << x << " " << y << endl;
    return 0;
}

```

输入 1: 4 3

输出 1: \_\_\_\_\_ (2 分)

输入 2: 2017 1014

输出 2: \_\_\_\_\_ (3 分)

输入 3: 987 321

输出 3: \_\_\_\_\_ (3 分)

## 五、完善程序（共 2 题，每题 14 分，共计 28 分）

1. （大整数除法）给定两个正整数  $p$  和  $q$ ，其中  $p$  不超过  $10^{100}$ ， $q$  不超过 100000，求  $p$  除以  $q$  的商和余数。（第一空 2 分，其余 3 分）

输入：第一行是  $p$  的位数  $n$ ，第二行是正整数  $p$ ，第三行是正整数  $q$ 。

输出：两行，分别是  $p$  除以  $q$  的商和余数。

```
#include <iostream>
using namespace std;

int p[100];
int n, i, q, rest;
char c;

int main() {
    cin >> n;
    for (i = 0; i < n; i++) {
        cin >> c;
        p[i] = c - '0';
    }
    cin >> q;
    rest = (1);
    i = 1;
    while ((2) && i < n) {
        rest = rest * 10 + p[i];
        i++;
    }
    if (rest < q)
        cout << 0 << endl;
    else {
        cout << (3);
        while (i < n) {
            rest = (4);
            i++;
            cout << rest / q;
        }
        cout << endl;
    }
}
```



```

        cout << (5) << endl;
    return 0;
}

```

2. **（最长路径）** 给定一个有向无环图，每条边长度为 1，求图中的最长路径长度。（第五空 2 分，其余 3 分）

输入：第一行是结点数  $n$ （不超过 100）和边数  $m$ ，接下来  $m$  行，每行两个整数  $a, b$ ，表示从结点  $a$  到结点  $b$  有一条有向边。结点标号从 0 到  $(n-1)$ 。

输出：最长路径长度。

提示：先进行拓扑排序，然后按照拓扑序计算最长路径。

```

#include <iostream>
using namespace std;

int n, m, i, j, a, b, head, tail, ans;
int graph[100][100];    // 用邻接矩阵存储图
int degree[100];        // 记录每个结点的入度
int len[100];           // 记录以各结点为终点的最长路径长度
int queue[100];         // 存放拓扑排序结果

int main() {
    cin >> n >> m;
    for (i = 0; i < n; i++)
        for (j = 0; j < n; j++)
            graph[i][j] = 0;
    for (i = 0; i < n; i++)
        degree[i] = 0;
    for (i = 0; i < m; i++) {
        cin >> a >> b;
        graph[a][b] = 1;
        (1);
    }
    tail = 0;
    for (i = 0; i < n; i++)
        if ((2)) {
            queue[tail] = i;
            tail++;
        }
    head = 0;
    while (tail < n - 1) {
        for (i = 0; i < n; i++)
            if (graph[queue[head]][i] == 1) {
                (3);
            }
    }
}

```

```

        if (degree[i] == 0) {
            queue[tail] = i;
            tail++;
        }
    }
    (4);
}
ans = 0;
for (i = 0; i < n; i++) {
    a = queue[i];
    len[a] = 1;
    for (j = 0; j < n; j++)
        if (graph[j][a] == 1 && len[j] + 1 > len[a])
            len[a] = len[j] + 1;
    if ((5))
        ans = len[a];
}
cout << ans << endl;
return 0;
}

```