

第十八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：2012 年 10 月 13 日 14:30~16:30

选手注意：

- 试题纸共有 15 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 10 题，每题 1.5 分，共计 15 分；每题有且仅有一个正确选项）

1. 目前计算机芯片（集成电路）制造的主要原料是（ ），它是一种可以在沙子中提炼出的物质。
A. 硅 B. 铜 C. 锗 D. 铝
2. （ ）是主要用于显示网页服务器或者文件系统的 HTML 文件内容，并让用户与这些文件交互的一种软件。
A. 资源管理器 B. 浏览器 C. 电子邮件 D. 编译器
3. 目前个人电脑的（ ）市场占有率最靠前的厂商包括 Intel、AMD 等公司。
A. 显示器 B. CPU C. 内存 D. 鼠标
4. 无论是 TCP/IP 模型还是 OSI 模型，都可以视为网络的分层模型，每个网络协议都会被归入某一层中。如果用现实生活中的例子来比喻这些“层”，以下最恰当的是（ ）。
A. 中国公司的经理与缅甸公司的经理交互商业文件

| | | | |
|-------|----------|-----|----------|
| 第 4 层 | 中国公司经理 | | 缅甸公司经理 |
| | ↑ ↓ | | ↑ ↓ |
| 第 3 层 | 中国公司经理秘书 | | 缅甸公司经理秘书 |
| | ↑ ↓ | | ↑ ↓ |
| 第 2 层 | 中国公司翻译 | | 缅甸公司翻译 |
| | ↑ ↓ | | ↑ ↓ |
| 第 1 层 | 中国邮递员 | ← → | 缅甸邮递员 |

B. 军队发布命令

| | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 第 4 层 | 司令 | | | | | | | |
| | ↓ | | | | | | | |
| 第 3 层 | 军长 1 | | | | 军长 2 | | | |
| | ↓ | | | | ↓ | | | |
| 第 2 层 | 师长 1 | | 师长 2 | | 师长 3 | | 师长 4 | |
| | ↓ | | ↓ | | ↓ | | ↓ | |
| 第 1 层 | 团长 1 | 团长 2 | 团长 3 | 团长 4 | 团长 5 | 团长 6 | 团长 7 | 团长 8 |

C. 国际会议中，每个人都与该国地位对等的人直接进行会谈

| | | | |
|-------|---------|----|---------|
| 第 4 层 | 英国女王 | ←→ | 瑞典国王 |
| 第 3 层 | 英国首相 | ←→ | 瑞典首相 |
| 第 2 层 | 英国外交大臣 | ←→ | 瑞典外交大臣 |
| 第 1 层 | 英国驻瑞典大使 | ←→ | 瑞典驻英国大使 |

D. 体育比赛中, 每一级比赛的优胜者晋级上一级比赛

| | |
|-----|-----|
| 第4层 | 奥运会 |
| | ↑ |
| 第3层 | 全运会 |
| | ↑ |
| 第2层 | 省运会 |
| | ↑ |
| 第1层 | 市运会 |

5. 如果不在快速排序中引入随机化，有可能导致的后果是（ ）。
 - A. 数组访问越界
 - B. 陷入死循环
 - C. 排序结果错误
 - D. 排序时间退化为平方级
6. 1946 年诞生于美国宾夕法尼亚大学的 ENIAC 属于（ ）计算机。
 - A. 电子管
 - B. 晶体管
 - C. 集成电路
 - D. 超大规模集成电路
7. 在程序运行过程中，如果递归调用的层数过多，会因为（ ）引发错误。
 - A. 系统分配的栈空间溢出
 - B. 系统分配的堆空间溢出

- C. 系统分配的队列空间溢出 D. 系统分配的链表空间溢出
8. 地址总线的位数决定了 CPU 可直接寻址的内存空间大小，例如地址总线为 16 位，其最大的可寻址空间为 64KB。如果地址总线是 32 位，则理论上最大可寻址的内存空间为（ ）。
- A. 128KB B. 1MB C. 1GB D. 4GB
9. 以下不属于目前 3G（第三代移动通信技术）标准的是（ ）。
- A. GSM B. TD-SCDMA C. CDMA2000 D. WCDMA
10. 仿生学的问世开辟了独特的科学技术发展道路。人们研究生物体的结构、功能和工作原理，并将这些原理移植于新兴的工程技术之中。以下关于仿生学的叙述，错误的是（ ）。
- A. 由研究蝙蝠，发明雷达 B. 由研究蜘蛛网，发明因特网
- C. 由研究海豚，发明声纳 D. 由研究电鱼，发明伏特电池

二、不定项选择题（共 10 题，每题 1.5 分，共计 15 分；每题有一个或多个正确选项，多选或少选均不得分）

1. 如果对于所有规模为 n 的输入，一个算法均恰好进行（ ）次运算，我们可以说该算法的时间复杂度为 $O(2^n)$ 。
- A. 2^{n+1} B. 3^n C. $n \cdot 2^n$ D. 2^{2n}
2. 从顶点 A_0 出发，对有向图（ ）进行广度优先搜索（BFS）时，一种可能的遍历顺序是 A_0, A_1, A_2, A_3, A_4 。

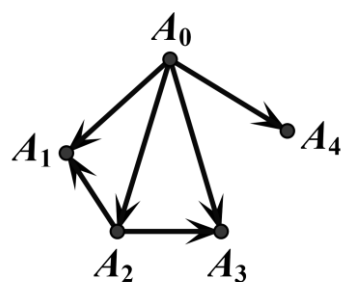


图 A

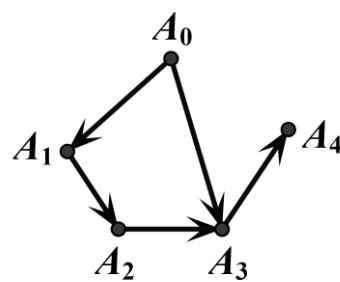


图 B

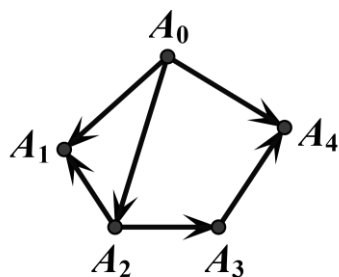


图 C

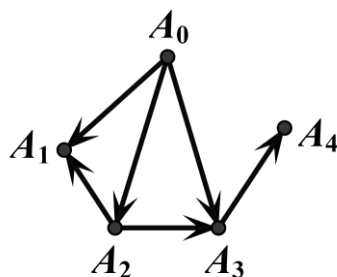


图 D

3. 如果一个栈初始时空，且当前栈中的元素从栈底到栈顶依次为 a, b, c （如右图所示），另有元素 d 已经出栈，则可能的入栈顺序有（ ）。

A. a, b, c, d
C. a, c, b, d

B. b, a, c, d
D. d, a, b, c

栈顶

| |
|---|
| c |
| b |
| a |

栈底

4. 在计算机显示器所使用的 RGB 颜色模型中，（ ）属于三原色之一。

A. 黄色

B. 蓝色

C. 紫色

D. 绿色

5. 一棵二叉树一共有 19 个节点，其叶子节点可能有（ ）个。

A. 1

B. 9

C. 10

D. 11

6. 已知带权有向图 G 上的所有权值均为正整数，记顶点 u 到顶点 v 的最短路径的权值为 $d(u, v)$ 。若 v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 是图 G 上的顶点，且它们之间两两都存在路径可达，则以下说法正确的有（ ）。

A. v_1 到 v_2 的最短路径可能包含一个环

B. $d(v_1, v_2) = d(v_2, v_1)$

C. $d(v_1, v_3) \leq d(v_1, v_2) + d(v_2, v_3)$

D. 如果 $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_5$ 是 v_1 到 v_5 的一条最短路径，那么 $v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4$ 是 v_2 到 v_4 的一条最短路径

7. 逻辑异或（ \oplus ）是一种二元运算，其真值表如下所示。

| a | b | $a \oplus b$ |
|-------|-------|--------------|
| False | False | False |
| False | True | True |
| True | False | True |
| True | True | False |

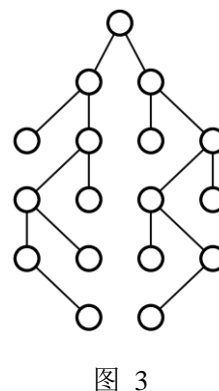
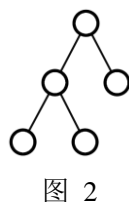
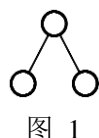
以下关于逻辑异或的性质，正确的有（ ）。

A. 交换律： $a \oplus b = b \oplus a$

- B. 结合律: $(a \oplus b) \oplus c = a \oplus (b \oplus c)$
- C. 关于逻辑与的分配律: $a \oplus (b \wedge c) = (a \oplus b) \wedge (a \oplus c)$
- D. 关于逻辑或的分配律: $a \oplus (b \vee c) = (a \oplus b) \vee (a \oplus c)$
8. 十进制下的无限循环小数（不包括循环节内的数字均为 0 或均为 9 的平凡情况），在二进制下有可能是（ ）。
- A. 无限循环小数（不包括循环节内的数字均为 0 或均为 1 的平凡情况）
- B. 无限不循环小数 C. 有限小数 D. 整数
9. 以下（ ）属于互联网上的 E-mail 服务协议。
- A. HTTP B. FTP C. POP3 D. SMTP
10. 以下关于计算复杂度的说法中，正确的有（ ）。
- A. 如果一个问题不存在多项式时间的算法，那它一定是NP 类问题
- B. 如果一个问题不存在多项式时间的算法，那它一定不是P 类问题
- C. 如果一个问题不存在多项式空间的算法，那它一定是NP 类问题
- D. 如果一个问题不存在多项式空间的算法，那它一定不是P 类问题

三、问题求解（共 2 题，每题 5 分，共计 10 分）

1. 本题中，我们约定布尔表达式只能包含 p, q, r 三个布尔变量，以及“与”（ \wedge ）、“或”（ \vee ）、“非”（ \neg ）三种布尔运算。如果无论 p, q, r 如何取值，两个布尔表达式的值总是相同，则称它们等价。例如， $(p \vee q) \vee r$ 和 $p \vee (q \vee r)$ 等价， $p \vee \neg p$ 和 $q \vee \neg q$ 也等价；而 $p \vee q$ 和 $p \wedge q$ 不等价。那么，两两不等价的布尔表达式最多有_____个。
2. 对于一棵二叉树，独立集是指两两互不相邻的节点构成的集合。例如，图 1 有 5 个不同的独立集（1 个双点集合、3 个单点集合、1 个空集），图 2 有 14 个不同的独立集。那么，图 3 有_____个不同的独立集。



四、阅读程序写结果（共 4 题，每题 8 分，其中第 3 题的 2 个小题各 4 分，共计 32 分）

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

int n, i, temp, sum, a[100];

int main()
{
    cin>>n;
    for (i = 1; i <= n; i++)
        cin>>a[i];
    for (i = 1; i <= n - 1; i++)
        if (a[i] > a[i + 1]) {
            temp = a[i];
            a[i] = a[i + 1];
            a[i + 1] = temp;
        }
    for (i = n; i >= 2; i--)
        if (a[i] < a[i - 1]) {
            temp = a[i];
            a[i] = a[i - 1];
            a[i - 1] = temp;
        }
    sum = 0;
    for (i = 2; i <= n - 1; i++)
        sum += a[i];
    cout<<sum / (n - 2)<<endl;
    return 0;
}
```

输入：

8

40 70 50 70 20 40 10 30

输出：_____

```

2. #include <iostream>
using namespace std;

int n, i, ans;

int gcd(int a, int b)
{
    if (a % b == 0)
        return b;
    else
        return gcd(b, a%b);
}

int main()
{
    cin>>n;
    ans = 0;
    for (i = 1; i <= n; i++)
        if (gcd(n,i) == i)
            ans++;
    cout<<ans<<endl;
}

```

输入: 120

输出: _____

```

3. #include <iostream>
using namespace std;

const int SIZE = 20;

int data[SIZE];
int n, i, h, ans;

void merge()
{
    data[h-1] = data[h-1] + data[h];
    h--;
}

```

```

        ans++;
    }
int main()
{
    cin>>n;
    h = 1;
    data[h] = 1;
    ans = 0;
    for (i = 2; i <= n; i++)
    {
        h++;
        data[h] = 1;
        while (h > 1 && data[h] == data[h-1])
            merge();
    }
    cout<<ans<<endl;
}

```

(1)

输入: 8

输出: _____ (4 分)

(2)

输入: 2012

输出: _____ (4 分)

4. #include <iostream>
#include <string>
using namespace std;

```

int lefts[20], rights[20], father[20];
string s1, s2, s3;
int n, ans;

```

```

void calc(int x, int dep)
{
    ans = ans + dep*(s1[x] - 'A' + 1);
    if (lefts[x] >= 0) calc(lefts[x], dep+1);
    if (rights[x] >= 0) calc(rights[x], dep+1);
}

```



```

}
void check(int x)
{
    if (lefts[x] >= 0) check(lefts[x]);
    s3 = s3 + s1[x];
    if (rights[x] >= 0) check(rights[x]);
}
void dfs(int x, int th)
{
    if (th == n)
    {
        s3 = "";
        check(0);
        if (s3 == s2)
        {
            ans = 0;
            calc(0, 1);
            cout<<ans<<endl;
        }
        return;
    }
    if (lefts[x] == -1 && rights[x] == -1)
    {
        lefts[x] = th;
        father[th] = x;
        dfs(th, th+1);
        father[th] = -1;
        lefts[x] = -1;
    }
    if (rights[x] == -1)
    {
        rights[x] = th;
        father[th] = x;
        dfs(th, th+1);
        father[th] = -1;
        rights[x] = -1;
    }
    if (father[x] >= 0)

```

```

        dfs(father[x], th);
    }
int main()
{
    cin>>s1;
    cin>>s2;
    n = s1.size();
    memset(lefts, -1, sizeof(lefts));
    memset(rights, -1, sizeof(rights));
    memset(father, -1, sizeof(father));
    dfs(0, 1);
}

```

输入:

ABCDEF

BCAEDF

输出: _____

五、完善程序（第 1 题第 2 空 3 分，其余每空 2.5 分，共计 28 分）

1. （排列数）输入两个正整数 n, m ($1 \leq n \leq 20, 1 \leq m \leq n$)，在 $1 \sim n$ 中任取 m 个数，按字典序从小到大输出所有这样的排列。例如

输入: 3 2

输出: 1 2

1 3

2 1

2 3

3 1

3 2

```

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

const int SIZE = 25;

bool used[SIZE];
int data[SIZE];

```

```

int n, m, i, j, k;
bool flag;

int main()
{
    cin>>n>>m;
    memset(used, false, sizeof(used));
    for (i = 1; i <= m; i++)
    {
        data[i] = i;
        used[i] = true;
    }
    flag = true;
    while (flag)
    {
        for (i = 1; i <= m-1; i++) cout<<data[i]<<" ";
        cout<<data[m]<<endl;
        flag = ①;
        for (i = m; i >= 1; i--)
        {
            ②;
            for (j = data[i]+1; j <= n; j++) if (!used[j])
            {
                used[j] = true;
                data[i] = ③;
                flag = true;
                break;
            }
            if (flag)
            {
                for (k = i+1; k <= m; k++)
                    for (j = 1; j <= ④; j++) if (!used[j])
                    {
                        data[k] = j;
                        used[j] = true;
                        break;
                    }
                ⑤;
            }
        }
    }
}

```

```

    }
}
}
}

```

2. **（新壳栈）**小 Z 设计了一种新的数据结构“新壳栈”。首先，它和传统的栈一样支持压入、弹出操作。此外，其栈顶的前 c 个元素是它的壳，支持翻转操作。其中， $c > 2$ 是一个固定的正整数，表示壳的厚度。小 Z 还希望，每次操作，无论是压入、弹出还是翻转，都仅用与 c 无关的常数时间完成。聪明的你能帮助她编程实现“新壳栈”吗？

程序期望的实现效果如以下两表所示。其中，输入的第一行是正整数 c ，之后每行输入都是一条指令。另外，如遇弹出操作时栈为空，或翻转操作时栈中元素不足 c 个，应当输出相应的错误信息。

| 指令 | 涵义 |
|----------|----------------|
| 1 [空格] e | 在栈顶压入元素 e |
| 2 | 弹出（并输出）栈顶元素 |
| 3 | 翻转栈顶的前 c 个元素 |
| 0 | 退出 |

表 1：指令的涵义

| 输入 | 输出 | 栈中的元素 (左为栈底，右为栈顶) | 说明 |
|-----|------|----------------------|------------------------|
| 3 | | | 输入正整数 c |
| 1 1 | | 1 | 压入元素 1 |
| 1 2 | | 1 2 | 压入元素 2 |
| 1 3 | | 1 2 3 | 压入元素 3 |
| 1 4 | | 1 2 3 4 | 压入元素 4 |
| 3 | | 1 <u>4 3 2</u> | 翻转栈顶的前 c 个元素 |
| 1 5 | | 1 4 3 2 5 | 压入元素 5 |
| 3 | | 1 4 <u>5 2 3</u> | 翻转栈顶的前 c 个元素 |
| 2 | 3 | 1 4 5 2 | 弹出栈顶元素 3 |
| 2 | 2 | 1 4 5 | 弹出栈顶元素 2 |
| 2 | 5 | 1 4 | 弹出栈顶元素 5 |
| 3 | 错误信息 | 1 4 | 由于栈中元素不足 c 个，无法翻转，故操 |

| | | | |
|---|------|---|-----------------------------|
| | | | 作失败，输出错误信息 |
| 2 | 4 | 1 | 弹出栈顶元素 4 |
| 2 | 1 | 空 | 弹出栈顶元素 1 |
| 2 | 错误信息 | 空 | 由于栈为空，无法弹出栈顶元素，故操作失败，输出错误信息 |
| 0 | | 空 | 退出 |

表 2：输入输出样例

```

#include <iostream>
using namespace std;

const int
    NSIZE = 100000,
    CSIZE = 1000;

int n, c, r, tail, head, s[NSIZE], q[CSIZE];
//数组 s 模拟一个栈，n 为栈的元素个数
//数组 q 模拟一个循环队列，tail 为队尾的下标，head 为队头的下标
bool direction, empty;

int previous(int k)
{
    if (direction)
        return ((k + c - 2) % c) + 1;
    else
        return (k % c) + 1;
}

int next(int k)
{
    if (direction)
        ①;
    else
        return ((k + c - 2) % c) + 1;
}

void push()

```

```

{
    int element;

    cin>>element;
    if (next(head) == tail) {
        n++;
        ②;
        tail = next(tail);
    }
    if (empty)
        empty = false;
    else
        head = next(head);
        ③ = element;
}

void pop()
{
    if (empty) {
        cout<<"Error: the stack is empty!"<<endl;
        return;
    }
    cout<<④<<endl;
    if (tail == head)
        empty = true;
    else {
        head = previous(head);
        if (n > 0) {
            tail = previous(tail);
            ⑤ = s[n];
            n--;
        }
    }
}

void reverse()
{
    int temp;

```

```

if (____⑥__ == tail) {
    direction = !direction;
    temp = head;
    head = tail;
    tail = temp;
}
else
    cout<<"Error: less than "<<c<<" elements in the stack!"<<endl;
}

int main()
{
    cin>>c;
    n = 0;
    tail = 1;
    head = 1;
    empty = true;
    direction = true;
    do {
        cin>>r;
        switch (r) {
            case 1: push(); break;
            case 2: pop(); break;
            case 3: reverse(); break;
        }
    } while (r != 0);
    return 0;
}

```

第十八届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛
提高组参考答案

一、单项选择题（共 10 题，每题 1.5 分，共计 15 分）

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| A | B | B | A | D | A | A | D | A | B |

二、不定项选择题（共 10 题，每题 1.5 分，共计 15 分，多选或少选均不得分）

| | | | | |
|----|----|----|----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| A | AD | AD | BD | ABC |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| CD | AB | A | CD | BD |

三、问题求解（共 2 题，每题 5 分，共计 10 分）

- 256
- 5536

四、阅读程序写结果（共 4 题，每题 8 分，其中第 3 题的 2 个小题各 4 分，共计 32 分）

- 41
- 16
- (1) 7 (4 分)

(2) 2004 (4 分)
- 55

五、完善程序（第 1 题第 2 空 3 分，其余每空 2.5 分，共计 28 分）以下各程序填空可能还有一些等价的写法，各省赛区可请本省专家审定和上机验证，可以不上报 CCF NOI 科学委员会检查。

| | | Pascal 语言 | C++语言 | C 语言 |
|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|
| 1 | ① | false | | 0 |
| | ② | used[data[i]] := false | used[data[i]] = false | used[data[i]] = 0 |
| | ③ | j | | |
| | ④ | n | | |
| | ⑤ | break | | |
| 2 | ① | next := (k mod c) + 1 | return (k % c) + 1 | |
| | ② | s[n] := q[tail] | s[n] = q[tail] | |
| | ③ | q[head] | | |
| | ④ | q[head] | | |
| | ⑤ | q[tail] | | |
| | ⑥ | next(head) | | |

其中，Pascal 语言和 C++语言中的 false 可以用 0 代替；第 2 题第 1 空中的圆括号可以省略。