

第十八届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛

提高组 Pascal 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. 中国公司的经理与斯洛伐克公司的经理交互商业文件

| | | | |
|-------|----------|-----|------------|
| 第 4 层 | 中国公司经理 | | 斯洛伐克公司经理 |
| | ↑ ↓ | | ↑ ↓ |
| 第 3 层 | 中国公司经理秘书 | | 斯洛伐克公司经理秘书 |
| | ↑ ↓ | | ↑ ↓ |
| 第 2 层 | 中国公司翻译 | | 斯洛伐克公司翻译 |
| | ↑ ↓ | | ↑ ↓ |
| 第 1 层 | 中国邮递员 | ← → | 斯洛伐克邮递员 |

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 。

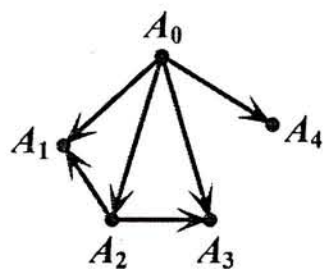


图 A

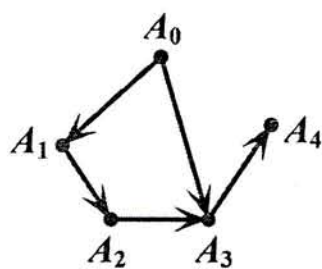


图 B

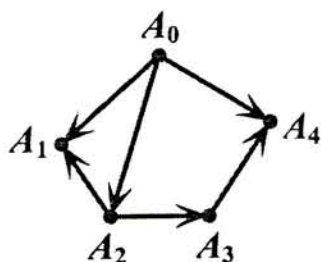


图 C

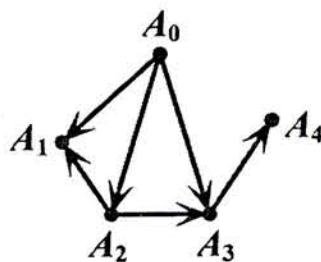


图 D

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 ()。

栈顶

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

栈底

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

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. 下列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。



图 1

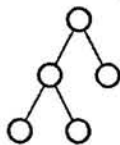


图 2

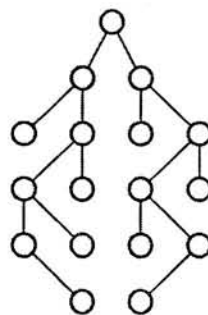


图 3

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. var
    n, i, temp, sum : integer;
    a : array[1..100] of integer;
```

```
begin
    readln(n);
    for i := 1 to n do
        read(a[i]);
    for i := 1 to n - 1 do
        if a[i] > a[i + 1] then
            begin
                temp := a[i];
                a[i] := a[i + 1];
                a[i + 1] := temp;
            end;
    for i := n downto 2 do
        if a[i] < a[i - 1] then
            begin
                temp := a[i];
                a[i] := a[i - 1];
                a[i - 1] := temp;
            end;
    sum := 0;
    for i := 2 to n - 1 do
        inc(sum, a[i]);
    writeln(sum div (n - 2));
end.
```

输入:

8

40 70 50 70 20 40 10 30

输出: _____

```
2. var
    n, i, ans : integer;
```

```

function gcd(a, b : integer) : integer;
begin
    if a mod b = 0
    then gcd := b
    else
        gcd := gcd(b, a mod b);
    end;

```

```

begin
    readln(n);
    ans := 0;
    for i := 1 to n do
        if gcd(n,i) = i
        then ans := ans+1;
    writeln(ans);
end.

```

输入: 120

输出: _____

3. var

```

data : array[1..20] of integer;
n, i, h, ans : integer;

```

```

procedure merge;
begin
    data[h-1] := data[h-1] + data[h];
    dec(h);
    inc(ans);
end;

```

```

begin
    readln(n);
    h := 1;
    data[h] := 1;
    ans := 0;
    for i := 2 to n do

```

```

begin
    inc(h);
    data[h] := 1;
    while (h > 1) and (data[h] = data[h-1]) do
        merge;
    end;
    writeln(ans);
end.

```

(1)

输入: 8

输出: _____ (4分)

(2)

输入: 2012

输出: _____ (4分)

4. var

```

left, right, father : array[1..20] of integer;
s1, s2, s3 : string;
n, ans : integer;

```

```

procedure check(x : integer);

```

```

begin

```

```

    if left[x] > 0 then check(left[x]);

```

```

    s3 := s3 + s1[x];

```

```

    if right[x] > 0 then check(right[x]);

```

```

end;

```

```

procedure calc(x, dep : integer);

```

```

begin

```

```

    ans := ans + dep*(ord(s1[x])-ord('A')+1);

```

```

    if left[x] > 0 then calc(left[x], dep+1);

```

```

    if right[x] > 0 then calc(right[x], dep+1);

```

```

end;

```

```

procedure dfs(x, th : integer);

```

```

begin

```

```

    if th = n+1 then

```



```

begin
    s3 := '';
    check(1);
    if s2 = s3 then
        begin
            ans := 0;
            calc(1, 1);
            writeln(ans);
        end;
    exit;
end;

if (left[x] = 0) and (right[x] = 0) then
begin
    left[x] := th;
    father[th] := x;
    dfs(th, th+1);
    father[th] := 0;
    left[x] := 0;
end;

if right[x] = 0 then
begin
    right[x] := th;
    father[th] := x;
    dfs(th, th+1);
    father[th] := 0;
    right[x] := 0;
end;

if (father[x] > 0) then
    dfs(father[x], th);
end;

begin
    readln(s1);
    readln(s2);
    n := length(s1);
    fillchar(left, sizeof(left), 0);
    fillchar(right, sizeof(right), 0);
    fillchar(father, sizeof(father), 0);

```

```
    dfs(1, 2);  
end.
```

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

```
const  
    SIZE = 20;  
var  
    used : array[1..SIZE] of boolean;  
    data : array[1..SIZE] of integer;  
    n, m, i, j, k : integer;  
    flag : boolean;  
  
begin  
    readln(n,m);  
    fillchar(used, sizeof(used), false);  
    for i := 1 to m do  
        begin  
            data[i] := i;  
            used[i] := true;  
        end;  
    flag := true;  
    while flag do
```

```

begin
  for i := 1 to m-1 do write(data[i], ' ');
  writeln(data[m]);
  flag := ①;
  for i := m downto 1 do
  begin
    ②;
    for j := data[i]+1 to n do if used[j] = false then
    begin
      used[j] := true;
      data[i] := ③;
      flag := true;
      break;
    end;
    if flag then
    begin
      for k := i+1 to m do
        for j := 1 to ④ do if used[j] = false then
        begin
          data[k] := j;
          used[j] := true;
          break;
        end;
      ⑤;
    end;
  end;
end;
end.

```

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

```
const
    NSIZE = 100000;
    CSIZE = 1000;
```

```

var
    n, c, r, tail, head : longint;
    s : array[1..NSIZE] of longint;
    //数组 s 模拟一个栈, n 为栈的元素个数
    q : array[1..CSIZE] of longint;
    //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
    direction, empty : boolean;

function previous(k : longint) : longint;
begin
    if direction then
        previous := ((k + c - 2) mod c) + 1
    else
        previous := (k mod c) + 1;
end;

function next(k : longint) : longint;
begin
    if direction then
        ①
    else
        next := ((k + c - 2) mod c) + 1;
end;

procedure push;
var
    element : longint;
begin
    read(element);
    if next(head) = tail then
    begin
        inc(n);
        ②;
        tail := next(tail);
    end;
    if empty then
        empty := false
    else

```



```

    head := next(head);
    ③ := element;
end;

procedure pop;
begin
    if empty then
    begin
        writeln('Error: the stack is empty!');
        exit;
    end;
    writeln(④);
    if tail = head then
        empty := true
    else
    begin
        head := previous(head);
        if n > 0 then
        begin
            tail := previous(tail);
            ⑤ := s[n];
            dec(n);
        end;
    end;
end;

procedure reverse;
var
    temp : longint;
begin
    if ⑥ = tail then
    begin
        direction := not direction;
        temp := head;
        head := tail;
        tail := temp;
    end else
        writeln('Error: less than ', c, ' elements in the stack!');

```

```
end;

begin
  readln(c);
  n := 0;
  tail := 1;
  head := 1;
  empty := true;
  direction := true;
  repeat
    read(r);
    case r of
      1 : push;
      2 : pop;
      3 : reverse;
    end;
  until r = 0;
end.
```

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
- 7 (4 分)
 - 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。