2021 CCF 非专业级别软件能力认证第一轮

(CSP-J1) 提高级 C++语言试题

认证时间：2021 年 9 月 19 日 14:30~16:30

考生注意事项：

- 试题纸共有 12 页，答题纸共有 1 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 2 分，共计 30 分；每题有且仅有一个正确选项）

1．以下不属于面向对象程序设计语言的是（ ）。

A．C++

B．Python

C．Java

D．C

【答案】D

【解析】C 语言是面向过程的编译性语言。

2．以下奖项与计算机领域最相关的是（ ）。

A．奥斯卡奖

B．图灵奖

C．诺贝尔奖

D．普利策奖

【答案】B

【解析】图灵奖是计算机领域的国际最高奖项。

3．目前主流的计算机储存数据最终都是转换成（ ）数据进行储存。

A．二进制

B．十进制

C．八进制

D．十六进制

【答案】A

【解析】计算机中以二进制方式进行存储数据。

4．以比较作为基本运算，在 N 个数中找出最大数，最坏情况下所需要的最少的比较次数为（ ）。

A．N^2

B．N

C．N-1

D．N+1

【答案】C

【解析】以第一个数作为初始值，从第二个数开始比较，最坏情况下需要比较到序列末尾才能得到最大值，即比较 N-1。

5．对于入栈顺序为 a，b，c，d，e 的序列，下列（ ）不是合法的出栈序列。

A．a，b，c，d，e

B．e，d，c，b，a

C．b，a，c，d，e

D．c，d，a，e，b

【答案】D

【解析】D 选项中 c 和 d 出栈后，从栈顶到栈底至少有 b，a，其中 b 还没有出栈，a 无法先出栈。

6．对于有 n 个顶点、m 条边的无向连通图（m>n），需要删掉（ ）条边才能使其成为一棵树。

A．n-1

B．m-n

C．m-n-1

D．m-n+1

【答案】D

【解析】n 个节点的树有 n-1 条边，则需要留下 n-1 条边，即需要删除 m-(n-1)条边。

7．二进制数 101.11 对应的十进制数是（ ）。

A．6.5

B．5.5

C．5.75

D．5.25

【答案】C

【解析】其他进制转十进制：按权展开求和。

整数部分：$1*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0 = 5$，小数部分：$1*2^{-1} + 1*2^{-2} = 0.75$，结果为 5.75。

8．如果一棵二叉树只有根结点，那么这棵二叉树高度为 1。请问高度为 5 的完全二叉树有（ ）种不同的形态？

A．16

B．15

C．17

D．32

【答案】A

【解析】完全二叉树第 5 层最多有 2^4= 16 个节点，那么从左到右依次可以有连续 k（1≤k≤16）个节点，一共有 16 种情况。

9．表达式 a*(b+c)*d 的后缀表达式为（ ），其中“*”和“+”是运算符。

A．**a+bcd

B．abc+*d*

C．abc+d**

D．*a*+bcd

【答案】B

【解析】a*(b+c)*d 的后缀表示为 abc+*d*。

10．6 个人，两个人组一队，总共组成三队，不区分队伍的编号。不同的组队情况有（ ）种。

A．10

B．15

C．30

D．20

【答案】B

【解析】第一组有C_6^2第二组有C_4^2第三组有C_2^2

一共有：C_6^2*C_4^2*C_2^2= 15*6=90

但是没有区分组别，所以还要除以A_3^3 = 6

最终有：90 / 6 = 15 种情况。

11．在数据压缩编码中的哈夫曼编码方法，在本质上是一种（ ）的策略。

A．枚举

B．贪心

C．递归

D．动态规划

【答案】B

【解析】哈夫曼编码每次把频率最低的两个节点（字符）合并产生新的节点，将新的节点放到集合中，删除用来合并的两个节点，重复上述过程直到剩下一个节点为止。每次选择频率最小的两个节点就是贪心的思想。

12. 由 1，1，2，2，3 这五个数字组成不同的三位数有（　）种。

A. 18

B. 15

C. 12

D. 24

【答案】A

【解析】以 1,1 开头的三位数有 2 种；
以 1,2 开头的三位数有 3 种；
以 1,3 开头的三位数有 2 种；
以 2,1 开头的三位数有 3 种；
以 2,2 开头的三位数有 2 种；
以 2,3 开头的三位数有 2 种；
以 3 开头的三位数有 4 种；
一共有 2+3+2+3+2+2+4=18 种。

13. 考虑如下递归算法

```
solve(n)
   if n<=1 return 1
else if n>=5 return n*solve(n-2)
else return n*solve(n-1)
```

则调用 solve(7)得到的返回结果为（　）。

A. 105

B. 840

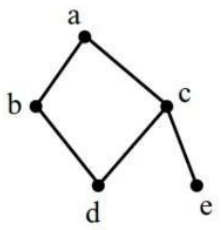
C. 210

D. 420

【答案】C

【解析】solve(7) = 7 * solve(7 - 2)
solve(5) = 5 * solve(5 - 2)
solve(3) = 3 * solve(3 - 1)
solve(2) = 2 * solve(2 - 1)
solve(1) = 1
那么 solve(7)=7*5*3*2*1 = 210。

14. 以 a 为起点，对右边的无向图进行深度优先遍历，则 b、 c、 d、 e 四个点中有可能作为最后一个遍历到的点的个数为（ ）。



A. 1

B. 2

C. 3

D. 4

【答案】B

【解析】从 a 向 b 的方向开始搜索的终点是 e（a-b-d-c-e），从 a 向 c 的方向开始搜索的终点是 b(a-c-e-d-b)或 c(a-c-d-b-e)，则最多有两个终点分为 b 和 c。

15. 有四个人要从 A 点坐一条船过河到 B 点，船一开始在 A 点。该船一次最多可坐两个人。已知这四个人中每个人独自坐船的过河时间分别为 1，2，4，8，且两个人坐船的过河时间为两人独自过河时间的较大者。则最短（ ）时间可以让四个人都过河到 B 点（包括从 B 点把船开回 A 点的时间）。

A. 14

B. 15

C. 16

D. 17

【答案】B

【解析】1 和 2 从 A 到 B，1 从 B 到 A，此时 A 点有 1、4、8，B 点有 2，所用时间为 2+1=3；4 和 8 从 A 到 B，2 从 B 到 A，此时 A 点有 1、2，B 点有 4、8，所用时间为 8+2=10；1 和 2 从 A 到 B，所用时间为 2；总时间为 3+10+2=15。

二、阅读程序（程序输入不超过数组或字符串定义的范围；判断题正确填√，错误填×；除特殊说明外，判断题 1.5 分，选择题 3 分，共计 40 分）

(1)

```
01 #include <iostream>
02 using namespace std;
03
04 int n;
05 int a[1000];
06
07 int f(int x)
08 {
09     int ret = 0;
10     for (; x; x &= x - 1) ret++;
11     return ret;
12 }
13
14 int g(int x)
15 {
16     return x & -x;
17 }
18
19 int main()
20 {
21     cin >> n;
22     for (int i = 0; i < n; i++) cin >> a[i];
23     for (int i = 0; i < n; i++)
24         cout << f(a[i]) + g(a[i]) << ' ';
25     cout << endl;
26     return 0;
27 }
```

程序解读如下：

`x &= x - 1` 的功能是将 `x` 二进制表示中最低位的 1 变为 0，
例如 `x=00110100`，则 `x-1=00110011`

```
  00110100(x)
& 00110011(x-1)
= 00110000
```

因此，`f(x)` 返回 `x` 二进制表示中 1 的个数

`x & (-x)` 的功能是仅保留 `x` 二进制表示中最低位的 1，
例如 `x=00110100`，则 `-x=11001100`

```
  00110100(x)
& 11001100(-x)
= 00000100
```

因此，`g(x)` 返回 `x` 二进制最低位的 1 对应的数

- 判断题

16. 输入的 n 等于 1001 时，程序**不会**发生下标越界。（ ）

【答案】×

【解析】数组 int a[1000]没有 1001 个位置

17. 输入的 a[i] 必须全为正整数，否则程序将陷入死循环。（ ）

【答案】×

【解析】a[i]为负数也行，“去掉最低位的 1”的操作对负数也有效，最终仍会去掉所有 1，得到 0

18. 当输入为“5 2 11 9 16 10”时，输出为“3 4 3 17 5”。（ ）

【答案】×

【解析】应为 3 4 3 17 4，10=……1010，f(10)+g(10)=2+2=4

19. 当输入为“1 511998”时，输出为“18”。（ ）

【答案】√

【解析】511998=……1111100111111111110，f(511998)+g(511998)=16+2=18

20. 将源代码中 g 函数的定义（14-17 行）移到 main 函数的后面，程序可以正常编译运行。（ ）

【答案】×

【解析】主函数前 g 不声明不定义，无法在主函数中使用

- 单选题

21. 当输入为“2 -65536 2147483647”时，输出为（ ）。

A. “65532 33” B. “65552 32” C. “65535 34” D. “65554 33”

【答案】B

【解析】-65536=11111111111111110000000000000000，

f(-65536)+g(-65536)=16+65536=65552

2147483647=01111111111111111111111111111111，

f(2147483647)+g(2147483647)=31+1=32

（2）

```
01 #include <iostream>
02 #include <string>
03 using namespace std;
04
05 char base[64];
06 char table[256];
07
08 void init()
09 {
10     for (int i = 0; i < 26; i++) base[i] = 'A' + i;
11     for (int i = 0; i < 26; i++) base[26 + i] = 'a' + i;
12     for (int i = 0; i < 10; i++) base[52 + i] = '0' + i;
13     base[62] = '+', base[63] = '/';
14
15     for (int i = 0; i < 256; i++) table[i] = 0xff;
16     for (int i = 0; i < 64; i++) table[base[i]] = i;
17     table['='] = 0;
18 }
19
20 string decode(string str)
21 {
22     string ret;
23     int i;
24     for (i = 0; i < str.size(); i += 4) {
25         ret += table[str[i]] << 2 | table[str[i + 1]] >> 4;
26         if (str[i + 2] != '=')
27             ret += (table[str[i + 1]] & 0x0f) << 4 | table[str[i +
                                                          2]] >> 2;
28         if (str[i + 3] != '=')
29             ret += table[str[i + 2]] << 6 | table[str[i + 3]];
30     }
31     return ret;
32 }
33
34 int main()
35 {
36     init();
37     cout << int(table[0]) << endl;
38
39     string str;
40     cin >> str;
41     cout << decode(str) << endl;
42     return 0;
43 }
```

程序解读如下：

base 数组的下标->值对应为 0~63 分别对应字符（ASCII 码）A~Z,a~z,0~9,+,/
table 数组的下标->值对应为字符（ASCII 码）A~Z,a~z,0~9,+,/对应 0~63，字符（ASCII 码）=也对应 0

- 判断题

22. 输出的第二行一定是由小写字母、大写字母、数字和“+”、“/”、“=”构成的字符串。（ ）

【答案】×

【解析】没有消息表明输入会保证这一点

23.可能存在输入不同，但输出的第二行相同的情形。（ ）

【答案】√

【解析】例如"a0=="和"a1=="均输出"k"

24.输出的第一行为“-1”。（ ）

【答案】√

【解析】table[0]=0xff=(11111111)2，按 int 解释为-1

- 单选题

25.设输入字符串长度为 n，decode 函数的时间复杂度为（ ）。

A. $\Theta(\sqrt{n})$　　B. $\Theta(n)$　　C. $\Theta(n\log n)$　　D. $\Theta(n^2)$

【答案】B

【解析】函数包含对字符串中字符的遍历，每个字符常数次操作，故复杂度为 O(字符串长度)

26.当输入为“Y3Nx”时，输出的第二行为（ ）。

A. “csp”　　B. “csq”　　C. “CSP”　　D. “Csp”

【答案】B

【解析】可以按 table 数组的下标、值对应关系模拟，但需要记忆 ascii 码。更合适的方法是最后两个字符相差-2，故选 B，这样不需要记忆记忆 ascii 码

27.（3.5 分）当输入为“Y2NmIDIwMjE=”时，输出的第二行为（ ）。

A. “ccf2021”　　B. “ccf2022”　　C. “ccf 2021”　　D. “ccf 2022”

【答案】C

【解析】同可以记忆 ascii 码模拟。更合适的方法是排除法，确定位数为 8 且最后两个字符不同，故选 C

(3)

```
01 #include <iostream>
02 using namespace std;
03
04 const int n = 100000;
05 const int N = n + 1;
06
07 int m;
08 int a[N], b[N], c[N], d[N];
09 int f[N], g[N];
10
11 void init()
12 {
13     f[1] = g[1] = 1;
14     for (int i = 2; i <= n; i++) {
15         if (!a[i]) {
16             b[m++] = i;
17             c[i] = 1, f[i] = 2;
18             d[i] = 1, g[i] = i + 1;
19         }
20         for (int j = 0; j < m && b[j] * i <= n; j++) {
21             int k = b[j];
22             a[i * k] = 1;
23             if (i % k == 0) {
24                 c[i * k] = c[i] + 1;
25                 f[i * k] = f[i] / c[i * k] * (c[i * k] + 1);
26                 d[i * k] = d[i];
27                 g[i * k] = g[i] * k + d[i];
28                 break;
29             }
30             else {
31                 c[i * k] = 1;
32                 f[i * k] = 2 * f[i];
33                 d[i * k] = g[i];
34                 g[i * k] = g[i] * (k + 1);
35             }
36         }
37     }
38 }
39
40 int main()
41 {
42     init();
43
44     int x;
45     cin >> x;
46     cout << f[x] << ' ' << g[x] << endl;
47     return 0;
48 }
```

程序解读如下：

```
int a[N];//质数标记，0 为质数。
int b[N];//第 i 个质数
int c[N];//最小质因子的个数
int d[N];//(p^0+p^1+...p^num)，p 为最大质因子，num 为 p 的个数。
int f[N];//约数个数
int g[N];//约数和
```

这是一个线性筛全家套餐(筛法求质数+约数个数+约数和)，基础知识可以提供一个网站学习：

https://blog.csdn.net/ControlBear/article/details/77527115

假设输入的 x 是不超过 1000 的自然数，完成下面的判断题和单选题：

- 判断题

28. 若输入不为“1”，把第 13 行删去**不会**影响输出的结果。（ ）

【答案】√

【解析】发现 21 行 k 的取值不会是 1，那么 14 行包含的所有的下标都不会是 1，后续计算不会受影响

29. （2 分）第 25 行的“f[i] / c[i * k]”可能存在无法整除而向下取整的情况。（ ）

【答案】×

【解析】f[i]=(1+num_1)(1+num_2)...(1+num_m)，所以 f[i]一定包含 c[i * k] = c[i] + 1 = num_1 + 1，能够整除。

30. （2 分）在执行完 init()后，f 数组不是单调递增的，但 g 数组是单调递增的。（ ）

【答案】×

【解析】举个例子即可，g[8] = 1+2+4+8，g[9] = 1+3+9

- 单选题

31. init 函数的时间复杂度为（ ）。

A. $\Theta(n)$　　B. $\Theta(n\log n)$　　C. $\Theta(n\sqrt{n})$　　D. $\Theta(n^2)$

【答案】A

【解析】线性筛全家桶套餐，整体也是线性的。

32. 在执行完 init()后，f[1]，f[2]，f[3] …… f[100]中有（ ）个等于 2。

A. 23　　B. 24　　C. 25　　D. 26

【答案】C

【解析】含有 2 个约数就是质数， 数质数即可

33. （4 分）当输入为“1000”时，输出为（ ）。

A. “15 1340”　　B. “15 2340”　　C. “16 2340”　　D. “16 1340”

【答案】C

【解析】知道数组的概念后，直接死算得到结果。

三、完善程序（单选题，每小题 3 分，共计 30 分）

（1）（Josephus 问题）有 n 个人围成一个圈，依次标号 0 至 $n-1$。从 0 号开始，依次 $0,1,0,1,\ldots$ 交替报数，报到 1 的人会离开，直至圈中只剩下一个人。求最后剩下人的编号。

试补全模拟程序。

```
01 #include <iostream>
02
03 using namespace std;
04
05 const int MAXN = 1000000;
06 int F[MAXN];
07
08 int main() {
09     int n;
10     cin >> n;
11     int i = 0, p = 0, c = 0;
12     while (①) {
13         if (F[i] == 0) {
14             if (②) {
15                 F[i] = 1;
16                 ③;
17             }
18             ④;
19         }
20         ⑤;
21     }
22     int ans = -1;
23     for (i = 0; i < n; i++)
24         if (F[i] == 0)
25             ans = i;
26     cout << ans << endl;
27     return 0;
28 }
```

34.①处应填（ ）

A. `i < n`　　B. `c < n`　　C. `i < n - 1`　　D. `c < n - 1`

【答案】D

【解析】需要搞明白 c 的含义，c 是表示出圈的人数，那么如果 c 没有到 n-1，即剩下一个人，就继续循环。

35.②处应填（ ）

A. `i % 2 == 0`　　B. `i % 2 == 1`　　C. `p`　　D. `!p`

【答案】C

【解析】需要搞明白 p 的含义，`F[i] = 1;`明显提示是出圈的情况，那么我们要知道 p 什么时候出圈，这里明显 p 需要在 01 之间反复横跳，且最开始 p 为 0，那么应该是 p 为 1 时出圈。

36.③处应填（ ）

A. `i++`　　B. `i = (i + 1) % n`

C. `c++`　　D. `p ^= 1`

【答案】C

【解析】出圈后自然想到的是出圈人数的更新。

37.④处应填（ ）

A. `i++`　　B. `i = (i + 1) % n`

C. `c++`　　D. `p ^= 1`

【答案】D

【解析】每次找到没有出圈的人我们必定干什么？肯定是更新报数状态，这里可能有同学会将其与 3 搞混.

38.⑤处应填（ ）

A. `i++`　　B. `i = (i + 1) % n`

C. `c++`　　D. `p ^= 1`

【答案】B

【解析】循环里面出圈这个操作已经有了，那么自然会想到还剩下一个必要操作是移动考虑的位置，这里注意到是一个环，需要考虑出界问题。

（2）（**矩形计数**）平面上有 n 个关键点，求有多少个四条边都和 x 轴或者 y 轴平行的矩形，满足四个顶点都是关键点。给出的关键点可能有重复，但完全重合的矩形只计一次。

试补全枚举算法。

```
#include <iostream>

using namespace std;

struct point {
    int x, y, id;
};

bool equals(point a, point b) {
    return a.x == b.x && a.y == b.y;
}

bool cmp(point a, point b) {
    return ①;
}

void sort(point A[], int n) {
    for (int i = 0; i < n; i++)
        for (int j = 1; j < n; j++)
            if (cmp(A[j], A[j - 1])) {
                point t = A[j];
                A[j] = A[j - 1];
                A[j - 1] = t;
            }
}

int unique(point A[], int n) {
    int t = 0;
    for (int i = 0; i < n; i++)
        if (②)
            A[t++] = A[i];
    return t;
}

bool binary_search(point A[], int n, int x, int y) {
    point p;
    p.x = x;
    p.y = y;
    p.id = n;
    int a = 0, b = n - 1;
    while (a < b) {
        int mid = ③;
        if (④)
            a = mid + 1;
        else
            b = mid;
    }
```

```
            a = mid + 1;
        else
            b = mid;
    }
    return equals(A[a],p);
}//二分查找对应的坐标是否出现在数组中

#define MAXN 1000
struct point A[MAXN];

int main() {
    int n;
    scanf("%d",&n);
    for(int i = 0;i < n;i++) {
        scanf("%d %d",&A[i].x,&A[i].y);
        A[i].id = i;
    }//坐标数组输入
    sort(A,n);//坐标数组排序
    n = unique(A,n);//坐标数组去重
    int ans = 0;
    for(int i = 0;i < n;i++)
        for(int j = 0;j < n;j++)
            if(A[i].x < A[j].x && A[i].y < A[j].y &&
               binary_search(A,n,A[i].x,A[j].y) &&
               binary_search(A,n,A[j].x,A[i].y)) {
                   ans++;
            }//穷举举行左下角与右上角，然后查看另外两个角是否存在
    printf("%d\n",ans);
    return 0;
}
```

问题理解不难，但代码一堆东西，很容易很唬住，但好的地方是函数命都比较规范，至少
能看出是什么功能。
从主代码入手，我们大概能知道基本的计算步骤
1.坐标数组输入
2.坐标数组排序
3.坐标数组去重
4.穷举两个坐标，找答案。
5.输出答案
重点在于步骤 4 的实现，我们发现两个细节：
1.在坐标数组上用了二分，还是两次：int binary_search
2.如果穷举两个坐标是(X1,Y1)(X2,Y2)，那么二分查到的两个点是(X2,Y1)(X2,Y1)。
于是很快就能明白，这是在穷举两个对角的坐标，然后二分搜索另外两个角坐标是否存

在。

39. ①处应填（ ）

A. `a.x != b.x ? a.x < b.x : a.id < b.id`
B. `a.x != b.x ? a.x < b.x : a.y < b.y`
C. `equals(a, b) ? a.id < b.id : a.x < b.x`
D. `equals(a, b) ? a.id < b.id : (a.x != b.x ? a.x < b.x : a.y < b.y)`

【答案】B

【解析】排序的规则函数，如果搞清楚步骤 4 的操作，那么知道我们的排序需要能二分出特定坐标，与 x,y 有关。

40. ②处应填（ ）

A. `i == 0 || cmp(A[i], A[i - 1])`
B. `t == 0 || equals(A[i], A[t - 1])`
C. `i == 0 || !cmp(A[i], A[i - 1])`
D. `t == 0 || !equals(A[i], A[t - 1])`

【答案】D

【解析】排序后去重的基本操作，即使看选项应该也很好理解。

41. ③处应填（ ）

A. `b - (b - a) / 2 + 1`
B. `(a + b + 1) >> 1`
C. `(a + b) >> 1`
D. `a + (b - a + 1) / 2`

【答案】C

【解析】二分查找的基本框架代码。

42. ④处应填（ ）

A. `!cmp(A[mid], p)`
B. `cmp(A[mid], p)`
C. `cmp(p, A[mid])`
D. `!cmp(p, A[mid])`

【答案】B

【解析】因为排序固定了，那么根据二分查找原理，我们知道 p 比 A[mid] 大时才会更新左边界，这里貌似两个选项都可以。

43. ⑤处应填（ ）

A. `A[i].x == A[j].x`
B. `A[i].id < A[j].id`
C. `A[i].x == A[j].x && A[i].id < A[j].id`
D. `A[i].x < A[j].x && A[i].y < A[j].y`

【答案】D

【解析】这里大多数跟坐标有关系，我们可以思考，如果去掉条件会出现什么问题，不难发现一个矩形会被重复算四次（四种对角情况），
于是这个条件的目的是防止重复，D 能保证一个是左下角一个是右上角。