



CCF 编程能力等级认证

Grade Examination of Software Programming

C++ 五级

2023 年 9 月

设备：
欧拉筛：
埃拉筛：
双指针：
递归：
排序：

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	A	D	C		A	B	A	C	C	D	B	C	B	A	C

第 1 题 近年来，线上授课变得普遍，很多有助于改善教学效果的设备也逐渐流行，其中包括比较常用的手写板，那么它属于哪类设备？（ ）。

- ☐ A. 输入
- ☐ B. 输出
- ☐ C. 控制
- ☐ D. 记录

第 2 题 如果 `a` 和 `b` 均为 `int` 类型的变量，且 `b` 的值不为 0，那么下列能正确判断“`a` 是 `b` 的 3 倍”的表达式是（ ）。

- ☐ A. `(a >> 3 == b)`
- ☐ B. `(a - b) % 3 == 0`
- ☐ C. `(a / b == 3)`
- ☐ D. `(a == 3 * b)`

第 3 题 如果变量 `a` 和 `b` 分别为 `double` 类型和 `int` 类型，则表达式 `(a = 6, b = 3 * (7 + 8) / 2, b += a)` 的计算结果为（ ）。

- ☐ A. 6
- ☐ B. 21
- ☐ C. 28
- ☐ D. 不确定

第 4 题 有关下面 C++ 代码说法错误的是（ ）。

```

1 // sumA()和sumB()用于求从1到N之和
2 #include <iostream>
3 using namespace std;
4 int sumA(int n) {
5     int sum = 0;
6     for (int i = 1; i < n + 1; i++)
7         sum += i;
8     return sum;
9 }
10 int sumB(int n) {
11     if (n == 1)
12         return 1;
13     else
14         return n + sumB(n - 1);
15 }
16 int main() {
17     int n = 0;
18     cin >> n;
19     cout << sumA(n) << " " << sumB(n) << endl;
20     return 0;
21 }

```

- ☐ A. sumA() 用循环方式求从 1 到 N 之和，sumB() 用递归方式求从 1 到 N 之和。
- ☐ B. 默认情况下，如果输入正整数 1000，能实现求从 1 到 1000 之和。
- ☐ C. 默认情况下，如果输入正整数 100000，能实现求从 1 到 100000 之和。
- ☐ D. 一般说来，sumA() 的效率高于 sumB()。

第5题 下面C++代码以递归方式实现字符串反序，横线处应填上代码是（ ）。

```

1 //字符串反序
2 #include <iostream>
3 #include <string>
4 using namespace std;
5 string sReverse(string sIn) {
6     if (sIn.length() <= 1) {
7         return sIn;
8     } else {
9         return _____ // 此处填写代码
10    }
11 }
12 int main() {
13     string sIn;
14     cin >> sIn;
15     cout << sReverse(sIn) << endl;
16     return 0;
17 }

```

- ☐ A. sIn[sIn.length() - 1] + sReverse(sIn.substr(0, sIn.length() - 1));
- ☐ B. sIn[0] + sReverse(sIn.substr(1, sIn.length() - 1));
- ☐ C. sReverse(sIn.substr(0, sIn.length() - 1)) + sIn[sIn.length() - 1];
- ☐ D. sReverse(sIn.substr(1, sIn.length() - 1)) + sIn[sIn.length() - 1];

第6题 印度古老的汉诺塔传说：创世时有三根金刚柱，其中一柱从下往上按照大小顺序摞着64片黄金圆盘，当圆盘逐一从一柱借助另外一柱全部移动到另外一柱时，宇宙毁灭。移动规则：在小圆盘上不能放大圆盘，在三根柱子之间一次只能移动一个圆盘。下面的C++代码以递归方式实现汉诺塔，横线处应填入代码是（ ）。

```
1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3  // 递归实现汉诺塔，将N个圆盘从A通过B移动C
4  // 圆盘从底到顶，半径必须从大到小
5  void Hanoi(string A, string B, string C, int N) {
6      if (N == 1) {
7          cout << A << " -> " << C << endl;
8      } else {
9          Hanoi(A, C, B, N - 1);
10         cout << A << " -> " << C << endl;
11         _____; // 此处填写代码
12     }
13 }
14 int main() {
15     Hanoi("甲", "乙", "丙", 3);
16     return 0;
17 }
```

- ☐ A. Hanoi(B, C, A, N - 2)
- ☐ B. Hanoi(B, A, C, N - 1)
- ☐ C. Hanoi(A, B, C, N - 2)
- ☐ D. Hanoi(C, B, A, N - 1)

第7题 根据下面C++代码的注释，两个横线处应分别填入（ ）。

```

1  #include <iostream>
2  #include <vector>
3  #include <algorithm>
4  using namespace std;
5
6  bool isOdd(int N) {
7      return N % 2 == 1;
8  }
9  bool compare(int a, int b) {
10     if (a % 2 == 0 && b % 2 == 1)
11         return true;
12     return false;
13 }
14 int main() {
15     vector<int> lstA; // lstA是一个整型向量
16     for (int i = 1; i < 100; i++)
17         lstA.push_back(i);
18     // 对lstA成员按比较函数执行结果排序
19     sort(lstA.begin(), lstA.end(), _____); // 此处填写代码1
20
21     vector<int> lstB;
22     for (int i = 0; i < lstA.size(); i++) // lstB成员全为奇数
23         if (_____) // 此处填写代码2
24             lstB.push_back(lstA[i]);
25
26     cout << "lstA: ";
27     for (int i = 0; i < lstA.size(); i++)
28         cout << lstA[i] << " ";
29     cout << endl;
30
31     cout << "lstB: ";
32     for (int i = 0; i < lstB.size(); i++)
33         cout << lstB[i] << " ";
34     cout << endl;
35     return 0;
36 }

```

- ☐ A. compare 和 isOdd(lstA[i])
- ☐ B. compare(x1,y1) 和 isOdd
- ☐ C. compare 和 isOdd
- ☐ D. compare(x1,y1) 和 isOdd(lstA[i])

第8题 有关下面代码正确的是（ ）。

```

1  // 在C++语言中，可以通过函数指针的形式，将一个函数作为另一个函数的参数。
2  // 具体来说: bool checkNum(bool (*Fx)(int), int N); 声明了一个函数，
3  // 其第一个参数是函数指针类型，指向一个接收一个int参数且返回值为bool的函数。
4  #include <iostream>
5  using namespace std;
6
7  bool isEven(int N) {
8      return N % 2 == 0;
9  }
10 bool checkNum(bool (*Fx)(int), int N) {
11     return Fx(N);
12 }
13 int main() {
14     cout << checkNum(isEven, 10) << endl;
15     return 0;
16 }

```

- ☐ A. checkNum() 函数定义错误。
- ☐ B. 将 isEven 作为 checkNum() 参数将导致错误。
- ☐ C. 执行后将输出 1 。
- ☐ D. 运行时触发异常。

第9题 有关下面C++代码正确的是（ ）。

```

1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3
4  bool isOdd(int N) {
5      return N % 2 == 1;
6  }
7  int Square(int N) {
8      return N * N;
9  }
10 bool checkNum(bool (*Fx)(int), int x) {
11     return Fx(x);
12 }
13 int main() {
14     cout << checkNum(isOdd, 10) << endl;    // 输出行A
15     cout << checkNum(Square, 10) << endl;  // 输出行B
16     return 0;
17 }

```

- ☐ A. checkNum() 函数定义错误。
- ☐ B. 输出行 A 的语句将导致编译错误。
- ☐ C. 输出行 B 的语句将导致编译错误。
- ☐ D. 该代码没有编译错误。

第10题 下面代码执行后的输出是（ ）。

```

1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3
4  int jumpFloor(int N) {
5      cout << N << "#";
6      if (N == 1 || N == 2) {
7          return N;
8      } else {
9          return jumpFloor(N - 1) + jumpFloor(N - 2);
10     }
11 }
12 int main() {
13     cout << jumpFloor(4) << endl;
14     return 0;
15 }

```

- ☐ A. 4#3#2#2#4
- ☐ B. 4#3#2#2#1#5
- ☐ C. 4#3#2#1#2#4
- ☐ D. 4#3#2#1#2#5

第 11 题 下面代码中的 `isPrimeA()` 和 `isPrimeB()` 都用于判断参数 `N` 是否素数，有关其时间复杂度的正确说法是 ()。

```

1  #include <iostream>
2  #include <cmath>
3  using namespace std;
4
5  bool isPrimeA(int N) {
6      if (N < 2)
7          return false;
8      for (int i = 2; i < N; i++)
9          if (N % i == 0)
10             return false;
11     return true;
12 }
13 bool isPrimeB(int N) {
14     if (N < 2)
15         return false;
16     int endNum = int(sqrt(N));
17     for (int i = 2; i <= endNum; i++)
18         if (N % i == 0)
19             return false;
20     return true;
21 }
22 int main() {
23     cout << boolalpha;
24     cout << isPrimeA(13) << " " << isPrimeB(13) << endl;
25     return 0;
26 }

```

- ☐ A. `isPrimeA()` 的最坏时间复杂度是 $O(N)$ ，`isPrimeB()` 的最坏时间复杂度是 $O(\log N)$ ，`isPrimeB()` 优于 `isPrimeA()`。

- ☐ B. `isPrimeA()` 的最坏时间复杂度是 $O(N)$, `isPrimeB()` 的最坏时间复杂度是 $O(N^{\frac{1}{2}})$, `isPrimeB()` 优于 `isPrimeA()`。
- ☐ C. `isPrimeA()` 的最坏时间复杂度是 $O(N^{\frac{1}{2}})$, `isPrimeB()` 的最坏时间复杂度是 $O(N)$, `isPrimeA()` 优于 `isPrimeB()`。
- ☐ D. `isPrimeA()` 的最坏时间复杂度是 $O(\log N)$, `isPrimeB()` 的最坏时间复杂度是 $O(N)$, `isPrimeA()` 优于 `isPrimeB()`。

第 12 题 下面代码用于归并排序, 其中 `merge()` 函数被调用次数为 ()。

```

1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3
4  void mergeSort(int * listData, int start, int end);
5  void merge(int * listData, int start, int middle, int end);
6
7  void mergeSort(int * listData, int start, int end) {
8      if (start >= end)
9          return;
10     int middle = (start + end) / 2;
11     mergeSort(listData, start, middle);
12     mergeSort(listData, middle + 1, end);
13     merge(listData, start, middle, end);
14 }
15 void merge(int * listData, int start, int middle, int end) {
16     int leftSize = middle - start + 1;
17     int rightSize = end - middle;
18
19     int * left = new int[leftSize];
20     int * right = new int[rightSize];
21     for (int i = 0; i < leftSize; i++)
22         left[i] = listData[start + i];
23     for (int j = 0; j < rightSize; j++)
24         right[j] = listData[middle + 1 + j];
25
26     int i = 0, j = 0, k = start;
27     while (i < leftSize && j < rightSize) {
28         if (left[i] <= right[j]) {
29             listData[k] = left[i];
30             i++;
31         } else {
32             listData[k] = right[j];
33             j++;
34         }
35         k++;
36     }
37
38     while (i < leftSize) {
39         listData[k] = left[i];
40         i++;
41         k++;
42     }
43     while (j < rightSize) {
44         listData[k] = right[j];
45         j++;
46         k++;
47     }
48     delete[] left;
49     delete[] right;
50 }
51 int main() {
52     int lstA[] = {1, 3, 2, 7, 11, 5, 3};
53     int size = sizeof(lstA) / sizeof(lstA[0]);
54
55     mergeSort(lstA, 0, size - 1); // 对lstA执行归并排序
56
57     for (int i = 0; i < size; i++)
58         cout << lstA[i] << " ";
59     cout << endl;
60 }

```

☐ A. 0
01 }

☐ B. 1

☐ C. 6

☐ D. 7

第 13 题 在上题的归并排序算法中，mergeSort(listData, start, middle); 和 mergeSort(listData, middle + 1, end); 涉及到的算法为 ()。

☐ A. 搜索算法

☐ B. 分治算法

☐ C. 贪心算法

☐ D. 递推算法

第 14 题 归并排序算法的基本思想是 ()。

☐ A. 将数组分成两个子数组，分别排序后再合并。

☐ B. 随机选择一个元素作为枢轴，将数组划分为两个部分。

☐ C. 从数组的最后一个元素开始，依次与前一个元素比较并交换位置。

☐ D. 比较相邻的两个元素，如果顺序错误就交换位置。

第 15 题 有关下面代码的说法正确的是 ()。

```
1  #include <iostream>
2
3  class Node {
4  public:
5      int Value;
6      Node * Next;
7
8      Node(int Val, Node * Nxt = nullptr) {
9          Value = Val;
10         Next = Nxt;
11     }
12 };
13
14 int main() {
15     Node * firstNode = new Node(10);
16     firstNode->Next = new Node(100);
17     firstNode->Next->Next = new Node(111, firstNode);
18     return 0;
19 }
```

☐ A. 上述代码构成单向链表。

☐ B. 上述代码构成双向链表。

☐ C. 上述代码构成循环链表。

☐ D. 上述代码构成指针链表。

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 TCP/IP 的传输层的两个不同的协议分别是 UDP 和 TCP。

第 2 题 在特殊情况下流程图中可以出现三角框和圆形框。 [bing搜索：程图图形及其含义](#)

第 3 题 找出自然数 N 以内的所有质数，常用算法有埃氏筛法和线性筛法，其中埃氏筛法效率更高。

第 4 题 在 C++ 中，可以使用二分法查找链表中的元素。

第 5 题 在 C++ 中，通过恰当的实现，可以将链表首尾相接，形成循环链表。

第 6 题 贪心算法的解可能不是最优解。

第 7 题 一般说来，冒泡排序算法优于归并排序。

第 8 题 C++ 语言中的 `qsort` 库函数是不稳定排序。

第 9 题 质数的判定和筛法的目的并不相同，质数判定旨在判断特定的正整数是否为质数，而质数筛法意在筛选出范围内的所有质数。

第 10 题 下面的 C++ 代码执行后将输出 0 5 1 6 2 3 4 。

```
1  #include <iostream>
2  #include <algorithm>
3  using namespace std;
4
5  bool compareModulo5(int a, int b) {
6      return a % 5 < b % 5;
7  }
8  int main() {
9      int lst[7];
10     for (int i = 0; i < 7; i++)
11         lst[i] = i;
12
13     // 对序列所有元素按compareModulo5结果排序
14     sort(lst, lst + 7, compareModulo5);
15
16     for (int i = 0; i < 7; i++)
17         cout << lst[i] << " ";
18     cout << endl;
19     return 0;
20 }
```

3 编程题（每题 25 分，共 50 分）

3.1 编程题 1

- 试题编号：2023-09-23-05-C-01
- 试题名称：因数分解
- 时间限制：1.0 s
- 内存限制：128.0 MB

开long long ,n太大了，因子也很大，也开longlong。

3.1.1 问题描述

它采用了欧拉筛的一除到底的思路，没用判断质数。最后别忘大因子

每个正整数都可以分解成素数的乘积，例如： $6 = 2 \times 3$ 、 $20 = 2^2 \times 5$

现在，给定一个正整数 N ，请按要求输出它的因数分解式。

3.1.2 输入描述

输入第一行，包含一个正整数 N 。约定 $2 \leq N \leq 10^{12}$

3.1.3 输出描述

输出一行，为 N 的因数分解式。要求按质因数由小到大排列，乘号用星号*表示，且左右各空一格。当且仅当一个素数出现多次时，将它们合并为指数形式，用上箭头^表示，且左右不空格。

3.1.4 样例输入1

```
1 | 6
```

3.1.5 样例输出1

```
1 | 2 * 3
```

3.1.6 样例输入2

```
1 | 20
```

3.1.7 样例输出2

```
1 | 2^2 * 5
```

3.1.8 样例输入3

```
1 | 23
```

3.1.9 样例输出3

```
1 | 23
```

3.1.10 参考程序

```
1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3  int main() {
4      long long N = 0;
5      cin >> N;
6      bool first = true;
7      for (long long p = 2; p * p <= N; p++) {
8          if (N % p != 0)
9              continue;
10         int cnt = 0;
11         while (N % p == 0) {
12             cnt++;
13             N /= p;
14         }
15         if (first) {
```

```

16         first = false;
17     } else {
18         cout << " * ";
19     }
20     cout << p;
21     if (cnt > 1)
22         cout << "^" << cnt;
23 }
24 if (N > 1) {
25     if (first) {
26         first = false;
27     } else {
28         cout << " * ";
29     }
30     cout << N;
31 }
32 cout << endl;
33 return 0;
34 }

```

3.2 编程题 2

巧夺大奖精讲

- 试题编号: 2023-09-23-05-C-02
- 试题名称: 巧夺大奖
- 时间限制: 1.0 s
- 内存限制: 128.0 MB

此题有妙计。
倒序选择（假设每个时段有一个游戏正序的话就有 n 种选择，不好判断了）每次看这个时间段里哪个分最高就选。这里有一个点：每个游戏有截止日期，没有说必须在哪个时间段完成（在第5段时间里可以选截止日期为6的）所以玩完这个游戏后要标注。

3.2.1 问题描述

小明参加了一个巧夺大奖的游戏节目。主持人宣布了游戏规则：

- 1、游戏分为 n 个时间段，参加者每个时间段可以选择一个小游戏。
- 2、游戏中共有 n 个小游戏可供选择。
- 3、每个小游戏有规定的时限和奖励。对于第 i 个小游戏，参加者必须在第 T_i 个时间段结束前完成才能得到奖励 R_i 。

小明发现，这些小游戏都很简单，不管选择哪个小游戏，他都能在一个时间段内完成。关键在于，如何安排每个时间段分别选择哪个小游戏，才能使得总奖励最高？

3.2.2 输入描述

输入第一行，包含一个正整数 n 。 n 既是游戏时间段的个数，也是小游戏的个数。约定 $1 \leq n \leq 500$ 。

输入第二行，包含 n 个正整数。第 i 个正整数为 T_i ，即第 i 个小游戏的完成期限。约定 $1 \leq T_i \leq n$ 。

输入第三行，包含 n 个正整数。第 i 个正整数为 R_i ，即第 i 个小游戏的完成奖励。约定 $1 \leq R_i \leq 1000$ 。

3.2.3 输出描述

输出一行，包含一个正整数 C ，为最高可获得的奖励。

3.2.4 样例输入1

```
1 7
2 4 2 4 3 1 4 6
3 70 60 50 40 30 20 10
```

3.2.5 样例输出1

```
1 230
```

3.2.6 样例解释1

7个时间段可分别安排完成第4、2、3、1、6、7、5个小游戏，其中第4、2、3、1、7个小游戏在期限内完成。因此，可以获得总计 $40 + 60 + 50 + 70 + 10 = 230$ 的奖励。

3.2.7 参考程序

```
1 #include <iostream>
2 #include <algorithm>
3 using namespace std;
4 int n = 0;
5 struct game_t {
6     int T, R;
7 } games[500];
8 bool game_cmp(game_t x, game_t y){
9     return x.R > y.R;
10 }
11 bool arrange[500];
12 int main() {
13     cin >> n;
14     for (int i = 0; i < n; i++)
15         arrange[i] = false;
16     for (int i = 0; i < n; i++)
17         cin >> games[i].T;
18     for (int i = 0; i < n; i++)
19         cin >> games[i].R;
20     sort(games, games + n, game_cmp);
21     int sum = 0;
22     for (int i = 0; i < n; i++) {
23         for (int t = games[i].T - 1; t >= 0; t--)
24             if (!arrange[t]) {
25                 arrange[t] = true;
26                 sum += games[i].R;
27                 break;
28             }
29     }
30     cout << sum << endl;
31     return 0;
32 }
```