



# C++ 五级

2025 年 03 月

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

第 1 题 链表不具备的特点是()。

- ☐ A. 可随机访问任何一个元素
- ☐ B. 插入、删除操作不需要移动元素
- ☐ C. 无需事先估计存储空间大小
- ☐ D. 所需存储空间与存储元素个数成正比

第 2 题 双向链表中每个结点有两个指针域 `prev` 和 `next`，分别指向该结点的前驱及后继结点。设 `p` 指向链表中的一个结点，它的前驱结点和后继结点均非空。要删除结点 `p`，则下述语句中错误的是（ ）。

☐ A.

```
1 p->next->prev = p->next;  
2 p->prev->next = p->prev;  
3 delete p;
```

☐ B.

```
1 p->prev->next = p->next;  
2 p->next->prev = p->prev;  
3 delete p;
```

☐ C.

```
1 p->next->prev = p->prev;  
2 p->next->prev->next = p->next;  
3 delete p;
```

☐ D.

```
1 p->prev->next = p->next;  
2 p->prev->next->prev = p->prev;  
3 delete p;
```

第3题 假设双向循环链表包含头尾哨兵结点(不存储实际内容), 分别为 `head` 和 `tail`, 链表中每个结点有两个指针域 `prev` 和 `next`, 分别指向该结点的前驱及后继结点。下面代码实现了一个空的双向循环链表, 横线上应填的最佳代码是()。

```
1 // 链表结点
2 template <typename T>
3 struct ListNode {
4     T data;
5     ListNode* prev;
6     ListNode* next;
7
8     // 构造函数
9     explicit ListNode(const T& val = T())
10        : data(val), prev(nullptr), next(nullptr) {}
11 };
12
13 struct LinkedList {
14     ListNode<T>* head;
15     ListNode<T>* tail;
16 };
17
18 void InitLinkedList(LinkedList* list) {
19     list->head = new ListNode<T>;
20     list->tail = new ListNode<T>;
21     _____ // 在此处填入代码
22 };
```

☐ A.

```
1 list->head->prev = list->head;
2 list->tail->prev = list->head;
```

☐ B.

```
1 list->head->next = list->tail;
2 list->tail->prev = list->head;
```

☐ C.

```
1 list->head->next = list->tail;
2 list->tail->next = list->head;
```

☐ D.

```
1 list->head->next = list->tail;
2 list->tail->next = nullptr;
```

第4题 用以下辗转相除法(欧几里得算法)求gcd(84, 60)的步骤中, 第二步计算的数是( )。

```

1  int gcd(int a, int b) {
2      int big = a > b ? a : b;
3      int small = a < b ? a : b;
4      if (big % small == 0) {
5          return small;
6      }
7      return gcd(small, big % small);
8  }

```

- ☐ A. 84和60
- ☐ B. 60和24
- ☐ C. 24和12
- ☐ D. 12和0

第5题 根据唯一分解定理，下面整数的唯一分解是正确的（ ）。

- ☐ A.  $18 = 3 \times 6$
- ☐ B.  $28 = 4 \times 7$
- ☐ C.  $36 = 2 \times 3 \times 6$
- ☐ D.  $30 = 2 \times 3 \times 5$

第6题 下述代码实现素数表的线性筛法，筛选出所有小于等于 $n$ 的素数，横线上应填的最佳代码是( )。

```

1  vector<int> sieve_linear(int n) {
2      vector<bool> is_prime(n + 1, true);
3      vector<int> primes;
4
5      if (n < 2) return primes;
6
7      is_prime[0] = is_prime[1] = false;
8      for (int i = 2; i <= n/2; i++) {
9          if (is_prime[i])
10             primes.push_back(i);
11
12             for (int j = 0; _____ ; j++) { // 在此处填入代码
13                 is_prime[ i * primes[j] ] = false;
14                 if (i % primes[j] == 0)
15                     break;
16             }
17         }
18
19         for (int i = n/2 + 1; i <= n; i++) {
20             if (is_prime[i])
21                 primes.push_back(i);
22         }
23
24         return primes;
25     }

```

- ☐ A. `j < primes.size()`

- ☐ B. `i * primes[j] <= n`
- ☐ C. `j < primes.size() && i * primes[j] <= n`
- ☐ D. `j <= n`

第7题 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

第8题 对下面两个函数，说法错误的是（ ）。

```
1  int factorialA(int n) {
2      if (n <= 1) return 1;
3      return n * factorialA(n-1);
4  }
5  int factorialB(int n) {
6      if (n <= 1) return 1;
7      int res = 1;
8      for(int i=2; i<=n; i++)
9          res *= i;
10 }
```

- ☐ A. 两个函数的实现的功能相同。
- ☐ B. 两个函数的时间复杂度均为 $O(n)$ 。
- ☐ C. factorialA采用递归方式。
- ☐ D. factorialB采用递归方式。

第9题 下算法中，（ ）是不稳定的排序。

- ☐ A. 选择排序
- ☐ B. 插入排序
- ☐ C. 归并排序
- ☐ D. 冒泡排序

第10题 考虑以下C++代码实现的快速排序算法，将数据从小到大排序，则横线上应填的最佳代码是( )。

```
1  int partition(vector<int>& arr, int low, int high) {
2      int pivot = arr[high]; // 基准值
3      int i = low - 1;
4
5      for (int j = low; j < high; j++) {
6          _____ // 在此处填入代码
7      }
8      swap(arr[i + 1], arr[high]);
9      return i + 1;
```

```

10 }
11
12 // 快速排序
13 void quickSort(vector<int>& arr, int low, int high) {
14     if (low < high) {
15         int pi = partition(arr, low, high);
16         quickSort(arr, low, pi - 1);
17         quickSort(arr, pi + 1, high);
18     }
19 }

```

☐ A.

```

1  if (arr[j] > pivot) {
2      i++;
3      swap(arr[i], arr[j]);
4  }

```

☐ B.

```

1  if (arr[j] < pivot) {
2      i++;
3      swap(arr[i], arr[j]);
4  }

```

☐ C.

```

1  if (arr[j] < pivot) {
2      swap(arr[i], arr[j]);
3      i++;
4  }

```

☐ D.

```

1  if (arr[j] == pivot) {
2      i++;
3      swap(arr[i], arr[j]);
4  }

```

第 11 题 若用二分法在[1, 100]内猜数，最多需要猜（ ）次。

☐ A. 100

☐ B. 10

☐ C. 7

☐ D. 5

第 12 题 下面代码实现了二分查找算法，在数组 `arr` 找到目标元素 `target` 的位置，则横线上能填写的最佳代码是（ ）。

```

1  int binarySearch(int arr[], int left, int right, int target) {
2      while (left <= right) {
3          _____ // 在此处填入代码
4
5          if (arr[mid] == target)
6              return mid;
7          else if (arr[mid] < target)
8              left = mid + 1;
9          else
10             right = mid - 1;
11     }
12     return -1;
13 }

```

- ☐ A. `int mid = left + (right - left) / 2;`
- ☐ B. `int mid = left;`
- ☐ C. `int mid = (left + right) / 2;`
- ☐ D. `int mid = right;`

第 13 题 贪心算法的核心特征是（ ）。

- ☐ A. 总是选择当前最优解
- ☐ B. 回溯尝试所有可能
- ☐ C. 分阶段解决子问题
- ☐ D. 总能找到最优解

第 14 题 函数 `int findMax(int arr[], int low, int high)` 计算数组中最大元素，其中数组 `arr` 从索引 `low` 到 `high`，（ ）正确实现了分治逻辑。

- ☐ A.

```

1  if (low == high)
2      return arr[low];
3  int mid = (low + high) / 2;
4  return arr[mid];

```

- ☐ B.

```

1  if (low >= high)
2      return arr[low];
3  int mid = (low + high) / 2;
4  int leftMax = findMax(arr, low, mid - 1);
5  int rightMax = findMax(arr, mid, high);
6  return leftMax + rightMax;

```

- ☐ C.

```

1  if (low > high)
2      return 0;
3  int mid = low + (high - low) / 2;
4  int leftMax = findMax(arr, low, mid);
5  int rightMax = findMax(arr, mid + 1, high);
6  return leftMax * rightMax;

```

☐ D.

```

1  if (low == high)
2      return arr[low];
3  int mid = low + (high - low) / 2;
4  int leftMax = findMax(arr, low, mid);
5  int rightMax = findMax(arr, mid + 1, high);
6  return (leftMax > rightMax) ? leftMax : rightMax;

```

第 15 题 小杨编写了一个如下的高精度乘法函数，则横线上应填写的代码为（ ）。

```

1  vector<int> multiply(vector<int>& a, vector<int>& b) {
2      int m = a.size(), n = b.size();
3      vector<int> c(m + n, 0);
4
5      // 逐位相乘, 逆序存储
6      for (int i = 0; i < m; i++) {
7          for (int j = 0; j < n; j++) {
8              c[i + j] += a[i] * b[j];
9          }
10     }
11
12     // 处理进位
13     int carry = 0;
14     for (int k = 0; k < c.size(); ++k) {
15         _____ // 在此处填入代码
16         c[k] = temp % 10;
17         carry = temp / 10;
18     }
19
20     while (c.size() > 1 && c.back() == 0)
21         c.pop_back();
22     return c;
23 }

```

- ☐ A. int temp = c[k];
- ☐ B. int temp = c[k] + carry;
- ☐ C. int temp = c[k] - carry;
- ☐ D. int temp = c[k] \* carry;

## 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 要删除单链表中某个结点  $p$  (非尾结点), 但不知道头结点, 可行的操作是将  $p \rightarrow next$  的数据拷贝到  $p$  的数据部分, 将  $p \rightarrow next$  设置为  $p \rightarrow next \rightarrow next$ , 然后删除  $p \rightarrow next$ 。

第 2 题 链表存储线性表时要求内存中可用存储单元地址是连续的。

第 3 题 线性筛相对于埃拉托斯特尼筛法, 每个合数只会被它的最小质因数筛去一次, 因此效率更高。

第 4 题 贪心算法通过每一步选择当前最优解, 从而一定能获得全局最优解。

第 5 题 递归函数必须具有一个终止条件, 以防止无限递归。

第 6 题 快速排序算法的时间复杂度与输入是否有序无关, 始终稳定为  $O(n \log n)$ 。

第 7 题 归并排序算法的时间复杂度与输入是否有序无关, 始终稳定为  $O(n \log n)$ 。

第 8 题 二分查找适用于对无序数组和有序数组的查找。

第 9 题 小杨有 100 元去超市买东西, 每个商品有各自的价格, 每种商品只能买 1 个, 小杨的目标是买到最多数量的商品。小杨采用的策略是每次挑价格最低的商品买, 这体现了分治思想。

第 10 题 归并排序算法体现了分治算法, 每次将大的待排序数组分成大小大致相等的两个小数组, 然后分别对两个小数组进行排序, 最后对排好序的两个小数组合并成有序数组。

## 3 编程题（每题 25 分，共 50 分）

### 3.1 编程题 1

- 时间限制: 1.0 s
- 内存限制: 512.0 MB

#### 3.1.1 平均分配

#### 3.1.2 题目描述

小 A 有  $2n$  件物品, 小 B 和小 C 想从小 A 手上买走这些物品。对于第  $i$  件物品, 小 B 会以  $b_i$  的价格购买, 而小 C 会以  $c_i$  的价格购买。为了平均分配这  $2n$  件物品, 小 A 决定小 B 和小 C 各自只能买走恰好  $n$  件物品。你能帮小 A 求出他卖出这  $2n$  件物品所能获得的最大收入吗?

#### 3.1.3 输入格式

第一行, 一个正整数  $n$ 。

第二行,  $2n$  个整数  $b_1, b_2, \dots, b_{2n}$ 。

第三行,  $2n$  个整数  $c_1, c_2, \dots, c_{2n}$ 。



### 3.1.4 输出格式

一行，一个整数，表示答案。

### 3.1.5 样例

#### 3.1.5.1 输入样例 1

```
1 | 3
2 | 1 3 5 6 8 10
3 | 2 4 6 7 9 11
```

#### 3.1.5.2 输出样例 1

```
1 | 36
```

#### 3.1.5.3 输入样例 2

```
1 | 2
2 | 6 7 9 9
3 | 1 2 10 12
```

#### 3.1.5.4 输出样例 2

```
1 | 35
```

### 3.1.6 数据范围

对于 20% 的测试点，保证  $1 \leq n \leq 8$ 。

对于另外 20% 的测试点，保证  $0 \leq b_i \leq 1$ ,  $0 \leq c_i \leq 1$ 。

对于所有测试点，保证  $1 \leq n \leq 10^5$ ,  $0 \leq b_i \leq 10^9$ ,  $0 \leq c_i \leq 10^9$ 。

### 3.1.7 参考程序

```
1 | #include <bits/stdc++.h>
2 |
3 | using namespace std;
4 |
5 | const int N = 2e5 + 5;
6 |
7 | int n;
8 | long long b[N], c[N], d[N];
9 | long long ans;
10 |
11 | int main() {
12 |     scanf("%d", &n);
13 |     assert(1 <= n && n <= 1e5);
14 |     for (int i = 1; i <= 2 * n; i++)
15 |         scanf("%lld", &b[i]), assert(0 <= b[i] && b[i] <= 1e9);
16 |     for (int i = 1; i <= 2 * n; i++)
17 |         scanf("%lld", &c[i]), assert(0 <= c[i] && c[i] <= 1e9);
18 |     for (int i = 1; i <= 2 * n; i++) {
19 |         ans += b[i];
20 |         d[i] = c[i] - b[i];
21 |     }
```

```

22     sort(d + 1, d + 2 * n + 1);
23     for (int i = n + 1; i <= 2 * n; i++)
24         ans += d[i];
25     printf("%lld\n", ans);
26     return 0;
27 }

```

## 3.2 编程题 2

- 时间限制：1.0 s
- 内存限制：512.0 MB

### 3.2.8 原根判断

### 3.2.9 题目描述

小 A 知道，对于质数  $p$  而言， $p$  的原根  $g$  是满足以下条件的正整数：

- $1 < g < p$ ;
- $g^{p-1} \bmod p = 1$ ;
- 对于任意  $1 \leq i < p-1$  均有  $g^i \bmod p \neq 1$ 。

其中  $a \bmod p$  表示  $a$  除以  $p$  的余数。

小 A 现在有一个整数  $a$ ，请你帮他判断  $a$  是不是  $p$  的原根。

### 3.2.10 输入格式

第一行，一个正整数  $T$ ，表示测试数据组数。

每组测试数据包含一行，两个正整数  $a, p$ 。

### 3.2.11 输出格式

对于每组测试数据，输出一行，如果  $a$  是  $p$  的原根则输出 Yes，否则输出 No。

### 3.2.12 样例

#### 3.2.12.5 输入样例 1

```

1 3
2 3 998244353
3 5 998244353
4 7 998244353

```

#### 3.2.12.6 输出样例 1

```

1 Yes
2 Yes
3 No

```

### 3.2.13 数据范围

对于 40% 的测试点，保证  $3 \leq p \leq 10^3$ 。

对于所有测试点，保证  $1 \leq T \leq 20$ ,  $3 \leq p \leq 10^9$ ,  $1 < a < p$ ,  $p$  为质数。

### 3.2.14 参考程序

```
1  #include <cstdio>
2
3  using namespace std;
4
5  int a, p;
6  int ans;
7
8  int fpw(int b, int e) {
9      if (e == 0)
10         return 1;
11     int r = fpw(b, e >> 1);
12     r = 1ll * r * r % p;
13     if (e & 1)
14         r = 1ll * r * b % p;
15     return r;
16 }
17
18 void check(int e) {
19     if (fpw(a, e) == 1)
20         ans = 0;
21 }
22
23 int main() {
24     int T;
25     scanf("%d", &T);
26     while (T--) {
27         scanf("%d%d", &a, &p);
28         ans = 1;
29         int phi = p - 1, r = phi;
30         for (int i = 2; i * i <= phi; i++)
31             if (phi % i == 0) {
32                 check(phi / i);
33                 while (r % i == 0)
34                     r /= i;
35             }
36         if (r > 1)
37             check(phi / r);
38         printf(ans ? "Yes\n" : "No\n");
39     }
40     return 0;
41 }
```