刷题笔记

时间空间复杂度及稳定性

类型	意义	举例
0(1)	最低复杂度，常量值 也就是耗时/耗空间与输入数据大小无关，无论输入数据增大多少倍，耗时/耗空间都不变	哈希算法就是典型的0(1)时间复杂度，无论数据规模多大，都可以在一次计算后找到目标（不考虑冲突的话）
0(n)	数据量增大几倍，耗时也增大几倍	遍历算法
0(n^2)	对n个数排序，需要扫描n×n次	冒泡排序
0(logn)	当数据增大n倍时，耗时增大logn倍（这里的log是以2为底的，比如，当数据增大256倍时，耗时只增大8倍，	二分查找就是0(logn)的算法，每找一次排除一半的可能，256个数据中查找只要找8次就可以找到目标
0(nlogn)	就是n乘以logn，当数据增大256倍时，耗时增大256*8=2048倍。这个复杂度高于线性低于平方。归并排序就是0(nlogn)的时间复杂度。	

排序方法	时间复杂度（平均）	时间复杂度（最坏）	时间复杂度（最好）	空间复杂度	稳定性	复杂性
直接插入排序	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(n)$	$O(1)$	稳定	简单
希尔排序	$O(nlog_2n)$	$O(n^2)$	$O(n)$	$O(1)$	不稳定	较复杂
直接选择排序	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(1)$	不稳定	简单
堆排序	$O(nlog_2n)$	$O(nlog_2n)$	$O(nlog_2n)$	$O(1)$	不稳定	较复杂
冒泡排序	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(n)$	$O(1)$	稳定	简单
快速排序	$O(nlog_2n)$	$O(n^2)$	$O(nlog_2n)$	$O(nlog_2n)$	不稳定	较复杂
归并排序	$O(nlog_2n)$	$O(nlog_2n)$	$O(nlog_2n)$	$O(n)$	稳定	较复杂
基数排序	$O(d(n+r))$	$O(d(n+r))$	$O(d(n+r))$	$O(n+r)$	稳定	较复杂

数据结构	查找		插入		删除		遍历
	平均	最坏	平均	最坏	平均	最坏	
数组	O(N)	O(N)	O(N)	O(N)	O(N)	O(N)	--
有序数组	O(logN)	O(n)	O(N)	O(N)	O(N)	O(N)	O(N)
链表	O(N)	O(N)	O(1)	O(1)	O(1)	O(1)	--
有序链表	O(N)	O(N)	O(N)	O(N)	O(1)	O(1)	O(N)
二叉查找树	O(logN)	O(N)	O(logN)	O(N)	O(logN)	O(N)	O(N)
红黑树	O(logN)	O(logN)	O(logN)	O(logN)	O(logN)	O(logN)	O(N)
平衡树	O(logN)	O(logN)	O(logN)	O(logN)	O(logN)	O(logN)	O(N)
二叉堆/优先队列	O(1)	O(1)	O(logN)	O(logN)	O(logN)	O(logN)	O(N)
哈希表	O(1)	O(1)	O(1)	O(1)	O(1)	O(1)	O(N)

数据结构

链表

```
public class ListNode {
    int val;
    ListNode next;
    ListNode() {}
    ListNode(int val) {
        this.val = val;
    }
    ListNode(int val, ListNode next) {
        this.val = val; this.next = next;
    }

    public ListNode getListNode(int[] nums) {
        ListNode head = new ListNode(nums[0]);
        ListNode temp = head;
        for (int i=1; i< nums.length; i++) {
            temp.next = new ListNode(nums[i]);
            temp = temp.next;
        }
        return head;
    }

    public String getListNodeStr(ListNode node) {
        List<Integer> list = new ArrayList<>();
        while (node != null) {
            list.add(node.val);
            node = node.next;
        }
        String s = Arrays.toString(list.toArray());
        String nodeStr = s.replace(",", "->").replace("[", "").replace("]", "");
        return nodeStr;
    }

    public String getListNodeStr(String str, ListNode node) {
        List<Integer> list = new ArrayList<>();
        while (node != null) {
            list.add(node.val);
            node = node.next;
        }
        String s = Arrays.toString(list.toArray());
        String nodeStr = s.replace(",", "->").replace("[", str + ": ").replace("]", "");
        return nodeStr;
    }
}
```

206. 反转链表

给你单链表的头节点 `head` ，请你反转链表，并返回反转后的链表。

```
输入：head = [1,2,3,4,5]
输出：[5,4,3,2,1]
```

```java
class Solution {
    /* 迭代解法
    pre->null,cur->head
    cur.next->pre
    迭代每个节点，完成翻转
     */
    public ListNode reverseList(ListNode head) {
        ListNode pre = null;
        ListNode cur = head;
        //用tmp记录cur的右边节点，防止反转cur之后找不到右边节点
        ListNode tmp;
        while (cur!=null) {
            tmp = cur.next;
            cur.next = pre;
            pre = cur;
            cur = tmp;
        }
        return pre;
    }
    // 递归解法
    public ListNode _reverseList(ListNode head) {
        // head 为空时，不做处理
        if (head == null) {
            return head;
        }
        // 递归返回条件，到最后一个节点时开始返回
        if (head.next == null) {
            return head;
        }
        ListNode cur = _reverseList(head.next);
        // 从倒数第二个节点后面的链表开始处理
        // 建立反向指针
        head.next.next = head;
        // 防止环形链表，断开正向指针
        head.next = null;
        // 返回处理好的部分
        return cur;
    }
}
```

92. 反转链表 II

给你单链表的头指针 head 和两个整数 left 和 right ，其中 left <= right 。
请你反转从位置 left 到位置 right 的链表节点，返回反转后的链表。

```
输入：head = [1,2,3,4,5], left = 2, right = 4
输出：[1,4,3,2,5]
```

```
class Solution {
    /*
     双指针(guard + point) + 头插法
     将guard移动到待翻转节点前一个，point移动到待翻转节点
     将point后面一个节点插入到guard后面
     重复上一步操作m-n次
     */
    public ListNode reverseBetween(ListNode head, int m, int n) {
        ListNode dummyHead = new ListNode(0);
        dummyHead.next = head;
        ListNode g = dummyHead;
        ListNode p = dummyHead.next;
        // 将guard移动到待翻转节点前一个，point移动到待翻转节点
        for (int i=0; i<m-1; i++) {
            g = g.next;
            p = p.next;
        }
        for (int i=0; i<n-m; i++) {
            insertHead(g, p);
        }
        return dummyHead.next;
    }
    // 将point后面一个节点插入到guard后面
    public void insertHead(ListNode guard, ListNode point) {
        // 记住point后面的节点
        ListNode removed = point.next;
        //删除point后面的节点
        point.next = point.next.next;

        //将point后面的节点插到guard后面
        removed.next = guard.next;
        guard.next = removed;
    }
}
```

25. K个一组翻转链表

给你一个链表，每 *k* 个节点一组进行翻转，请你返回翻转后的链表。
k 是一个正整数，它的值小于或等于链表的长度。
如果节点总数不是 *k* 的整数倍，那么请将最后剩余的节点保持原有顺序。

```
输入：head = [1,2,3,4,5], k = 2
输出：[2,1,4,3,5]
```

```
class Solution {
    /*
    定义两个 dummy 节点 pre 和 end
    end 往后移动 k 个节点，这 k 个节点单拿出来组成一个链表进行翻转，pre 设置到 end 的位置。
    重复上述操作，直到 end 节点往后移动不到 k 个节点。
     */
    public ListNode reverseKGroup(ListNode head, int k) {
        ListNode dummy = new ListNode(0);
        dummy.next = head;
        ListNode pre = dummy;
```

```
    ListNode end = dummy;
    while (end.next != null) {
        for (int i=0; i<k&&end!=null; i++) {
            end = end.next;
        }
        if (end == null) {
            break;
        }
        // 记录断点并断开链表
        ListNode right = end.next;
        end.next = null;

        // 翻转这一段链表
        ListNode left = pre.next;
        pre.next = reverse(left);

        // left已经到了右边了，此时连接链表
        left.next = right;

        // pre 设置到 end 的位置
        pre = left;
        end = left;
    }
    return dummy.next;
}
// 不满 K 个也要翻转的处理方法
public ListNode reverseKGroup1(ListNode head, int k) {
    ListNode dummy = new ListNode(0);
    dummy.next = head;
    ListNode pre = dummy;
    ListNode end = dummy;
    ListNode tmp = null;
    while (end.next != null) {
        for (int i=0; i<k&&end!=null; i++) {
            // 原来逻辑不变，用一个tmp记录end
            tmp = end;
            end = end.next;
        }
        if (end == null) {
            // 当end到最后空节点时，把end移回最后的尾结点，不做break，而是对最后这段进行翻转
            end = tmp;
        }
        // 记录断点并断开链表
        ListNode right = end.next;
        end.next = null;

        // 翻转这一段链表
        ListNode left = pre.next;
        pre.next = reverse(left);

        // left已经到了右边了，此时连接链表
        left.next = right;

        // pre 设置到 end 的位置
        pre = left;
        end = left;
    }
    return dummy.next;
```

```
    }
    /*
    翻转链表
    cur = head，pre = null
    cur->pre，不停的往后迭代。
     */
    private ListNode reverse(ListNode head) {
        if (head == null || head.next == null) {
            return head;
        }
        ListNode pre = null;
        ListNode cur = head;
        ListNode tmp;
        while (cur != null) {
            tmp = cur.next;
            cur.next = pre;

            pre = cur;
            cur = tmp;
        }
        return pre;
    }
}
```

24. 两两交换链表中的节点

给你一个链表，两两交换其中相邻的节点，并返回交换后链表的头节点。你必须在不修改节点内部的值的情况下完成本题（即，只能进行节点交换）。

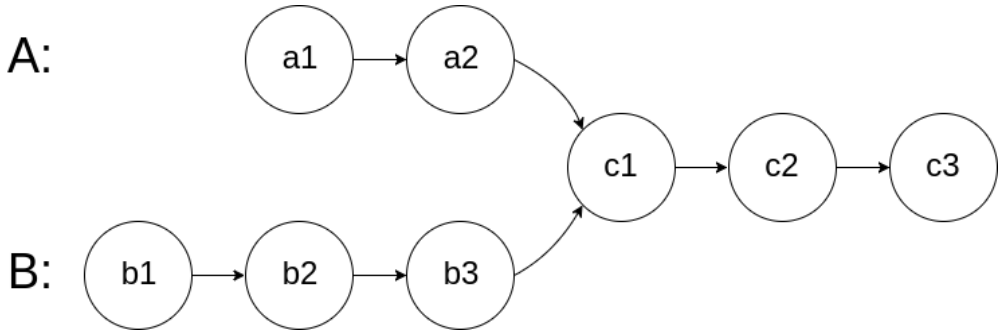
```
输入：head = [1,2,3,4]
输出：[2,1,4,3]
```

```
class Solution {
    /*
    迭代解法
    1->2->3->4
    把1，2换位，然后3，4换位 start.next = end.next,，end.next = start
    cur 作用：cur 指向待处理的end，end，start处理完成后（换位），temp再指向start
     */
    public ListNode swapPairs(ListNode head) {
        ListNode dummy = new ListNode(-1);
        dummy.next = head;
        ListNode cur = dummy;
        while(cur.next != null && cur.next.next != null) {
            ListNode start = cur.next;
            ListNode end = cur.next.next;
            // temp 指向在上一轮处理过后的的链表尾，这一步操作把处理好的链表尾指向待处理的链表头
            // temp 指向的是地址，后面 end 处理好了，temp指的就对了
            cur.next = end;
            // start,end 交换位置
            start.next = end.next;
            end.next = start;
            // temp 指向处理过后的的链表尾
            cur = start;
```

```
        }
        return dummy.next;
    }

    public ListNode swapPairs1(ListNode head) {
        //递归的终止条件
        if(head==null || head.next==null) {
            return head;
        }
        //假设链表是 1->2->3->4
        //这句就先保存节点2
        ListNode temp = head.next;
        //继续递归，处理节点3->4
        //当递归结束返回后，就变成了4->3
        //于是head节点就指向了4，变成1->4->3
        head.next = swapPairs1(temp.next);
        //将2节点指向1
        temp.next = head;
        return temp;
    }
}
```

160. 相交链表

给你两个单链表的头节点 `headA` 和 `headB` ，请你找出并返回两个单链表相交的起始节点。如果两个链表不存在相交节点，返回 `null` 。
图示两个链表在节点 `c1` 开始相交：




```
public class Solution {
    // 走到尽头见不到你，于是走过你来时的路，等到相遇时才发现，你也走过我来时的路。
    public ListNode getIntersectionNode(ListNode headA, ListNode headB) {
        if (headA == null || headB == null) {
            return null;
        }
        ListNode pA = headA, pB = headB;
        while (pA != pB) {
            if (pA != null) {
                pA = pA.next;
            } else {
                pA = headB;
            }
            if (pB != null) {
                pB = pB.next;
            } else {
                pB = headA;
```

```
        }
      }
      return pA;
    }
  }
```

143. 重排链表

给定一个单链表 `L` 的头节点 `head` ，单链表 `L` 表示为：

```
L0 → L1 → … → Ln - 1 → Ln
```

请将其重新排列后变为：

```
L0 → Ln → L1 → Ln - 1 → L2 → Ln - 2 → …
```

不能只是单纯的改变节点内部的值，而是需要实际的进行节点交换。

```
class Solution {
    /*
    双向队列解法
    除头节点外所有节点全部入队列
    节点出队列（先后再前）重建链表
     */
    public void reorderList(ListNode head) {
        if (head == null || head.next == null || head.next.next == null) {
            return;
        }
        Deque<ListNode> deque = new LinkedList<>();
        // 入队列
        ListNode next= head.next;
        while (next != null) {
            deque.add(next);
            next = next.next;
        }
        // 出队列
        while (!deque.isEmpty()) {
            // 后出
            head.next = deque.removeLast();
            // 节点指针往后移位
            head = head.next;
            // 前出
            if (!deque.isEmpty()) {
                head.next = deque.removeFirst();
                // 节点指针往后移位
                head = head.next;
            }
        }
        // 断开尾结点的next，防止环形链表
        head.next = null;
    }
}
```

21. 合并两个有序链表

将两个升序链表合并为一个新的 **升序** 链表并返回。新链表是通过拼接给定的两个链表的所有节点组成的。

```
class Solution {
    /*
    递归实现
     */
    public ListNode mergeTwoLists(ListNode l1, ListNode l2) {
        if (l1 == null) {
            return l2;
        }
        if (l2 == null) {
            return l1;
        }
        if (l1.val < l2.val) {
            l1.next = mergeTwoLists(l1.next, l2);
            return l1;
        } else {
            l2.next = mergeTwoLists(l1, l2.next);
            return l2;
        }
    }
    /*
    迭代解法
     */
    public ListNode _mergeTwoLists(ListNode l1, ListNode l2) {
        ListNode preHead = new ListNode(-1);
        ListNode prev = preHead;
        while (l1 != null && l2 != null) {
            if (l1.val <= l2.val) {
                prev.next = l1;
                l1 = l1.next;
            } else {
                prev.next = l2;
                l2 = l2.next;
            }
            prev = prev.next;
        }
        // 合并后 l1 和 l2 最多只有一个还未被合并完，我们直接将链表末尾指向未合并完的链表即可
        prev.next = l1 == null ? l2 : l1;
        return preHead.next;
    }
}
```

23. 合并K个升序链表

给你一个链表数组，每个链表都已经按升序排列。
请你将所有链表合并到一个升序链表中，返回合并后的链表。

输入：lists = [[1,4,5],[1,3,4],[2,6]]
输出：[1,1,2,3,4,4,5,6]
解释：链表数组如下：
[
 1->4->5,
 1->3->4,
 2->6
]
将它们合并到一个有序链表中得到。
1->1->2->3->4->4->5->6

```
class Solution {
    /*
    优先队列，小顶堆

    全部链表入队
    取出头节点最小的那个链表
    建立新链表
    取出得链表还有next节点，那就把next节点再入队

    最终效果就是pre节点依次连接从优先队列里面从小到大取出的节点
     */
    public ListNode mergeKLists(ListNode[] lists) {
        PriorityQueue<ListNode> pq = new PriorityQueue<>((v1,v2)->v1.val-v2.val);
        for (ListNode node : lists) {
            if (node != null){
                pq.add(node);
            }
        }
        ListNode dummyHead = new ListNode(0);
        ListNode pre = dummyHead;
        while (!pq.isEmpty()) {
            ListNode minNode = pq.poll();
            pre.next = minNode;
            pre = pre.next;
            if (minNode.next != null) {
                pq.add(minNode.next);
            }
        }
        return dummyHead.next;
    }

    // 归并解法
    public ListNode _mergeKLists(ListNode[] lists) {
        if (lists == null || lists.length == 0) return null;
        return merge(lists, 0, lists.length - 1);
    }
    private ListNode merge(ListNode[] lists, int left, int right) {
        if (left == right) return lists[left];
        int mid = left + (right - left) / 2;
        ListNode l1 = merge(lists, left, mid);
        ListNode l2 = merge(lists, mid + 1, right);
        return mergeTwoLists(l1, l2);
    }
    private ListNode mergeTwoLists(ListNode l1, ListNode l2) {
        if (l1 == null) return l2;
```

```
        if (l2 == null) return l1;
        if (l1.val < l2.val) {
            l1.next = mergeTwoLists(l1.next, l2);
            return l1;
        } else {
            l2.next = mergeTwoLists(l1,l2.next);
            return l2;
        }
    }

}
```

328. 奇偶链表

给定一个单链表，把所有的奇数节点和偶数节点分别排在一起。
请注意，这里的奇数节点和偶数节点指的是节点编号的奇偶性，而不是节点的值的奇偶性。

```
输入: 2->1->3->5->6->4->7->NULL
输出: 2->3->6->7->1->5->4->NULL
```

```
class Solution {
    public ListNode oddEvenList(ListNode head) {
        // 分别定义奇偶链表的 虚拟头结点 和 尾结点
        ListNode oddHead = new ListNode();
        ListNode oddTail = oddHead;
        ListNode evenHead = new ListNode();
        ListNode evenTail = evenHead;
        // 遍历原链表，根据 isOdd 标识位决定将当前结点插入到奇链表还是偶链表（尾插法）
        boolean isOdd = true;
        while (head != null) {
            if (isOdd) {
                oddTail.next = head;
                oddTail = oddTail.next;
            } else {
                evenTail.next = head;
                evenTail = evenTail.next;
            }
            head = head.next;
            isOdd = !isOdd;
        }
        // 将奇链表后面拼接上偶链表，并将偶链表的next设置为null
        oddTail.next = evenHead.next;
        evenTail.next = null;
        return oddHead.next;
    }
}
```

补充题. 排序奇升偶降链表

奇数位升序偶数位降序链表排序
题目描述：一个链表，奇数位升序偶数位降序，让链表变成升序的。

```
输入：1 8 3 6 5 4 7 2 9
输出：1 2 3 4 5 6 7 8 9
```

```
public class OddIncreaseEvenDecrease {
  /*
  1.拆分为两个链表
  2.降序链表反转
  3.合并两个升序链表
   */
  public ListNode sort(ListNode head){
    if(head==null || head.next==null) {
      return head;
    }
    // 先把奇数位链表和偶数位链表拆开
    ListNode oddCur = head;
    ListNode evenCur = oddCur.next;
    ListNode oddHead = oddCur;
    ListNode evenHead = evenCur;
    while(evenCur != null){
      oddCur.next = evenCur.next;
      if(oddCur.next != null)
        evenCur.next = oddCur.next.next;
      oddCur = oddCur.next;
      evenCur = evenCur.next;
    }
    evenHead = reverseList(evenHead);
    return mergeTwoLists(oddHead,evenHead);
  }
  // 反转链表
  public ListNode reverseList(ListNode head) {
    ListNode pre = null;
    ListNode cur = head;
    //用tmp记录cur的右边节点，防止反转cur之后找不到右边节点
    ListNode tmp;
    while (cur!=null) {
      tmp = cur.next;
      cur.next = pre;
      pre = cur;
      cur = tmp;
    }
    return pre;
  }
  // 合并两个升序链表
  public ListNode mergeTwoLists(ListNode l1, ListNode l2) {
    if (l1 == null) {
      return l2;
    }
    if (l2 == null) {
      return l1;
    }
    if (l1.val < l2.val) {
```

```
            l1.next = mergeTwoLists(l1.next, l2);
            return l1;
        } else {
            l2.next = mergeTwoLists(l1, l2.next);
            return l2;
        }
    }
    public static void main(String[] args) {
        ListNode ListNode1 = new ListNode(1);
        ListNode ListNode2 = new ListNode(8);
        ListNode ListNode3 = new ListNode(3);
        ListNode ListNode4 = new ListNode(6);
        ListNode ListNode5 = new ListNode(5);
        ListNode ListNode6 = new ListNode(4);
        ListNode ListNode7 = new ListNode(7);
        ListNode ListNode8 = new ListNode(2);
        ListNode ListNode9 = new ListNode(9);
        ListNode1.next = ListNode2;
        ListNode2.next = ListNode3;
        ListNode3.next = ListNode4;
        ListNode4.next = ListNode5;
        ListNode5.next = ListNode6;
        ListNode6.next = ListNode7;
        ListNode7.next = ListNode8;
        ListNode8.next = ListNode9;
        ListNode sort = new OddIncreaseEvenDecrease().sort(ListNode1);
        while (sort != null) {
            System.out.println(sort.val);
            sort = sort.next;
        }
    }
}
```

148. 排序链表

给你链表的头结点 `head` ，请将其按 **升序** 排列并返回 **排序后的链表** 。

```
class Solution {
    /*
     归并（递归）
     */
    public ListNode _sortList(ListNode head) {
        // 1、递归结束条件
        if (head == null || head.next == null) {
            return head;
        }
        // 2、找到链表中间节点并断开链表 & 递归下探
        ListNode midNode = middleNode(head);
        ListNode rightHead = midNode.next;
        midNode.next = null;

        ListNode left = _sortList(head);
        ListNode right = _sortList(rightHead);

        // 3、当前层业务操作（合并有序链表）
```

```
    return mergeTwoLists(left, right);
}
// 找到链表中间节点（876. 链表的中间结点）
private ListNode middleNode(ListNode head) {
    if (head == null || head.next == null) {
        return head;
    }
    ListNode slow = head;
    ListNode fast = head.next.next;

    while (fast != null && fast.next != null) {
        slow = slow.next;
        fast = fast.next.next;
    }
    return slow;
}
// 合并两个有序链表（21. 合并两个有序链表）
public ListNode mergeTwoLists(ListNode l1, ListNode l2) {
    if (l1 == null) {
        return l2;
    }
    if (l2 == null) {
        return l1;
    }
    if (l1.val < l2.val) {
        l1.next = mergeTwoLists(l1.next, l2);
        return l1;
    } else {
        l2.next = mergeTwoLists(l1, l2.next);
        return l2;
    }
}
/*
快排（递归）
 */
public ListNode __sortList(ListNode head) {
    //边界
    if(head==null || head.next==null)  {
        return head;
    }
    //伪头结点
    ListNode pre=new ListNode(0,head);
    //快排
    quickSort(pre,null);
    //返回头结点
    return pre.next;
}
//输入时伪头结点和尾节点null
void quickSort(ListNode pre,ListNode end){
    //如果节点数小于1就返回
    if(pre==end||pre.next==end||pre.next.next==end) {
        return;
    }
    //选第一个节点为基准
    ListNode b=pre.next;
    //建立临时链表
    ListNode cur=new ListNode(0);
    //临时左右两指针
```

```
        ListNode r=b;
        ListNode l=cur;
        //遍历，右指针下一节点为end，说明当前是最后一个元素，结束
        while(r.next!=end){
            //如果当前元素小于基准，就加入临时链表，并在原链表中删除
            if(r.next.val<b.val){
                l.next=r.next;
                l=l.next;
                r.next=r.next.next;
            } else{
                //不小于基准，右指针后移
                r=r.next;
            }
        }
        //临时链表接在原链表前面，并把伪头结点指向临时节点头结点
        l.next=pre.next;
        pre.next=cur.next;
        //对基准的左右两边递归，注意输入都是伪头结点和两链表的尾节点的下一节点
        quickSort(pre,b);
        quickSort(b,end);
    }
    /*
    迭代法
     */
    public ListNode sortList(ListNode head) {
        int length = getLength(head);
        ListNode dummy = new ListNode(0);
        dummy.next = head;

        for(int step = 1; step < length; step*=2){ //依次将链表分成1块，2块，4块...
            //每次变换步长，pre指针和cur指针都初始化在链表头
            ListNode pre = dummy;
            ListNode cur = dummy.next;
            while(cur!=null){
                ListNode h1 = cur; //第一部分头 （第二次循环之后，cur为剩余部分头，不断往后把链表按照步长step
分成一块一块...）
                ListNode h2 = split(h1,step);  //第二部分头
                cur = split(h2,step); //剩余部分的头
                ListNode temp = merge(h1,h2); //将一二部分排序合并
                pre.next = temp; //将前面的部分与排序好的部分连接
                while(pre.next!=null){
                    pre = pre.next; //把pre指针移动到排序好的部分的末尾
                }
            }
        }
        return dummy.next;
    }
    public int getLength(ListNode head){
        //获取链表长度
        int count = 0;
        while(head!=null){
            count++;
            head=head.next;
        }
        return count;
    }
    public ListNode split(ListNode head,int step){
        //断链操作 返回第二部分链表头
```

```
    if(head==null)  return null;
    ListNode cur = head;
    for(int i=1; i<step && cur.next!=null; i++){
      cur = cur.next;
    }
    ListNode right = cur.next;
    cur.next = null; //切断连接
    return right;
  }
  public ListNode merge(ListNode h1, ListNode h2){
    //合并两个有序链表
    ListNode head = new ListNode(-1);
    ListNode p = head;
    while(h1!=null && h2!=null){
      if(h1.val < h2.val){
        p.next = h1;
        h1 = h1.next;
      }
      else{
        p.next = h2;
        h2 = h2.next;
      }
      p = p.next;
    }
    if(h1!=null)   p.next = h1;
    if(h2!=null)   p.next = h2;

    return head.next;
  }
}
```

83. 删除排序链表中的重复元素

存在一个按升序排列的链表，给你这个链表的头节点 `head` ，请你删除所有重复的元素，使每个元素 **只出现一次** 。
返回同样按升序排列的结果链表。

```
输入：head = [1,1,2]
输出：[1,2]
```

```
class Solution {
  // 1 2 2 2 3 3 4
  public ListNode deleteDuplicates(ListNode head) {
    ListNode cur = head;
    while(cur != null && cur.next != null) {
      // 当cur 和 cur.next 值一样，直接把cur.next卡掉
      if(cur.val == cur.next.val) {
        cur.next = cur.next.next;
      } else {
        cur = cur.next;
      }
    }
    return head;
  }
```

```
}
```

82. 删除排序链表中的重复元素II

存在一个按升序排列的链表，给你这个链表的头节点 `head` ，请你删除链表中所有存在数字重复情况的节点，只保留原始链表中 **没有重复出现** 的数字。
返回同样按升序排列的结果链表。

```
输入：head = [1,2,3,3,4,4,5]
输出：[1,2,5]
```

```
class Solution {
  /*
  双指针 pre,cur
  if(pre.next.val!=cur.next.val)
    pre和cur都后移
  else
    //当cur、pre指向的节点值相等，就不断后移cur，直到cur、pre指向的值不相等
    while(cur.next!=null && pre.next.val==cur.next.val)
      cur后移
    pre.next = cur.next，这一步直接把所有重复的节点卡掉了，1222334->14
    cur = cur.next
    注：pre不能后移，因为pre下一个节点可能也要去掉
   */
  public ListNode deleteDuplicates(ListNode head) {
    if(head==null || head.next==null) {
      return head;
    }
    ListNode dummy = new ListNode(-1);
    dummy.next = head;
    ListNode pre = dummy;
    ListNode cur = head;
    while(cur!=null && cur.next!=null) {
      //初始化的时cur指向的是哑结点，所以比较逻辑应该是cur的下一个节点和pre的下一个节点
      if(pre.next.val!=cur.next.val) {
        pre = pre.next;
        cur = cur.next;
      }
      else {
        //当cur、pre指向的节点值相等，就不断后移cur，直到cur、pre指向的值不相等
        while(cur.next!=null && pre.next.val==cur.next.val) {
          cur = cur.next;
        }
        pre.next = cur.next;
        cur = cur.next;
      }
    }
    return dummy.next;
  }
}
```

19. 删除链表的倒数第N个节点

给你一个链表，删除链表的倒数第 `n` 个结点，并且返回链表的头结点。

```
输入：head = [1,2,3,4,5], n = 2
输出：[1,2,3,5]
```

```
class Solution {
  /*
  快慢指针
  fast 比 slow 先走 n 步，fast到尾了，slow到倒数第n个节点了
  */
  public ListNode removeNthFromEnd(ListNode head, int n) {
    ListNode dummy = new ListNode(0);
    dummy.next = head;
    ListNode slow = dummy;
    ListNode fast = dummy;
    while (n > 0) {
      fast = fast.next;
      n--;
    }
    while (fast.next != null) {
      fast = fast.next;
      slow = slow.next;
    }
    slow.next = slow.next.next;
    return dummy.next;
  }
}
```

141. 环形链表

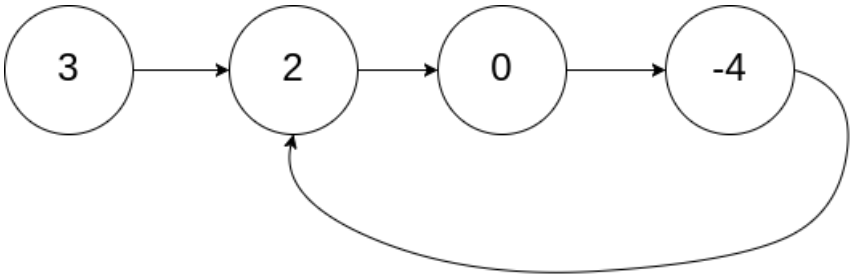
给你一个链表的头节点 `head` ，判断链表中是否有环。
如果链表中存在环，则返回 `true` 。 否则，返回 `false` 。

```
public class Solution {
  /*
  快慢指针
  slow = head，fast = head.next
  当不超过边界，slow = slow.next，fast = fast.next.next
  如果环形链表，两个节点肯定会相遇
  */
  public boolean hasCycle(ListNode head) {
    if (head == null) {
      return false;
    }
    ListNode slow = head;
    ListNode fast = head.next;
    while (slow.next != null && fast.next != null && fast.next.next != null) {
      slow = slow.next;
      fast = fast.next.next;
      if (slow == fast) {
        return true;
      }
```

```
        }
        return false;
    }
}
```

142. 环形链表 II

给定一个链表，返回链表开始入环的第一个节点。 如果链表无环，则返回 `null`。
不允许修改 链表。




```
public class Solution {
    /*
    设链表共 a+b 个节点，链表头部到链表入口有 a 个节点（不包含链表入口），链表环有 b 个节点

    fast 追上 slow时：
    设fast走f步，slow走s步
    fast 走的步数是slow步数的 2 倍，即 f = 2s
    fast 追上 slow，f=s+nb
    （f = 2s，f=s+nb）得 s=nb，f=2nb
    从head走到链表入口节点时的步数 是：a+nb
    slow已经走了nb，那么slow再走a步就是入环点了

    重新构建一个从头开始的指针temp，往前走a步到入口，slow也往前走a步，最终两节点在入口相遇
    */
    public ListNode detectCycle(ListNode head) {
        if (head == null) {
            return null;
        }
        ListNode slow = head;
        ListNode fast = head;
        while (slow.next != null && fast.next!=null && fast.next.next!=null) {
            slow = slow.next;
            fast = fast.next.next;
            if (slow == fast) {
                ListNode temp = head;
                while (temp != slow) {
                    temp = temp.next;
                    slow = slow.next;
                }
                return temp;
            }
        }
        return null;
    }
}
```

234. 回文链表

```
class Solution {
    public boolean isPalindrome(ListNode head) {
        ListNode dummy = new ListNode(-1);
        ListNode slow = dummy;
        ListNode fast = dummy;
        dummy.next = head;

        //找到链表中间节点
        while(fast!=null && fast.next!=null) {
            slow = slow.next;
            fast = fast.next.next;
        }

        // 断开链表
        ListNode tmp = slow.next;
        slow.next = null;

        // 反转后半部分链表
        ListNode lastListNode = reverseList(tmp);

        //将链表前半部分 preListNode 和 反转的后半部分 lastListNode 对比
        ListNode preListNode = dummy.next;
        while(lastListNode!=null) {
            if(preListNode.val!=lastListNode.val) {
                return false;
            }
            preListNode = preListNode.next;
            lastListNode = lastListNode.next;
        }
        return true;
    }

    public ListNode reverseList(ListNode head) {
        ListNode pre = null;
        ListNode cur = head;
        //用tmp记录cur的右边节点，防止反转cur之后找不到右边节点
        ListNode tmp;
        while (cur!=null) {
            tmp = cur.next;
            cur.next = pre;
            pre = cur;
            cur = tmp;
        }
        return pre;
    }
}
```

2. 两数相加

给你两个 **非空** 的链表，表示两个非负的整数。它们每位数字都是按照 **逆序** 的方式存储的，并且每个节点只能存储 **一位** 数字。
请你将两个数相加，并以相同形式返回一个表示和的链表。
你可以假设除了数字 0 之外，这两个数都不会以 0 开头。

```
输入：l1 = [2,4,3], l2 = [5,6,4]
输出：[7,0,8]
解释：342 + 465 = 807
```

```java
class Solution {
    /*
    迭代两个链表
    维护一个进位 carry
    两个节点和进位相加 得到节点值和新进位
    迭代下去
     */
    public ListNode addTwoNumbers(ListNode l1, ListNode l2) {
        ListNode dummyHead = new ListNode(0);
        ListNode p = l1;
        ListNode q = l2;
        ListNode cur = dummyHead;
        int carry = 0;
        while (p != null || q != null) {
            int x = 0;
            if (p != null) {
                x = p.val;
            }
            int y = 0;
            if (q != null) {
                y = q.val;
            }

            int sum = carry + x + y;
            carry = sum / 10;
            sum = sum % 10;
            cur.next = new ListNode(sum);

            if (p != null) {
                p = p.next;
            }
            if (q != null) {
                q = q.next;
            }
            cur = cur.next;
        }
        if (carry > 0) {
            cur.next = new ListNode(carry);
        }
        return dummyHead.next;
    }

}
```

树

二叉树的前中后序遍历（递归+迭代）

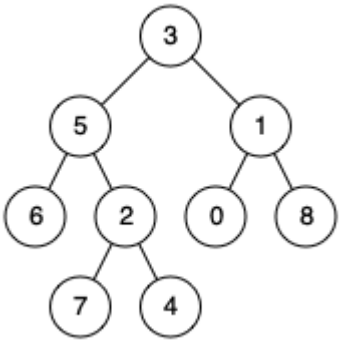
```
class Solution {
  //前序遍历
  public List<Integer> preorder(TreeNode root,List list) {
    if (root!=null){
      //先根再左再右
      System.out.println(root.val);
      list.add(root.val);
      preorder(root.left,list);
      preorder(root.right,list);
    }
    return list;
  }
  //中序遍历
  public List<Integer> inorder(TreeNode root,List list) {
    if (root!=null){
      //先左再根再右
      inorder(root.left,list);
      System.out.println(root.val);
      list.add(root.val);
      inorder(root.right,list);
    }
    return list;
  }
  //后序遍历
  public List<Integer> afterorder(TreeNode root,List list) {
    if (root!=null){
      //先左再右再根
      afterorder(root.left,list);
      afterorder(root.right,list);
      System.out.println(root.val);
      list.add(root.val);
    }
    return list;
  }
  /*
  前序遍历
  本质上是在模拟递归，因为在递归的过程中使用了系统栈，所以在迭代的解法中常用Stack来模拟系统栈。
   */
  public List<Integer> preorderTraversal(TreeNode root) {
    List<Integer> list = new ArrayList<>();
    if (root==null){
      return list;
    }
    Stack<TreeNode> stack = new Stack<>();
    stack.push(root);
    while (!stack.isEmpty()){
      TreeNode node = stack.pop();
      //先根再左再右
      //因为是栈，所以右子树先入栈，所以左子树会先出栈先遍历
      System.out.println(node.val);
      list.add(node.val);
      if (node.right!=null){
        stack.add(node.right);
```

```
            }
            if (node.left!=null){
                stack.add(node.left);
            }
        }
        return list;
    }
    /*
    中序遍历
    定义一个栈，一个cur=root（TreeNode）
    从cur=root开始，不断将左子树入栈（stack.add(cur),cur=cur.left）    先左
    然后sout，list.add（node）                          再根
    然后if:node.right!=null,cur=node.right                  再右
    */
    public List<Integer> inorderTraversal(TreeNode root) {
        List<Integer> list = new ArrayList<>();
        if (root==null){
            return list;
        }
        Stack<TreeNode> stack = new Stack<>();
        TreeNode cur = root;
        while (!stack.isEmpty()||cur!=null){
            //先左
            while (cur!=null){
                stack.push(cur);
                cur=cur.left;
            }
            TreeNode node = stack.pop();
            //再根
            System.out.println(node.val);
            list.add(node.val);
            //再右
            if (node.right!=null){
                cur=node.right;
            }
        }
        return list;
    }
    /*
    后序遍历
    用两个栈，一个队列来实现
    前序遍历是：根左右
    修改前序遍历代码，左子树先入栈：根右左
    依次出栈，然后入队，返回队列：左右根
    */
    public List<Integer> postorderTraversal(TreeNode root) {
        List<Integer> list = new ArrayList<>();
        if (root==null){
            return list;
        }
        Stack<TreeNode> stack = new Stack<>();
        Stack<Integer> stack1 = new Stack<>();
        stack.push(root);
        while (!stack.isEmpty()){
            TreeNode node = stack.pop();
            //先根
            stack1.push(node.val);
            //再右
```

```
            if (node.left!=null){
                stack.push(node.left);
            }
            //再左
            if (node.right!=null){
                stack.push(node.right);
            }
        }
        //在这里不能对栈使用foreach，这样的话遍历顺序是从栈底到栈顶
        while (!stack1.isEmpty()) {
            System.out.println(stack1.peek());
            list.add(stack1.pop());
        }
        return list;
    }
}
```

236. 二叉树的最近公共祖先

给定一个二叉树, 找到该树中两个指定节点的最近公共祖先。
最近公共祖先的定义为：“对于有根树 T 的两个节点 p、q，最近公共祖先表示为一个节点 x，满足 x 是 p、q 的祖先且 x 的深度尽可能大（**一个节点也可以是它自己的祖先**）。”




```
输入：root = [3,5,1,6,2,0,8,null,null,7,4], p = 5, q = 1
输出：3
```

```
class Solution {
    /*
    后序遍历
    lowestCommonAncestor(root, p, q) 抽象理解为在root中找p或q的祖先
    如果 left 为空不是 p或q的祖先，那就返回 right
    如果 right 为空不是 p或q的祖先，那就返回 left
    如果 left 不为空且 right 不为空，那就说明 root 肯定是 p q 的公共祖先
     */
    public TreeNode lowestCommonAncestor(TreeNode root, TreeNode p, TreeNode q) {
        if (root == null) {
            return null;
        }
        // p或q是根节点，那根节点就肯定是 p q 的公共祖先
        if (root == p || root == q) {
            return root;
        }
        // 在root.left中找p或q的祖先
        TreeNode left = lowestCommonAncestor(root.left, p, q);
```

```
        // 在root.right中找p或q的祖先
        TreeNode right = lowestCommonAncestor(root.right, p, q);
        // 如果 left 为空不是 p或q的祖先，那 right 肯定是 p q 的祖先
        if (left == null) {
            return right;
        }
        // 如果 right 为空不是 p或q的祖先，那 left 肯定是 p q 的祖先
        if (right == null) {
            return left;
        }
        // left 不为空且 right 不为空，那就说明 root 肯定是 p q 的公共祖先
        return root;
    }
}
```

103. 二叉树的锯齿形层序遍历

给定一个二叉树，返回其节点值的锯齿形层序遍历。（即先从左往右，再从右往左进行下一层遍历，以此类推，层与层之间交替进行）。例如：
给定二叉树 `[3,9,20,null,null,15,7]`

```
  3
 / \
9  20
  / \
 15  7
```

返回锯齿形层序遍历如下：

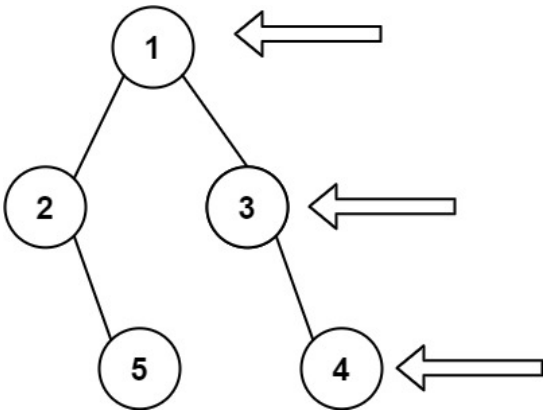
```
[
  [3],
  [20,9],
  [15,7]
]
```

```
class Solution {
    /*
    广度优先搜索，通过flag控制在每层遍历时的方向
    queue.add(root)
    while(!queue.isEmpyt){
        int size = queue.size();
        for循环size次，每个size次为一层，根据flag确定插入方向
        for (int i=0; i<size; i++) {}
        res.add(linkedList),flag=!flag
    }
     */
    public List<List<Integer>> zigzagLevelOrder(TreeNode root) {
        List<List<Integer>> res = new ArrayList<>();
        if (root == null) {
            return res;
        }
        Queue<TreeNode> queue = new LinkedList<>();
        boolean flag = true;
        queue.add(root);
```

```
        while (!queue.isEmpty()){
            // 通过size来一层一层的加入linkedList
            int size = queue.size();
            LinkedList<Integer> linkedList = new LinkedList<>();
            for (int i=0; i<size; i++) {
                TreeNode node = queue.remove();
                if (flag) {
                    linkedList.addLast(node.val);
                } else {
                    linkedList.addFirst(node.val);
                }

                if (node.left != null ) {
                    queue.add(node.left);
                }
                if (node.right != null ) {
                    queue.add(node.right);
                }
            }
            res.add(linkedList);
            flag = !flag;
        }
        return res;
    }
}
```

199. 二叉树的右视图

给定一个二叉树的 **根节点** `root`，想象自己站在它的右侧，按照从顶部到底部的顺序，返回从右侧所能看到的节点值。




```
输入: [1,2,3,null,5,null,4]
输出: [1,3,4]
```

```
class Solution {
    /*
     bfs 层次遍历
     每次进入while(!queue.isEmpty()),用一个size维护层次遍历
     每次层次遍历到(size-1)，这个就是要的右视图
     */
    public List<Integer> rightSideView(TreeNode root) {
        List<Integer> res = new ArrayList<>();
        if (root == null) {
```

```
        return res;
      }
      Queue<TreeNode> queue = new LinkedList<>();
      queue.add(root);
      while (!queue.isEmpty()) {
        int size = queue.size();
        for (int i=0; i<size; i++) {
          TreeNode node = queue.poll();
          if (i == size-1) {
            res.add(node.val);
          }
          if (node.left != null) {
            queue.add(node.left);
          }
          if (node.right != null) {
            queue.add(node.right);
          }
        }
      }
      return res;
    }
}
```

662. 二叉树最大宽度

给定一个二叉树，编写一个函数来获取这个树的最大宽度。树的宽度是所有层中的最大宽度。这个二叉树与**满二叉树（full binary tree）**结构相同，但一些节点为空。
每一层的宽度被定义为两个端点（该层最左和最右的非空节点，两端点间的`null`节点也计入长度）之间的长度。

```
输入:

     1
   /  \
  3    2
 / \    \
5   3    9

输出: 4
解释: 最大值出现在树的第 3 层，宽度为 4 (5,3,null,9)。
```

```
class Solution {
  /*
  层次遍历
  两个queue，一个存储节点，一个存储节点顺序值
  最右边顺序值 - 最左边 + 1 = 该层宽带
  */
  public int widthOfBinaryTree(TreeNode root) {
    if (root == null) {
      return 0;
    }
    LinkedList<TreeNode> queue = new LinkedList<>();
    LinkedList<Integer> levelQueue = new LinkedList<>();
    int res = 1;
```

```
        queue.add(root);
        levelQueue.add(1);
        while (!queue.isEmpty()) {
            int size = queue.size();
            for (int i=0; i<size; i++) {
                TreeNode node = queue.remove();
                int level = levelQueue.remove();
                if (node.left != null) {
                    queue.add(node.left);
                    levelQueue.add(2*level);
                }
                if (node.right != null) {
                    queue.add(node.right);
                    levelQueue.add(2*level +1);
                }
            }
            // 确保第二层有节点，计算才有意义
            if (levelQueue.size() > 0) {
                res = Math.max(res, levelQueue.getLast() - levelQueue.getFirst() + 1);
            }
        }
        return res;
    }
}
```

543. 二叉树的直径

给定一棵二叉树，你需要计算它的直径长度。一棵二叉树的直径长度是任意两个结点路径长度中的最大值。这条路径可能穿过也可能不穿过根结点。

```
给定二叉树
      1
     / \
    2  3
   / \
  4  5
返回 3, 它的长度是路径 [4,2,1,3] 或者 [5,2,1,3]。
```

```
class Solution {
    /*
    直径！ = 左子树深度 + 右子树深度
    直径 = 最大的某个节点的左子树深度 + 右子树深度
    思路：后序遍历树的节点，维护一个全局变量max
        求得每个节点的直径，更新max
     */
    int max;
    public int diameterOfBinaryTree(TreeNode root) {
        traverse(root);
        return max;
    }
    // 返回树的深度
    int traverse(TreeNode root) {
        if (root == null) {
            return 0;
```

```
        }
        int left = traverse(root.left); // 左子树的深度
        int right = traverse(root.right); // 右子树的深度
        // 直接访问全局变量
        max = Math.max(max, left + right);
        return 1 + Math.max(left, right);
    }
}
```

129. 求根到叶子节点数字之和

给你一个二叉树的根节点 `root` ，树中每个节点都存放有一个 `0` 到 `9` 之间的数字。
每条从根节点到叶节点的路径都代表一个数字
计算从根节点到叶节点生成的 **所有数字之和** 。

```
    1
  /   \
 2      3
 输入：root = [1,2,3]
 输出：25
```

```
class Solution {
    /*
    dfs 前序遍历
    维护一个tmp=0
    tmp = tmp*10 + root.val;
    然后往下一层传
    递归结束：
        root == null return 0
        root.left == null && root.right == null return  tmp
     */
    public int sumNumbers(TreeNode root) {
        if (root == null) {
            return 0;
        }
        int tmp = 0;
        return  dfs(root, tmp);
    }
    private int dfs(TreeNode root, int tmp) {
        if (root == null) {
            return 0;
        }
        tmp = tmp*10 + root.val;
        if (root.left == null && root.right == null) {
            return tmp;
        }
        return dfs(root.left, tmp) + dfs(root.right, tmp);
    }
}
```

105. 根据前序和中序遍历构造二叉树

```
class Solution {
  /*
  递归法实现
  前序遍历数组的第一个数就是根节点，可以在中序遍历数组中找到把其分割开（左边是左子树中序遍历数组，右边是右子树中序遍历数组）
  然后前序遍历可以分成两个部分（根据中序遍历分割点），左边是左子树前序遍历数组，右边是右子树前序遍历数组
  然后分治+递归就可以得出答案
   */
  public TreeNode buildTree(int[] preorder, int[] inorder) {
    int preLen = preorder.length;;
    int inLen = inorder.length;
    return build(preorder, 0, preLen-1, inorder, 0, inLen-1);
  }
  TreeNode build(int[] preorder, int preStart, int preEnd, int[] inorder, int inStart, int inEnd) {
    if (preStart > preEnd) {
      return null;
    }
    // root 节点对应的值就是前序遍历数组的第一个元素
    int rootVal = preorder[preStart];
    // rootVal 在中序遍历数组中的索引
    int index = 0;
    for (int i = inStart; i <= inEnd; i++) {
      if (inorder[i] == rootVal) {
        index = i;
        break;
      }
    }
    int leftSize = index - inStart;
    // 先构造出当前根节点
    TreeNode root = new TreeNode(rootVal);
    // 递归构造左右子树
    root.left = build(preorder, preStart + 1, preStart + leftSize, inorder, inStart, index - 1);
    root.right = build(preorder, preStart + leftSize + 1, preEnd, inorder, index + 1, inEnd);
    return root;
  }
  /*
  迭代法
   */
  public TreeNode _buildTree(int[] preorder, int[] inorder) {
    if (preorder.length == 0) {
      return null;
    }
    Stack<TreeNode> roots = new Stack<TreeNode>();
    int pre = 0;
    int in = 0;
    //先序遍历第一个值作为根节点
    TreeNode curRoot = new TreeNode(preorder[pre]);
    TreeNode root = curRoot;
    roots.push(curRoot);
    pre++;
    //遍历前序遍历的数组
    while (pre < preorder.length) {
      //出现了当前节点的值和中序遍历数组的值相等，寻找是谁的右子树
      if (curRoot.val == inorder[in]) {
```

```
            //每次进行出栈，实现倒着遍历
            while (!roots.isEmpty() && roots.peek().val == inorder[in]) {
                curRoot = roots.peek();
                roots.pop();
                in++;
            }
            //设为当前的右孩子
            curRoot.right = new TreeNode(preorder[pre]);
            //更新 curRoot
            curRoot = curRoot.right;
            roots.push(curRoot);
            pre++;
        } else {
            //否则的话就一直作为左子树
            curRoot.left = new TreeNode(preorder[pre]);
            curRoot = curRoot.left;
            roots.push(curRoot);
            pre++;
        }
    }
    return root;
  }
}
```

106. 根据中序和后序遍历构造二叉树

```
class Solution {
  /*
  递归法实现
  与（从前序与中序遍历序列构造二叉树）相比
  后序遍历和前序遍历相反，根节点对应的值为 postorder 的最后一个元素。
   */
  public TreeNode buildTree(int[] inorder, int[] postorder) {
    int inLen = inorder.length;
    int postLen = postorder.length;;
    return build(inorder, 0, inLen-1, postorder, 0, postLen-1);
  }
  TreeNode build(int[] inorder, int inStart, int inEnd, int[] postorder, int postStart, int postEnd) {
    if (inStart > inEnd) {
      return null;
    }
    // root 节点对应的值就是后序遍历数组的最后一个元素
    int rootVal = postorder[postEnd];
    // rootVal 在中序遍历数组中的索引
    int index = 0;
    for (int i = inStart; i <= inEnd; i++) {
      if (inorder[i] == rootVal) {
        index = i;
        break;
      }
    }
    // 左子树的节点个数
    int leftSize = index - inStart;
    TreeNode root = new TreeNode(rootVal);
    // 递归构造左右子树
```

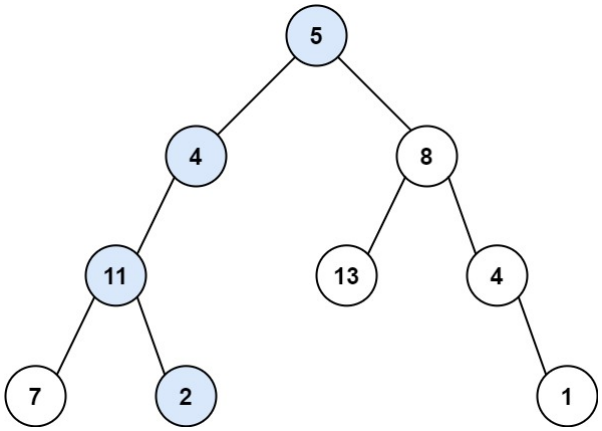
```
        root.left = build(inorder, inStart, index - 1, postorder, postStart, postStart + leftSize - 1);
        root.right = build(inorder, index + 1, inEnd, postorder, postStart + leftSize, postEnd - 1);
        return root;
    }

}
```

889. 根据前序和后序遍历构造二叉树

```
class Solution {
    public TreeNode constructFromPrePost(int[] pre, int[] post) {
        if(pre==null || pre.length==0) {
            return null;
        }
        return dfs(pre,post);
    }
    /*
    用前序遍历的第一个元素创建出根节点
    用前序遍历的第二个元素x，去后序遍历中找对应的下标y，将y+1就能得到左子树的节点个数了
    将前序数组，后序数组拆分左右两部分
    递归的处理前序数组左边、后序数组右边
    递归的处理前序数组右边、后序数组右边
    返回根节点
     */
    private TreeNode dfs(int[] pre,int[] post) {
        if(pre==null || pre.length==0) {
            return null;
        }
        //数组长度为1时，直接返回即可
        if(pre.length==1) {
            return new TreeNode(pre[0]);
        }
        //根据前序数组的第一个元素，创建根节点
        TreeNode root = new TreeNode(pre[0]);
        int n = pre.length;
        for(int i=0;i<post.length;++i) {
            if(pre[1]==post[i]) {
                //根据前序数组第二个元素，确定后序数组左子树范围
                int left_count = i+1;
                //拆分前序和后序数组，分成四份
                int[] pre_left = Arrays.copyOfRange(pre,1,left_count+1);
                int[] pre_right = Arrays.copyOfRange(pre,left_count+1,n);
                int[] post_left = Arrays.copyOfRange(post,0,left_count);
                int[] post_right = Arrays.copyOfRange(post,left_count,n-1);
                //递归执行前序数组左边、后序数组左边
                root.left = dfs(pre_left,post_left);
                //递归执行前序数组右边、后序数组右边
                root.right = dfs(pre_right,post_right);
                break;
            }
        }
        //返回根节点
        return root;
    }
}
```

112. 路径总和

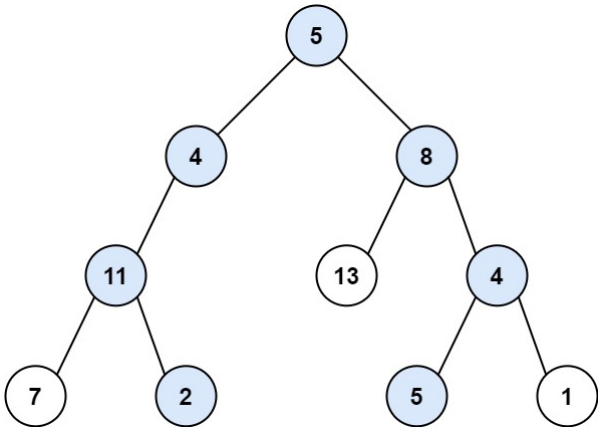
给你二叉树的根节点 `root` 和一个表示目标和的整数 `targetSum` 。判断该树中是否存在 **根节点到叶子节点** 的路径，这条路径上所有节点值相加等于目标和 `targetSum` 。如果存在，返回 `true` ；否则，返回 `false` 。




```
class Solution {
    /*
    路径总和II 简化版，没有回溯过程
    有一个满足结果直接 return true;
     */
    public boolean hasPathSum(TreeNode root, int targetSum) {
        if (root == null) {
            return false;
        }
        return dfs(root, targetSum);
    }
    private boolean dfs(TreeNode node, int sum) {
        if (node == null) {
            return false;
        }
        if (node.left == null && node.right == null && node.val == sum) {
            return true;
        }
        return  dfs(node.left, sum - node.val) || dfs(node.right, sum - node.val);
    }
}
```

113. 路径总和 II

给你二叉树的根节点 `root` 和一个整数目标和 `targetSum` ，找出所有 **从根节点到叶子节点** 路径总和等于给定目标和的路径。

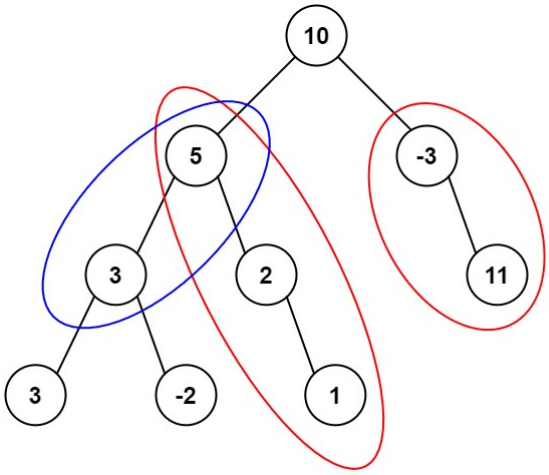



```java
public class Solution {
    /*
    回溯解法，类似于组合求和
    dfs下去，往下层传 sum - node.val
    当到达叶子节点时，node.val == sum，满足条件
    list.add(node.val),res.add(new ArrayList<>(list)),list.removeLast(),return;
    同样套模板
     */
    List<List<Integer>> res = new ArrayList<>();
    LinkedList<Integer> list = new LinkedList<>();
    public List<List<Integer>> pathSum(TreeNode root, int sum) {
        if (root == null) {
            return res;
        }
        dfs(root, sum);
        return res;
    }
    private void dfs(TreeNode node, int sum) {
        if (node == null) {
            return;
        }
        if (node.left == null && node.right == null && node.val == sum) {
            list.add(node.val);
            res.add(new ArrayList<>(list));
            list.removeLast();
            return;
        }
        list.add(node.val);
        dfs(node.left, sum - node.val);
        dfs(node.right, sum - node.val);
        list.removeLast();
    }
}
```

437. 路径总和 III

给定一个二叉树的根节点 `root` ，和一个整数 `targetSum` ，求该二叉树里节点值之和等于 `targetSum` 的 **路径** 的数目。

路径 不需要从根节点开始，也不需要在叶子节点结束，但是路径方向必须是向下的（只能从父节点到子节点）。




```java
class Solution {
    // key是前缀和, value是大小为key的前缀和出现的次数
    Map<Integer, Integer> preSumMap = new HashMap<>();
    int target;
    public int pathSum(TreeNode root, int sum) {
        target = sum;
        // 初始化前缀和为0的一条路径
        preSumMap.put(0, 1);
        // 前缀和的递归回溯思路
        return recursionPathSum(root, 0);
    }
    /*
     前缀和的递归回溯
     当前路径的前缀和 curSum = curSum + node.val
     如果之前路径存在前缀和 curSum - target
     说明存在路径的和为 target
     注：在回溯结束，回到上层时去除当前层，保证其不影响其他分支的结果
     */
    private int recursionPathSum(TreeNode node, int curSum) {
        if (node == null) {
            return 0;
        }

        int res = 0;
        // 当前路径上的前缀和
        curSum += node.val;

        // currSum-target相当于找路径的起点，当前点到起点的距离就是target
        res += preSumMap.getOrDefault(curSum - target, 0);
        // 更新路径上当前节点前缀和的个数
        preSumMap.put(curSum, preSumMap.getOrDefault(curSum, 0) + 1);

        // 进入下一层
        int left = recursionPathSum(node.left, curSum);
        int right = recursionPathSum(node.right, curSum);

        // 当我们把一个节点的前缀和信息更新到map里时，它应当只对其子节点们有效。
        preSumMap.put(curSum, preSumMap.get(curSum) - 1);

        // 结果是当前节点前缀树的个数加上左边满足的个数加右边满足的个数
        return res + left + right;
    }
}
```

101. 对称二叉树

给定一个二叉树，检查它是否是镜像对称的。

例如，二叉树 [1,2,2,3,4,4,3] 是对称的。

```
    1
   / \
  2   2
 / \ / \
3  4 4  3
```

但是下面这个 `[1,2,2,null,3,null,3]` 则不是镜像对称的:

```
    1
   / \
  2   2
   \   \
    3   3
```

```java
class Solution {
    /*
    递归解法
    根节点左子树 ‘相当’ 根节点右子树
        根节点左子树的左子树值 = 根节点右子树的右子树值
        根节点左子树的右子树值 = 根节点右子树的左子树值
    递归出口：
        left == null && right == null true
        left == null || right == null false
        left.val != right.val false
     */
    public boolean _isSymmetric(TreeNode root) {
        if (root == null) {
            return true;
        }
        return dfs(root.left, root.right);
    }
    private boolean dfs(TreeNode left, TreeNode right) {
        if (left == null && right == null) {
            return true;
        }
        if (left == null || right == null) {
            return false;
        }
        if (left.val != right.val) {
            return false;
        }
        return dfs(left.left,right.right) && dfs(left.right, right.left);
    }
    // 迭代解法
    public boolean isSymmetric(TreeNode root) {
        if(root==null) {
            return true;
        }
        //用队列保存节点
        LinkedList<TreeNode> list = new LinkedList<>();
        //将根节点的左右孩子放到队列中
```

```
        list.add(root.left);
        list.add(root.right);
        while(list.size()>0) {
            //从队列中取出两个节点，再比较这两个节点
            TreeNode left = list.removeFirst();
            TreeNode right = list.removeFirst();
            //如果两个节点都为空就继续循环，两者有一个为空就返回false
            if(left==null && right==null) {
                continue;
            }
            if(left==null || right==null) {
                return false;
            }
            if(left.val!=right.val) {
                return false;
            }
            //将左节点的左孩子， 右节点的右孩子放入队列
            list.add(left.left);
            list.add(right.right);
            //将左节点的右孩子，右节点的左孩子放入队列
            .add(left.right);
            list.add(right.left);
        }
        return true;
    }
}
```

958. 二叉树的完全性检验

给定一个二叉树，确定它是否是一个*完全二叉树*。
若设二叉树的深度为 h，除第 h 层外，其它各层 (1～h-1) 的结点数都达到最大个数，第 h 层所有的结点都连续集中在最左边，这就是完全二叉树。（注：第 h 层可能包含 1~ 2h 个节点。）

```
class Solution {
    /*
         1
        / \
       2  3
          / \
         4  5
     BFS 解法，当左边出现null节点时，右边还出现节点那就是false
     */
    public boolean isCompleteTree(TreeNode root) {
        LinkedList<TreeNode> queue = new LinkedList<>();
        boolean reacheNull = false;
        queue.add(root);
        while (!queue.isEmpty()) {
            TreeNode node = queue.remove();
            if (node == null) {
                reacheNull = true;
            } else {
                if (reacheNull) {
                    return false;
                }
                // 入队时没判断是否为空
```

```
            // 所以是有可能从左边开始，把空节点加入队列的
            queue.add(node.left);
            queue.add(node.right);
        }
      }
      return true;
    }
}
```

98. 验证二叉搜索树

给你一个二叉树的根节点 `root` ，判断其是否是一个有效的二叉搜索树。
有效 二叉搜索树定义如下：

- 节点的左子树只包含 **小于** 当前节点的数。
- 节点的右子树只包含 **大于** 当前节点的数。
- 所有左子树和右子树自身必须也是二叉搜索树。

```
class Solution {
    /*
    二叉搜索树中序遍历是递增的
    根据这个特性来判断
    注：long pre = Long.MIN_VALUE;
     */
    long pre = Long.MIN_VALUE;
    public boolean isValidBST(TreeNode root) {
        if (root == null) {
            return true;
        }
        if (!isValidBST(root.left)) {
            return false;
        }
        if (root.val <= pre) {
            return false;
        }
        pre = root.val;

        return isValidBST(root.right);
    }
}
```

572. 另一个树的子树

给你两棵二叉树 `root` 和 `subRoot` 。检验 `root` 中是否包含和 `subRoot` 具有相同结构和节点值的子树。如果存在，返回 `true` ；否则，返回 `false` 。
二叉树 `tree` 的一棵子树包括 `tree` 的某个节点和这个节点的所有后代节点。`tree` 也可以看做它自身的一棵子树。

```
class Solution {
    /*
    递归root每个节点，判断两个树是否相等
     */
```

```
    public boolean isSubtree(TreeNode root, TreeNode subRoot) {
        if (subRoot == null) {
            return true;
        }
        if (root == null) {
            return false;
        }
        return isSamtree(root, subRoot) || isSubtree(root.left, subRoot) || isSubtree(root.right, subRoot);
    }
    public boolean isSamtree(TreeNode root, TreeNode subRoot) {
        if (root == null && subRoot == null) {
            return true;
        }
        if (root == null || subRoot == null) {
            return false;
        }
        if (root.val != subRoot.val) {
            return false;
        }
        return isSamtree(root.left, subRoot.left) && isSamtree(root.right, subRoot.right);
    }
}
```

LRU

146. LRU 缓存机制

运用你所掌握的数据结构，设计和实现一个LRU (最近最少使用) 缓存机制 。

实现 `LRUCache` 类：

- `LRUCache(int capacity)` 以正整数作为容量 `capacity` 初始化 LRU 缓存
- `int get(int key)` 如果关键字 `key` 存在于缓存中，则返回关键字的值，否则返回 `-1` 。
- `void put(int key, int value)` 如果关键字已经存在，则变更其数据值；如果关键字不存在，则插入该组「关键字-值」。当缓存容量达到上限时，它应该在写入新数据之前删除最久未使用的数据值，从而为新的数据值留出空间。

```
/*
通过map来实现get缓存逻辑
通过双向链表来实现“最近最少使用”逻辑
通过变量size来维护双向链表的长度
记录head和tail这两个头尾连接的空节点方便操作
get(key) {
  node = map.get(key)
  node 存在:
    moveToHead(node)
    return node.val
  不存在:
    return -1
}
put(key) {
  key不存在:
    构建node
    addToHead(node)
    size溢出:
```

```
        removeTail()
        从map移除
    存在:
      更新map和DLinkedNode的值
      moveToHead(node)
  }
  实现需要的方法:
    moveToHead(node)
    addToHead(node)
    removeTail()
    removeNode(node)
  */
  class LRUCache {
    // 构造双向链表
    class DLinkedNode {
      int key;
      int val;
      DLinkedNode pre;
      DLinkedNode next;
      public DLinkedNode(){}
      public DLinkedNode(int key, int val) {
        this.key = key;
        this.val = val;
      }
    }
    // 初始化capacity，size
    // 构造cacheMap，还要构造headNode，tailNode这两个头尾连接的空节点方便使用。
    public Map<Integer, DLinkedNode> cacheMap = new HashMap<>();
    public int capacity;
    public int size;
    public DLinkedNode headNode;
    public DLinkedNode tailNode;
    public LRUCache(int capacity) {
      this.size = 0;
      this.capacity = capacity;
      headNode = new DLinkedNode();
      tailNode = new DLinkedNode();
      headNode.next = tailNode;
      tailNode.pre = headNode;
    }
    public int get(int key) {
      DLinkedNode node = cacheMap.get(key);
      if (node != null) {
        moveToHead(node);
        return node.val;
      } else {
        return -1;
      }
    }
    public void put(int key, int value) {
      DLinkedNode node = cacheMap.get(key);
      if (node == null) {
        DLinkedNode linkedNode = new DLinkedNode(key, value);
        cacheMap.put(key, linkedNode);
        addToHead(linkedNode);
        size++;
        if (size > capacity) {
          // 移除非空尾节点，需要把该非空尾节点返回出来，方便map移除
```

```
            DLinkedNode tailPre = removeTail();
            cacheMap.remove(tailPre.key);
            size--;
          }
        } else {
          cacheMap.put(key, node);
          moveToHead(node);
          node.val = value;
        }
    }
    // 重建前后节点的连接，
    public void removeNode(DLinkedNode node) {
        DLinkedNode preNode = node.pre;
        DLinkedNode nextNode = node.next;
        preNode.next = nextNode;
        nextNode.pre = preNode;
    }
    // 移除空的尾节点tail前一个节点就行
    public DLinkedNode removeTail() {
        DLinkedNode tailPre = tailNode.pre;
        removeNode(tailPre);
        return tailPre;
    }
    // 插入到空的头节点 head 和其下一个节点中间即可
    public void addToHead(DLinkedNode node) {
        DLinkedNode headNext = headNode.next;
        headNode.next = node;
        node.pre = headNode;
        node.next = headNext;
        headNext.pre = node;
    }
    // removeNode(node) -> addToHead
    public void moveToHead(DLinkedNode node) {
        removeNode(node);
        addToHead(node);
    }
}
```

栈

42. 接雨水

给定 `n` 个非负整数表示每个宽度为 `1` 的柱子的高度图，计算按此排列的柱子，下雨之后能接多少雨水。

输入：height = [0,1,0,2,1,0,1,3,2,1,2,1]
输出：6
解释：上面是由数组 [0,1,0,2,1,0,1,3,2,1,2,1] 表示的高度图，在这种情况下，可以接 6 个单位的雨水（蓝色部分表示雨水）。

```
class Solution {
  /*
  单调栈解法
  https://leetcode-cn.com/problems/trapping-rain-water/solution/dan-diao-zhan-jie-jue-jie-yu-shui-wen-ti-by-sweeti/
  将数组索引操作进入单调栈
   */
  public int trap(int[] height) {
    int len = height.length;
    if (len == 0) {
      return 0;
    }
    Stack<Integer> stack = new Stack<>();
    int res = 0;
    for (int i=0; i<len; i++) {
      while (!stack.isEmpty() && height[stack.peek()] < height[i]) {
        int curIdx = stack.pop();
        // 如果栈顶元素一直相等，那么全都pop出去，只留前一个（左边界）。
        while (!stack.isEmpty() && height[curIdx] == height[stack.peek()]) {
          stack.pop();
        }
        if (!stack.isEmpty()) {
          int stackTop = stack.peek();
          // stackTop此时指向的是此次接住的雨水的左边界的位置。右边界是当前的柱体，即i。
          // Math.min(height[stackTop], height[i]) 是左右柱子高度的min，减去height[curIdx]就是雨水的高度。
          // i - stackTop - 1 是雨水的宽度。
          res += (Math.min(height[stackTop], height[i]) - height[curIdx]) * (i - stackTop -1);
        }
      }
      stack.add(i);
    }
    return res;
  }
}
```

402. 移掉K位数字

给你一个以字符串表示的非负整数 `num` 和一个整数 `k` ，移除这个数中的 `k` 位数字，使得剩下的数字最小。请你以字符串形式返回这个最小的数字。

输入：num = "1432219", k = 3
输出："1219"
解释：移除掉三个数字 4, 3, 和 2 形成一个新的最小的数字 1219 。

输入：num = "10200", k = 1
输出："200"
解释：移掉首位的 1 剩下的数字为 200. 注意输出不能有任何前导零。

```
class Solution {
    /*
    单调栈解法
    当num[i]>num[i+1]，删掉，总共删除 K 次
     */
    public String removeKdigits(String num, int k) {
        LinkedList<Character> stack = new LinkedList<>();
        // 当num[i]>num[i+1]，删掉，总共删除 K 次
        for(char c : num.toCharArray()){
            while(k > 0 && !stack.isEmpty() && c < stack.peek()){
                stack.pop();
                k--;
            }
            // 避免0入空栈：当前的字符不是"0"，或栈非空才入栈
            if( c != '0' || !stack.isEmpty()){
                stack.push(c);
            }
        }
        // 没删够还要继续删
        while( k > 0 && !stack.isEmpty()){
            stack.pop();
            k--;
        }
        StringBuilder buffer = new StringBuilder();
        while(!stack.isEmpty()){
            buffer.append(stack.pop());
        }
        buffer.reverse();
        return buffer.length() == 0 ? "0" : buffer.toString();
    }
}
```

155. 最小栈

设计一个支持 `push` ， `pop` ， `top` 操作，并能在常数时间内检索到最小元素的栈。

- `push(x)` —— 将元素 x 推入栈中。
- `pop()` —— 删除栈顶的元素。
- `top()` —— 获取栈顶元素。
- `getMin()` —— 检索栈中的最小元素。

```
class _MinStack {
    Stack<Integer> stack = new Stack<>();
    Stack<Integer> minStack = new Stack<>();
    public _MinStack() {
    }
    public void push(int x) {
        stack.push(x);
        if (!minStack.isEmpty()) {
            int top = minStack.peek();
            //小于的时候才入栈
            if (x <= top) {
                minStack.push(x);
            }
        }else{
```

```
            minStack.push(x);
        }
    }
    public void pop() {
        int pop = stack.pop();
        int top = minStack.peek();
        //等于的时候再出栈
        if (pop == top) {
            minStack.pop();
        }

    }
    public int top() {
        return stack.peek();
    }
    public int getMin() {
        return minStack.peek();
    }
}
```

20. 有效的括号

给定一个只包括 `'('`，`')'`，`'{'`，`'}'`，`'['`，`']'` 的字符串 `s` ，判断字符串是否有效。
有效字符串需满足：

1. 左括号必须用相同类型的右括号闭合。
2. 左括号必须以正确的顺序闭合。

```
输入：s = "()"
输出：true

输入：s = "()[]{}"
输出：true

输入：s = "(]"
输出：false

输入：s = "([)]"
输出：false
```

```
class Solution {
    /*
    辅助栈解法
    遍历字符串，遇到左边，入栈右边
    遇到右边，出栈字节，对比右边
    栈为空 或者 栈顶不等右边 就是错
    最后栈为空就真
     */
    public boolean isValid(String s) {
        Stack<Character> stack = new Stack<>();
        char[] chars = s.toCharArray();
        for (char c : chars) {
            if (c == '(') {
                stack.push(')');
            } else if (c == '{') {
```

```
            stack.push('}');
        } else if (c == '[') {
            stack.push(']');
        } else if(stack.isEmpty() || stack.pop()!=c) {
            return false;
        }
    }
    return stack.empty();
  }
}
```

232. 用栈实现队列

请你仅使用两个栈实现先入先出队列。队列应当支持一般队列支持的所有操作（`push`、`pop`、`peek`、`empty`）：
实现 `MyQueue` 类：

- `void push(int x)` 将元素 x 推到队列的末尾
- `int pop()` 从队列的开头移除并返回元素
- `int peek()` 返回队列开头的元素
- `boolean empty()` 如果队列为空，返回 `true` ；否则，返回 `false`

```
class MyQueue {
  /*
  双栈实现队列，一个push栈，一个pop栈
  pop栈不为空就pop或者peek pop栈的
  pop栈为空就把push栈全放入pop栈
   */
  Stack<Integer> stackPush;
  Stack<Integer> stackPop;
  public MyQueue() {
    stackPush = new Stack<>();
    stackPop = new Stack<>();
  }

  public void push(int x) {
    stackPush.push(x);
  }

  public int pop() {
    if (!stackPop.isEmpty()) {
      return stackPop.pop();
    }
    helper();
    return stackPop.pop();
  }

  public int peek() {
    if (!stackPop.isEmpty()) {
      return stackPop.peek();
    }
    helper();
    return stackPop.peek();
  }
```

```
  public boolean empty() {
    return stackPush.isEmpty() && stackPop.isEmpty();
  }

  private void helper() {
    while (!stackPush.isEmpty()) {
      stackPop.push(stackPush.pop());
    }
  }
}
```

394. 字符串解码

给定一个经过编码的字符串，返回它解码后的字符串。
编码规则为: `k[encoded_string]`，表示其中方括号内部的 `encoded_string` 正好重复 `k` 次。注意 `k` 保证为正整数。
你可以认为输入字符串总是有效的；
输入字符串中没有额外的空格，且输入的方括号总是符合格式要求的。
此外，你可以认为原始数据不包含数字，所有的数字只表示重复的次数 `k` ，例如不会出现像 `3a` 或 `2[4]` 的输入。

```
输入：s = "3[a]2[bc]"
输出："aaabcbc"

输入：s = "3[a2[c]]"
输出："accaccacc"
```

```
class Solution {
  /*
  辅助栈解法

  for(char c : s.CharArray())
    碰到左括号:
      kStack.push(k)，resStack.push(res)，k，res归零。
    碰到右括号:
      res = resStack.pop() + res * k(最近的一个左括号入栈的k)
    碰到数字:
      k = c - '0' + k * 10 (连续数字的时候需要处理前面的 * 10)
    碰到字母:
      res = res + c
  */
  public String decodeString(String s) {
    int k = 0;
    StringBuilder res = new StringBuilder();
    Stack<Integer> kStack = new Stack<>();
    Stack<StringBuilder> resStack = new Stack<>();

    for(char c : s.toCharArray()){
      if(c == '['){
        //碰到括号，记录K和当前res，归零。
        kStack.push(k);
        resStack.push(res);
        k = 0;
        res = new StringBuilder();
```

```
        }else if(c ==']'){
          //出最近的一个左括号入的k,当前res进行计算不入栈
          int curk = kStack.pop();
          StringBuilder temp = new StringBuilder();
          for(int i = 0; i < curk; i++){
            temp.append(res);
          }
          //与括号外合并
          res = resStack.pop().append(temp);

        }else if(c >= '0' && c <= '9'){
          k = c - '0' + k * 10;
          //如果k是多位数需要x10
        }else{
          res.append(c);
          //如果是字母则缓慢添加
        }
      }
      return res.toString();
    }
}
```

数组

1. 两数之和

给定一个整数数组 `nums` 和一个整数目标值 `target`，请你在该数组中找出 **和为目标值** *target* 的那 **两个** 整数，并返回它们的数组下标。
你可以假设每种输入只会对应一个答案。但是，数组中同一个元素在答案里不能重复出现。
你可以按任意顺序返回答案。

```
输入：nums = [2,7,11,15], target = 9
输出：[0,1]
解释：因为 nums[0] + nums[1] == 9 ，返回 [0, 1] 。
```

```
class Solution {
    public int[] twoSum(int[] nums, int target) {
        Map<Integer, Integer> map = new HashMap<>();
        for (int i=0; i< nums.length; i++) {
            if (map.containsKey(target-nums[i])) {
                return new int[]{i, map.get(target-nums[i])};
            } else {
                map.put(nums[i], i);
            }
        }
        return null;
    }
}
```

31. 下一个排列

实现获取 **下一个排列** 的函数，算法需要将给定数字序列重新排列成字典序中下一个更大的排列（即，组合出下一个更大的整数）。
如果不存在下一个更大的排列，则将数字重新排列成最小的排列（即升序排列）。
必须 原地 修改，只允许使用额外常数空间。

```
输入：nums = [1,2,3]
输出：[1,3,2]

输入：nums = [3,2,1]
输出：[1,2,3]

输入：nums = [1,1,5]
输出：[1,5,1]
```

```
class Solution {
  /*
  123465
  654321
  */
  public void nextPermutation(int[] nums) {
    int len = nums.length;
    if (len <= 1) {
      return;
    }
    for (int i = len-1; i>0; i--) {
      //从后往前找，找到最右边的升序
      if (nums[i] > nums[i-1]) {
        // 将最右边第一个比nums[i-1]大的数与nums[i-1]交换
        // 这个数肯定是右边最小的数，这个数最大就是nums[i]
        for (int j=len-1; j>=i; j--) {
          if (nums[j] > nums[i-1]) {
            swap(nums, i-1, j);
            // 需要跳出for循环
            break;
          }
        }
        Arrays.sort(nums, i, len);
        return;
      }
    }
    Arrays.sort(nums);
  }
  public void swap(int[] nums, int i, int j) {
    int tmp = nums[i];
    nums[i] = nums[j];
    nums[j] = tmp;
  }
}
```

41. 缺失的第一个正数

给你一个未排序的整数数组 `nums` ，请你找出其中没有出现的最小的正整数。
请你实现时间复杂度为 `O(n)` 并且只使用常数级别额外空间的解决方案。

```
输入：nums = [1,2,0]
输出：3

输入：nums = [3,4,-1,1]
输出：2
```

```
/*
原地哈希
使用座位交换法
    根据思路② 可知，缺失的第一个整数是 [1, len + 1] 之间，
    那么我们可以遍历数组，然后将对应的数据填充到对应的位置上去，比如 1 就填充到 nums[0] 的位置， 2 就填充到 nums[1]
    如果填充过程中， nums[i] < 1 && nums[i] > len，那么直接舍弃
    填充完成，我们再遍历一次数组，如果对应的 nums[i] != i + 1，那么这个 i + 1 就是缺失的第一个正数

    比如 nums = [7, 8, 9, 10, 11], len = 5
    我们发现数组中的元素都无法进行填充，直接舍弃跳过，
    那么最终遍历数组的时候，我们发现 nums[0] != 0 + 1，即第一个缺失的是 1

    比如 nums = [3, 1, 2], len = 3
    填充过后，我们发现最终数组变成了 [1, 2, 3]，每个元素都对应了自己的位置，那么第一个缺失的就是 len + 1 == 4
*/
class Solution {
  public int firstMissingPositive(int[] nums) {

      int len = nums.length;
      for(int i = 0; i < len; i++){
      /*
      只有在 nums[i] 是 [1, len] 之间的数，并且不在自己应该呆的位置， nums[i] != i + 1 ，
      并且 它应该呆的位置没有被同伴占有（即存在重复值占有） nums[nums[i] - 1] != nums[i] 的时候才进行交换

      为什么使用 while？ 因为交换后，原本 i 位置的 nums[i] 已经交换到了别的地方，
      交换后到这里的新值不一定是适合这个位置的，因此需要重新进行判断交换
      如果使用 if，那么进行一次交换后，i 就会 +1 进入下一个循环，那么交换过来的新值就没有去找到它该有的位置
       比如 nums = [3, 4, -1, 1] 当 3 进行交换后， nums 变成 [-1，4，3，1]，
       此时 i == 0，如果使用 if ，那么会进入下一个循环， 这个 -1 就没有进行处理
      */
        while(nums[i] > 0 && nums[i] <= len && nums[i] != i + 1 && nums[nums[i] - 1] != nums[i]){
          swap(nums, nums[i] - 1, i);
        }
      }
      for(int i = 0; i < len; i++){
        if(nums[i] != i + 1){
          return i + 1;
        }
      }
      return len + 1;
  }
```

```
    private void swap(int[] nums, int i, int j){
        int temp = nums[i];
        nums[i] = nums[j];
        nums[j] = temp;
    }
}
```

54. 螺旋矩阵

给你一个 m 行 n 列的矩阵 matrix ，请按照 **顺时针螺旋顺序** ，返回矩阵中的所有元素。

```
输入：matrix = [[1,2,3],
                [4,5,6],
                [7,8,9]]
输出：[1,2,3,6,9,8,7,4,5]
```

```
class Solution {
    /*
    按照右下左上的顺序移动
    每次移动到了边界就重新设定边界
    边界超出就break
     */
    public List<Integer> spiralOrder(int[][] matrix) {
        List<Integer> res = new ArrayList<>();
        // 数组为空直接返回
        if (matrix.length == 0) {
            return res;
        }
        // 设定上下左右四个边界
        int up = 0;
        int down = matrix.length-1;
        int left = 0;
        int right = matrix[0].length-1;
        while (true) {
            // 往右移动，当到最右边时停下来
            for (int col=left ; col<=right; col++) {
                res.add(matrix[up][col]);
            }
            // 重新设定上边界
            up++;
            // 若上边界超过下边界，跳出
            if (up > down) {
                break;
            }
            // 往下移
            for (int row=up ; row<=down; row++) {
                res.add(matrix[row][right]);
            }
            right--;
            if (right < left) {
                break;
            }
            // 往左移
```

```
        for (int col=right ; col>=left; col--) {
          res.add(matrix[down][col]);
        }
        down--;
        if (down < up) {
          break;
        }
        // 往上移
        for (int row=down ; row>=up; row--) {
          res.add(matrix[row][left]);
        }
        left++;
        if (left > right) {
          break;
        }
      }
      return res;
    }
}
```

48. 旋转图像

给定一个 *n* × *n* 的二维矩阵 `matrix` 表示一个图像。请你将图像顺时针旋转 90 度。
你必须在原地 旋转图像，这意味着你需要直接修改输入的二维矩阵。**请不要** 使用另一个矩阵来旋转图像。

```
输入：matrix = [[1,2,3],
                [4,5,6],
                [7,8,9]]
输出：[[7,4,1],
       [8,5,2],
       [9,6,3]]
```

```
class Solution {
    public void rotate(int[][] matrix) {
        int n = matrix.length;
        // 水平翻转
        for (int i = 0; i < n / 2; i++) {
            for (int j = 0; j < n; j++) {
                int temp = matrix[i][j];
                matrix[i][j] = matrix[n - i - 1][j];
                matrix[n - i - 1][j] = temp;
            }
        }
        // 主对角线翻转
        for (int i = 0; i < n; i++) {
            for (int j = 0; j < i; j++) {
                int temp = matrix[i][j];
                matrix[i][j] = matrix[j][i];
                matrix[j][i] = temp;
            }
        }
    }
}
```

56. 合并区间

以数组 `intervals` 表示若干个区间的集合，其中单个区间为 `intervals[i] = [starti, endi]` 。请你合并所有重叠的区间，并返回一个不重叠的区间数组，该数组需恰好覆盖输入中的所有区间。

```
输入：intervals = [[1,3],[2,6],[8,10],[15,18]]
输出：[[1,6],[8,10],[15,18]]
解释：区间 [1,3] 和 [2,6] 重叠, 将它们合并为 [1,6]

输入：intervals = [[1,4],[4,5]]
输出：[[1,5]]
解释：区间 [1,4] 和 [4,5] 可被视为重叠区间。
```

```
class Solution {
  public int[][] merge(int[][] intervals) {
    // 先按照区间起始位置排序
    Arrays.sort(intervals, (v1, v2) -> v1[0] - v2[0]);
    // 遍历区间
    int[][] res = new int[intervals.length][2];
    int index = -1;
    for (int[] interval: intervals) {
      // 如果结果数组是空的，或者当前区间的起始位置 > 结果数组中最后区间的终止位置，
      // 则不合并，直接将当前区间加入结果数组。
      if (index == -1 || interval[0] > res[index][1]) {
        index++;
        res[index] = interval;
      } else {
        // 反之将当前区间合并至结果数组的最后区间
        res[index][1] = Math.max(res[index][1], interval[1]);
      }
    }
    return Arrays.copyOf(res, index + 1);
  }
}
```

560. 和为 K 的子数组

给你一个整数数组 `nums` 和一个整数 `k` ，请你统计并返回该数组中和为 `k` 的连续子数组的个数。

```
输入：nums = [1,1,1], k = 2
输出：2

输入：nums = [1,2,3], k = 3
输出：2
```

```
public class Solution {
  /*
  前缀和解法
  1 2 3 4 5
  1 的前缀和是1,3的前缀和是6
  6-1=5,1到3（不包括1）的路径就是 子数组和为5
```

```
    注意：前缀和数组偏移量为 +1
     */
    public int subarraySum(int[] nums, int k) {
        int len = nums.length;
        int count = 0;
        if (len == 0) {
            return count;
        }
        // 构建前缀和数组
        int[] preSum = new int[len+1];
        for (int i=0; i<len; i++) {
            preSum[i+1] = preSum[i] + nums[i];
        }
        // 寻找路径
        for (int left = 0; left < len; left++) {
            for (int right = left; right < len; right++) {
                if (preSum[right+1] - preSum[left] == k) {
                    count++;
                }
            }
        }
        return count;
    }
    // 哈希表优化前缀和
    public int _subarraySum(int[] nums, int k) {
        // key：前缀和，value：key 对应的前缀和的个数
        Map<Integer, Integer> preSumFreq = new HashMap<>();
        // 对于下标为 0 的元素，前缀和为 0，个数为 1
        preSumFreq.put(0, 1);
        int preSum = 0;
        int count = 0;
        for (int num : nums) {
            preSum += num;
            // 先获得前缀和为 preSum - k 的个数，加到计数变量里
            if (preSumFreq.containsKey(preSum - k)) {
                count += preSumFreq.get(preSum - k);
            }
            // 然后维护 preSumFreq 的定义
            preSumFreq.put(preSum, preSumFreq.getOrDefault(preSum, 0) + 1);
        }
        return count;
    }
}
```

88. 合并两个有序数组

给你两个按 **非递减顺序** 排列的整数数组 `nums1` 和 `nums2`，另有两个整数 `m` 和 `n` ，分别表示 `nums1` 和 `nums2` 中的元素数目。

请你 **合并** `nums2` 到 `nums1` 中，使合并后的数组同样按 **非递减顺序** 排列。

注意：最终，合并后数组不应由函数返回，而是存储在数组 `nums1` 中。为了应对这种情况，`nums1` 的初始长度为 `m + n`，其中前 `m` 个元素表示应合并的元素，后 `n` 个元素为 `0` ，应忽略。`nums2` 的长度为 `n` 。

输入：nums1 = [1,2,3,0,0,0], m = 3, nums2 = [2,5,6], n = 3
输出：[1,2,2,3,5,6]
解释：需要合并 [1,2,3] 和 [2,5,6] 。
合并结果是 [1,2,2,3,5,6] ，其中斜体加粗标注的为 nums1 中的元素。

输入：nums1 = [1], m = 1, nums2 = [], n = 0
输出：[1]
解释：需要合并 [1] 和 [] 。
合并结果是 [1] 。

```
class Solution {
  /*
  从后往前依次比较两个数组，将大的数放 nums1
  */
  public void merge(int[] nums1, int m, int[] nums2, int n) {
    int index1 = m - 1, index2 = n - 1;
    int indexMerge = m + n - 1;
    while (index1 >= 0 || index2 >= 0) {
      if (index1 < 0) {
        nums1[indexMerge--] = nums2[index2--];
      }
      else if (index2 < 0) {
        nums1[indexMerge--] = nums1[index1--];
      }
      else if (nums1[index1] > nums2[index2]) {
        nums1[indexMerge--] = nums1[index1--];
      }
      else {
        nums1[indexMerge--] = nums2[index2--];
      }
    }
  }
}
```

717. 1比特与2比特字符

有两种特殊字符：

- 第一种字符可以用一个比特 `0` 来表示
- 第二种字符可以用两个比特(`10` 或 `11`)来表示、

给定一个以 `0` 结尾的二进制数组 `bits` ，如果最后一个字符必须是一位字符，则返回 `true` 。

输入: bits = [1, 0, 0]
输出: true
解释: 唯一的编码方式是一个两比特字符和一个一比特字符。
所以最后一个字符是一比特字符。

输入: bits = [1, 1, 1, 0]
输出: false
解释: 唯一的编码方式是两比特字符和两比特字符。
所以最后一个字符不是一比特字符。

```
class Solution {
  /*
  走一步还是走两步？
```

```
    idx（idx < n-1） 遇到 0 走一步，遇到 1 走两步
    遍历完前面所有字符后，如果最后一位还有一个字符那就是 true
    */
    public boolean isOneBitCharacter(int[] bits) {
        int n = bits.length;
        int idx = 0;
        while (idx < n - 1) {
            if (bits[idx] == 0){
                idx++;
            }
            else {
                idx += 2;
            }
        }
        return idx == n - 1;
    }
}
```

字符串

415. 字符串相加

给定两个字符串形式的非负整数 `num1` 和 `num2` ，计算它们的和并同样以字符串形式返回。
你不能使用任何內建的用于处理大整数的库（比如 `BigInteger`）， 也不能直接将输入的字符串转换为整数形式。

```
输入：num1 = "11", num2 = "123"
输出："134"

输入：num1 = "456", num2 = "77"
输出："533"
```

```
class Solution {
    /*
    两个num数组，从最右侧开始，一个一个的取出数（n1,n2）来加
    一个加到头了，就取0
    维护一个 carry = tmp / 10，表示进位
    int tmp = n1 + n2 + carry;
    StringBuilder res
    res.append(tmp % 10);
    注：最后的进位1需要考虑
    res.reverse()
    */
    public String addStrings(String num1, String num2) {
        StringBuilder res = new StringBuilder("");
        int i = num1.length() - 1;
        int j = num2.length() - 1;
        int carry = 0;
        while(i >= 0 || j >= 0){
            int n1;
            if (i >= 0) {
                n1 = num1.charAt(i) - '0';
            } else {
                n1 = 0;
```

```
        }
        int n2;
        if (j >= 0) {
            n2 = num2.charAt(j) - '0';
        } else {
            n2 = 0;
        }
        int tmp = n1 + n2 + carry;
        carry = tmp / 10;
        res.append(tmp % 10);
        i--;
        j--;
    }
    if(carry == 1) {
        res.append(1);
    }
    return res.reverse().toString();
  }
}
```

算法

字典序

440. 字典序的第K小数字

给定整数 `n` 和 `k`，找到 `1` 到 `n` 中字典序第 `k` 小的数字。
注意：1 ⩽ k ⩽ n ⩽ 109。

```
输入:
n: 13   k: 2

输出:
10

解释:
字典序的排列是 [1, 10, 11, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]，所以第二小的数字是 10。
```

```
class Solution {
  /*
  字典序解法
  1.确定指定前缀下所有子节点数：用下一个前缀的起点减去当前前缀的起点
  2.第k个数在当前前缀下：往子树里面去看
  3.第k个数不在当前前缀下：扩大前缀
   */
  public int findKthNumber(int n, int k) {
    // 已经经过的元素个数, 开始一个元素都没有经过, 所以个数为 0
    int cnt = 0;
    // 第一个元素 (经过 i 个元素, 当前 num 是第 i + 1 元素)
    int num = 1;
    // 要找到第 k 个元素, 需要经过 k - 1 个元素
    // 经过了 k - 1 个元素找到了第 k 个元素
```

```
        while (cnt != k - 1) {
            int temp = count((long)num, n);   // 以 num 为根, 以 n 为最大值的十叉树的元素总个数
            if (cnt + temp >= k) {     // 以 num 为根的十叉树内有第 k 个元素
                num *= 10;
                cnt++;
            } else if (cnt + temp < k) { // 以 num 为根的十叉树内没有第 k 个元素
                num++;
                cnt += temp;
            }
        }
        return num;
    }
    /*
    以当前数字为根的十叉树的元素总个数 (包括当前数字)
    num 当前数字 (需要先 cast 成 long, 因为 num*10 可能导致 int 溢出)
    n  数字的最大值
     */
    private int count(long num, int n) {
        int cnt = 0;    // 元素总个数
        int width = 1;  // 当前层数的宽度, 第一层只有 num 一个元素, 所以第一层宽度为 1
        while (true) {
            if (num + width - 1 <= n) {  // n 的值大于等于当前层的最大值, 说明当前层数的个数可以全部添加
                cnt += width;
                num *= 10;
                width *= 10;
            } else {                // n 的值小于当前层的最大值则只能添加部分个数或者不添加, 并跳出循环
                if (n - num >= 0) {
                    cnt += n - num + 1;
                }
                break;
            }
        }
        return cnt;
    }
}
```

动态规划

72. 编辑距离

给你两个单词 `word1` 和 `word2`，请你计算出将 `word1` 转换成 `word2` 所使用的最少操作数 。

你可以对一个单词进行如下三种操作：

- 插入一个字符
- 删除一个字符
- 替换一个字符

```
输入：word1 = "horse", word2 = "ros"
输出：3
解释：
horse -> rorse (将 'h' 替换为 'r')
rorse -> rose (删除 'r')
rose -> ros (删除 'e')
```

输入：word1 = "intention", word2 = "execution"
输出：5
解释：
intention -> inention (删除 't')
inention -> enention (将 'i' 替换为 'e')
enention -> exention (将 'n' 替换为 'x')
exention -> exection (将 'n' 替换为 'c')
exection -> execution (插入 'u')

```
class Solution {
  /*
  状态定义：dp[i][j]=x word1前i个字符的字符串变为word2前j个字符的字符串最少x步
  初始状态：
    word1前i个字符的字符串变为空串至少需要i步：dp[i][0]=i
    空串变为word2前j个字符的字符串至少需要j步：dp[0][j]=j
  做选择：
    删除：dp[i][j]=dp[i-1][j]+1    abcd,abc
    插入：dp[i][j]=dp[i][j-1]+1    abc,abcd
    替换：dp[i][j]=dp[i-1][j-1]+1   abcd,abce
  状态转移方程：
    不一样：dp[i][j]=min(删,改，插)
    一样：dp[i][j] = dp[i - 1][j - 1]
  */
  public int minDistance(String word1, String word2) {
    int n = word1.length();
    int m = word2.length();
    // word1前i个字符的字符串变为word2前j个字符的字符串最少需要的步数
    int[][] dp = new int[n+1][m+1];
    // base case
    for (int i=1;i<n+1;i++){
      dp[i][0]=i;
    }
    for (int j=1;j<m+1;j++){
      dp[0][j]=j;
    }
    for (int i=1;i<n+1;i++){
      for (int j=1;j<m+1;j++){
        if (word1.charAt(i-1)==word2.charAt(j-1)){
          dp[i][j] = dp[i - 1][j - 1];
        }
        else{
          dp[i][j]=min(dp[i-1][j]+1,dp[i][j-1]+1,dp[i-1][j-1]+1);
        }
      }
    }
    return dp[n][m];
  }
  int min(int a, int b, int c) {
    return Math.min(a, Math.min(b, c));
  }
}
```

887. 鸡蛋掉落

给你 `k` 枚相同的鸡蛋，并可以使用一栋从第 `1` 层到第 `n` 层共有 `n` 层楼的建筑。
已知存在楼层 `f` ，满足 `0 <= f <= n` ，任何从 **高于** `f` 的楼层落下的鸡蛋都会碎，从 `f` 楼层或比它低的楼层落下的鸡蛋都不会破。
每次操作，你可以取一枚没有碎的鸡蛋并把它从任一楼层 `x` 扔下（满足 `1 <= x <= n`）。如果鸡蛋碎了，你就不能再次使用它。如果某枚鸡蛋扔下后没有摔碎，则可以在之后的操作中 **重复使用** 这枚鸡蛋。
请你计算并返回要确定 `f` **确切的值** 的 **最小操作次数** 是多少?

```
输入：k = 1, n = 2
输出：2
解释：
鸡蛋从 1 楼掉落。如果它碎了，肯定能得出 f = 0 。
否则，鸡蛋从 2 楼掉落。如果它碎了，肯定能得出 f = 1 。
如果它没碎，那么肯定能得出 f = 2 。
因此，在最坏的情况下我们需要移动 2 次以确定 f 是多少。

输入：k = 2, n = 6
输出：3

输入：k = 3, n = 14
输出：4
```

```
class Solution {
  /*
  状态定义：dp[i][j] 使用 i 个鸡蛋,一共有 j 层楼梯（注意：这里 j 不表示高度，表示区间楼层数量）的情况下的最少实验的次数。
  初始状态：
    区间楼层数为0，不可能测出鸡蛋的个数 dp[0][j] = 0;
    区间楼层数为1，0个鸡蛋，测不出，大于等于1个鸡蛋都只要扔一次
    鸡蛋个数为0，测不出
    鸡蛋个数为1,区间楼层数为几要测几次
   状态转移方程：
    在x层蛋碎了，得到dp[i][j]的结果的实验在x层下面做（先不管哪一层，就知道在下面，剩余层数k-1）：dp[i][j] = dp[x-1][j-1]
    在x层蛋没碎，得到dp[i][j]的结果的实验在x层下面做：dp[i][j] = dp[i][j-x]
    求最坏情况下扔鸡蛋的最小次数，所以鸡蛋在第 i 层楼碎没碎，取决于哪种情况的结果更大，在该层又扔一次所以 +1
        res = min(res, max(dp(K - 1, i - 1), dp(K, N - i)) + 1)
   二分查找优化：
    根据 dp(K,N)数组的定义（有K个鸡蛋面对N层楼，最少需要扔几次），K固定时，函数随着N的增加单调递增
    注意 dp(K-1, i-1) 和 dp(K, N-i) 这两个函数
    i是从 1 到 N 单增的，固定 K 和 N，把这两个函数看做关于 i 的函数，“碎了”随着 i 的增加单调递增的，“不碎”随着 i 的增加单调递减的
    这时求 min(res, max(dp(K - 1, i - 1), dp(K, N - i)) + 1)，就是求两条函数直线的交点
    使用二分查找找“山谷”的
  */
  // 构造备忘录
  Map<Integer, Integer> memo = new HashMap<>();
  public int superEggDrop(int K, int N) {
    if (N == 0) {
      return 0;
    } else if (K == 1) {
      return N;
    }
```

```
        // 构造 key，保证key唯一，K <= 100，所以N*1000
        Integer key = N * 1000 + K;
        if (memo.containsKey(key)) {
            return memo.get(key);
        }
        // 用二分搜索代替线性搜索
        int low = 1, high = N;
        int res = Integer.MAX_VALUE;
        while (low  <= high) {
            int mid = (low + high) / 2;
            int broken = superEggDrop(K - 1, mid - 1);
            int notBroken = superEggDrop(K, N - mid);
            // 当碎了比不碎大，往小了找
            if (broken > notBroken) {
                high = mid - 1;
                res = Math.min(res, broken + 1);
            } else {
                low = mid + 1;
                res = Math.min(res, notBroken + 1);
            }
        }
        memo.put(key, res);
        return res;
    }
    // dp解法
    public int _superEggDrop(int K, int N) {
        int[][] dp = new int[K + 1][N + 1];
        for (int i = 1; i <= N; i++) {
            dp[1][i] = i; // only one egg
            dp[0][i] = 0; // no egg
        }
        for (int i = 1; i <= K; i++) {
            dp[i][0] = 0; // zero floor
        }
        for (int k = 2; k <= K; k++) { // start from two egg
            for (int n = 1; n <= N; n++) {
                int tMinDrop = Integer.MAX_VALUE;
                for (int x = 1; x <= n; x++) {
                    tMinDrop = Math.min(tMinDrop, 1 + Math.max(dp[k - 1][x - 1], dp[k][n - x]));
                }
                dp[k][n] = tMinDrop;
            }
        }
        return dp[K][N];
    }
}
```

322. 零钱兑换

给你一个整数数组 `coins` ，表示不同面额的硬币；以及一个整数 `amount` ，表示总金额。
计算并返回可以凑成总金额所需的 **最少的硬币个数** 。如果没有任何一种硬币组合能组成总金额，返回 `-1` 。
你可以认为每种硬币的数量是无限的。

```
输入：coins = [1, 2, 5], amount = 11
输出：3
解释：11 = 5 + 5 + 1

输入：coins = [2], amount = 3
输出：-1
```

```java
class Solution {
  /*
  状态：dp[n]=x,凑出n金额，最少需要x枚金币
  初始状态：dp[0]=0

  选择：要不要第i枚金币

  递推关系: dp[11] = min (dp[10] + 1, dp[9] + 1, dp[6] + 1, , , , , , ,)

  return: dp[amount]
  */
  public int coinChange(int[] coins, int amount) {
    int[] dp = new int[amount+1];
    Arrays.fill(dp, amount+1);
    // dp[amount] 最大不可能超过 amount，所以 amount + 1 就是一个无意义的数。
    // 所以将 dp 数组的所有元素都初始化为 amount + 1
    dp[0]=0;
    for (int i=1;i<=amount;i++){
      for (int coin : coins) {
        if (coin <= i) {
          // dp[11] = min (dp[10] + 1, dp[9] + 1, dp[6] + 1，.....)
          // 所以遍历 coins ，dp[i] = Math.min(dp[i], dp[i - coin] + 1)
          // min 中的dp[i] 记录的遍历过程中的最小值
          dp[i] = Math.min(dp[i], dp[i - coin] + 1);
        }
      }
    }
    // 哪怕有一个元素是大于 amount + 1 的最终都会被最小化为 amount + 1，
    // 所以这里使用 dp[amount] > amount 还是 dp[amount] == amount + 1 没有区别。
    if (dp[amount] == amount + 1) {
      return -1;
    } else {
      return dp[amount];
    }
  }
}
```

518. 零钱兑换 II

给你一个整数数组 `coins` 表示不同面额的硬币，另给一个整数 `amount` 表示总金额。
请你计算并返回可以凑成总金额的硬币组合数。如果任何硬币组合都无法凑出总金额，返回 `0` 。
假设每一种面额的硬币有无限个。
题目数据保证结果符合 32 位带符号整数。

```
输入：amount = 5, coins = [1, 2, 5]
输出：4
解释：有四种方式可以凑成总金额：
```

5=5
5=2+2+1
5=2+1+1+1
5=1+1+1+1+1

输入：amount = 3, coins = [2]
输出：0
解释：只用面额 2 的硬币不能凑成总金额 3 。

输入：amount = 10, coins = [10]
输出：1

```
class Solution {
  /*
  状态定义：若只使用 coins 中的前 i 个硬币的面值，若想凑出金额 j，有 dp[i][j] 种凑法。
  初始状态：dp[0][..] = 0， dp[..][0] = 1

  选择：
    不把这第 i 个物品装入背包：dp[i][j] = dp[i-1][j]
    把这第 i 个物品装入了背包：dp[i][j] = dp[i][j-coins[i-1]]

  状态转移方程：
    if (j - coins[i-1] >= 0)
        dp[i][j] = dp[i - 1][j] + dp[i][j-coins[i-1]];
  */
  int _change(int amount, int[] coins) {
    int n = coins.length;
    int[][] dp = new int[n + 1][amount + 1];
    // base case
    for (int i = 0; i <= n; i++)
      dp[i][0] = 1;

    for (int i = 1; i <= n; i++) {
      for (int j = 1; j <= amount; j++)
        if (j - coins[i-1] >= 0) {
          dp[i][j] = dp[i - 1][j] + dp[i][j - coins[i-1]];
        } else {
          dp[i][j] = dp[i - 1][j];
        }
    }
    return dp[n][amount];
  }
  /*
  状态定义：dp[i] 表示金额之和等于 x 的硬币组合数
  初始状态：dp[0] = 1
  状态转移方程：dp[i] = dp[i-1] + dp[i-2] + dp[i-3] + .....

  注意！爬楼梯泛化解法相当于排列，顺序不同表示不同的解法，本题解法类似于组合，顺序不同也表示相同的解法
  本题将 j(coin) 放在外层先遍历，先花完一种钱，再花下一种
  不允许在后面的硬币层次使用前面的硬币，这样就避免重复了
  */
  public int change(int amount, int[] coins) {
    int[] dp = new int[amount + 1];
    dp[0] = 1;
    for (int coin : coins) {
      for (int i = 1; i <= amount; i++) {
```

```
            if (i >= coin) {
                dp[i] += dp[i - coin];
            }
        }
    }
    return dp[amount];
  }
}
```

70. 爬楼梯

假设你正在爬楼梯。需要 *n* 阶你才能到达楼顶。
每次你可以爬 1 或 2 个台阶。你有多少种不同的方法可以爬到楼顶呢?

```
输入： 2
输出： 2
解释： 有两种方法可以爬到楼顶。
1. 1 阶 + 1 阶
2. 2 阶

输入： 3
输出： 3
解释： 有三种方法可以爬到楼顶。
1. 1 阶 + 1 阶 + 1 阶
2. 1 阶 + 2 阶
3. 2 阶 + 1 阶
```

```
class Solution {
  /*
  从第0级开始爬，不动，1种方法
  从第1级开始爬，上一阶，1种方法
  */
  public int climbStairs(int n) {
    int[] dp = new int[n+1];
    dp[0] = 1;
    int[] steps = new int[]{1,2};
//        for (int i=2; i<=n; i++) {
//            dp[i] = dp[i-1] + dp[i-2];
//        }
    for (int i=1; i<=n; i++) {
      for (int j=0; j<steps.length; j++) {
        int step = steps[j];
        if (i >= step) {
          dp[i] = dp[i] + dp[i-step];
        }
      }
    }
    return dp[n];
    /*
    用这个是不可以的，这种把步长的顺序固定住了，相当于求组合数，本题求排列数
     （212 和 122在排列里面是不同的，在组合里面是相同的）
    * */
//        for (int j=0; j<steps.length; j++) {
//            int step = steps[j];
```

```
//            for (int i=2; i<=n; i++) {
//                if (i >= step) {
//                    dp[i]+=dp[i-step];
//                }
//            }
//        }
    }
    /*
    泛化，可以走任意步时的解法
    dp[i] = dp[i-1] + dp[i-2] + dp[i-3] + ..........
     */
    public int _climbStairs(int n) {
        int[] dp = new int[n+1];
        dp[0] = 1;
        for (int i=1; i<=n; i++) {
            for (int j=0; j<=i; j++) {
                dp[i] = dp[i] + dp[i-j];
            }
        }
        return dp[n];
    }
}
```

补充题. 圆环回原点问题

圆环上有10个点，编号为0~9。从0点出发，每次可以逆时针和顺时针走一步，问走n步回到0点共有多少种走法。

```
输入: 2
输出: 2
解释：有2种方案。分别是0->1->0和0->9->0
```

```
public class BackToOrigin {
    /*
    圆环上有10个点，编号为0~9。从0点出发，每次可以逆时针和顺时针走一步.
    问走n步回到0点共有多少种走法
    输入: 2
    输出: 2
    解释：有2种方案。分别是0->1->0和0->9->0

    状态定义: dp[i] [j] , 表示 走 i 步 回到 j 点的走法种树
    初始状态：dp[0][0]=1
    递推方程: 走n步到0的方案数 = 走n-1步到1的方案数 + 走n-1步到9的方案数
          dp[i][j] = dp[i-1][(j-1+length)%length] + dp[i-1][(j+1)%length]
     */
    public int backToOrigin(int n) {
        int len = 10;
        int[][] dp = new int[n + 1][len];
        dp[0][0] = 1;
        for (int i = 1; i <= n; i++) {
            // 注意这里j 从 0 开始
            for (int j = 0; j < len; j++) {
                // dp[i] [j] ，表示 走 i 步 回到 j 点有多少种走法
                dp[i][j] = dp[i - 1][(j - 1 + len) % len] + dp[i - 1][(j + 1) % len];
```

```
        }
      }
      return dp[n][0];
    }
}
```

32. 最长有效括号

给你一个只包含 '(' 和 ')' 的字符串，找出最长有效（格式正确且连续）括号子串的长度

```
输入：s = "(()"
输出：2
解释：最长有效括号子串是 "()"

输入：s = ")()())"
输出：4
解释：最长有效括号子串是 "()()"

输入：s = ""
输出：0
```

```
class Solution {
  /*
  dp[i] 是以 s[i] 为字符结尾的最长有效子字符串的长度。
  s[i] == '(':
    这时，s[i] 无法和其之前的元素组成有效的括号对，dp[i] = 0
  s[i] == ')':
    s[i - 1] == '('
      即 s[i] 和 s[i - 1] 组成一对有效括号，那么有：dp[i] = dp[i - 2] + 2
      注意，如果是前两个，即 i<2，那么 dp[i] = 2
    s[i - 1] == ')'
      这种情况下，判断前面是否有和s[i]组成有效括号对的字符，即形如((....))。
      即跨过 dp[i - 1] 判断前一个字符：i - dp[i - 1] - 1。
      注意，需要dp[i - 1]是有效字符串才用判断前面的，即dp[i - 1]>0
      s[i - dp[i - 1] - 1] == '(':
        有效括号长度新增长度2：dp[i] = dp[i - 1] + 2
          注意，i - dp[i - 1] - 1 和 i 组成了有效括号对，这将是一段独立的有效括号序列 ((....))
          如果之前的子序列是 (...)(...) 这种序列，那么当前位置的最长有效括号长度还需要加上这一段。所
以：
          dp[i] = dp[i - 1] + dp[i - dp[i - 1] - 2] + 2
  */
  public int longestValidParentheses(String s) {
    int n = s.length();
    int[] dp = new int[n];//dp是以i处括号结尾的有效括号长度
    int max_len = 0;
    //i从1开始，一个是单括号无效，另一个是防i - 1索引越界
    for(int i = 1; i < n; i++) {
      //遇见右括号才开始判断
      if(s.charAt(i) == ')') {
        //上一个是左括号
        if(s.charAt(i - 1) == '(') {
          if(i < 2) { //开头处
            dp[i] = 2;
          } else { //非开头处
```

```
                dp[i] = dp[i - 2] + 2;
              }
            }
            //上一个是右括号
            else {
              //pre_left为i处右括号对应左括号下标，推导：(i-1)-dp[i-1]+1 - 1
              int pre_left = i - dp[i - 1] - 1;
              //dp[i - 1]是有效字符串 && s[]i - dp[i - 1] - 1 存在
              if(dp[i - 1] > 0 && pre_left >= 0 && s.charAt(pre_left) == '(') {//左括号存在且为左括号（滑稽）
                dp[i] = dp[i - 1] + 2;
                //左括号前还可能存在有效括号
                if(pre_left - 1 > 0) {
                  dp[i] = dp[i] + dp[pre_left - 1];
                }
              }
            }
          }
          max_len = Math.max(max_len, dp[i]);
        }
        return max_len;
    }
}
```

10. 正则表达式匹配

给你一个字符串 `s` 和一个字符规律 `p`，请你来实现一个支持 `'.'` 和 `'*'` 的正则表达式匹配。

- `'.'` 匹配任意单个字符
- `'*'` 匹配零个或多个前面的那一个元素

所谓匹配，是要涵盖 **整个** 字符串 `s`的，而不是部分字符串。

```
输入：s = "aa" p = "a"
输出：false
解释："a" 无法匹配 "aa" 整个字符串。

输入：s = "aa" p = "a*"
输出：true
解释：因为 '*' 代表可以匹配零个或多个前面的那一个元素, 在这里前面的元素就是 'a'。因此，字符串 "aa" 可被视为 'a' 重复了一次。

输入：s = "ab" p = ".*"
输出：true
解释：".*" 表示可匹配零个或多个（'*'）任意字符（'.'）。

输入：s = "aab" p = "c*a*b"
输出：true
解释：因为 '*' 表示零个或多个，这里 'c' 为 0 个, 'a' 被重复一次。因此可以匹配字符串 "aab"。

输入：s = "mississippi" p = "mis*is*p*."
输出：false
```

```
class Solution {
  /*
  dp解法
```

```
  状态定义：dp[i][j]:表示s的前i个字符，p的前j个字符是否能够匹配
  初始状态：s为空，p为空，dp[0][0] = true
      p为空，s不为空，必为false，
      s为空，p不为空，由于*可以匹配0个字符，所以 dp[0][j] = dp[0][j - 2]
  填格子做选择：
    for (int i = 1; i <= cs.length; i++) {
      for (int j = 1; j <= cp.length; j++) {
        再从右往左拆解成子问题
  */
  public boolean isMatch(String s, String p) {
    char[] cs = s.toCharArray();
    char[] cp = p.toCharArray();
    // dp[i][j]:表示s的前i个字符，p的前j个字符是否能够匹配
    // dp[i][j] 对应的 cs[i-1]，cp[j-1]
    boolean[][] dp = new boolean[cs.length + 1][cp.length + 1];
    // base case
    // s为空，p为空，能匹配上
    // p为空，s不为空，必为false
    // s为空，p不为空，由于*可以匹配0个字符，所以有可能为true
    dp[0][0] = true;
    for (int j = 1; j <= cp.length; j++) {
      if (cp[j - 1] == '*') {
        dp[0][j] = dp[0][j - 2];
      }
    }
    // 填格子做选择
    for (int i = 1; i <= cs.length; i++) {
      for (int j = 1; j <= cp.length; j++) {
        // 文本串和模式串末位字符能匹配上
        if (cs[i - 1] == cp[j - 1] || cp[j - 1] == '.') {
          dp[i][j] = dp[i - 1][j - 1];
        }
        // 模式串末位是*
        else if (cp[j - 1] == '*') {
          // 模式串*的前一个字符能够跟文本串的末位匹配上
          if (cs[i - 1] == cp[j - 2] || cp[j - 2] == '.') {
            // *匹配0次， s(0,i-1),p(0,j-3)
            // *匹配1次， s(0,i-2),p(0,j-3)
            // *匹配>=2次，s往左一格继续判断，s(0,i-2),p(0,j-1)
            dp[i][j] = dp[i][j - 2] || dp[i - 1][j];
          }
          // 模式串*的前一个字符不能够跟文本串的末位匹配
          // *干掉cp[j - 2]
          else {
            dp[i][j] = dp[i][j - 2];
          }
        }
      }
    }
    return dp[cs.length][cp.length];
  }
}
```

53. 最大子序和

给你一个整数数组 `nums` ，请你找出一个具有最大和的连续子数组（子数组最少包含一个元素），返回其最大和。**子数组** 是数组中的一个连续部分。

```
输入：nums = [-2,1,-3,4,-1,2,1,-5,4]
输出：6
解释：连续子数组 [4,-1,2,1] 的和最大，为 6 。

输入：nums = [1]
输出：1

输入：nums = [5,4,-1,7,8]
输出：23
```

```
class Solution {
  /*
  dp[i]：以num[i]为结尾的最大子数组和
  状态转移方程：dp[i] = dp[i-1] + nums[i]，当 dp[i-1] <= 0，前面的直接不要了 dp[i] = nums[i];
  */
  public int maxSubArray(int[] nums) {
    int len = nums.length;
    int[] dp = new int[len];
    dp[0] = nums[0];
    int max = dp[0];
    for (int i=1; i<len; i++) {
      if (dp[i-1] > 0) {
        dp[i] = dp[i-1] + nums[i];
      } else {
        dp[i] = nums[i];
      }
      max = Math.max(dp[i], max);
    }
    return max;
  }
}
```

300. 最长递增子序列

给你一个整数数组 `nums` ，找到其中最长严格递增子序列的长度。
子序列是由数组派生而来的序列，删除（或不删除）数组中的元素而不改变其余元素的顺序。例如，`[3,6,2,7]` 是数组 `[0,3,1,6,2,2,7]` 的子序列。

```
输入：nums = [10,9,2,5,3,7,101,18]
输出：4
解释：最长递增子序列是 [2,3,7,101]，因此长度为 4 。

输入：nums = [0,1,0,3,2,3]
输出：4

输入：nums = [7,7,7,7,7,7,7]
输出：1
```

```java
class Solution {
    /*
    状态定义：dp[i] 的值代表 nums 以 nums[i] 结尾的最长子序列长度。
    转移方程：设 j∈[0,i)，考虑每轮计算新 dp[i] 时，遍历 [0,i) 列表区间，做以下判断：
      if(nums[i]>nums[j]):
        nums[i] 可以接在nums[j] 之后,此情况下最长上升子序列长度为 dp[j] + 1。
      else:
        nums[i] 无法接在 nums[j] 之后，此情况上升子序列不成立，跳过。
    初始状态：dp[i] 所有元素置 1，含义是每个元素都至少可以单独成为子序列，此时长度都为 1。
    返回值：dp 列表最大值
    */
    public int lengthOfLIS(int[] nums) {
        int len = nums.length;
        if (len == 0) {
            return len;
        }
        int[] dp = new int[len];
        Arrays.fill(dp,1);
        int res = 0;
        int pos = 0;
        for (int i=0; i<len; i++) {
            for (int j=0; j<i; j++) {
                if (nums[i] > nums[j]) {
                    dp[i] = Math.max(dp[i], dp[j]+1);
                }
            }
            if (dp[i] >= res) {
                res = dp[i];
                pos = i;
            }
        }

        int posdp = res;
        List<Integer> list = new ArrayList<>();
        list.add(nums[pos]);
        for (int i=pos-1; i>=1; i--) {
            if (dp[i] == posdp-1) {
                list.add(nums[i]);
                posdp = dp[i];
            }
        }
        System.out.println(list);

        return res;
    }

    // 纸牌算法，二分
    public int _lengthOfLIS(int[] nums) {
        int[] top = new int[nums.length];
        // 牌堆数初始化为 0
        int piles = 0;
        for (int i = 0; i < nums.length; i++) {
            // 要处理的扑克牌
            int poker = nums[i];

            /***** 搜索左侧边界的二分查找 *****/
            int left = 0, right = piles;
            while (left < right) {
```

```
            int mid = (left + right) / 2;
            if (top[mid] > poker) {
                right = mid;
            } else if (top[mid] < poker) {
                left = mid + 1;
            } else {
                right = mid;
            }
        }
        /*********************************/

        // 没找到合适的牌堆，新建一堆
        if (left == piles) piles++;
        // 把这张牌放到牌堆顶
        top[left] = poker;
    }
    // 牌堆数就是 LIS 长度
    return piles;
  }
}
```

128. 最长连续序列

给定一个未排序的整数数组 `nums` ，找出数字连续的最长序列（不要求序列元素在原数组中连续）的长度。
请你设计并实现时间复杂度为 `O(n)` 的算法解决此问题。

```
输入：nums = [100,4,200,1,3,2]
输出：4
解释：最长数字连续序列是 [1, 2, 3, 4]。它的长度为 4。

输入：nums = [0,3,7,2,5,8,4,6,0,1]
输出：9
```

```
class Solution {
  /*
  部分动态规划思想 + 哈希表
  比如 num是5，此时1234 678都在哈希表中
  此时哈希表中，1的位置和4存的值都是4，6和8存的值都是3
  所以5进来之后，发现左边有4个连续的，右边有3个连续的，加上自己一个，那么组成一个大连续的
  4+1+3 = 8
  所以要更新当前最长连续串的端点，也就是1的位置（5-4），8的位置（5+3），更新长度为8
  只需要端点存值就行，因为端点中的值在遍历的时候如果在哈希表中就会略过
   */
  public int longestConsecutive(int[] nums) {
    HashMap<Integer, Integer> map = new HashMap<>();
    int res = 0;
    for (Integer n : nums) {
      if (map.containsKey(n)) {
        continue;
      }
      // 获取当前数的左边连续长度,没有的话就更新为0
      int left = map.getOrDefault(n - 1, 0);
      // 同理获取右边的数
```

```
            int right = map.getOrDefault(n + 1, 0);
            // 当前数左右连续长度
            int len = left + 1 + right;
            // 当前数存入map，仅代表当前数字出现过
            map.put(n, -1);
            //更新两端值，当两端没出现时，更新的就是自己的值
            map.put(n - left, len);
            map.put(n + right, len);

            res = Math.max(res, len);
        }
        return res;
    }
}
```

1143. 最长公共子序列

给定两个字符串 `text1` 和 `text2`，返回这两个字符串的最长 **公共子序列** 的长度。如果不存在 **公共子序列** ，返回 `0` 。
一个字符串的 **子序列** 是指这样一个新的字符串：它是由原字符串在不改变字符的相对顺序的情况下删除某些字符（也可以不删除任何字符）后组成的新字符串。

- 例如，`"ace"` 是 `"abcde"` 的子序列，但 `"aec"` 不是 `"abcde"` 的子序列。

两个字符串的 **公共子序列** 是这两个字符串所共同拥有的子序列。

```
输入：text1 = "abcde", text2 = "ace"
输出：3
解释：最长公共子序列是 "ace" ，它的长度为 3 。

输入：text1 = "abc", text2 = "abc"
输出：3
解释：最长公共子序列是 "abc" ，它的长度为 3 。
```

```
class Solution {
    /*
    状态定义：dp[i][j]：text[0~i]和text2[0~j]的最长LCS
    base case : i or j==0,dp[i][j]=0;
    状态转移方程：
      text1[i]=text2[j]  : dp[i][j]=1+dp[i-1][j-1]
      text1[i]!=text2[j] : dp[i][j]= max(dp[i-1][j],dp[i][j-1])
     */
    public int longestCommonSubsequence(String text1, String text2) {
        if (text1 == null || text2 == null || text1.length() == 0 || text2.length() == 0)
            return 0;
        int n=text1.length();
        int m=text2.length();
        int[][] dp = new int[n+1][m+1];
        for (int i=1;i<=n;i++){
            for (int j=1;j<=m;j++){
                //数组从0开始的，所以i-1，j-1；
                if (text1.charAt(i-1)==text2.charAt(j-1)){
                    dp[i][j]=1+dp[i-1][j-1];
                }
                else {
```

```
            dp[i][j]= Math.max(dp[i-1][j],dp[i][j-1]);
          }
        }
      }
      return dp[n][m];
    }
}
```

5. 最长回文子串

给你一个字符串 `s`，找到 `s` 中最长的回文子串。

```
输入：s = "babad"
输出："bab"
解释："aba" 同样是符合题意的答案。

输入：s = "cbbd"
输出："bb"
```

```
public class Solution {
    /*
    动态规划
    dp[i,j]=true/false：以i,j为首尾的字符串是否为回文子串
    dp[i,i] = true
    状态转移方程：
      charArray[i] == charArray[j]
        dp[i][j] = dp[i+1][j-1]
        注：当s[i,s] 去掉头尾两个字符后的区间长度小于2，dp[i][j]肯定是true，即(i+1) - (j-1) + 1 < 2
    */
    public String _longestPalindrome(String s) {
        int len = s.length();
        if (len < 2) {
            return s;
        }
        boolean[][] dp = new boolean[len][len];
        char[] charArray = s.toCharArray();
        int max = 1;
        int begin = 0;
        //单字符，i=j时, charArray[i] == charArray[j]
        for (int j=0; j<len; j++) {
            for (int i=0; i<=j; i++) {
                if (charArray[i] == charArray[j]) {
                    // s[i,s] 去掉头尾两个字符，s[i+1, j-1]的区间长度小于2，dp[i][j]肯定是true
                    // (i+1) - (j-1) + 1 < 2;
                    if (j-i < 3) {
                        dp[i][j] = true;
                    } else {
                        dp[i][j] = dp[i+1][j-1];
                    }
                }
                if (dp[i][j] && max < j-i+1) {
                    max = j-i+1;
                    begin = i;
                }
```

```
            }
        }
        return s.substring(begin, begin+max);
    }
    // 中心扩散法
    public String longestPalindrome(String s) {
        int len = s.length();
        if (len < 2) {
            return s;
        }
        int left;
        int right;
        int begin = 0;
        int max = 1;
        for (int i = 0; i < len; i++) {
            left = i;
            right = i;
            // 中心可能为多个一样的字符
            // 往左寻找中心
            while (left > 0 && s.charAt(left-1) == s.charAt(i)) {
                left--;
            }
            // 往右寻找中心
            while (right < len-1 && s.charAt(right+1) == s.charAt(i)) {
                right++;
            }
            // 进行中心扩散
            while (left > 0 && right < len-1 && s.charAt(right+1) == s.charAt(left-1)) {
                left--;
                right++;
            }
            if (right-left+1 > max) {
                max = right-left+1;
                begin = left;
            }
        }
        return s.substring(begin, begin + max);
    }
}
```

背包问题

01背包

问：给你一个可装载重量为 W 的背包和 N 个物品，每个物品有重量和价值两个属性。其中第 i 个物品的重量为 wt[i]，价值为 val[i]，现在让你用这个背包装物品，最多能装的价值是多少？

```
/*
状态定义：dp[i][w]，对于前 i 个物品，当前背包的容量为 w，这种情况下可以装的最大价值是 dp[i][w]。
初始状态：dp[0][..] = dp[..][0] = 0

选择：
  没有把这第 i 个物品装入背包：dp[i][w] = dp[i-1][w]
  把这第 i 个物品装入了背包：dp[i][w] = dp[i-1][w - wt[i-1]] + val[i-1]
```

```
状态转移方程：
  if (w - wt[i-1] < 0) {
    // 这种情况下只能选择不装入背包
    dp[i][w] = dp[i - 1][w];
    } else {
    // 装入或者不装入背包，择优
    dp[i][w] = max(dp[i - 1][w - wt[i-1]] + val[i-1], dp[i - 1][w]);
   }

*/
```

```
int knapsack(int W, int N, int[] wt, int[] val) {
  // base case 已初始化
  int[][] dp = new dp[N+1][W+1];
  for (int i = 1; i <= N; i++) {
    for (int w = 1; w <= W; w++) {
      if (w - wt[i-1] < 0) {
        // 这种情况下只能选择不装入背包
        dp[i][w] = dp[i - 1][w];
      } else {
        // 装入或者不装入背包，择优
        dp[i][w] = max(dp[i - 1][w - wt[i-1]] + val[i-1], dp[i - 1][w]);
      }
    }
  }
  return dp[N][W];
}
```

完全背包

518. 零钱兑换II

给你一个整数数组 `coins` 表示不同面额的硬币，另给一个整数 `amount` 表示总金额。
请你计算并返回可以凑成总金额的硬币组合数。如果任何硬币组合都无法凑出总金额，返回 `0` 。
假设每一种面额的硬币有无限个。
题目数据保证结果符合 32 位带符号整数。

```
输入：amount = 5, coins = [1, 2, 5]
输出：4
解释：有四种方式可以凑成总金额：
5=5
5=2+2+1
5=2+1+1+1
5=1+1+1+1+1

输入：amount = 3, coins = [2]
输出：0
解释：只用面额 2 的硬币不能凑成总金额 3 。

输入：amount = 10, coins = [10]
输出：1
```

```
/*
```

```
转换成背包问题：有一个背包，最大容量为 amount，有一系列物品 coins，每个物品的重量为 coins[i]，每个物品的数量无限。请问有多少种方法，能够把背包恰好装满？

状态定义：若只使用 coins 中的前 i 个硬币的面值，若想凑出金额 j，有 dp[i][j] 种凑法。
初始状态：dp[0][..] = 0， dp[..][0] = 1

选择：
  不把这第 i 个物品装入背包：dp[i][j] = dp[i-1][j]
  把这第 i 个物品装入了背包：dp[i][j] = dp[i][j-coins[i-1]]

状态转移方程：
  if (j - coins[i-1] >= 0)
      dp[i][j] = dp[i - 1][j] + dp[i][j-coins[i-1]];

*/
int change(int amount, int[] coins) {
  int n = coins.length;
  int[][] dp = int[n + 1][amount + 1];
  // base case
  for (int i = 0; i <= n; i++)
    dp[i][0] = 1;

  for (int i = 1; i <= n; i++) {
    for (int j = 1; j <= amount; j++)
      if (j - coins[i-1] >= 0)
        dp[i][j] = dp[i - 1][j] + dp[i][j - coins[i-1]];
      else:
        dp[i][j] = dp[i - 1][j];
  }
  return dp[n][amount];
}
```

[139. 单词拆分]

给你一个字符串 `s` 和一个字符串列表 `wordDict` 作为字典。请你判断是否可以利用字典中出现的单词拼接出 `s` 。**注意：**不要求字典中出现的单词全部都使用，并且字典中的单词可以重复使用。

```
输入: s = "leetcode", wordDict = ["leet", "code"]
输出: true
解释: 返回 true 因为 "leetcode" 可以由 "leet" 和 "code" 拼接成。

输入: s = "applepenapple", wordDict = ["apple", "pen"]
输出: true
解释: 返回 true 因为"applepenapple"可以由"apple" "pen" "apple" 拼接成。

注意，你可以重复使用字典中的单词。
```

```
public class Solution {
  /*
  dp解法：类似完全背包，从一个集合中没有限制的取东西，组合成目标对象

  状态定义：dp[i] = true/false ， 以 s[i] 结尾的子字符串是否符合题意。
  初始状态：dp[i] = wordSet.contains(s.substring(0, i + 1)) ? true:false
  状态转移：
```

```
        for (int r=0; r<len; r++) {
          for (int l = r-1; l>=0; l--)
            if (dp[l] && wordSet.contains(s.substring(l+1, r+1)))
              dp[r] = true;
              break;
    */
    public boolean wordBreak(String s, List<String> wordDict) {
        Set<String> wordSet = new HashSet<>(wordDict);
        int len = s.length();

        // 状态定义：以 s[i] 结尾的子字符串是否符合题意
        boolean[] dp = new boolean[len];
        // base case
        for (int i = 0; i < len; i++) {
            //（substring 右端点不包含，所以是 right + 1）
            if (wordSet.contains(s.substring(0, i + 1))) {
                dp[i] = true;
            }
        }
        for (int r = 0; r < len; r++) {
            for (int l = r - 1; l >= 0; l--) {
                if (dp[l] && wordSet.contains(s.substring(l+1, r+1))) {
                    dp[r] = true;
                    // 一旦得到 dp[right] = True ，break
                    // 若是继续循环，可能会导致 dp[r] = false
                    break;
                }
            }
        }
        return dp[len - 1];
    }
}
```

打家劫舍

198. 打家劫舍

你是一个专业的小偷，计划偷窃沿街的房屋。每间房内都藏有一定的现金，影响你偷窃的唯一制约因素就是相邻的房屋装有相互连通的防盗系统，**如果两间相邻的房屋在同一晚上被小偷闯入，系统会自动报警**。
给定一个代表每个房屋存放金额的非负整数数组，计算你 **不触动警报装置的情况下** ，一夜之内能够偷窃到的最高金额。

```
输入：[1,2,3,1]
输出：4
解释：偷窃 1 号房屋 (金额 = 1) ，然后偷窃 3 号房屋 (金额 = 3)。偷窃到的最高金额 = 1 + 3 = 4 。

输入：[2,7,9,3,1]
输出：12
解释：偷窃 1 号房屋 (金额 = 2), 偷窃 3 号房屋 (金额 = 9)，接着偷窃 5 号房屋 (金额 = 1)。偷窃到的最高金额 = 2 + 9 + 1 = 12 。
```

```
class Solution {
    /*
```

```
    状态定义：dp[i]，抢到第i个住户时的最大抢劫量
    初始状态定义：dp[0] = 0，dp[1] = nums[0]
    选择：抢或不抢第i-1户，抢了就不能抢第i户了
    状态转移方程：dp[i] = max(dp[i-2]+nums[i-1], dp[i-1])
    */
    public int rob(int[] nums) {
        if (nums.length == 0) {
            return 0;
        }
        int[] dp = new int[nums.length + 1];
        dp[0] = 0;
        dp[1] = nums[0];
        for (int i=2; i<=nums.length; i++) {
            dp[i] = Math.max(dp[i-2]+nums[i-1], dp[i-1]);
        }
        return dp[nums.length];
    }
}
```

213. 打家劫舍 II

你是一个专业的小偷，计划偷窃沿街的房屋，每间房内都藏有一定的现金。这个地方所有的房屋都 **围成一圈** ，这意味着第一个房屋和最后一个房屋是紧挨着的。同时，相邻的房屋装有相互连通的防盗系统，**如果两间相邻的房屋在同一晚上被小偷闯入，系统会自动报警** 。
给定一个代表每个房屋存放金额的非负整数数组，计算你 **在不触动警报装置的情况下** ，今晚能够偷窃到的最高金额。

```
输入：nums = [2,3,2]
输出：3
解释：你不能先偷窃 1 号房屋（金额 = 2），然后偷窃 3 号房屋（金额 = 2），因为他们是相邻的。

输入：nums = [1,2,3,1]
输出：4
解释：你可以先偷窃 1 号房屋（金额 = 1），然后偷窃 3 号房屋（金额 = 3）。偷窃到的最高金额 = 1 + 3 = 4 。
```

```
class Solution {
    /*
    状态定义：dp[i]，抢到第i个住户时的最大抢劫量
    初始状态定义：dp[0] = 0，dp[1] = nums[0]
    选择：抢或不抢第i-1户，抢了就不能抢第i户了
    状态转移方程：dp[i] = max(dp[i-2]+nums[i-1], dp[i-1])

    注意：本题同 198.打家劫舍 不同的是头尾不能同时选择，
    所以弄两个数组，一个可以选头，一个可以选尾
    */
    public int rob(int[] nums) {
        if(nums.length == 0) {
            return 0;
        }
        if(nums.length == 1) {
            return nums[0];
        }
        // 左闭右开
        int[] nums1 = Arrays.copyOfRange(nums,1,nums.length);
```

```
        int[] nums2 = Arrays.copyOfRange(nums,0,nums.length-1);
        return Math.max(myrob(nums1), myrob(nums2));
    }
    private int myrob(int[] nums) {
        if (nums.length==0){
            return 0;
        }
        int[] dp = new int[nums.length+1];
        dp[0]=0;
        dp[1]=nums[0];
        for (int i=2;i<=nums.length;i++){
            dp[i]=Math.max(dp[i-1],dp[i-2]+nums[i-1]);
        }
        return dp[nums.length];
    }
}
```

337. 打家劫舍 III

在上次打劫完一条街道之后和一圈房屋后，小偷又发现了一个新的可行窃的地区。这个地区只有一个入口，我们称之为“根”。 除了“根”之外，每栋房子有且只有一个“父”房子与之相连。一番侦察之后，聪明的小偷意识到“这个地方的所有房屋的排列类似于一棵二叉树”。 如果两个直接相连的房子在同一天晚上被打劫，房屋将自动报警。
计算在不触动警报的情况下，小偷一晚能够盗取的最高金额。

```
输入: [3,2,3,null,3,null,1]

     3
    / \
   2   3
    \   \
     3   1

输出: 7
解释: 小偷一晚能够盗取的最高金额 = 3 + 3 + 1 = 7

输入: [3,4,5,1,3,null,1]

       3
      / \
     4   5
    / \   \
   1   3   1

输出: 9
解释: 小偷一晚能够盗取的最高金额 = 4 + 5 = 9
```

```
class Solution {
    /*
    后序遍历 + 动态规划
    状态定义：dp[j]，当前节点作为根节点，j=0 偷node，j=1不偷
        当前状态时，获得的最大价值。
    初始状态：一个结点都没有，空节点，返回 0，对应后序遍历时候的递归终止条件
    状态转移方程：
```

```
    当前节点不偷：max(左节点偷，左节点不偷) + max(右节点偷，右节点不偷)
    当前节点偷：node.val + 左节点不偷 + 右节点不偷
  */
  public int rob(TreeNode root) {
    int[] res = dfs(root);
    return Math.max(res[0], res[1]);
  }
  // 后序遍历
  // 子结点陆续汇报信息给父结点，一层一层向上汇报，最后在根结点汇总值。
  private int[] dfs(TreeNode node) {
    // base case
    if (node == null) {
      return new int[]{0, 0};
    }
    int[] left = dfs(node.left);
    int[] right = dfs(node.right);
    // dp[0]：node 结点不偷
    // dp[1]：node 结点偷
    int[] dp = new int[2];
    dp[0] = Math.max(left[0], left[1]) + Math.max(right[0], right[1]);
    dp[1] = node.val + left[0] + right[0];
    return dp;
  }
}
```

股票问题

```
// 状态定义
dp[i][k][0] //表示在第 i 天结束时，最多进行 k 次交易且在进行操作后持有 0 份股票的情况下可以获得的最大收益；
dp[i][k][1] //表示在第 i 天结束时，最多进行 k 次交易且在进行操作后持有 1 份股票的情况下可以获得的最大收益。
// base case：
dp[-1][...][0] = dp[...][0][0] = 0        // i = -1 意味着还没有开始，这时候的利润是0。 k=0 意味着根本不允许交易，这时候利润是0。
dp[-1][...][1] = dp[...][0][1] = -infinity   // 还没开始的时候，是不可能持有股票的。不允许交易的情况下，是不可能持有股票的。因为我们的算法要求一个最大值，所以初始值设为一个最小值，方便取最大值。
// 状态转移方程：
dp[i][k][0] = max(dp[i-1][k][0], dp[i-1][k][1] + prices[i])   // ( 今天选择 rest, 今天选择 sell )
dp[i][k][1] = max(dp[i-1][k][1], dp[i-1][k-1][0] - prices[i])  // ( 今天选择 rest, 今天选择 buy )
```

121. 买卖股票的最佳时机（k = 1）

给定一个数组 `prices` ，它的第 `i` 个元素 `prices[i]` 表示一支给定股票第 `i` 天的价格。
你只能选择 **某一天** 买入这只股票，并选择在 **未来的某一个不同的日子** 卖出该股票。设计一个算法来计算你所能获取的最大利润。
返回你可以从这笔交易中获取的最大利润。如果你不能获取任何利润，返回 `0` 。

输入：[7,1,5,3,6,4]
输出：5
解释：在第 2 天（股票价格 = 1）的时候买入，在第 5 天（股票价格 = 6）的时候卖出，最大利润 = 6-1 = 5 。
注意利润不能是 7-1 = 6, 因为卖出价格需要大于买入价格；同时，你不能在买入前卖出股票。

输入：prices = [7,6,4,3,1]
输出：0
解释：在这种情况下, 没有交易完成, 所以最大利润为 0。

```
// k = 1
dp[i][1][0] = max(dp[i-1][1][0], dp[i-1][1][1] + prices[i])
dp[i][1][1] = max(dp[i-1][1][1], dp[i-1][0][0] - prices[i]) = max(dp[i-1][1][1], -prices[i])
// 解释：k = 0 的 base case，所以 dp[i-1][0][0] = 0。
// 现在发现 k 都是 1，不会改变，即 k 对状态转移已经没有影响了。
// 可以进行进一步化简去掉所有 k：
dp[i][0] = max(dp[i-1][0], dp[i-1][1] + prices[i])
dp[i][1] = max(dp[i-1][1], -prices[i])
```

```
// 原始版本
int maxProfit_k_1(int[] prices) {
    int n = prices.length;
    int[][] dp = new int[n][2];
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        if (i - 1 == -1) {
            // base case
            // 根据状态转移方程可得：
            // dp[i][0]
            // = max(dp[-1][0], dp[-1][1] + prices[i])
            // = max(0, -infinity + prices[i]) = 0
            dp[i][0] = 0;
            // 根据状态转移方程可得：
            // dp[i][1]
            // = max(dp[-1][1], dp[-1][0] - prices[i])
            // = max(-infinity, 0 - prices[i])
            // = -prices[i]
            dp[i][1] = -prices[i];
            continue;
        }
        dp[i][0] = Math.max(dp[i-1][0], dp[i-1][1] + prices[i]);
        dp[i][1] = Math.max(dp[i-1][1], -prices[i]);
    }
    return dp[n - 1][0];
}
// 空间复杂度优化版本
int maxProfit_k_1(int[] prices) {
    int n = prices.length;
    // base case: dp[-1][0] = 0, dp[-1][1] = -infinity
    int dp_i_0 = 0, dp_i_1 = Integer.MIN_VALUE;
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        // dp[i][0] = max(dp[i-1][0], dp[i-1][1] + prices[i])
        dp_i_0 = Math.max(dp_i_0, dp_i_1 + prices[i]);
        // dp[i][1] = max(dp[i-1][1], -prices[i])
        dp_i_1 = Math.max(dp_i_1, -prices[i]);
    }
    return dp_i_0;
}
```

122. 买卖股票的最佳时机 II（k = +infinity）

给定一个数组 `prices` ，其中 `prices[i]` 是一支给定股票第 `i` 天的价格。
设计一个算法来计算你所能获取的最大利润。你可以尽可能地完成更多的交易（多次买卖一支股票）。
注意：你不能同时参与多笔交易（你必须在再次购买前出售掉之前的股票）。

输入: prices = [7,1,5,3,6,4]
输出: 7
解释: 在第 2 天（股票价格 = 1）的时候买入，在第 3 天（股票价格 = 5）的时候卖出, 这笔交易所能获得利润 = 5-1 = 4 。
随后，在第 4 天（股票价格 = 3）的时候买入，在第 5 天（股票价格 = 6）的时候卖出, 这笔交易所能获得利润 = 6-3 = 3 。

输入: prices = [1,2,3,4,5]
输出: 4
解释: 在第 1 天（股票价格 = 1）的时候买入，在第 5 天 （股票价格 = 5）的时候卖出, 这笔交易所能获得利润 = 5-1 = 4 。
注意你不能在第 1 天和第 2 天接连购买股票，之后再将它们卖出。因为这样属于同时参与了多笔交易，你必须在再次购买前出售掉之前的股票。

输入: prices = [7,6,4,3,1]
输出: 0
解释: 在这种情况下, 没有交易完成, 所以最大利润为 0。

```
// k = +infinity
// 如果 k 为正无穷，那么就可以认为 k 和 k - 1 是一样的。可以这样改写框架：
dp[i][k][0] = max(dp[i-1][k][0], dp[i-1][k][1] + prices[i])
dp[i][k][1] = max(dp[i-1][k][1], dp[i-1][k-1][0] - prices[i]) = max(dp[i-1][k][1], dp[i-1][k][0] - prices[i])
// 我们发现数组中的 k 已经不会改变了，也就是说不需要记录 k 这个状态了：
dp[i][0] = max(dp[i-1][0], dp[i-1][1] + prices[i])
dp[i][1] = max(dp[i-1][1], dp[i-1][0] - prices[i])
```

```
// 原始版本
int maxProfit_k_inf(int[] prices) {
    int n = prices.length;
    int[][] dp = new int[n][2];
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        if (i - 1 == -1) {
            // base case
            dp[i][0] = 0;
            dp[i][1] = -prices[i];
            continue;
        }
        dp[i][0] = Math.max(dp[i-1][0], dp[i-1][1] + prices[i]);
        dp[i][1] = Math.max(dp[i-1][1], dp[i-1][0] - prices[i]);
    }
    return dp[n - 1][0];
}
// 空间复杂度优化版本
int maxProfit_k_inf(int[] prices) {
    int n = prices.length;
    int dp_i_0 = 0, dp_i_1 = Integer.MIN_VALUE;
    for (int i = 0; i < n; i++) {
```

```
        int temp = dp_i_0;
        dp_i_0 = Math.max(dp_i_0, dp_i_1 + prices[i]);
        dp_i_1 = Math.max(dp_i_1, temp - prices[i]);
    }
    return dp_i_0;
}
```

309. 最佳买卖股票时机含冷冻期（k = +infinity with cooldown）

给定一个整数数组，其中第 *i* 个元素代表了第 *i* 天的股票价格 。
设计一个算法计算出最大利润。在满足以下约束条件下，你可以尽可能地完成更多的交易（多次买卖一支股票）：

- 你不能同时参与多笔交易（你必须在再次购买前出售掉之前的股票）。
- 卖出股票后，你无法在第二天买入股票 (即冷冻期为 1 天)。

```
输入: [1,2,3,0,2]
输出: 3
```

```
// k = +infinity with cooldown
// 参考K为正无穷
dp[i][0] = max(dp[i-1][0], dp[i-1][1] + prices[i])
dp[i][1] = max(dp[i-1][1], dp[i-2][0] - prices[i])
// 第 i 天选择 buy 的时候，要从 i-2 的状态转移，而不是 i-1 。
```

```
// 原始版本
int maxProfit_with_cool(int[] prices) {
    int n = prices.length;
    int[][] dp = new int[n][2];
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        if (i - 1 == -1) {
            // base case 1
            dp[i][0] = 0;
            dp[i][1] = -prices[i];
            continue;
        }
        if (i - 2 == -1) {
            // base case 2
            dp[i][0] = Math.max(dp[i-1][0], dp[i-1][1] + prices[i]);
            // i - 2 小于 0 时根据状态转移方程推出对应 base case
            dp[i][1] = Math.max(dp[i-1][1], -prices[i]);
            // dp[i][1]
            // = max(dp[i-1][1], dp[-1][0] - prices[i])
            // = max(dp[i-1][1], 0 - prices[i])
            // = max(dp[i-1][1], -prices[i])
            continue;
        }
        dp[i][0] = Math.max(dp[i-1][0], dp[i-1][1] + prices[i]);
        dp[i][1] = Math.max(dp[i-1][1], dp[i-2][0] - prices[i]);
    }
    return dp[n - 1][0];
}
// 空间复杂度优化版本
int maxProfit_with_cool(int[] prices) {
```

```
    int n = prices.length;
    int dp_i_0 = 0, dp_i_1 = Integer.MIN_VALUE;
    int dp_pre_0 = 0; // 代表 dp[i-2][0]
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        int temp = dp_i_0;
        dp_i_0 = Math.max(dp_i_0, dp_i_1 + prices[i]);
        dp_i_1 = Math.max(dp_i_1, dp_pre_0 - prices[i]);
        dp_pre_0 = temp;
    }
    return dp_i_0;
}
```

714. 买卖股票的最佳时机含手续费（k = +infinity with fee）

给定一个整数数组 `prices`，其中第 `i` 个元素代表了第 `i` 天的股票价格；整数 `fee` 代表了交易股票的手续费用。
你可以无限次地完成交易，但是你每笔交易都需要付手续费。如果你已经购买了一个股票，在卖出它之前你就不能再继续购买股票了。
返回获得利润的最大值。
注意：这里的一笔交易指买入持有并卖出股票的整个过程，每笔交易你只需要为支付一次手续费。

```
输入：prices = [1, 3, 2, 8, 4, 9], fee = 2
输出：8
解释：能够达到的最大利润:
在此处买入 prices[0] = 1
在此处卖出 prices[3] = 8
在此处买入 prices[4] = 4
在此处卖出 prices[5] = 9
总利润: ((8 - 1) - 2) + ((9 - 4) - 2) = 8

输入：prices = [1,3,7,5,10,3], fee = 3
输出：6
```

```
// k = +infinity with fee
// 每次交易要支付手续费，只要把手续费从利润中减去即可。改写方程：
dp[i][0] = max(dp[i-1][0], dp[i-1][1] + prices[i])
dp[i][1] = max(dp[i-1][1], dp[i-1][0] - prices[i] - fee)
// 相当于买入股票的价格升高了。
// 在第一个式子里减也是一样的，相当于卖出股票的价格减小了。
```

```
// 原始版本
int maxProfit_with_fee(int[] prices, int fee) {
    int n = prices.length;
    int[][] dp = new int[n][2];
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        if (i - 1 == -1) {
            // base case
            dp[i][0] = 0;
            dp[i][1] = -prices[i] - fee;
            // dp[i][1]
            // = max(dp[i - 1][1], dp[i - 1][0] - prices[i] - fee)
            // = max(dp[-1][1], dp[-1][0] - prices[i] - fee)
            // = max(-inf, 0 - prices[i] - fee)
```

```
            // = -prices[i] - fee
            continue;
        }
        dp[i][0] = Math.max(dp[i - 1][0], dp[i - 1][1] + prices[i]);
        dp[i][1] = Math.max(dp[i - 1][1], dp[i - 1][0] - prices[i] - fee);
    }
    return dp[n - 1][0];
}
// 空间复杂度优化版本
int maxProfit_with_fee(int[] prices, int fee) {
    int n = prices.length;
    int dp_i_0 = 0, dp_i_1 = Integer.MIN_VALUE;
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        int temp = dp_i_0;
        dp_i_0 = Math.max(dp_i_0, dp_i_1 + prices[i]);
        dp_i_1 = Math.max(dp_i_1, temp - prices[i] - fee);
    }
    return dp_i_0;
}
```

123. 买卖股票的最佳时机III（k = 2）

给定一个数组，它的第 `i` 个元素是一支给定的股票在第 `i` 天的价格。
设计一个算法来计算你所能获取的最大利润。你最多可以完成 **两笔** 交易。
注意：你不能同时参与多笔交易（你必须在再次购买前出售掉之前的股票）。

```
输入：prices = [3,3,5,0,0,3,1,4]
输出：6
解释：在第 4 天（股票价格 = 0）的时候买入，在第 6 天（股票价格 = 3）的时候卖出，这笔交易所能获得利润 = 3-0 = 3 。
随后，在第 7 天（股票价格 = 1）的时候买入，在第 8 天 （股票价格 = 4）的时候卖出，这笔交易所能获得利润 = 4-1 = 3 。

输入：prices = [1,2,3,4,5]
输出：4
解释：在第 1 天（股票价格 = 1）的时候买入，在第 5 天 （股票价格 = 5）的时候卖出, 这笔交易所能获得利润 = 5-1 = 4 。
注意你不能在第 1 天和第 2 天接连购买股票，之后再将它们卖出。
因为这样属于同时参与了多笔交易，你必须在再次购买前出售掉之前的股票。

输入：prices = [7,6,4,3,1]
输出：0
解释：在这个情况下, 没有交易完成, 所以最大利润为 0。
```

```
dp[i][k][0] = max(dp[i-1][k][0], dp[i-1][k][1] + prices[i])
dp[i][k][1] = max(dp[i-1][k][1], dp[i-1][k-1][0] - prices[i])
```

```
// 原始版本
int maxProfit_k_2(int[] prices) {
    int max_k = 2, n = prices.length;
    int[][][] dp = new int[n][max_k + 1][2];
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        for (int k = max_k; k >= 1; k--) {
            if (i - 1 == -1) {
```

```
            // 处理 base case
            dp[i][k][0] = 0;
            dp[i][k][1] = -prices[i];
            continue;
        }
        dp[i][k][0] = Math.max(dp[i-1][k][0], dp[i-1][k][1] + prices[i]);
        dp[i][k][1] = Math.max(dp[i-1][k][1], dp[i-1][k-1][0] - prices[i]);
      }
    }
    // 穷举了 n × max_k × 2 个状态，正确。
    return dp[n - 1][max_k][0];
}
// 状态转移方程：
// dp[i][2][0] = max(dp[i-1][2][0], dp[i-1][2][1] + prices[i])
// dp[i][2][1] = max(dp[i-1][2][1], dp[i-1][1][0] - prices[i])
// dp[i][1][0] = max(dp[i-1][1][0], dp[i-1][1][1] + prices[i])
// dp[i][1][1] = max(dp[i-1][1][1], -prices[i])
// 空间复杂度优化版本
int maxProfit_k_2(int[] prices) {
    // base case
    int dp_i10 = 0, dp_i11 = Integer.MIN_VALUE;
    int dp_i20 = 0, dp_i21 = Integer.MIN_VALUE;
    for (int price : prices) {
        dp_i20 = Math.max(dp_i20, dp_i21 + price);
        dp_i21 = Math.max(dp_i21, dp_i10 - price);
        dp_i10 = Math.max(dp_i10, dp_i11 + price);
        dp_i11 = Math.max(dp_i11, -price);
    }
    return dp_i20;
}
```

188. 买卖股票的最佳时机 IV（k = any integer）

给定一个整数数组 `prices` ，它的第 `i` 个元素 `prices[i]` 是一支给定的股票在第 `i` 天的价格。
设计一个算法来计算你所能获取的最大利润。你最多可以完成 **k** 笔交易。
注意：你不能同时参与多笔交易（你必须在再次购买前出售掉之前的股票）。

```
输入：k = 2, prices = [2,4,1]
输出：2
解释：在第 1 天 (股票价格 = 2) 的时候买入，在第 2 天 (股票价格 = 4) 的时候卖出，这笔交易所能获得利润 = 4-2 = 2 。

输入：k = 2, prices = [3,2,6,5,0,3]
输出：7
解释：在第 2 天 (股票价格 = 2) 的时候买入，在第 3 天 (股票价格 = 6) 的时候卖出, 这笔交易所能获得利润 = 6-2 = 4 。
随后，在第 5 天 (股票价格 = 0) 的时候买入，在第 6 天 (股票价格 = 3) 的时候卖出, 这笔交易所能获得利润 = 3-0 = 3 。
```

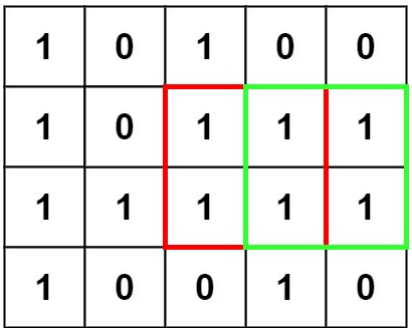
```
int maxProfit_k_any(int max_k, int[] prices) {
    int n = prices.length;
    if (n <= 0) {
        return 0;
    }
```

```
    if (max_k > n / 2) {
        // 交易次数 k 没有限制的情况
        return maxProfit_k_inf(prices);
    }
    // base case：
    // dp[-1][...][0] = dp[...][0][0] = 0
    // dp[-1][...][1] = dp[...][0][1] = -infinity
    int[][][] dp = new int[n][max_k + 1][2];
    // k = 0 时的 base case
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        dp[i][0][1] = Integer.MIN_VALUE;
        dp[i][0][0] = 0;
    }
    for (int i = 0; i < n; i++)
        for (int k = max_k; k >= 1; k--) {
            if (i - 1 == -1) {
                // 处理 i = -1 时的 base case
                dp[i][k][0] = 0;
                dp[i][k][1] = -prices[i];
                continue;
            }
            dp[i][k][0] = Math.max(dp[i-1][k][0], dp[i-1][k][1] + prices[i]);
            dp[i][k][1] = Math.max(dp[i-1][k][1], dp[i-1][k-1][0] - prices[i]);
        }
    return dp[n - 1][max_k][0];
}
```

区间dp

221. 最大正方形

在一个由 `'0'` 和 `'1'` 组成的二维矩阵内，找到只包含 `'1'` 的最大正方形，并返回其面积。




```
输入：matrix = [["1","0","1","0","0"],["1","0","1","1","1"],["1","1","1","1","1"],["1","0","0","1","0"]]
输出：4
```

```
class Solution {
    // dp思路:相邻三个矩形边长的最小值+1
    // 若某格子值为 1，则以此为右下角的正方形的、最大边长为：上面的正方形、左面的正方形或左上的正方形中，最小的那个，再加上此格。
    public int maximalSquare(char[][] matrix) {
        int maxSide = 0;
        if (matrix == null || matrix.length == 0 || matrix[0].length == 0) {
            return maxSide;
        }
```

```
    int rows = matrix.length;
    int columns = matrix[0].length;

    int[][] dp = new int[rows][columns];
    for (int i = 0; i < rows; i++) {
      for (int j = 0; j < columns; j++) {
        if (matrix[i][j] == '1') {
          if (i == 0 || j == 0) {
            // base case
            dp[i][j] = 1;
          } else {
            dp[i][j] = Math.min(Math.min(dp[i - 1][j], dp[i][j - 1]), dp[i - 1][j - 1]) + 1;
          }
          maxSide = Math.max(maxSide, dp[i][j]);
        }
      }
    }
    return maxSide * maxSide;
  }
}
```

n指针

15. 三数之和

给你一个包含 `n` 个整数的数组 `nums`，判断 `nums` 中是否存在三个元素 $a，b，c$ ，使得 $a + b + c = 0$ ？请你找出所有和为 `0` 且不重复的三元组。**注意：**答案中不可以包含重复的三元组。

```
输入：nums = [-1,0,1,2,-1,-4]
输出：[[-1,-1,2],[-1,0,1]]
```

```
class Solution {
  /*
  三指针解法
  i=0,j=i+1,k=nums.len
   for (int i=0; i<length-2; i++){
    int temp = nums[i] + nums[j] + nums[k];
    temp > 0 k--
    temp < 0 j++
    temp = 0 res.add
      // 去重操作
      while(j<k && nums[j]=nums[j+1])
        j++
      while(j<k && nums[k]=nums[k-1])
        k--
  }
  */
  public List<List<Integer>> threeSum(int[] nums) {
    List<List<Integer>> res = new ArrayList<>();
    if (nums.length<3) {
      return res;
    }
    Arrays.sort(nums);
    int length = nums.length;
```

```
        for (int i=0; i<length-2; i++){
            if (nums[i] > 0) {
                break;
            }
            if(i > 0 && nums[i] == nums[i-1]) continue;
            int j = i + 1;
            int k = length-1;
            while (j<k) {
                int temp = nums[i] + nums[j] + nums[k];
                if (temp > 0) {
                    k--;
                } else if (temp < 0) {
                    j++;
                } else {
                    List<Integer> list = new ArrayList<>();
                    list.add(nums[i]);
                    list.add(nums[j]);
                    list.add(nums[k]);
                    res.add(list);
                    // 去重
                    while (j<k && nums[j]==nums[j+1]) {
                        j++;
                    }
                    while (j<k && nums[k]==nums[k-1]) {
                        k--;
                    }
                    k--;
                    j++;
                }
            }
        }
        return res;
    }
}
```

二分法

33. 搜索旋转排序数组

整数数组 `nums` 按升序排列，数组中的值 **互不相同** 。
在传递给函数之前， `nums` 在预先未知的某个下标 `k` （ `0 <= k < nums.length` ）上进行了 **旋转**，使数组变为 `[nums[k], nums[k+1], ..., nums[n-1], nums[0], nums[1], ..., nums[k-1]]` （下标 **从 0 开始** 计数）。例如， `[0,1,2,4,5,6,7]` 在下标 `3` 处经旋转后可能变为 `[4,5,6,7,0,1,2]` 。
给你 **旋转后** 的数组 `nums` 和一个整数 `target` ，如果 `nums` 中存在这个目标值 `target` ，则返回它的下标，否则返回 `-1` 。

```
输入：nums = [4,5,6,7,0,1,2], target = 0
输出：4

输入：nums = [4,5,6,7,0,1,2], target = 3
输出：-1
```

```
class Solution {
    /*
```

```
    旋转数组二分
    二分同时需要考虑mid在左右哪一段
    分四种情况
    例：5 6 7 8 9 0 1 2 3 4
    mid在左段（nums[lo]<=nums[mid]）：
      target在mid左边（nums[lo]<=target<nums[mid]）
      target在mid右边
    mid在右段:
      target在mid左边
      target在mid右边（nums[mid]<target<=nums[hi]）
    */
    public int search(int[] nums, int target) {
        int lo = 0;
        int hi = nums.length - 1;
        while (lo <= hi) {
            int mid = (lo + hi)/2;
            if (target == nums[mid]) {
                return mid;
            }
            if (nums[lo] <= nums[mid]) {
                if (nums[lo] <= target && target < nums[mid]) {
                    hi = mid -1;
                } else {
                    lo = mid + 1;
                }
            } else {
                if (nums[mid] < target && target <= nums[hi]) {
                    lo = mid + 1;
                } else {
                    hi = mid -1;
                }
            }
        }
        return -1;
    }
}
```

162. 寻找峰值

峰值元素是指其值严格大于左右相邻值的元素。
给你一个整数数组 `nums`，找到峰值元素并返回其索引。数组可能包含多个峰值，在这种情况下，返回 **任何一个峰值** 所在位置即可。
你可以假设 `nums[-1] = nums[n] = -∞` 。
你必须实现时间复杂度为 `O(log n)` 的算法来解决此问题。

```
输入：nums = [1,2,3,1]
输出：2
解释：3 是峰值元素，你的函数应该返回其索引 2。
```

```
class Solution {
    /*
    二分法
    定论证明：nums[-1] = nums[n] = -∞，这就代表着 往递增的方向上，二分，一定能找到山峰，往递减的方向可能找到，也可能找不到。
```

```
    */
    public int findPeakElement(int[] nums) {
        int left = 0;
        int right = nums.length - 1;
        while (left < right) {
            int mid =  (left + right) / 2;
            if (nums[mid] > nums[mid + 1]) {
                // 判断 nums[mid] > nums[mid + 1] ，所以 nums[mid] 可能是一个峰值， r=mid-1 那就错过 mid这个峰值了。
                right = mid;
            } else {
                left = mid + 1;
            }
        }
        return left;
    }
}
```

69. Sqrt(x)

给你一个非负整数 `x` ，计算并返回 `x` 的 **算术平方根** 。
由于返回类型是整数，结果只保留 **整数部分** ，小数部分将被 **舍去** 。
注意：不允许使用任何内置指数函数和算符，例如 `pow(x, 0.5)` 或者 `x ** 0.5` 。

```
输入：x = 4
输出：2

输入：x = 8
输出：2
解释：8 的算术平方根是 2.82842..., 由于返回类型是整数，小数部分将被舍去。
```

```
class Solution {
    // 二分法
    public int mySqrt(int x) {
        if (x==0 || x==1) {
            return x;
        }
        long left = 0;
        long right = x;
        while (left <= right) {
            long mid = (right + left ) / 2;
            long tmp = mid*mid;
            if (tmp > x) {
                right = mid - 1;
            } else if (tmp < x){
                left = mid+1;
            } else {
                return (int)mid;
            }
        }

        // mid = (right + left )/2，退出while条件是 left > right,
        // 所以最后返回 left - 1
        return (int)left - 1;
```

```
    }

    // 牛顿法，可以自己控制保留几位小数
    int s;
    public int _mySqrt(int x) {
        s=x;
        if(x==0) {
            return 0;
        }
        double res = sqrts(x);
        // 控制保留几位有效数字
        DecimalFormat df = new DecimalFormat("###.000"); //保留三位有效数字（四舍五入）
        return (int)res;
    }
    public double sqrts(double x){
        double res = (x + s / x) / 2;
        if (res == x) {
            return x;
        } else {
            return sqrts(res);
        }
    }
}
```

4. 寻找两个正序数组的中位数

给定两个大小分别为 `m` 和 `n` 的正序（从小到大）数组 `nums1` 和 `nums2`。请你找出并返回这两个正序数组的 **中位数** 。
算法的时间复杂度应该为 `O(log (m+n))` 。

```
输入：nums1 = [1,3], nums2 = [2]
输出：2.00000
解释：合并数组 = [1,2,3] ，中位数 2

输入：nums1 = [1,2], nums2 = [3,4]
输出：2.50000
解释：合并数组 = [1,2,3,4] ，中位数 (2 + 3) / 2 = 2.5
```

```
class Solution {
    /*
    题目是求中位数，其实就是求第 k 小数的一种特殊情况，而求第 k 小数有一种算法。
    解法二中，我们一次遍历就相当于去掉不可能是中位数的一个值，也就是一个一个排除。
    由于数列是有序的，其实我们完全可以一半儿一半儿的排除。假设我们要找第 k 小数，我们可以每次循环排除掉 k/2 个数。

    A[1] ，A[2] ，A[3]，A[k/2] ... ，B[1]，B[2]，B[3]，B[k/2] ...
    如果 A[k/2]<B[k/2] ，那么A[1]，A[2]，A[3]，A[k/2]都不可能是第 k 小的数字。
    A 数组中比 A[k/2] 小的数有 k/2-1 个，B 数组中，B[k/2] 比 A[k/2] 小
    假设 B[k/2] 前边的数字都比 A[k/2] 小，也只有 k/2-1 个
    所以比 A[k/2] 小的数字最多有 k/1-1+k/2-1=k-2个，所以 A[k/2] 最多是第 k-1 小的数。
    而比 A[k/2] 小的数更不可能是第 k 小的数了，所以可以把它们排除。

    由于我们已经排除掉了 3 个数字，就是这 3 个数字一定在最前边
    所以在两个新数组中，我们只需要找第 7 - 3 = 4 小的数字就可以了，也就是 k = 4。
```

```
    */
    public double findMedianSortedArrays(int[] nums1, int[] nums2) {
        int n = nums1.length;
        int m = nums2.length;
        // 因为数组是从索引0开始的，因此我们在这里必须+1，即索引(k+1)的数，才是第k个数。
        int left = (n + m + 1) / 2;
        int right = (n + m + 2) / 2;
        // 将偶数和奇数的情况合并，如果是奇数，会求两次同样的 k
        return (getKth(nums1, 0, n - 1, nums2, 0, m - 1, left) + getKth(nums1, 0, n - 1, nums2, 0, m - 1, right)) *
0.5;
    }
    private int getKth(int[] nums1, int start1, int end1, int[] nums2, int start2, int end2, int k) {
        //因为索引和算数不同6-0=6，但是是有7个数的，因为end初始就是数组长度-1构成的。
        //最后len代表当前数组(也可能是经过递归排除后的数组)，符合当前条件的元素的个数
        int len1 = end1 - start1 + 1;
        int len2 = end2 - start2 + 1;
        //让 len1 的长度小于 len2，这样就能保证如果有数组空了，一定是 len1
        //就是如果len1长度小于len2，把getKth()中参数互换位置，即原来的len2就变成了len1，即len1，永远比
len2小
        if (len1 > len2) {
            return getKth(nums2, start2, end2, nums1, start1, end1, k);
        }
        //如果一个数组中没有了元素，那么即从剩余数组nums2的其实start2开始加k再-1.
        //因为k代表个数，而不是索引，那么从nums2后再找k个数，那个就是start2 + k-1索引处就行了。因为还
包含nums2[start2]也是一个数。因为它在上次迭代时并没有被排除
        if (len1 == 0) {
            return nums2[start2 + k - 1];
        }
        //如果k=1，表明最接近中位数了，即两个数组中start索引处，谁的值小，中位数就是谁(start索引之前表示
经过迭代已经被排出的不合格的元素，即数组没被抛弃的逻辑上的范围是nums[start]--->nums[end])。
        if (k == 1) {
            return Math.min(nums1[start1], nums2[start2]);
        }
        //为了防止数组长度小于 k/2,每次比较都会从当前数组所生长度和k/2作比较，取其中的小的(如果取大的，
数组就会越界)
        //然后数组如果len1小于k / 2，表示数组经过下一次遍历就会到末尾，然后后面就会在那个剩余的数组中寻
找中位数
        int i = start1 + Math.min(len1, k / 2) - 1;
        int j = start2 + Math.min(len2, k / 2) - 1;
        //如果nums1[i] > nums2[j]，表示nums2数组中包含j索引，之前的元素，逻辑上全部淘汰，即下次从J+1
开始。
        //而k则变为k - (j - start2 + 1)，即减去逻辑上排出的元素的个数(要加1，因为索引相减，相对于实际排除的
时要少一个的)
        if (nums1[i] > nums2[j]) {
            return getKth(nums1, start1, end1, nums2, j + 1, end2, k - (j - start2 + 1));
        }
        else {
            return getKth(nums1, i + 1, end1, nums2, start2, end2, k - (i - start1 + 1));
        }
    }
    /*
    不合并，直接找中位数
    aStart 和 bStart 分别表示当前指向 A 数组和 B 数组的位置
    aStart 还没有到最后并且此时 A 位置的数字小于 B 位置的数组，那么就可以后移了
    */
    public double _findMedianSortedArrays(int[] nums1, int[] nums2) {
        int m = nums1.length;
        int n = nums2.length;
```

```
    int len = m + n;
    int left = -1, right = -1;
    int aStart = 0, bStart = 0;
    for (int i = 0; i <= len / 2; i++) {
      left = right;
      // 如果 B 数组此刻已经没有数字了
      // 继续取数字 B[ bStart ]，则会越界，所以判断下 bStart 是否大于数组长度了
      // 这样 || 后边的就不会执行了，也就不会导致错误了
      if (aStart < m && (bStart >= n || nums1[aStart] < nums2[bStart])) {
        right = nums1[aStart++];
      } else {
        right = nums2[bStart++];
      }
    }
    if ((len & 1) == 0)
      return (left + right) / 2.0;
    else
      return right;
  }
  // 合并两个数组(归并排序)，根据奇数偶数确定中位数
  public double __findMedianSortedArrays(int[] nums1, int[] nums2) {
    int m = nums1.length;
    int n = nums2.length;
    int[] nums = new int[m + n];
    if (m == 0) {
      return n%2 == 0 ? (nums2[n/2-1]+nums2[n/2])/2.0 : nums2[n/2];
    }
    if (n == 0) {
      return m%2 == 0 ? (nums1[m/2-1]+nums1[m/2])/2.0 : nums1[m/2];
    }
    int count = 0;
    int i = 0, j = 0;
    while (count != (m + n)) {
      if (i == m) {
        while (j != n) {
          nums[count++] = nums2[j++];
        }
        break;
      }
      if (j == n) {
        while (i != m) {
          nums[count++] = nums1[i++];
        }
        break;
      }
      if (nums1[i] < nums2[j]) {
        nums[count++] = nums1[i++];
      } else {
        nums[count++] = nums2[j++];
      }
    }
    return count%2==0 ? (nums[count/2-1]+nums[count/2])/2.0 : nums[count/2];
  }
}
```

滑动窗口

3. 无重复字符的最长子串

给定一个字符串 `s` ，请你找出其中不含有重复字符的 **最长子串** 的长度。

```
输入: s = "abcabcbb"
输出: 3
解释: 因为无重复字符的最长子串是 "abc"，所以其长度为 3。

输入: s = "bbbbb"
输出: 1
解释: 因为无重复字符的最长子串是 "b"，所以其长度为 1。
```

```
class Solution {
  /*
  abcabcbb
  滑动窗口

  低效率：使用s.contain来判断，用s的left,right截取来维持滑动窗口
  left,right维持一个窗口，max维护最大值
  right每次往前移动，然后拿出最新的那个字符c
  当最新的字符c包含在窗口里面，那就移动left直到窗口不包含c
  !s(left,right).contain(c) {
    max = Math.max(s(left,right+1).len,max)
  } else {
    while(!s(left,right).contain(c)) {
      left++;
    }
  }

  高效率：使用map.contain来判断，使用left,right截取来维持滑动窗口，用map记录s.charAt(index),index
  right每次往前移动，然后拿出最新的那个字符c
  当最新的字符c包含在窗口里面，那就从map里面取出c的位置，left = index(c)+1，注意：c的位置可能在left的左边，所以要判断一下大小(abba)
  再放入最新的c，然后计算max
  */
  public int lengthOfLongestSubstring(String s) {
    int max = 0;
    Map<Character, Integer> map = new HashMap<>();
    for (int left = 0,right = 0; right < s.length(); right++) {
      char c = s.charAt(right);
      if (map.containsKey(c)) {
        // abba  c的位置可能在left的左边，所以要判断一下大小
        left = Math.max(map.get(c)+1, left);
      }
      // put之后会把原来的值覆盖了，map里面永远只有一个c
      map.put(c, right);
      max = Math.max(max, right-left+1);
    }
    return max;
  }

  public int lengthOfLongestSubstring1(String s) {
    int max = 0;
    for (int left = 0,right = 0; right < s.length(); right++) {
```

```
        String c = s.substring(right, right + 1);
        String String = s.substring(left, right);
        if (!String.contains(c)) {
          max = Math.max(String.length() + 1, max);
        } else {
          while (String.contains(c)) {
            left++;
            String = s.substring(left, right);
          }
        }
      }
      return max;
    }
}
```

76. 最小覆盖子串

给你一个字符串 `s` 、一个字符串 `t` 。返回 `s` 中涵盖 `t` 所有字符的最小子串。如果 `s` 中不存在涵盖 `t` 所有字符的子串，则返回空字符串 `""` 。
注意：

- 对于 `t` 中重复字符，我们寻找的子字符串中该字符数量必须不少于 `t` 中该字符数量。
- 如果 `s` 中存在这样的子串，我们保证它是唯一的答案。

```
输入：s = "ADOBECODEBANC", t = "ABC"
输出："BANC"

输入：s = "a", t = "a"
输出："a"
```

```
class Solution {
    public static String minWindow(String s, String t) {
        //首先创建的是need数组表示每个字符在t中需要的数量，用ASCII码来保存
        //加入need[76] = 2，表明ASCII码为76的这个字符在目标字符串t中需要两个，如果是负数表明当前字符串在窗口中是多余的，需要过滤掉
        int[] need = new int[128];
        //按照字符串t的内容向need中添加元素
        for (int i = 0; i < t.length(); i++) {
            need[t.charAt(i)]++;
        }
        /*
        l: 滑动窗口左边界
        r: 滑动窗口右边界
        size: 窗口的长度
        count: 当次遍历中还需要几个字符才能够满足包含t中所有字符的条件，最大也就是t的长度
        start: 如果有效更新滑动窗口，记录这个窗口的起始位置，方便后续找子串用
         */
        int l = 0, r = 0, minSize = Integer.MAX_VALUE, count = t.length(), start = 0;
        //循环条件右边界不超过s的长度
        while (r < s.length()) {
            char c = s.charAt(r);
            //表示t中包含当前遍历到的这个c字符，更新目前所需要的count数大小，应该减少一个
            if (need[c] > 0) {
                count--;
```

```
        }
        //无论这个字符是否包含在t中，need[]数组中对应那个字符的计数都减少1，利用正负区分这个字符是多余的还是有用的
        need[c]--;
        //count==0说明当前的窗口已经满足了包含t所需所有字符的条件
        if (count == 0) {
            //如果左边界这个字符对应的值在need[]数组中小于0，说明他是一个多余元素，不包含在t内
            while (l < r && need[s.charAt(l)] < 0) {
                //在need[]数组中维护更新这个值，增加1
                need[s.charAt(l)]++;
                //左边界向右移，过滤掉这个元素
                l++;
            }
            //如果当前的这个窗口值比之前维护的窗口值更小，需要进行更新
            if (r - l + 1 < minSize) {
                //更新窗口值
                minSize = r - l + 1;
                //更新窗口起始位置，方便之后找到这个位置返回结果
                start = l;
            }
            //先将l位置的字符计数重新加1
            need[s.charAt(l)]++;
            //重新维护左边界值和当前所需字符的值count
            l++;
            count++;
        }
        //右移边界，开始下一次循环
        r++;
    }
    return minSize == Integer.MAX_VALUE ? "" : s.substring(start, start + minSize);
}

/*
滑动窗口解法
hs 维护s字符串中滑动窗口中各个字符出现的次数
 */
public String _minWindow(String s, String t) {
    // 维护s字符串中滑动窗口中各个字符出现的次数
    HashMap<Character,Integer> hs = new HashMap<Character,Integer>();
    // 维护t字符串各个字符出现多少次
    HashMap<Character,Integer> ht = new HashMap<Character,Integer>();
    // 遍历t字符串，用ht哈希表记录t字符串各个字符出现的次数。
    for(int i = 0;i < t.length();i ++){
        ht.put(t.charAt(i),ht.getOrDefault(t.charAt(i), 0) + 1);
    }
    String ans = "";
    int minLen = Integer.MAX_VALUE;
    // 有多少个元素符合
    int count = 0;
    for(int i = 0,j = 0;i < s.length();i ++) {
        hs.put(s.charAt(i), hs.getOrDefault(s.charAt(i), 0) + 1);
        if(ht.containsKey(s.charAt(i)) && hs.get(s.charAt(i)) <= ht.get(s.charAt(i))){
            count ++;
        }
        while(j < i && (!ht.containsKey(s.charAt(j)) || hs.get(s.charAt(j)) > ht.get(s.charAt(j)))) {
            hs.put(s.charAt(j), hs.get(s.charAt(j)) - 1);
            j++;
        }
```

```
        if(count == t.length() && i - j + 1 < minLen) {
          minLen = i - j + 1;
          ans = s.substring(j,i + 1);
        }
      }
      return ans;
    }
}
```

209. 长度最小的子数组

给定一个含有 `n` 个正整数的数组和一个正整数 `target` 。
找出该数组中满足其和 `≥ target` 的长度最小的 **连续子数组** `[numsl, numsl+1, ..., numsr-1, numsr]` ，并返回其长度。如果不存在符合条件的子数组，返回 `0` 。

```
输入：target = 7, nums = [2,3,1,2,4,3]
输出：2
解释：子数组 [4,3] 是该条件下的长度最小的子数组。

输入：target = 4, nums = [1,4,4]
输出：1
```

```
class Solution {
    /*
    滑动窗口
    */
    public int _minSubArrayLen(int s, int[] nums) {
        int n = nums.length;
        if (n == 0) {
            return 0;
        }
        int left = 0;
        int right = 0;
        int sum = 0;
        int min = Integer.MAX_VALUE;
        while (right < n) {
            sum += nums[right];
            right++;
            while (sum >= s) {
                min = Math.min(min, right - left);
                sum -= nums[left];
                left++;
            }
        }
        return min == Integer.MAX_VALUE ? 0 : min;
    }
    /*
    二分
    对于长度为 n 的数组，我们先去判断长度为 n/2 的连续数字中最大的和是否大于等于 s。
        如果大于等于 s ，那么我们需要减少长度，继续判断所有长度为 n/4 的连续数字
        如果小于 s，我们需要增加长度，我们继续判断所有长度为 (n/2 + n) / 2，也就是 3n/4 的连续数字。
    */
    public int minSubArrayLen(int s, int[] nums) {
        int n = nums.length;
```

```
        if (n == 0) {
            return 0;
        }
        int minLen = 0, maxLen = n;
        int midLen;
        int min = -1;
        while (minLen <= maxLen) {
            //取中间的长度
            midLen = (minLen + maxLen) / 2;
            //判断当前长度的最大和是否大于等于 s
            if (getMaxSum(midLen, nums) >= s) {
                maxLen = midLen - 1; //减小长度
                min = midLen; //更新最小值
            } else {
                minLen = midLen + 1; //增大长度
            }
        }
        return min == -1 ? 0 : min;
    }
    private int getMaxSum(int len, int[] nums) {
        int n = nums.length;
        int sum = 0;
        int maxSum;
        // 达到长度
        for (int i = 0; i < len; i++) {
            sum += nums[i];
        }
        maxSum = sum; // 初始化 maxSum
        for (int i = len; i < n; i++) {
            // 加一个数字减一个数字，保持长度不变
            sum += nums[i];
            sum = sum - nums[i - len];
            // 更新 maxSum
            maxSum = Math.max(maxSum, sum);
        }
        return maxSum;
    }
}
```

DFS/BFS

```
class Solution {
    //前序遍历
    public List<Integer> preorder(TreeNode root,List list) {
        if (root!=null){
            //先根再左再右
            System.out.println(root.val);
            list.add(root.val);
            preorder(root.left,list);
            preorder(root.right,list);
        }
        return list;
    }
    //中序遍历
    public List<Integer> inorder(TreeNode root,List list) {
```

```
    if (root!=null){
        //先左再根再右
        inorder(root.left,list);
        System.out.println(root.val);
        list.add(root.val);
        inorder(root.right,list);
    }
    return list;
}
//后序遍历
public List<Integer> afterorder(TreeNode root,List list) {
    if (root!=null){
        //先左再右再根
        afterorder(root.left,list);
        afterorder(root.right,list);
        System.out.println(root.val);
        list.add(root.val);
    }
    return list;
}
/*
前序遍历
本质上是在模拟递归，因为在递归的过程中使用了系统栈，所以在迭代的解法中常用Stack来模拟系统栈。
*/
public List<Integer> preorderTraversal(TreeNode root) {
    List<Integer> list = new ArrayList<>();
    if (root==null){
        return list;
    }
    Stack<TreeNode> stack = new Stack<>();
    stack.push(root);
    while (!stack.isEmpty()){
        TreeNode node = stack.pop();
        //先根再左再右
        //因为是栈，所以右子树先入栈，所以左子树会先出栈先遍历
        System.out.println(node.val);
        list.add(node.val);
        if (node.right!=null){
            stack.add(node.right);
        }
        if (node.left!=null){
            stack.add(node.left);
        }
    }
    return list;
}
/*
中序遍历
定义一个栈，一个cur=root（TreeNode）
从cur=root开始，不断将左子树入栈（stack.add(cur),cur=cur.left）    先左
然后sout，list.add（node）                                    再根
然后if:node.right!=null,cur=node.right                        再右
*/
public List<Integer> inorderTraversal(TreeNode root) {
    List<Integer> list = new ArrayList<>();
    if (root==null){
        return list;
    }
```

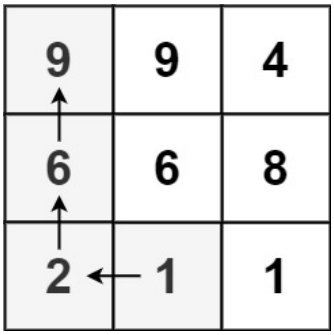
```
        Stack<TreeNode> stack = new Stack<>();
        TreeNode cur = root;
        while (!stack.isEmpty()||cur!=null){
            //先左
            while (cur!=null){
                stack.push(cur);
                cur=cur.left;
            }
            TreeNode node = stack.pop();
            //再根
            System.out.println(node.val);
            list.add(node.val);
            //再右
            if (node.right!=null){
                cur=node.right;
            }
        }
        return list;
    }
    /*
    后序遍历
    用两个栈，一个队列来实现
    前序遍历是：根左右
    修改前序遍历代码，左子树先入栈：根右左
    依次出栈，然后入队，返回队列：左右根
    */
    public List<Integer> postorderTraversal(TreeNode root) {
        List<Integer> list = new ArrayList<>();
        if (root==null){
            return list;
        }
        Stack<TreeNode> stack = new Stack<>();
        Stack<Integer> stack1 = new Stack<>();
        stack.push(root);
        while (!stack.isEmpty()){
            TreeNode node = stack.pop();
            //先根
            stack1.push(node.val);
            //再右
            if (node.left!=null){
                stack.push(node.left);
            }
            //再左
            if (node.right!=null){
                stack.push(node.right);
            }
        }
        //在这里不能对栈使用foreach，这样的话遍历顺序是从栈底到栈顶
        while (!stack1.isEmpty()) {
            System.out.println(stack1.peek());
            list.add(stack1.pop());
        }
        return list;
    }
}
```

```
//广度优先遍历
```

```
public void breadFirstSearch(TreeNode root){
  LinkedList<TreeNode> queue = new LinkedList<>();
  queue.add(root);
  while(!queue.isEmpty()){
    TreeNode node = queue.remove();
    System.out.print(node.val);//遍历根结点
    if(node.left != null){
      queue.offer(node.left);//先将左子树入队
    }
    if(node.right != null){
      queue.offer(node.right);//再将右子树入队
    }
  }
}
```

329. 矩阵中的最长递增路径

给定一个 `m x n` 整数矩阵 `matrix` ，找出其中 **最长递增路径** 的长度。
对于每个单元格，你可以往上，下，左，右四个方向移动。 你 **不能** 在 **对角线** 方向上移动或移动到 **边界外**（即不允许环绕）。



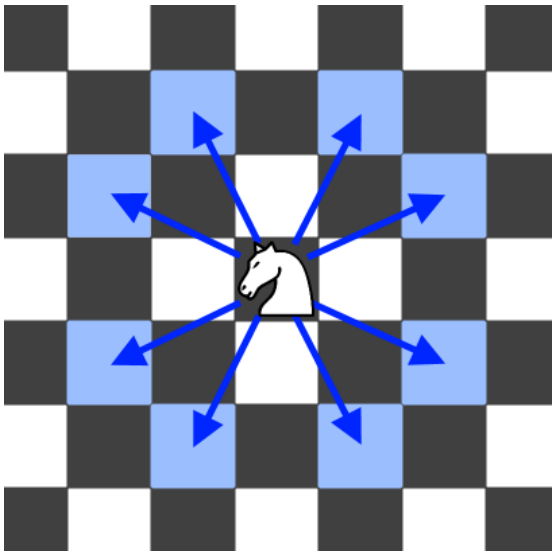

```
输入：matrix = [[9,9,4],[6,6,8],[2,1,1]]
输出：4
解释：最长递增路径为 [1, 2, 6, 9]
```

```
class Solution {
  /*
  dfs + 记忆化搜索
  从一个格子上下左右四个方向寻找（满足未超过边界和下一个方向的值大于当前格子值）
  dfs每一个格子
  记忆化搜索：用一个visited[][]，记住每一个格子的最大递增长度
  */
  public int longestIncreasingPath(int[][] matrix) {
    if(matrix.length == 0){
      return 0;
    }
    //visited有两个作用：1.判断是否访问过，2.存储当前格子的最长递增长度
    int[][] visited = new int[matrix.length][matrix[0].length];
    int max = 0;
    for(int i=0; i<matrix.length; i++){
      for(int j=0; j<matrix[0].length; j++){
        //if(visited[i][j] == 0){
          int path = dfs(i, j, matrix, visited);
          max = Math.max(max, path);
        //}
```

```
            }
        }
        return max;
    }
    public int dfs(int i, int j, int[][] matrix, int[][] visited){
        if(i < 0 || i >= matrix.length || j < 0 || j >= matrix[0].length){
            return 0;
        }
        if(visited[i][j] > 0){
            return visited[i][j];
        }
        int max = 0;
        // 上下左右
        if(i - 1 >= 0 && matrix[i-1][j] < matrix[i][j]){
            max = dfs(i-1, j, matrix, visited);
        }
        if(i + 1 < matrix.length && matrix[i+1][j] < matrix[i][j]){
            max = Math.max(max, dfs(i+1, j, matrix, visited));
        }
        if(j - 1 >= 0 && matrix[i][j-1] < matrix[i][j]){
            max = Math.max(max, dfs(i, j-1, matrix, visited));
        }
        if(j + 1 < matrix[0].length && matrix[i][j+1] < matrix[i][j]){
            max = Math.max(max, dfs(i, j+1, matrix, visited));
        }
        visited[i][j] = max+1;
        return max+1;
    }
}
```

688. 骑士在棋盘上的概率

在一个 `n x n` 的国际象棋棋盘上，一个骑士从单元格 `(row, column)` 开始，并尝试进行 `k` 次移动。行和列是 **从 0 开始** 的，所以左上单元格是 `(0,0)` ，右下单元格是 `(n - 1, n - 1)` 。
象棋骑士有8种可能的走法，如下图所示。每次移动在基本方向上是两个单元格，然后在正交方向上是一个单元格。



每次骑士要移动时，它都会随机从8种可能的移动中选择一种(即使棋子会离开棋盘)，然后移动到那里。
骑士继续移动，直到它走了 `k` 步或离开了棋盘。
返回 *骑士在棋盘停止移动后仍留在棋盘上的概率* 。

输入: n = 3, k = 2, row = 0, column = 0
输出: 0.0625
解释: 有两步(到(1,2)，(2,1))可以让骑士留在棋盘上。
在每一个位置上，也有两种移动可以让骑士留在棋盘上。
骑士留在棋盘上的总概率是0.0625。

```
class Solution {
  /*
  1、DFS 记忆化搜索，时间：O(8*k*n^2)，空间：O(k*n^2)
  八个方向，对每个方向dfs看在单元格的可能的概率，八个方向的值相加除以8
  创建一个memo[n][n][k+1]，记录在 (i,j) 还剩 p 步时在棋盘上的概率
  */
  int[][] steps = new int[][]{{-2,1}, {-1,2}, {1,2}, {2,1}, {2,-1}, {1,-2}, {-1,-2}, {-2,-1}};
  public double knightProbability(int n, int k, int row, int column) {
    double[][][] memo = new double[n][n][k+1];
    for (int i = 0; i < n; i++) {
      for (int j = 0; j < n; j++) {
        Arrays.fill(memo[i][j], -1);
      }
    }
    return dfs(n, k, row, column, memo);
  }
  private double dfs(int n, int k, int row, int column, double[][][] memo) {
    if (!inner(n, row, column)) {
      return 0.0;
    }
    if (k == 0) {
      return 1.0;
    }
    if (memo[row][column][k] != -1) {
      return memo[row][column][k];
    }
    double res = 0;
    for (int[] step : steps) {
      res += dfs(n, k-1, row + step[0], column + step[1], memo);
    }
    memo[row][column][k] = res/8.0;
    return memo[row][column][k];
  }
  public boolean inner(int n, int i, int j) {
    return (0 <= i && i <= n-1) && (0 <= j && j <= n-1);
  }

  /*
  2、线性 dp 解法，时间：O(8*k*n^2)，空间：O(k*n^2)
  状态定义 dp[i][j][p]： 在 (i, j) 还有 p 步要走时，留在棋盘内的概率
  状态转移方程分析：从还有 p 步要走，从（i,j）走到 (curRow, curColumn) 时
      如果 (row, col) 在棋盘内，dp[i][j][p] = dp[i][j][p] + dp[curRow][curColumn][p-1]/8（除以 8 的原因是从 (i,j)走 有八个等概率方向）
      如果 (row, col) 不在棋盘内，dp[row][col][p-1] = 0，不做计算，不影响结果
   初始状态：dp[i][j][0] = 1，只有 0 步走时，肯定在棋盘内
  */
  public double _knightProbability(int n, int k, int row, int column) {
    double[][][] dp = new double[n][n][k+1];
    for (int i = 0; i <= n-1; i++) {
      for (int j = 0; j <= n-1; j++) {
```

```
            dp[i][j][0] = 1;
        }
    }
    for (int p = 1; p <= k; p++) {
        for (int i = 0; i <= n-1; i++) {
            for (int j = 0; j <= n-1; j++) {
                for (int[] step : steps) {
                    int curRow = i + step[0];
                    int curColumn = j + step[1];
                    if (inner(n, curRow, curColumn)) {
                        dp[i][j][p] += dp[curRow][curColumn][p-1]/8;
                    }
                }
            }
        }
    }
    return dp[row][column][k];
  }
}
```

22. 括号生成

数字 `n` 代表生成括号的对数，请你设计一个函数，用于能够生成所有可能的并且 **有效的** 括号组合。

```
输入：n = 3
输出：["((()))","(()())","(())()","()(())","()()()"]

输入：n = 1
输出：["()"]
```

```
class Solution {
  /*
  类似回溯
  dfs生成所有组合
  每次进入dfs判断确定不符合的就直接return：（left > n || right > left）
  经过剪枝后，到达叶子节点，那就加入结果集
  */
  List<String> res = new ArrayList<>();
  int n;
  public List<String> _generateParenthesis(int n) {
    if (n == 0) {
      return res;
    }
    this.n = n;
    dfs("", 0, 0);
    return res;
  }
  private void dfs(String curStr, int left, int right) {
    // 剪枝
    if (left > n || right > left) {
      return;
    }
    // 到达叶子节点加入结果集
    if (left + right == n*2) {
```

```
            res.add(curStr);
            return;
        }
        dfs(curStr + "(", left+1, right);
        dfs(curStr + ")", left, right+1);
    }

    // 广度优先遍历
    public List<String> generateParenthesis(int n) {
        List<String> res = new ArrayList<>();
        if (n == 0) {
            return res;
        }
        LinkedList<Node> queue = new LinkedList<>();
        queue.add(new Node("", n, n));
        while (!queue.isEmpty()) {
            Node curNode = queue.poll();
            if (curNode.left == 0 && curNode.right == 0) {
                res.add(curNode.res);
            }
            if (curNode.left > 0) {
                queue.add(new Node(curNode.res + "(", curNode.left - 1, curNode.right));
            }
            if (curNode.right > 0 && curNode.left < curNode.right) {
                queue.add(new Node(curNode.res + ")", curNode.left, curNode.right - 1));
            }
        }
        return res;
    }
    class Node {
        // 当前得到的字符串
        private String res;
        // 剩余左括号数量
        private int left;
        // 剩余右括号数量
        private int right;
        public Node(String str, int left, int right) {
            this.res = str;
            this.left = left;
            this.right = right;
        }
    }
}
```

岛屿类问题

首先二叉树DFS遍历框架

```
public void dfs(TreeNode root) {
  if(root == null) {
    return;
  }
  //做处理
  traverse(root.left)
  traverse(root.right)
}
```

网格遍历框架

```
public void dfs(char[][] grid, int r, int c) {
  // 行row，列column
  // 判断 base case
  if(!inArea(grid, r, c)) {
    return;
  }
  // 做处理
  // 不是岛屿直接返回
  if (grid[r][c] != '1') {
    return;
  }
  // 将岛屿标记为已经遍历
  grid[r][c] = '2';

  // 访问上下左右四个节点
  dfs(grid, r - 1, c);
  dfs(grid, r + 1, c);
  dfs(grid, r, c - 1);
  dfs(grid, r, c + 1);
}
public boolean inArea(char[][] grid, int r, int c) {
  return 0<=r && r<grid.length && 0<=c && c<grid[0].length;
}
```

200. 岛屿数量

给你一个由 `'1'`（陆地）和 `'0'`（水）组成的的二维网格，请你计算网格中岛屿的数量。
岛屿总是被水包围，并且每座岛屿只能由水平方向和/或竖直方向上相邻的陆地连接形成。
此外，你可以假设该网格的四条边均被水包围。

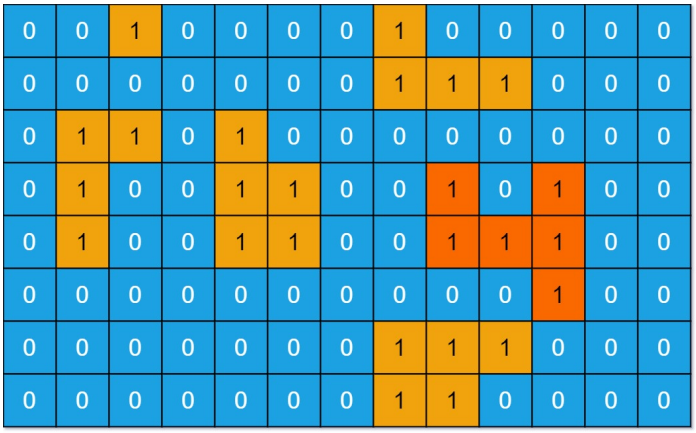
```
输入：grid = [
 ["1","1","1","1","0"],
 ["1","1","0","1","0"],
 ["1","1","0","0","0"],
 ["0","0","0","0","0"]
]
输出：1

输入：grid = [
 ["1","1","0","0","0"],
 ["1","1","0","0","0"],
 ["0","0","1","0","0"],
 ["0","0","0","1","1"]
```

]
输出：3

```
/*
遍历“图“的每一个节点
遇到一个是岛屿就res++
然后从该节点开始dfs，将属于该岛屿的节点都标记为已经遍历 grid[r][c] = '2'
最终res++就是岛屿数量
*/
public int numIslands(char[][] grid) {
  int res = 0;
  for (int i=0; i<grid.length; i++) {
    for (int j=0; j< grid[0].length; j++) {
      if (grid[i][j] == '1') {
        dfs(grid, i, j);
        res++;
      }
    }
  }
  return res;
}
public void dfs(char[][] grid, int r, int c) {
  // 行row，列column
  // 判断 base case
  if(!inArea(grid, r, c)) {
    return;
  }
  // 做处理
  // 不是岛屿直接返回
  if (grid[r][c] != '1') {
    return;
  }
  // 将岛屿标记为已经遍历
  grid[r][c] = '2';

  // 访问上下左右四个节点
  dfs(grid, r - 1, c);
  dfs(grid, r + 1, c);
  dfs(grid, r, c - 1);
  dfs(grid, r, c + 1);
}
public boolean inArea(char[][] grid, int r, int c) {
  return 0<=r && r<grid.length && 0<=c && c<grid[0].length;
}
```

695. 岛屿的最大面积

给你一个大小为 `m x n` 的二进制矩阵 `grid` 。
岛屿 是由一些相邻的 `1` (代表土地) 构成的组合，这里的「相邻」要求两个 `1` 必须在 **水平或者竖直的四个方向上** 相邻。你可以假设 `grid` 的四个边缘都被 `0`（代表水）包围着。
岛屿的面积是岛上值为 `1` 的单元格的数目。
计算并返回 `grid` 中最大的岛屿面积。如果没有岛屿，则返回面积为 `0` 。



输入：grid = [[0,0,1,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0],[0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,0,0,0],[0,1,1,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0],
[0,1,0,0,1,1,0,0,1,0,1,0,0],[0,1,0,0,1,1,0,0,1,1,1,0,0],[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0],[0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,0,0,0],
[0,0,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0]]
输出：6
解释：答案不应该是 11 ，因为岛屿只能包含水平或垂直这四个方向上的 1 。

输入：grid = [[0,0,0,0,0,0,0,0]]
输出：0

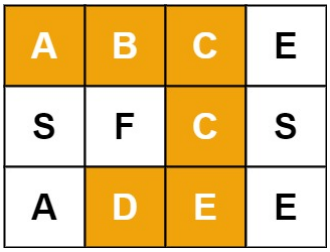
```
/*
遍历“图“的每一个节点
遇到一个是岛屿就从该节点开始dfs，将属于该岛屿的节点都标记为已经遍历 grid[r][c] = '2'
dfs过程中不符合的（超出边界，不是岛屿）直接返回0
进入方法并且判断过没有超出边界，然后还判断了是岛屿，那面积就是 1 + dfs(上) + dfs(下) + dfs(左) + dfs(右);
*/
public int maxAreaOfIsland(int[][] grid) {
  int max = 0;
   (int i=0; i<grid.length; i++) {
    for (int j=0; j< grid[0].length; j++) {
      if (grid[i][j] == 1) {
        int area = dfs(grid, i, j);
        max = Math.max(area, max);
      }
    }
  }
  return max;
}
public int dfs(int[][] grid, int r, int c) {
  // 行row，列column
  // 判断 base case
  if(!inArea(grid, r, c)) {
    return 0;
  }
  // 不是岛屿返回0
  if (grid[r][c] != 1) {
    return 0;
  }
  // 将岛屿标记为已经遍历
  grid[r][c] = 2;

  // 访问上下左右四个节点
  // 进入方法并且判断过没有超出边界，然后还判断了是岛屿，那面积就是 1 + dfs(上) + dfs(下) + dfs(左) +
dfs(右);
  return 1 + dfs(grid, r - 1, c)
```

```
        +dfs(grid, r + 1, c)
        +dfs(grid, r, c - 1)
        +dfs(grid, r, c + 1);
    }
    public boolean inArea(int[][] grid, int r, int c) {
        return 0<=r && r<grid.length && 0<=c && c<grid[0].length;
    }
```

回溯

79. 单词搜索

给定一个 `m x n` 二维字符网格 `board` 和一个字符串单词 `word` 。如果 `word` 存在于网格中，返回 `true` ；否则，返回 `false` 。
单词必须按照字母顺序，通过相邻的单元格内的字母构成，其中“相邻”单元格是那些水平相邻或垂直相邻的单元格。同一个单元格内的字母不允许被重复使用。




```
输入：board = [["A","B","C","E"],["S","F","C","S"],["A","D","E","E"]], word = "ABCCED"
输出：true
```

```
class Solution {
    /*
    回溯解法，类似岛屿问题，四个方向走
     */
    public boolean exist(char[][] board, String word) {
        // visited 数组防止重复访问
        int m = board.length;
        int n = board[0].length;
        boolean[][] visited = new boolean[m][n];
        // 每个格子都可能是起点
        for (int i = 0; i < m; i++) {
            for (int j = 0; j < n; j++) {
                if (dfs(board, i, j, 0, word, visited))
                    return true;
            }
        }
        return false;
    }
    public boolean dfs(char[][] a, int row, int col, int index, String word, boolean[][] visited) {
        // 不在网格内
        if (!inArea(a, row, col)) {
            return false;
        }
        // 重复访问
        if (visited[row][col]) {
            return false;
        }
```

```
        // 当前字符不等
        if (a[row][col] != word.charAt(index)) {
            return false;
        }
        // 如果word的每个字符都查找完了，直接返回true
        if (index == word.length() - 1) {
            return true;
        }
        // 当前字符匹配 做访问标记
        visited[row][col] = true;
        // 当前点四个方向匹配下一个字符
        boolean flag = dfs(a, row - 1, col, index + 1, word, visited) ||
                dfs(a, row + 1, col, index + 1, word, visited) ||
                dfs(a, row, col - 1, index + 1, word, visited) ||
                dfs(a, row, col + 1, index + 1, word, visited);
        // 回溯修改当前不能访问的点 但是接下来的方向可以访问它
        visited[row][col] = false;
        return flag;
    }
    public boolean inArea(char[][] a, int i, int j) {
        return 0 <= i && i < a.length && 0 <= j && j < a[0].length;
    }
}
```

```
// 回溯算法模板，适用于（排列，子集，组合）
res = List<List<Integer>>
list = LinkedList<Integer>
backtrack(选择列表):
    if 满足结束条件:
        res.add(list)
        return
    for 选择 in 选择列表:
        做选择
        backtrack(选择列表)
        撤销选择
```

93. 复原IP地址

有效 IP 地址 正好由四个整数（每个整数位于 `0` 到 `255` 之间组成，且不能含有前导 `0`），整数之间用 `'.'` 分隔。

- 例如："0.1.2.201" 和 "192.168.1.1" 是 **有效** IP 地址，但是 "0.011.255.245"、"192.168.1.312" 和 "192.168@1.1" 是 **无效** IP 地址。

给定一个只包含数字的字符串 `s` ，用以表示一个 IP 地址，返回所有可能的**有效 IP 地址**，这些地址可以通过在 `s` 中插入 `'.'` 来形成。你不能重新排序或删除 `s` 中的任何数字。你可以按 **任何** 顺序返回答案。

输入：s = "25525511135"
输出：["255.255.11.135","255.255.111.35"]

输入：s = "0000"
输出：["0.0.0.0"]

输入：s = "1111"
输出：["1.1.1.1"]

```
class Solution {
    /*
    回溯解法
     */
    LinkedList<String> res = new LinkedList<>();
    LinkedList<String> list = new LinkedList<>();
    public List<String> restoreIpAddresses(String s) {
        if (s == null) {
            return res;
        }
        back(s, 0);
        return res;
    }
    private void back(String s, int pos) {
        // 当lis里面存了4个符合条件的字符串段组成IP
        // 注：必须要pos把s遍历完了，每个字节都用到了，才向res里面加入结果
        if (list.size() == 4) {
            if (pos == s.length()) {
                res.add(String.join(".", list));
            }
            return;
        }
        for (int i = 1; i <= 3; i++) {
            // 当字符串段要取得最后位置超出字符串时，剪枝
            // s.substring(pos, pos + i)，取到s.charAt(pos + i -1)， s.charAt(s.length() -1)是末端字节
            if (pos + i -1 > s.length() -1) {
                continue;
            }
            // 截取的字符串段，左并右开
            String segment = s.substring(pos, pos + i);
            // segment多个数字时首数字为0 || segment大于255，剪枝
            if (segment.startsWith("0") && segment.length() > 1 || Integer.parseInt(segment) > 255) {
                continue;
            }
            list.add(segment);
            back(s, pos + i);
            list.removeLast();
        }
    }

}
```

全排列

46. 全排列

给定一个不含重复数字的数组 `nums` ，返回其 **所有可能的全排列** 。你可以 **按任意顺序** 返回答案。

```
输入：nums = [1,2,3]
输出：[[1,2,3],[1,3,2],[2,1,3],[2,3,1],[3,1,2],[3,2,1]]

输入：nums = [0,1]
输出：[[0,1],[1,0]]
```

```java
public  class Solution {
   List<List<Integer>> res = new ArrayList<>();
   LinkedList<Integer> list = new LinkedList<>();
   public List<List<Integer>> permute(int[] nums) {
      int len = nums.length;
      boolean[] used = new boolean[len];
      backtrack(nums, used);
      return res;
   }
   public void backtrack(int[] nums, boolean[] used) {
      if (list.size() == nums.length) {
         res.add(new ArrayList<>(list));
         return;
      }
      // 每次从 i=0开始，如果used就下一个
      for (int i = 0; i < nums.length; i++) {
         if (!used[i]) {
            list.add(nums[i]);
            used[i] = true;
            backtrack(nums, used);
            used[i] = false;
            list.removeLast();
         }
      }
   }
}
```

47. 全排列 II

给定一个可包含重复数字的序列 `nums` ，**按任意顺序** 返回所有不重复的全排列。

```
输入：nums = [1,1,2]
输出：
[[1,1,2],
 [1,2,1],
 [2,1,1]]

输入：nums = [1,2,3]
输出：[[1,2,3],[1,3,2],[2,1,3],[2,3,1],[3,1,2],[3,2,1]]
```

```java
// 在全排列的基础上添加剪枝
class Solution {
```

```
    List<List<Integer>> res = new ArrayList<>();
    LinkedList<Integer> list = new LinkedList<>();
    public List<List<Integer>> permuteUnique(int[] nums) {
        int len = nums.length;
        boolean[] used = new boolean[len];
        // 排序是剪枝的前提
        Arrays.sort(nums);
        backtrack(nums, used);
        return res;
    }
    private void backtrack(int[] nums, boolean[] used) {
        if (list.size() == nums.length) {
            res.add(new ArrayList<>(list));
            return;
        }
        for (int i = 0; i < nums.length; i++) {
            // 添加剪枝条件，起到去重效果
            if (!used[i] && !cut(nums, used, i)) {
                list.add(nums[i]);
                used[i] = true;
                backtrack(nums, used);
                used[i] = false;
                list.removeLast();
            }
        }
    }
    // 剪枝
    private boolean cut(int[] nums, boolean[] used, int i) {
        /*
        1,2,2,5
        1, 2(第1个2), 2(第2个2), 8 和 1, 2(第2个2), 2(第1个2), 8 是重复的
        所以使用 nums[i - 1] && !used[i - 1]作为条件来剪枝
        i>0 保证nums[i - 1]合法
         */
        return i > 0 && nums[i] == nums[i - 1] && !used[i - 1];
    }
}
```

子集

[78. 子集]

给你一个整数数组 `nums` ，数组中的元素 **互不相同** 。返回该数组所有可能的子集（幂集）。
解集 **不能** 包含重复的子集。你可以按 **任意顺序** 返回解集。

```
输入：nums = [1,2,3]
输出：[[],[1],[2],[1,2],[3],[1,3],[2,3],[1,2,3]]

输入：nums = [0]
输出：[[],[0]]
```

```
class Solution {
    List<List<Integer>> res = new ArrayList<>();
    LinkedList<Integer> list = new LinkedList<>();
    public List<List<Integer>> subsets(int[] nums) {
```

```
        backtrack(nums, 0);
        return res;
    }
    public void backtrack(int[] nums, int start){
        res.add(new ArrayList<>(list));
        for (int i = start; i < nums.length; i++){
            list.add(nums[i]);
            backtrack(nums, i+1);
            list.removeLast();
        }
    }
}
```

90. 子集 II

给你一个整数数组 `nums` ，其中可能包含重复元素，请你返回该数组所有可能的子集（幂集）。
解集 **不能** 包含重复的子集。返回的解集中，子集可以按 **任意顺序** 排列。

```
输入：nums = [1,2,2]
输出：[[],[1],[1,2],[1,2,2],[2],[2,2]]

输入：nums = [0]
输出：[[],[0]]
```

```
// 在子集的基础上添加剪枝
class Solution {
    List<List<Integer>> res = new ArrayList<>();
    LinkedList<Integer> list = new LinkedList<>();
    public List<List<Integer>> subsetsWithDup(int[] nums) {
        Arrays.sort(nums);
        // 添加used， 记录数字是否被使用过
        boolean[] used = new boolean[nums.length];
        backtrack(nums, used, 0);
        return res;
    }
    public void backtrack(int[] nums, boolean[] used, int start){
        res.add(new ArrayList<>(list));
        for (int i = start; i < nums.length; i++){
            if (!cut(nums, used, i)) {
                list.add(nums[i]);
                used[i] = true;
                backtrack(nums, used, i+1);
                used[i] = false;
                list.removeLast();
            }
        }
    }
    // 剪枝
    private boolean cut(int[] nums, boolean[] used, int i) {
        /*
        1,2,2,5,7,8
        1,2(第1个2),8 和 1,2(第2个2),8 是不可以的，但是 1,2,2是可以的
        所以使用 nums[i - 1] && !used[i - 1]作为条件来剪枝
        i>0 保证nums[i - 1]合法
         */
```

```
        return i > 0 && nums[i] == nums[i - 1] && !used[i - 1];
    }
}
```

组合

77. 组合

给定两个整数 `n` 和 `k`，返回范围 `[1, n]` 中所有可能的 `k` 个数的组合。
你可以按 **任何顺序** 返回答案。

```
输入：n = 4, k = 2
输出：
[
 [2,4],
 [3,4],
 [2,3],
 [1,2],
 [1,3],
 [1,4],
]

输入：n = 1, k = 1
输出：[[1]]
```

```
public class Solution {
    List<List<Integer>> res = new ArrayList<>();
    LinkedList<Integer> list = new LinkedList<>();
    public List<List<Integer>> combine(int n, int k) {
        backtrack(1, n, k);
        return res;
    }
    private void backtrack(int start, int n, int k) {
        if (k == list.size()) {
            res.add(new ArrayList<>(list));
            return;
        }
        for (int i=start; i<=n; i++) {
            list.add(i);
            backtrack(i+1, n, k);
            list.removeLast();
        }
    }
}
```

39. 组合总和

给你一个 **无重复元素** 的整数数组 `candidates` 和一个目标整数 `target` ，找出 `candidates` 中可以使数字和为目标数 `target` 的 **所有不同组合** ，并以列表形式返回。你可以按 **任意顺序** 返回这些组合。
`candidates` 中的 **同一个** 数字可以 **无限制重复被选取** 。如果至少一个数字的被选数量不同，则两种组合是不同的。
对于给定的输入，保证和为 `target` 的不同组合数少于 `150` 个。

输入：candidates = [2,3,6,7], target = 7
输出：[[2,2,3],[7]]
解释：
2 和 3 可以形成一组候选，2 + 2 + 3 = 7 。注意 2 可以使用多次。
7 也是一个候选， 7 = 7 。
仅有这两种组合。

输入: candidates = [2,3,5], target = 8
输出: [[2,2,2,2],[2,3,3],[3,5]]

```
class Solution {
    /*
    同样的回溯算法，每次判断的满足条件是target=0
    注：当target<0那什么都不做就直接返回
    注：需要先给数组排序， 让target从小到大的减
    注：同一个位置的数字无限次使用，所以传给下一层 i
    递归传给下一层 target - candidates[i]
     */
    List<List<Integer>> res = new ArrayList<>();
    LinkedList<Integer> list = new LinkedList<>();
    public List<List<Integer>> combinationSum(int[] candidates, int target) {
        // 需要先给数组排序， 让target从小到大的减
        Arrays.sort(candidates);
        backtrack(candidates, target, 0);
        return res;
    }
    private void backtrack(int[] candidates, int target, int start) {
        if (target < 0) {
            return;
        }
        if (target == 0) {
            res.add(new ArrayList<>(list));
            return;
        }
        for (int i = start; i < candidates.length; i++) {
            // 加个剪枝条件
            // 很明显已经target < candidates[i]了，后面target减下去肯定<0
            if (target < candidates[i]) {
                break;
            }
            list.add(candidates[i]);
            backtrack(candidates, target - candidates[i], i);
            list.removeLast();
        }
    }
}
```

40. 组合总和 II

给定一个数组 `candidates` 和一个目标数 `target` ，找出 `candidates` 中所有可以使数字和为 `target` 的组合。
`candidates` 中的每个数字在每个组合中只能使用一次。
注意：解集不能包含重复的组合。

输入: candidates = [10,1,2,7,6,1,5], target = 8,
输出:
[
[1,1,6],
[1,2,5],
[1,7],
[2,6]
]

输入: candidates = [2,5,2,1,2], target = 5,
输出:
[
[1,2,2],
[5]
]

```
// 在组合总和的基础上添加剪枝
class Solution {
    List<List<Integer>> res = new ArrayList<>();
    LinkedList<Integer> list = new LinkedList<>();
    public List<List<Integer>> combinationSum2(int[] candidates, int target) {
        // 需要先给数组排序， 让target从小到大的减
        Arrays.sort(candidates);
        // 添加used， 记录数字是否被使用过
        boolean[] used = new boolean[candidates.length];
        backtrack(candidates, target, used, 0);
        return res;
    }
    private void backtrack(int[] candidates, int target, boolean[] use, int start) {
        if (target < 0) {
            return;
        }
        if (target == 0) {
            res.add(new ArrayList<>(list));
            return;
        }
        for (int i = start; i < candidates.length; i++) {
            if (target < candidates[i]) {
                break;
            }
            if (!cut(candidates, i, use)) {
                list.add(candidates[i]);
                use[i] = true;
                // 注：同一个位置的数字只能使用一次，所以传给下一层 i+1
                backtrack(candidates, target - candidates[i], use, i+1);
                use[i] = false;
                list.removeLast();
            }
        }
    }
    // 剪枝
    private boolean cut(int[] candidates, int i, boolean[] use) {
        /*
        1,2,2,5,7,8
        1,2(第1个2),8 和 1,2(第2个2),8 是不可以的，但是 1,2,2是可以的
        所以使用 nums[i - 1] && !used[i - 1]作为条件来剪枝
        i>0 保证nums[i - 1]合法
```

```
        */
        return i > 0 && candidates[i] == candidates[i - 1] && !use[i - 1];
    }
}
```

排序

快速排序

```
public class QuickSort {
    public static void main(String[] args){
        int[] arr = {10,7,2,4,7,62,3,4,2,1,8,9,19};
        quickSort(arr, 0, arr.length-1);
        for (int i = 0; i < arr.length; i++) {
            System.out.println(arr[i]);
        }
    }
    public static void quickSort(int[] arr,int low,int high){
        int i,j,temp,t;
        if(low>high){
            return;
        }
        i=low;
        j=high;
        //temp就是基准位
        temp = arr[low];

        while (i<j) {
            //先看右边，依次往左递减
            while (temp<=arr[j]&&i<j) {
                j--;
            }
            //再看左边，依次往右递增
            while (temp>=arr[i]&&i<j) {
                i++;
            }
            //如果满足条件则交换
            if (i<j) {
                t = arr[j];
                arr[j] = arr[i];
                arr[i] = t;
            }

        }
        //最后将基准为与i和j相等位置的数字交换
         arr[low] = arr[i];
         arr[i] = temp;
        //递归调用左半数组
        quickSort(arr, low, j-1);
        //递归调用右半数组
        quickSort(arr, j+1, high);
    }
}
```

215. 数组中的第K个最大元素

给定整数数组 `nums` 和整数 `k`，请返回数组中第 `**k**` 个最大的元素。
请注意，你需要找的是数组排序后的第 `k` 个最大的元素，而不是第 `k` 个不同的元素。

输入: [3,2,1,5,6,4] 和 k = 2
输出: 5

```
class Solution {
  /*
  快速选择(切分)算法：
  findK() {
    寻找第K大的数就是寻找”排序“数组中第num.len-K个数
    target = len-K
    left = 0
    right = len -1;
    while(true) {
      int index = partition(num[],left,right)
      if (index > target) {
        right = index -1
      } else if (index < target) {
        left = index+1
      } else {
        return nums[target]
      }
    }
  }
  partition(num[],left,right) {
    使num[left]大于左边的数，小于右边的数
    返回num[left]的下标
  }
  */
  public int findKthLargest(int[] nums, int k) {
    int length = nums.length;
    int target = length-k;
    int left = 0;
    int right = length -1;
    while(true) {
      int index = partition(nums, left, right);
      if (index > target) {
        right = index -1;
      } else if (index < target) {
        left = index+1;
      } else {
        return nums[target];
      }
    }
  }
  public int partition(int[] nums, int left, int right) {
    // temp就是基准位
    int pivot = nums[left];
    int i = left;
    int j = right;
    while (i<j) {
      // 从右边开始找到比基准数小的
```

```
            while (i<j && nums[j]>=pivot) {
                j--;
            }
            // 从左边开始找到比基准数大的
            while (i<j && nums[i]<=pivot) {
                i++;
            }
            // 此时满足条件（nums[j] < pivot < nums[i]），交换
            swap(nums, i, j);
        }
        // 最终i，j移动到一个位置，这个位置左边的数<=pivot,右边的数>=pivot
        // 最后将基准为与i和j相等位置的数字交换
        swap(nums, left, i);
        return  i;
    }
    public void swap(int[] nums, int i, int j) {
        int temp = nums[i];
        nums[i] = nums[j];
        nums[j] = temp;
    }
    /**
     * 小顶堆实现（当前节点小于等于左右孩子节点）
     * for (int num : nums) {
     *     heap.add(num);
     *     if (heap.size() > k) {
     *         heap.poll();
     *     }
     * }
     * return heap.peek();
     */
    //小顶堆实现
    public int findKthLargest1(int[] nums, int k) {
        PriorityQueue<Integer> minHeap = new PriorityQueue<>();
        for (int num : nums) {
            minHeap.add(num);
            if (minHeap.size()>k){
                minHeap.poll();
            }
        }
        return minHeap.peek();
    }
}
```

归并排序

```
public class Main {
    public void mergeSort(int[] arr,int low,int high,int[] tmp){
        if(low<high){
            int mid = (low+high)/2;
            mergeSort(arr,low,mid,tmp); //对左边序列进行归并排序
            mergeSort(arr,mid+1,high,tmp);  //对右边序列进行归并排序
            merge(arr,low,mid,high,tmp);    //合并两个有序序列
        }
    }
    public void merge(int[] arr,int low,int mid,int high,int[] tmp){
```

```
    int i = 0;
    int j = low,k = mid+1; //左边序列和右边序列起始索引
    while(j <= mid && k <= high){
      if(arr[j] < arr[k]){
        tmp[i++] = arr[j++];
      }else{
        tmp[i++] = arr[k++];
      }
    }
    //若左边序列还有剩余，则将其全部拷贝进tmp[]中
    while(j <= mid){
      tmp[i++] = arr[j++];
    }
    while(k <= high){
      tmp[i++] = arr[k++];
    }
    for(int t=0;t<i;t++){
      arr[low+t] = tmp[t];
    }
  }
}
```

拓扑排序

210. 课程表 II

现在你总共有 `numCourses` 门课需要选，记为 `0` 到 `numCourses - 1`。给你一个数组 `prerequisites` ，其中 `prerequisites[i] = [ai, bi]` ，表示在选修课程 `ai` 前 **必须** 先选修 `bi` 。

- 例如，想要学习课程 `0` ，你需要先完成课程 `1` ，我们用一个匹配来表示：`[0,1]` 。

返回你为了学完所有课程所安排的学习顺序。可能会有多个正确的顺序，你只要返回 **任意一种** 就可以了。如果不可能完成所有课程，返回 **一个空数组** 。

```
输入：numCourses = 2, prerequisites = [[1,0]]
输出：[0,1]
解释：总共有 2 门课程。要学习课程 1，你需要先完成课程 0。因此，正确的课程顺序为 [0,1] 。

输入：numCourses = 4, prerequisites = [[1,0],[2,0],[3,1],[3,2]]
输出：[0,2,1,3]
解释：总共有 4 门课程。要学习课程 3，你应该先完成课程 1 和课程 2。并且课程 1 和课程 2 都应该排在课程 0 之后。
因此，一个正确的课程顺序是 [0,1,2,3] 。另一个正确的排序是 [0,2,1,3] 。
```

```
class Solution {
  /*
  拓扑排序解法
    选择图中一个入度为0的点，记录下来
    在图中删除该点和所有以它为起点的边
    重复1和2，直到图为空或没有入度为0的点。
  */
  public int[] findOrder(int numCourses, int[][] prerequisites){
    int[] inDegree = new int[numCourses];
    HashMap<Integer, List<Integer>> map = new HashMap<>();
    LinkedList<Integer> queue = new LinkedList<>();
```

```
        for (int[] prerequisite : prerequisites) {
            // 创建入度表
            inDegree[prerequisite[0]]++;
            // 创建哈希表，维护一个节点和它指向的节点之间的关系（节点，该节点指向的节点集合）
            if (map.containsKey(prerequisite[1])) {
                map.get(prerequisite[1]).add(prerequisite[0]);
            } else {
                List<Integer> list = new ArrayList<>();
                list.add(prerequisite[0]);
                map.put(prerequisite[1], list);
            }
        }
        List<Integer> res = new ArrayList<>();
        //将所有入度为0的节点入队
        for (int i = 0; i < numCourses; i++) {
            if(inDegree[i] == 0){
                queue.add(i);
            }
        }
        // 入度为0的节点出队放结果集
        // 更新该节点指向的节点的入度
        // 查哈希表，再将入度为零节点的入队
        while (!queue.isEmpty()){
            Integer cur = queue.remove();
            res.add(cur);
            if(map.containsKey(cur) && map.get(cur).size() != 0){
                for (Integer num : map.get(cur)) {
                    inDegree[num]--;
                    if(inDegree[num] == 0) {
                        queue.add(num);
                    }
                }
            }
        }
        //使用list的流来转为int[]数组，也可以通过遍历一遍完成转换。
        return res.size() == numCourses ? res.stream().mapToInt(Integer::valueOf).toArray() : new int[0];
    }
}
```

补充题.检测循环依赖

```
/*
现有n个编译项，编号为0 ~ n-1。给定一个二维数组，表示编译项之间有依赖关系。如[0, 1]表示1依赖于0。
若存在循环依赖则返回空；不存在依赖则返回可行的编译顺序。
若给定一个依赖关系是[[0,2],[1,2],[2,3],[2,4]]，可以看出，它们之间不存在循环依赖。
 0   3
  \ /
   2
  / \
 1   4
 haveCircularDependency
 */

/*
拓扑排序算法过程：
```

```
    选择图中一个入度为0的点，记录下来
    在图中删除该点和所有以它为起点的边
    重复1和2，直到图为空或没有入度为0的点。
  */
  public int[] _findOrder(int numCourses, int[][] prerequisites){
    int[] inDegree = new int[numCourses];
    HashMap<Integer, List<Integer>> map = new HashMap<>();
    LinkedList<Integer> queue = new LinkedList<>();
    for (int[] prerequisite : prerequisites) {
      // 创建入度表
      inDegree[prerequisite[1]]++;
      // 创建哈希表（节点，该节点指向的节点集合）
      if (map.containsKey(prerequisite[0])) {
        map.get(prerequisite[0]).add(prerequisite[1]);
      } else {
        List<Integer> list = new ArrayList<>();
        list.add(prerequisite[1]);
        map.put(prerequisite[0], list);
      }
    }
    List<Integer> res = new ArrayList<>();
    //将所有入度为0的节点入队
    for (int i = 0; i < numCourses; i++) {
      if(inDegree[i] == 0){
        queue.add(i);
      }
    }
    // 入度为0的节点出队放结果集
    // 更新该节点指向的节点的入度
    // 查哈希表，将入度为零节点的入队
    while (!queue.isEmpty()){
      Integer cur = queue.remove();
      res.add(cur);
      if(map.containsKey(cur) && map.get(cur).size() != 0){
        for (Integer num : map.get(cur)) {
          inDegree[num]--;
          if(inDegree[num] == 0) {
            queue.add(num);
          }
        }
      }
    }
    //使用list的流来转为int[]数组，也可以通过遍历一遍完成转换。
    return res.size() == numCourses ? res.stream().mapToInt(Integer::valueOf).toArray() : new int[0];
  }
```

冒泡排序

```
// 针对相邻元素之间比较，不断的将大的数放到数组尾
public class Solution {
  public int[] sortArray(int[] nums) {
    int len = nums.length;
    for (int i = len - 1; i >= 0; i--) {
      // 先默认数组是有序的，只要发生一次交换，就必须进行下一轮比较，
      // 如果在内层循环中，都没有执行一次交换操作，说明此时数组已经是升序数组
```

```
        boolean sorted = true;
        for (int j = 0; j < i; j++) {
          if (nums[j] > nums[j + 1]) {
            swap(nums, j, j + 1);
            sorted = false;
          }
        }
        if (sorted) {
          break;
        }
      }
      return nums;
    }
    public void swap(int[] nums, int i, int j) {
      int temp = nums[i];
      nums[i] = nums[j];
      nums[j] = temp;
    }
}
```

选择排序

```
// 每一轮选择最小元素交换到未排定部分的开头
public class Solution {
    public int[] sortArray(int[] nums) {
      int len = nums.length;
      // 循环不变量：[0, i) 有序，且该区间里所有元素就是最终排定的样子
      for (int i = 0; i < len - 1; i++) {
        // 选择区间 [i, len - 1] 里最小的元素的索引，交换到下标 i
        int minIndex = i;
        for (int j = i + 1; j < len; j++) {
          if (nums[j] < nums[minIndex]) {
            minIndex = j;
          }
        }
        swap(nums, i, minIndex);
      }
      return nums;
    }
    public void swap(int[] nums, int i, int j) {
      int temp = nums[i];
      nums[i] = nums[j];
      nums[j] = temp;
    }
}
```

插入排序

```
// 从 i = 1 开始取数，往前面的数组里面插入
// 每次将一个数字插入一个有序的数组里，成为一个长度更长的有序数组，有限次操作以后，数组整体有序。
// 稳定排序，在接近有序的情况下，表现优异
public class Solution {
```

```
  public int[] sortArray(int[] nums) {
    int len = nums.length;
    // 循环不变量：将 nums[i] 插入到区间 [0, i) 使之成为有序数组
    for (int i = 1; i < len; i++) {
      // 暂存这个元素，然后之前元素逐个比较逐个后移，留出空位
      int temp = nums[i];
      int j = i;
      // 边界 j > 0
      while (j > 0 && temp < nums[j - 1]) {
        nums[j] = nums[j - 1];
        j--;
      }
      nums[j] = temp;
    }
    return nums;
  }
}
```

希尔排序

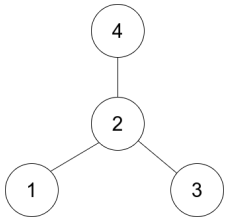
```
// 插入排序的优化。在插入排序里，如果靠后的数字较小，它来到前面就得交换多次。「希尔排序」改进了这种做法。带间隔地使用插入排序，直到最后「间隔」为 11 的时候，就是标准的「插入排序」，此时数组里的元素已经「几乎有序」了
public class Solution {
  public int[] sortArray(int[] nums) {
    int len = nums.length;
    int h = 1;
    // 使用 Knuth 增量序列
    // 找增量的最大值
    while (3 * h + 1 < len) {
      h = 3 * h + 1;
    }

    while (h >= 1) {
      // insertion sort
      for (int i = h; i < len; i++) {
        insertionForDelta(nums, h, i);
      }
      h = h / 3;
    }
    return nums;
  }
  // 将 nums[i] 插入到对应分组的正确位置上，其实就是将原来 1 的部分改成 gap
  private void insertionForDelta(int[] nums, int gap, int i) {
    int temp = nums[i];
    int j = i;
    // 注意：这里 j >= deta 的原因
    while (j >= gap && nums[j - gap] > temp) {
      nums[j] = nums[j - gap];
      j -= gap;
    }
    nums[j] = temp;
  }
}
```

堆排序

图

1791 .找出星型图的中心节点

有一个无向的 **星型** 图，由 `n` 个编号从 `1` 到 `n` 的节点组成。星型图有一个 **中心** 节点，并且恰有 `n - 1` 条边将中心节点与其他每个节点连接起来。给你一个二维整数数组 `edges` ，其中 `edges[i] = [ui, vi]` 表示在节点 `ui` 和 `vi` 之间存在一条边。请你找出并返回 `edges` 所表示星型图的中心节点。



输入：edges = [[1,2],[2,3],[4,2]]
输出：2
解释：如上图所示，节点 2 与其他每个节点都相连，所以节点 2 是中心节点。
输入：edges = [[1,2],[5,1],[1,3],[1,4]]
输出：1

```
class Solution {
  /*
  求出每个节点的度，度等于 节点数-1 的节点就是中心节点
  */
  public int findCenter(int[][] edges) {
    Map<Integer, Integer> map = new HashMap<>();
    for (int[] edge : edges) {
      map.put(edge[0], map.getOrDefault(edge[0], 0) + 1);
      map.put(edge[1], map.getOrDefault(edge[1], 0) + 1);
    }
    int size = map.size()-1;
    for (int key : map.keySet()) {
      if (map.get(key) == size) {
        return key;
      }
    }
    return 0;
  }
}
```

其它

470. 用 Rand7() 实现 Rand10()

已有方法 `rand7` 可生成 1 到 7 范围内的均匀随机整数，试写一个方法 `rand10` 生成 1 到 10 范围内的均匀随机整数。
不要使用系统的 `Math.random()` 方法。

```
输入: 1
输出: [7]

输入: 2
输出: [8,4]
```

```
class Solution extends SolBase {
  public int rand10() {
    while(true) {
      int a = rand7();
      int b = rand7();
      // rand 49
      int num = (a-1)*7 + b;
      if(num <= 40) {
        // rand 10
        return num % 10 + 1;
      }
      // rand 9
      a = num - 40;
      b = rand7();
      // rand 63
      num = (a-1)*7 + b;
      if(num <= 60) {
        return num % 10 + 1;
      }
      // rand 3
      a = num - 60;
      b = rand7();
      // rand 21
      num = (a-1)*7 + b;
      if(num <= 20) {
        // rand 10
        return num % 10 + 1;
      }
    }
  }
}
```

设计模式

生产者消费者

```
import java.util.LinkedList;
import java.util.Queue;
import java.util.Random;

public class ProducerConsumer1 {
  static class Goods {
  }

  static class Producer extends Thread {
    private String threadName;
    private Queue<Goods> queue;
    private int maxSize;

    public Producer(String threadName, Queue<Goods> queue, int maxSize) {
      this.threadName = threadName;
      this.queue = queue;
      this.maxSize = maxSize;
    }

    @Override
    public void run() {
      while (true) {
        //模拟生产过程中的耗时操作
        Goods goods = new Goods();
        try {
          Thread.sleep(new Random().nextInt(1000));
        } catch (InterruptedException e) {
          e.printStackTrace();
        }

        synchronized (queue) {
          while (queue.size() == maxSize) {
            try {
              System.out.println("队列已满，【" + threadName + "】进入等待状态");
              queue.wait();
            } catch (InterruptedException e) {
              e.printStackTrace();
            }
          }

          queue.add(goods);
          System.out.println("【" + threadName + "】生产了一个商品：【" + goods.toString() + "】，目前商品数量：" + queue.size());
          queue.notifyAll();
        }
      }
    }
  }

  static class Consumer extends Thread {
    private String threadName;
    private Queue<Goods> queue;

    public Consumer(String threadName, Queue<Goods> queue) {
      this.threadName = threadName;
```

```
        this.queue = queue;
    }

    @Override
    public void run() {
        while (true) {
            Goods goods;
            synchronized (queue) {
                while (queue.isEmpty()) {
                    try {
                        System.out.println("队列已空，【" + threadName + "】进入等待状态");
                        queue.wait();
                    } catch (InterruptedException e) {
                        e.printStackTrace();
                    }
                }
                goods = queue.remove();
                System.out.println("【" + threadName + "】消费了一个商品：【" + goods.toString() + "】，目前商品数量：" + queue.size());
                queue.notifyAll();
            }
            //模拟消费过程中的耗时操作
            try {
                Thread.sleep(new Random().nextInt(1000));
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
}

public static void main(String[] args) {
    int maxSize = 5;
    Queue<Goods> queue = new LinkedList<>();

    Thread producer1 = new Producer("生产者1", queue, maxSize);
    Thread producer2 = new Producer("生产者2", queue, maxSize);
    Thread producer3 = new Producer("生产者3", queue, maxSize);

    Thread consumer1 = new Consumer("消费者1", queue);
    Thread consumer2 = new Consumer("消费者2", queue);


    producer1.start();
    producer2.start();
    producer3.start();
    consumer1.start();
    consumer2.start();
}
}
```

单例模式

```
public class Singleton {
    private volatile static Singleton uniqueInstance;

    private Singleton() {}

    public static Singleton getUniqueInstance() {
        if (uniqueInstance == null) {
            synchronized (Singleton.class) {
                if (uniqueInstance == null) {
                    uniqueInstance = new Singleton();
                }
            }
        }
        return uniqueInstance;
    }
}
```