

# 20240507 数算B-12班-笔试（模考）答案

---

Updated 1936 GMT+8 May 4, 2024

2024 spring, Compiled by Hongfei Yan

说明：

- 1) 2024/5/7 15:10 ~ 17:00, 笔试, 线下理教410教室有x人+线上y人。
- 2) 周二5月7日15:00 ~ 17:00, 课堂上进行笔试（电脑上完成）, 考题在canvas平台, 届时开放。

题目包括：选择、判断、填空、简答、算法填空；有的题目需要拍照上传。

请大家带笔记本（pad没有试过，估计也可以），草稿纸，cheat paper，个人独立完成。

预计考100分题目，包括：15个选择题30分，10个判断题10分，10个填空题（改造为选择形式）20分，3个简答14分，4个算法26分。期末考试是120分钟，我们利用两节课加课间时间120分钟完成。

不计分。笔试后再上课，可能线下/线上同学顺序来讲解题目，每人一个。讲解时候（最好到讲台），先介绍下自己的姓名、院系，复述一下题面，然后讲解该题目答案。

2023笔试范围包括：栈、队列、优先队列、排序、散列表、哈夫曼、调度场、各种树的定义、操作（如各种遍历），时间复杂度、图等。

## 一. 选择题（30 分，每小题 2 分）

---

1. 下列叙述中正确的是（ D ）。 A: 散列是一种基于索引的逻辑结构 B: 基于顺序表实现的逻辑结构属于线性结构 C: 数据结构设计影响算法效率，逻辑结构起到了决定作用 D: 一个逻辑结构可以有多种类型的存储结构，且不同类型的存储结构会直接影响到数据处理的效率
2. 在广度优先搜索算法中，一般使用什么辅助数据结构？（ A ）。 A: 队列 B: 栈 C: 树 D: 散列
3. 若某线性表采取链式存储，那么该线性表中结点的存储地址（ B ）。 A: 一定不连续 B: 既可连续亦可不连续 C: 一定连续 D: 与头结点存储地址保持连续
4. 若某线性表常用操作是在表尾插入或删除元素，则时间开销最小的存储方式是（ C ）。 A: 单链表 B: 仅有头指针的单循环链表 C: 顺序表 D: 仅有尾指针的单循环链表
5. 给定后缀表达式（逆波兰式） $ab+-c*d$ 对应的中缀表达式是（ B ）。 A:  $a - b - c * d$  B:  $-(a + b) * c - d$  C:  $a + b * c - d$  D:  $(a + b) * (-c - d)$
6. 今有一空栈 S，基于待进栈的数据元素序列 a, b, c, d, e, f 依次进行进栈、进栈、出栈、进栈、进栈、出栈的操作，上述操作完成以后，栈 S 的栈顶元素为（ B ）。  
A: f B: c C: a D: d
7. 对于单链表，表头节点为 head，判定空表的条件是（ D ）。 A:  $head.next == None$  B:  $head != None$  C:  $head.next == head$  D:  $head == None$

8. 以下典型排序算法中，具有稳定排序特性的是（ A ）。 A:冒泡排序（Bubble Sort） B: 直接选择排序（Selection Sort）  
C:快速排序（Quick Sort） D:希尔排序（Shell Sort）
9. 以下关键字列表中，可以有效构成一个大根堆（即最大值二叉堆，最大值在堆顶）的序列是（ D ）。 A: 5 8 1 3 9 6 2 7 B: 9 8 1 7 5 6 2 33 C: 9 8 6 3 5 1 2 7 D: 9 8 6 7 5 1 2 3
10. 以下典型排序算法中，内存开销最大的是（ C ）。 A: 冒泡排序 B: 快速排序 C: 归并排序 D: 堆排序
11. 排序算法依赖于对元素序列的多趟比较/移动操作（即执行多轮循环），第一趟结束后，任一元素都无法确定其最终排序位置的算法是（ D ）。  
A: 选择排序 B: 快速排序 C: 冒泡排序 D: 插入排序
12. 考察以下基于单链表的操作，相较于顺序表实现，带来更高时间复杂度的操作是（ D ）。 A: 合并两个有序线性表，并保持合成后的线性表依然有序 B: 交换第一个元素与第二个元素的值 C: 查找某一元素值是否在线性表中出现 D: 输出第  $i$  个 ( $0 \leq i < n$ ,  $n$  为元素个数) 元素
13. 已知一个整型数组序列，序列元素值依次为 ( 19, 20, 50, 61, 73, 85, 11, 39 ), 采用某种排序算法，在多趟比较/移动操作（即执行多轮循环）后，依次得到以下中间结果（每一行对应一趟）如下：  
(1) 19 20 11 39 73 85 50 61 (2) 11 20 19 39 50 61 73 85 (3) 11 19 20 39 50 61 73 85 请问，上述过程使用的排序算法是（ C ）。  
A: 冒泡排序 B: 插入排序 C: 希尔排序 D: 归并排序
14. 今有一非连通无向图，共有 36 条边，该图至少有（ C ）个顶点。 A: 8 B: 9 C: 10 D: 11
15. 令  $G=(V, E)$  是一个无向图，若  $G$  中任何两个顶点之间均存在唯一的简单路径相连，则下面说法中错误的是（ A ）。 A: 图  $G$  中添加任何一条边，不一定造成图包含一个环 B: 图  $G$  中移除任意一条边得到的图均不连通 C: 图  $G$  的逻辑结构实际上退化为树结构 D: 图  $G$  中边的数目一定等于顶点数目减 1

## 二. 判断

(10 分，每小题 1 分；对填写“Y”，错填写“N”)

- ( Y ) 按照前序、中序、后序方式周游一棵二叉树，分别得到不同的结点周游序列，然而三种不同的周游序列中，叶子结点都将以相同的顺序出现。
- ( N ) 构建一个含  $N$  个结点的（二叉）最小值堆，时间效率最优情况下的时间复杂度大  $O$  表示为  $O(N \log N)$ 。
- ( N ) 对任意一个连通的无向图，如果存在一个环，且这个环中的一条边的权值不小于该环中任意一个其它的边的权值，那么这条边一定不会是该无向图的最小生成树中的边。
- ( Y ) 通过树的周游可以求得树的高度，若采取深度优先遍历方式设计求解树高度问题的算法，算法空间复杂度大  $O$  表示为  $O(\text{树的高度})$ 。
- ( Y ) 树可以等价转化二叉树，树的先序遍历序列与其相应的二叉树的前序遍历序列相同。
- ( Y ) 如果一个连通无向图  $G$  中所有边的权值均不同，则  $G$  具有唯一的最小生成树。
- ( Y ) 求解最小生成树问题的 Prim 算法是一种贪心算法。
- ( Y ) 使用线性探测法处理散列表碰撞问题，若表中仍有空槽（空单元），插入操作一定成功。
- ( N ) 从链表中删除某个指定值的结点，其时间复杂度是  $O(1)$ 。
- ( Y ) Dijkstra 算法的局限性是无法正确求解带有负权值边的图的最短路径。

### 三. 填空（20 分，每题 2 分）

1. 定义二叉树中一个结点的度数为其子结点的个数。现有一棵结点总数为 101 的二叉树，其中度数为 1 的结点数有 30 个，则度数为 0 结点有 \_\_\_\_ 个。 **36**
2. 定义完全二叉树的根结点所在层为第一层。如果一个完全二叉树的第六层有 23 个叶结点，则它的总结点数可能为 \_\_\_\_（请填写所有 3 个可能的结点数，写对 1 个得 1 分，2 个得 1.5 分，写错 1 个不得分）。 **54,80,81**
3. 对于初始排序码序列 (51, 41, 31, 21, 61, 71, 81, 11, 91)，用双指针原地交换实现，第 1 趟快速排序（以第一个数字为中值）的结果是： \_\_\_\_。 **11 41 31 21 51 71 81 61 91**
4. 如果输入序列是已经正序，在(改进)冒泡排序、直接插入排序和直接选择排序算法中， \_\_\_\_ 算法最慢结束。 **直接选择排序**
5. 已知某二叉树的先根周游序列为 (A, B, D, E, C, F, G)，中根周游序列为 (D, B, E, A, C, G, F)，则该二叉树的后根次序周游序列(\_\_\_\_)。 **D,E,B,G,F,C,A**
6. 使用栈计算后缀表达式 (操作数均为一位数) “1 2 3 + 4 \* 5 + 3 + -”，当扫描到第二个+号但还未对该+号进行运算时，栈的内容 (以栈底到栈顶从左往右的顺序书写) 为 \_\_\_\_。 **1,20,5**
7. 51 个顶点的连通图 G 有 50 条边，其中权值为 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 的边各 5 条，则连通图 G 的最小生成树各边的权值之和为 \_\_\_\_。 **275**
8. 包含 n 个顶点无向图的邻接表存储结构中，所有顶点的边表中最多有 \_\_\_\_ 个结点。具有 n 个顶点的有向图，顶点入度和出度之和最大值不超过 \_\_\_\_。 **n(n-1), 2(n-1)**
9. 给定一个长度为 7 的空散列表，采用双散列法解决冲突，两个散列函数分别为：h1(key) = key % 7，h2(key) = key%5 + 1 请向散列表依次插入关键字为 30, 58, 65 的集合元素，插入完成后 65 在散列表中存储地址为 \_\_\_\_。 **3**
10. 阅读算法 ABC，回答问题。

```
def ABC(n):
    k, m = 2, int(n**0.5)
    while (k <= m) and (n % k != 0):
        k += 1
    return k > m
```

- 1) 算法的功能是： \_\_\_\_。 **素数判断**
- 2) 算法的时间复杂度是O( \_\_\_\_)。 **\*n\*0.5**

### 四. 简答（3题，共14分）

- 1.（4 分）字符串匹配算法从长度为 n 的文本串 S 中查找长度为 m 的模式串 P 的首次出现。

- a) 字符串匹配的朴素算法使用暴力搜索，大致过程如下：对于 P 在 S 中可能出现的  $n-m+1$  个位置，比对此位置时 P 和 S 中对应子串是否相等。其时间复杂度  $O((n-m+1)m)$ 。请举例说明算法时间复杂度一种最坏情况（注：例子中请只出现 a 和 b 两种字符）。（1分）
- b) 已知字符串 S 为“abaabaabaabcc”，模式串 t 为“abaabc”。采用朴素算法进行查找，请写出字符比对的总次数和查找结果。（2 分）
- c) 朴素算法存在很大的改进空间，说明在上述(b)步骤中，第一次出现不匹配 ( $s[i+j] \neq t[j]$ ) 时 ( $i=0, j=5$ )，为了避免冗余比对，则下次比对时，i 和 j 的值可以分别调整为多少？（1分）

字符串匹配的朴素算法：

```
def issubstring(s, t):
    for i in range(len(s)):
        for j in range(len(t)):
            if s[i + j] != t[j]:
                break
        else:
            return True
    return False
```

答：

问题 a) 如  $P = a^{m-1}b$ ， $S = a^{n-1}b$ ，执行朴素算法刚好需要  $(n-m+1)m$  次比对。

问题 b) 需要 24 次比对得到 True 结果

问题 c)  $i=3, j=2$

2. (5 分) 有八项活动，每项活动标记为 V+编号  $n(0 \leq n \leq 7)$ ，每项活动要求的前驱如下：

活动	V0	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
前驱	无前驱	V0	V0	V0, V2	V1	V2, V4	V3	V5, V6

(1) 画出相应的 AOV (Active On Vertex) 网络（即节点为活动，边为先后关系的有向图），（2）并给出一个拓扑排序序列，如存在多种，则按照编号从小到大排序，输出最小的一种。

答：

(1) AOV网络

```
graph LR
    v0 --> V1; v0 --> v2; v0 --> v3
    V1 --> v4
    v2 --> v3; v2 --> v5
    v3 --> v6
    v4 --> v5
    v5 --> v7
```

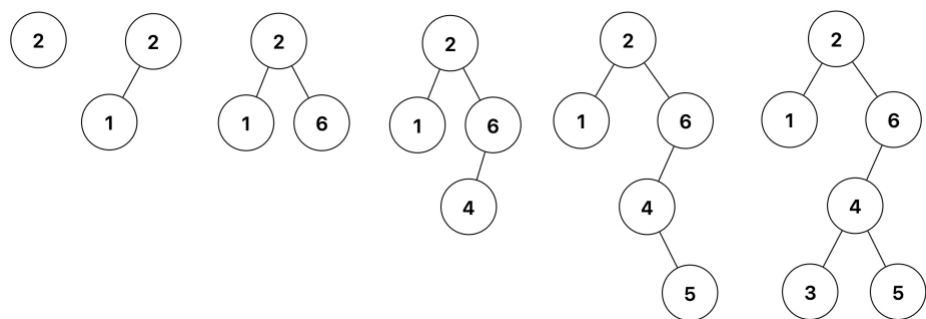
```
v6 --> v7
```

- (2) 其中一个序列为: V0,V1,V2,V3,V4,V5,V6,V7
3. (5 分) 简要回答下列 BST 树以及 BST 树更新过程的相关问题。 (1) 请简述什么是二叉查找树 (BST) (1 分) (2) 请图示 2,1,6,4,5,3 按顺序插入一棵 BST 树的中间过程和最终形态 (2 分) (3) 请图示以上 BST 树, 依次删除节点 4 和 2 的过程和树的形态 (2 分)

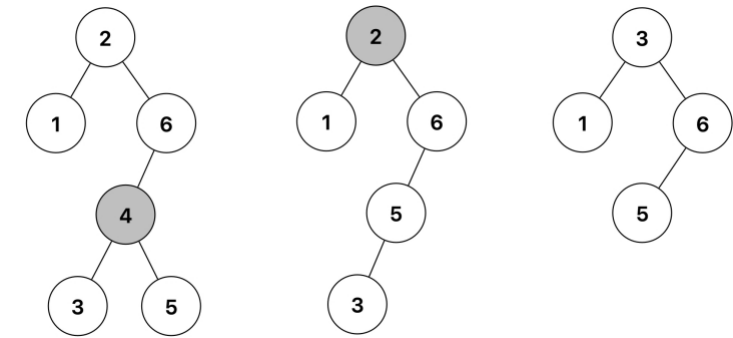
答:

(1) BST 树是二叉树, 对于所有的子树而言, 其左子树上所有关键值都小于根, 右子树上的所有关键值都大于根

(2)



(3)



## 五. 算法填空 (4题, 共26分)

1. (6 分) 拓扑排序: 给定一个有向图, 求拓扑排序序列。
- 输入: 第一行是整数  $n$ , 表示图有  $n$  顶点 ( $1 \leq n \leq 100$ ), 编号 1 到  $n$ 。接下来  $n$  行, 第  $i$  行列了顶点  $i$  的所有邻点, 以 0 结尾。没有邻点的顶点, 对应行就是单独一个 0。
- 输出: 一个图的拓扑排序序列。如果图中有环, 则输出 "Loop"。
- 样例输入 (#及其右边的文字是说明, 不是输入的一部分):

```
5          #5 个顶点
0          #1 号顶点无邻点
4 5 1 0    #2 号顶点有邻点 4 5 1
1 0
5 3 0
3 0
```

样例输出

```
2 4 5 3 1
```

请对下面的解题程序进行填空

```
class Edge: # 表示邻接表中的图的边,v 是终点
    def __init__(self, v):
        self.v = v

def topoSort(G): # G 是邻接表, 顶点从 0 开始编号
    # G[i][j]是 Edge 对象, 代表边 <i, G[i][j].v>
    n = len(G)
    import queue
    inDegree = [0] * n # inDegree[i]是顶点 i 的入度
    q = queue.Queue()
    # q 是队列, q.put(x)可以将 x 加入队列, q.get()取走并返回对头元素
    # q.empty()返回队列是否为空

    for i in range(n):
        for e in G[i]:
            inDegree[e.v] += 1 # 【1 分】

    for i in range(n):
        if inDegree[i] == 0:
            q.put(i) # 【1 分】

    seq = []
    while not q.empty():
        k = q.get()
        seq.append(k) # 【1 分】
        for e in G[k]:
            inDegree[e.v] -= 1 # 【1 分】
            if inDegree[e.v] == 0:
                q.put(e.v) # 【1 分】

    if len(seq) != n: # 【1 分】
        return None
    else:
        return seq
```

```
n = int(input())
G = [[] for _ in range(n)] # 邻接表
for i in range(n):
    lst = list(map(int, input().split()))
    print(lst)
    G[i] = [Edge(x - 1) for x in lst[:-1]]
    print(G[i])

result = topoSort(G)
if result is not None:
    for x in result:
        print(x + 1, end=" ")
else:
    print("Loop")
```

2. (7 分) 链表操作：读入一个从小到大排好序的整数序列到链表，然后在链表中删除重复的元素，使得重复的元素只保留 1 个，然后将整个链表内容输出。

输入样例：

```
1 2 2 2 3 3 4 4 6
```

输出样例：

```
1 2 3 4 6
```

请对程序填空：

```
class Node:
    def __init__(self, data):
        self.data = data
        self.next = None

a = list(map(int, input().split()))
head = Node(a[0])
p = head
for x in a[1:]:
    p.next = Node(x)    # 【2 分】
    p = p.next

p = head
while p:
    while p.next and p.data == p.next.data: # 【2 分】
        p.next = p.next.next    # 【1 分】
    p = p.next
```

```
p = head
while p:
    print(p.data, end=" ")
    p = p.next # 【2 分】
```

3. (7 分) 无向图判定：给定一个无向图，判断是否连通，是否有回路。输入：第一行两个整数  $n, m$ ，分别表示顶点数和边数。顶点编号从 0 到  $n-1$ 。 ( $1 \leq n \leq 110, 1 \leq m \leq 10000$ ) 接下来  $m$  行，每行两个整数  $u$  和  $v$ ，表示顶点  $u$  和  $v$  之间有边。

输出: 如果图是连通的，则在第一行输出"connected:yes",否则第一行输出"connected:no"。 如果图中有回路，则在第二行输出"loop:yes ",否则第二行输出"loop:no"。

样例输入

```
3 2
0 1
0 2
```

样例输出

```
connected:yes
loop:no
```

请进行程序填空：

```
def isConnected(G): # G 是邻接表,顶点编号从 0 开始, 判断是否连通
    n = len(G)
    visited = [False for _ in range(n)]
    total = 0

    def dfs(v):
        nonlocal total
        visited[v] = True
        total += 1
        for u in G[v]:
            if not visited[u]:
                dfs(u)

    dfs(0)
    return total == n # 【2 分】

def hasLoop(G): # G 是邻接表,顶点编号从 0 开始, 判断有无回路
    n = len(G)
    visited = [False for _ in range(n)]
```



```
def dfs(v, x): # 返回值表示本次 dfs 是否找到回路, x 是深度优先搜索树上 v 的父结点
    visited[v] = True
    for u in G[v]:
        if visited[u] == True:
            if u != x: # 【2 分】
                return True
        else:
            if dfs(u, v): # 【2 分】
                return True
    return False

for i in range(n):
    if not visited[i]: # 【1 分】
        if dfs(i, -1):
            return True
return False

n, m = map(int, input().split())
G = [[] for _ in range(n)]
for _ in range(m):
    u, v = map(int, input().split())
    G[u].append(v)
    G[v].append(u)

if isConnected(G):
    print("connected:yes")
else:
    print("connected:no")

if hasLoop(G):
    print("loop:yes")
else:
    print("loop:no")
```

4. (6 分) 堆排序: 输入若干个整数, 下面的程序使用堆排序算法对这些整数从小到大排序, 请填空。程序中建立的堆是大顶堆 (最大元素在堆顶)

输入样例:

1 3 43 8 7

输出样例:

1 3 7 8 43

请进行程序填空:

```

def heap_sort(arr):
    heap_size = len(arr)

    def goDown(i):
        if i * 2 + 1 >= heap_size: # a[i]没有儿子
            return
        L, R = i * 2 + 1, i * 2 + 2

        if R >= heap_size or arr[L] > arr[R]: # 【1 分】
            s = L
        else:
            s = R

        if arr[s] > arr[i]:
            arr[s], arr[i] = arr[i], arr[s] # 【2 分】
            goDown(s)

    def heapify(): # 将列表 a 变成一个堆
        for k in range(len(arr) // 2 - 1, -1, -1): # 【1 分】
            goDown(k)

    heapify()
    for i in range(len(arr) - 1, -1, -1):
        arr[0], arr[i] = arr[i], arr[0] # 【1 分】
        heap_size -= 1
        goDown(0) # 【1 分】

a = list(map(int, input().split()))
heap_sort(a)
for x in a:
    print(x, end=" ")

```

卷面写法怪异，正常写法应该是

```

def heapify(arr, n, i):
    largest = i # 将当前节点标记为最大值
    left = 2 * i + 1 # 左子节点的索引
    right = 2 * i + 2 # 右子节点的索引

    # 如果左子节点存在且大于根节点，则更新最大值索引
    if left < n and arr[i] < arr[left]:
        largest = left

    # 如果右子节点存在且大于根节点或左子节点，则更新最大值索引
    if right < n and arr[largest] < arr[right]:
        largest = right

    # 如果最大值索引发生了变化，则交换根节点和最大值，并递归地堆化受影响的子树
    if largest != i:

```

```
        arr[i], arr[largest] = arr[largest], arr[i]
        heapify(arr, n, largest)

def buildMaxHeap(arr):
    n = len(arr)

    # 从最后一个非叶子节点开始进行堆化
    for i in range(n // 2 - 1, -1, -1):
        heapify(arr, n, i)

def heapSort(arr):
    n = len(arr)

    buildMaxHeap(arr) # 构建大顶堆

    # 逐步取出堆顶元素（最大值），并进行堆化调整
    for i in range(n - 1, 0, -1):
        arr[i], arr[0] = arr[0], arr[i] # 交换堆顶元素和当前最后一个元素
        heapify(arr, i, 0) # 对剩余的元素进行堆化

    return arr

a = list(map(int, input().split()))
heapSort(a)
for x in a:
    print(x, end=" ")
```