

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: b
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) 算法

- 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。

8. (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。
9. (N) 从链表中删除某个指定值的结点,其时间复杂度是 $O(1)$ 。
10. (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 36 个。
2. 定义完全二叉树的根结点所在层为第一层。如果一个二叉树的第六层有 23 个叶结点,则它的总结点数可能为 54、80、81 (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)。
3. 对于初始排序码序列 (51, 41, 31, 21, 61, 71, 81, 11, 91), 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, 直接选择排序 算法最慢结束。
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 $n(n-1)$ 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 $2(n-1)$ 。
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: $h_1(\text{key}) = \text{key} \% 7$, $h_2(\text{key}) = \text{key} \% 5 + 1$ 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 (质数) 判断。
- 2) 算法的时间复杂度是  $O(\text{ $n^{1/2}$  (或  $\sqrt{n}$ )})$ 。

#### 四. 简答 (3 题, 共 14 分)

- (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。
  - 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)
  - 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)
  - 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:

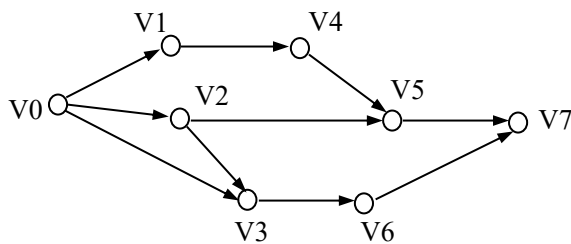
- 例如  $P="a^{m-1}b"$ ,  $S="a^{n-1}b"$ , 执行朴素算法刚好需要  $(n-m+1)m$  次比对。
- 需要 24 次比对, 得到 True 结果。
- $i=3, j=2$

- (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 |

- 试 (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: 相应的 AOV 网络为:



一个拓扑序列为:  $V0, V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7$ 。

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)

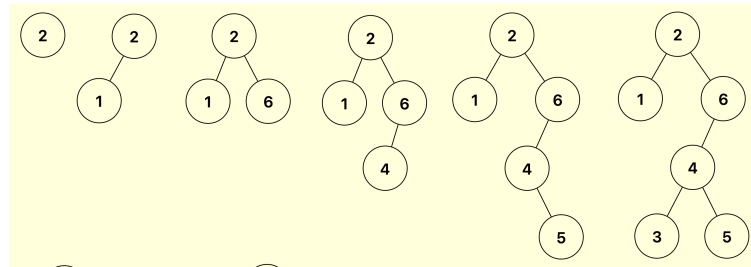
(2) 请图示 2, 1, 6, 4, 5, 3 按顺序插入一棵 BST 树的中间过程和最终形态 (2 分)

(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)

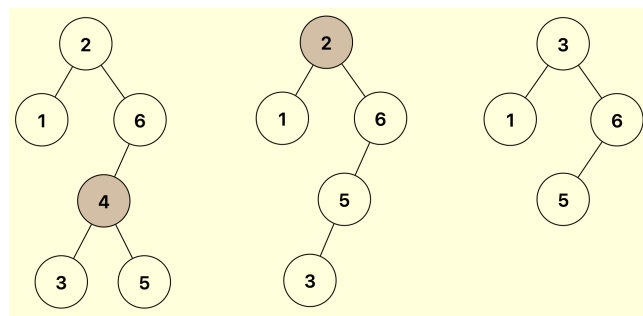
答:

(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  $i$  行列出了顶点  $i$  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 = [] # 存放拓扑排序序列
 while not q.empty():
 k = q.get() # 出队列
 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 i in range(n)] # 邻接表
for i in range(n):
 lst = list(map(int, input().split()))
 G[i] = [Edge(x - 1) for x in lst[:-1]]
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 i 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 i 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 x != u: # 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 i in range(n)]
for i 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 heapSort(a):
 heapSize = len(a)

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

```

```

 s = L
 else:
 s = R
 if a[s] > a[i]:
 a[i], a[s] = a[s], a[i] # 2 分
 goDown(s)

def heapify(): # 将列表 a 变成一个堆
 for k in range(len(a) // 2 - 1, -1, -1): # 1 分 第一个数在 [len(a)//2
 - 1, len(a)-1] 均可
 goDown(k)

heapify()
for i in range(len(a) - 1, -1, -1):
 a[i], a[0] = a[0], a[i] # 1 分
 heapSize -= 1
 goDown(0) # 1 分

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

```