

```

    BtreeToExp(root, 1);                //根的高度为 1
}
void BtreeToExp( BTree *root, int deep)
{
    if(root == NULL) return;           //空结点返回
    else if(root->left==NULL&&root->right==NULL) //若为叶结点
        printf("%s", root->data); //输出操作数, 不加括号
    else{
        if(deep>1) printf("(");        //若有子表达式则加 1 层括号
        BtreeToExp(root->left, deep+1);
        printf("%s", root->data); //输出操作符
        BtreeToExp(root->right, deep+1);
        if(deep>1) printf(")");        //若有子表达式则加 1 层括号
    }
}
}

```

【评分说明】①若考生设计的算法满足题目的功能要求, 则 (1)、(2) 根据所实现算法的策略及输出结果给分, 细则见下表。

| 分数 | 备注                                                            |
|----|---------------------------------------------------------------|
| 15 | 采用中序遍历算法且正确, 括号嵌套正确, 层数适当。                                    |
| 14 | 采用中序遍历算法且正确, 括号嵌套正确, 但括号嵌套层数 过多。例如, 表达式最外层加上括号, 或操作数加括号如 (a)。 |
| 11 | 采用中序遍历算法, 但括号嵌套层数不完全正确。例如, 左 右括号数量不匹配。                        |
| 9  | 采用中序遍历算法, 但没有考虑括号。                                            |
| ≤7 | 其他                                                            |

②若考生采用其他方法得到正确结果, 可参照①的评分标准给分。

③如果程序中使用了求结点深度等辅助函数, 但没有给出相应的实现过程, 只要考生进行了必要的说明, 可不扣分。

④若在算法的基本设计思想描述中因文字表达没有清晰反映出算法思路, 但在算法实现中能够表达出算法思想且正确的, 可参照①的标准给分。

⑤若算法的基本设计思想描述或算法实现中部分正确, 可参照①中各种情况的相应给分标准酌情给分。

⑥参考答案中只给出了使用 C 语言的版本, 使用 C++ 语言的答案参照以上评分标准。

#### 42. 解析:

(1)Prim 算法属于贪心策略。算法从一个任意的顶点开始, 一直长大到覆盖图中所有顶点为止。算法每一步在连接树集合 S 中顶点和其他顶点的边中, 选择一条使得树的总权重增加最小的边加入集合 S。当算法终止时, S 就是最小生成树。

①S 中顶点为 A, 候选边为(A,D)、(A,B)、(A,E), 选择(A,D)加入 S。

②S 中顶点为 A、D, 候选边为(A,B)、(A,E)、(D,E)、(C,D), 选择(D,E), 加入 S。

③S 中顶点为 A、D、E, 候选边为(A,B)、(C,D)、(C,E), 选择(C,E)加入 S。

④S 中顶点为 A、D、E、C, 候选边为(A,B)、(B,C), 选择(B,C)加入 S。

⑤S 就是最小生成树。

依次选出的边为:

(A, D),(D, E),(C, E),(B, C) (4 分)

【评分说明】每正确选对一条边且次序正确, 给 1 分。若考生选择的边正确, 但次序不完全正确, 酌情给分。

(2)图 G 的 MST 是唯一的。(2 分) 第一小题的最小生成树包括了图中权值最小的四条边, 其他边都比这四条边大, 所以此图 MST 唯一。

(3)当带权连通图的任意一个环中所包含的边的权值均不相同, 其 MST 是唯一的。(2 分) 此题不要求回答充分必要条件, 所以回答一个限制边权值的充分条件即可。



【评分说明】①若考生答案中给出的是其他充分条件，例如“带权连通图的所有边的权值均不相同”，同样给分。

②若考生给出的充分条件对图的顶点数和边数做了某些限制，例如，限制了图中顶点的个数（顶点个数少于3个）、限制了图的形状（图中没有环）等，则最高给1分。

③答案部分正确，酌情给分。

43. 解析：

(1) 由于  $i$  和  $n$  是 unsigned 型，故“ $i \leq n-1$ ”是无符号数比较， $n=0$  时， $n-1$  的机器数为全 1，值是  $2^{32}-1$ ，为 unsigned 型可表示的最大数，条件“ $i \leq n-1$ ”永真，因此出现死循环。（2 分）

若  $i$  和  $n$  改为 int 类型，则不会出现死循环。（1 分）

因为“ $i \leq n-1$ ”是带符号整数比较， $n=0$  时， $n-1$  的值是 -1，当  $i=0$  时条件“ $i \leq n-1$ ”不成立，此时退出 for 循环。（1 分）

(2)  $f_1(23)$  与  $f_2(23)$  的返回值相等。（1 分） $f(23)=2^{23+1}-1=2^{24}-1$ ，它的二进制形式是 24 个 1。int 占 32 位，没有溢出。float 有 1 个符号位，8 个指数位，23 个底数位，23 个底数位可以表示 24 位的底数。所以两者返回值相等。

$f_1(23)$  的机器数是 00FF FFFFH，（1 分）

$f_2(23)$  的机器数是 4B7F FFFFH。（1 分）

显而易见前者是 24 个 1，即 0000 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1111<sub>(2)</sub>，后者符号位是 0，指数位为  $23+127_{(10)}=1001\ 0110_{(2)}$ ，底数位是 111 1111 1111 1111 1111 1111<sub>(2)</sub>。

(3) 当  $n=24$  时， $f(24)=1\ 1111\ 1111\ 1111\ 1111\ 1111\ 1111\ 1111\ B$ ，而 float 型数只有 24 位有效位，舍入后数值增大，所以  $f_2(24)$  比  $f_1(24)$  大 1。（1 分）

【评分说明】只要说明  $f_2(24)$  需舍入处理即可给分。

(4) 显然  $f(31)$  已超出了 int 型数据的表示范围，用  $f_1(31)$  实现时得到的机器数为 32 个 1，作为 int 型数解释时其值为 -1，即  $f_1(31)$  的返回值为 -1。（1 分）

因为 int 型最大可表示数是 0 后面加 31 个 1，故使  $f_1(n)$  的返回值与  $f(n)$  相等的最大  $n$  值是 30。（1 分）

【评分说明】对于第二问，只要给出  $n=30$  即可给分。

(5) IEEE 754 标准用“阶码全 1、尾数全 0”表示无穷大。 $f_2$  返回值为 float 型，机器数 7F80 0000H 对应的值是  $+\infty$ 。（1 分）

当  $n=126$  时， $f(126)=2^{127}-1=1.1\cdots1\times2^{126}$ ，对应阶码为  $127+126=253$ ，尾数部分舍入后阶码加 1，最终阶码为 254，是 IEEE 754 单精度格式表示的最大阶码。故使  $f_2$  结果不溢出的最大  $n$  值为 126。（1 分）

当  $n=23$  时， $f(23)$  为 24 位 1，float 型数有 24 位有效位，所以不需舍入，结果精确。故使  $f_2$  获得精确结果的最大  $n$  值为 23。（1 分）

【评分说明】对于第二问，只要给出  $n=23$ ，即可给分。对于第三问，只要给出  $n=126$ ，即可给分。

44. 解析：

(1) M 为 CISC。（1 分）

M 的指令长短不一，不符合 RISC 指令系统特点。（1 分）

(2)  $f_1$  的机器代码占 96B。（1 分）

因为  $f_1$  的第一条指令“push ebp”所在的虚拟地址为 0040 1020H，最后一条指令“ret”所在的虚拟地址为 0040 107FH，所以， $f_1$  的机器指令代码长度为  $0040\ 107FH - 0040\ 1020H + 1 = 60H = 96$  个字节。（1 分）

(3) CF=1。（1 分）

cmp 指令实现  $i$  与  $n-1$  的比较功能，进行的是减法运算。在执行  $f_1(0)$  过程中， $n=0$ ，当  $i=0$  时， $i=0000\ 0000H$ ，并且  $n-1=FFFF\ FFFFH$ 。因此，当执行第 20 条指令时，在补码加/减运算器中执行“0 减 FFFF FFFFH”的操作，即  $0000\ 0000H + 0000\ 0000H+1 = 0000\ 0001H$ ，此时，进位输出  $C = 0$ ，减法运算时的借位标志  $CF = C \oplus 1 = 1$ 。（2 分）

(4)  $f_2$  中不能用 shl 指令实现  $power*2$ 。（1 分）

因为 shl 指令用来将一个整数的所有有效数位作为一个整体左移；而  $f_2$  中的变量  $power$  是 float 型，其机器数中不包含最高有效数位，但包含了阶码部分，将其作为一个整体左移时并不能实现“乘 2”的功能，因而  $f_2$  中不能用 shl 指令实现  $power*2$ 。（2 分）浮点数运算比整型运算要复杂，耗时也较长。

45. 解析：

(1) 函数 f1 的代码段中所有指令的虚拟地址的高 20 位相同，因此 f1 的机器指令代码在同一页中，仅占用 1 页。  
(1 分) 页目录号用于寻找页目录的表项，该表项包含页表的位置。页表索引用于寻找页表的表项，该表项包含页的位置。

(2) push ebp 指令的虚拟地址的最高 10 位（页目录号）为 00 0000 0001，中间 10 位（页表索引）为 00 0000 0001，所以，取该指令时访问了页目录的第 1 个表项，（1 分）在对应的页表中访问了第 1 个表项。（1 分）

(3) 在执行 scanf() 的过程中，进程 P 因等待输入而从执行态变为阻塞态。（1 分）输入结束时，P 被中断处理程序唤醒，变为就绪态。（1 分）P 被调度程序调度，变为运行态。（1 分）CPU 状态会从用户态变为内核态。（1 分）

#### 46. 解析：

先找出线程对在各个变量上的互斥、并发关系。如果是一读一写或两个都是写，那么这就是互斥关系。每一个互斥关系都需要一个信号量进行调节。

```
semaphore mutex_y1=1; //mutex_y1 用于 thread1 与 thread3 对变量 y 的互斥访问。
semaphore mutex_y2=1; //mutex_y2 用于 thread2 与 thread3 对变量 y 的互斥访问。
semaphore mutex_z=1; //mutex_z 用于变量 z 的互斥访问。
```

互斥代码如下：（5 分）

| thread1                                                                                                | thread2                                                                                                                                          | thread3                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <pre> {     cnum w;     wait( mutex_y1);     w = add( x, y);     signal( mutex_y1);     ..... } </pre> | <pre> {     cnum w;     wait( mutex_y2);     wait( mutex_z);     w = add( y, z);     signal( mutex_z);     signal( mutex_y2);     ..... } </pre> | <pre> {     cnum w;     w.a = 1;     w.b = 1;     wait( mutex_z);     z = add( z, w);     signal( mutex_z);     wait( mutex_y1);     wait( mutex_y2);     y = add( y, w);     signal( mutex_y1);     signal( mutex_y2);     ..... } </pre> |

#### 【评分说明】

①各线程与变量之间的互斥、并发情况及相应评分见下表。

| 线程对<br>变量 | thread1 和<br>thread2 | thread2 和<br>thread3 | thread1 和<br>thread3 | 给分  |
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|-----|
| x         | 不共享                  | 不共享                  | 不共享                  | 1 分 |
| y         | 同时读                  | 读写互斥                 | 读写互斥                 | 3 分 |
| z         | 不共享                  | 读写互斥                 | 不共享                  | 1 分 |

②若考生仅使用一个互斥信号量，互斥代码部分的得分最多给 2 分。

③答案部分正确，酌情给分。

#### 47. 解析：

(1)  $t_0$  时刻到  $t_1$  时刻期间，甲方可以断定乙方已正确接收了 3 个数据帧，（1 分）分别是 S0, 0、S1, 0、S2, 0。（1 分）R3, 3 说明乙发送的数据帧确认号是 3，即希望甲发送序号 3 的数据帧，说明乙已经接收了序号为 0-2 的数据帧。

(2) 从  $t_1$  时刻起，甲方最多还可以发送 5 个数据帧，（1 分）其中第一个帧是 S5, 2，（1 分）最后一个数据帧是 S1, 2。（1 分）发送序号 3 位，有 8 个序号。在 GBN 协议中，序号个数 = 发送窗口 + 1，所以这里发送窗口最大为 7。此时已发送了 S3, 0 和 S4, 1，所以最多还可以发送 5 个帧。

(3) 甲方需要重发 3 个数据帧，（1 分）重发的第一个帧是 S2, 3。（1 分）在 GBN 协议中，接收方发送了 N 帧后，检测出错，则需要发送出错帧及其之后的帧。S2, 0 超时，所以重发的第一帧是 S2。已收到乙的 R2 帧，所以确认号应为 3。

(4) 甲方可以达到的最大信道利用率是：

$$\frac{7 \times \frac{8 \times 1000}{100 \times 10^6}}{0.96 \times 10^{-3} + 2 \times \frac{8 \times 1000}{100 \times 10^6}} \times 100\% = 50\% \quad (2 \text{ 分})$$

$U = \text{发送数据的时间} / \text{从开始发送第一帧到收到第一个确认帧的时间} = N * T_d / (T_d + RTT + T_a)$

U 是信道利用率，N 是发送窗口的最大值， $T_d$  是发送一数据帧的时间，RTT 是往返时间， $T_a$  是发送一确认帧的时间。这里采用捎带确认， $T_d = T_a$ 。

【评分说明】答案部分正确，酌情给分。



# 2018 年全国硕士研究生入学统一考试

## 计算机科学与技术学科联考计算机学科专业基础综合试题

一、单项选择题：第 1~40 小题，每小题 2 分，共 80 分。下列每题给出的四个选项中，只有一个选项最符合试题要求。

1 若栈  $S_1$  中保存整数，栈  $S_2$  中保存运算符，函数  $F()$  依次执行下述各步操作：

- (1) 从  $S_1$  中依次弹出两个操作数  $a$  和  $b$ ；
- (2) 从  $S_2$  中弹出一个运算符  $op$ ；
- (3) 执行相应的运算  $b \text{ op } a$ ；
- (4) 将运算结果压入  $S_1$  中。

假定  $S_1$  中的操作数依次是 5, 8, 3, 2 (2 在栈顶)， $S_2$  中的运算符依次是 \*, -, + (+ 在栈顶)。调用 3 次  $F()$  后， $S_1$  栈顶保存的值是\_\_\_\_\_。

- A. -15                      B. 15                      C. -20                      D. 20

2. 现有队列  $Q$  与栈  $S$ ，初始时  $Q$  中的元素依次是 1, 2, 3, 4, 5, 6 (1 在队头)， $S$  为空。若仅允许下列 3 种操作：①出队并输出出队元素；②出队并将出队元素入栈；③出栈并输出出栈元素，则不能得到的输出序列是\_\_\_\_\_。

- A. 1, 2, 5, 6, 4, 3                      B. 2, 3, 4, 5, 6, 1  
C. 3, 4, 5, 6, 1, 2                      D. 6, 5, 4, 3, 2, 1

3. 设有一个  $12 \times 12$  的对称矩阵  $M$ ，将其上三角部分的元素  $m_{i,j}$  ( $1 \leq i \leq j \leq 12$ ) 按行优先存入 C 语言的一维数组  $N$  中，元素  $m_{6,6}$  在  $N$  中的下标是\_\_\_\_\_。

- A. 50                      B. 51                      C. 55                      D. 66

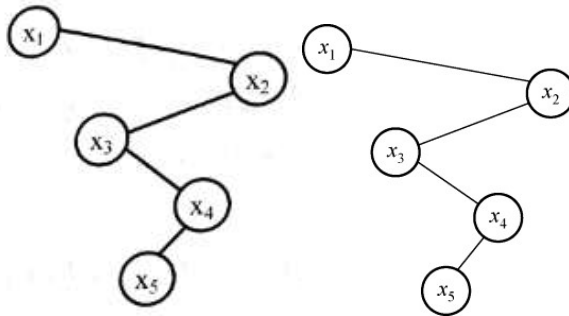
4. 设一棵非空完全二叉树  $T$  的所有叶结点均位于同一层，且每个非叶结点都有 2 个子结点。若  $T$  有  $k$  个叶结点，则  $T$  的结点总数是\_\_\_\_\_。

- A.  $2k-1$                       B.  $2k$                       C.  $k^2$                       D.  $2^k-1$

5. 已知字符集  $\{a, b, c, d, e, f\}$ ，若各字符出现的次数分别为 6, 3, 8, 2, 10, 4，则对应字符集中各字符的哈夫曼编码可能是\_\_\_\_\_。

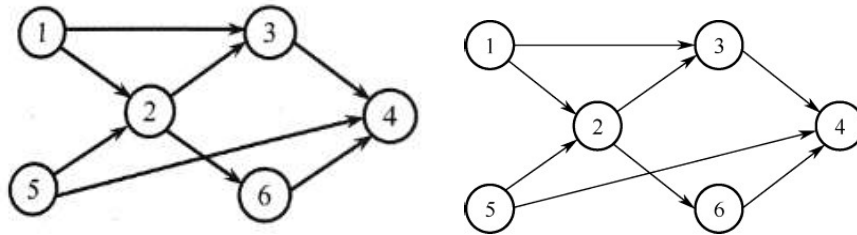
- A. 00, 1011, 01, 1010, 11, 100                      B. 00, 100, 110, 000, 0010, 01  
C. 10, 1011, 11, 0011, 00, 010                      D. 0011, 10, 11, 0010, 01, 000

6. 已知二叉排序树如下图所示，元素之间应满足的大小关系是\_\_\_\_\_。



- A.  $x_1 < x_2 < x_5$       B.  $x_1 < x_4 < x_5$       C.  $x_3 < x_5 < x_4$       D.  $x_4 < x_3 < x_5$

7. 下列选项中，不是如下有向图的拓扑序列的是\_\_\_\_\_。



- A. 1, 5, 2, 3, 6, 4      B. 5, 1, 2, 6, 3, 4  
C. 5, 1, 2, 3, 6, 4      D. 5, 2, 1, 6, 3, 4

8. 高度为 5 的 3 阶 B 树含有的关键字个数至少是\_\_\_\_\_。

- A. 15      B. 31      C. 62      D. 242

9. 现有长度为 7、初始为空的散列表 HT，散列函数  $H(k) = k \% 7$ ，用线性探测再散列法解决冲突。将关键字 22, 43, 15 依次插入到 HT 后，查找成功的平均查找长度是\_\_\_\_\_。

- A. 1.5      B. 1.6      C. 2      D. 3

10. 对初始数据序列 (8, 3, 9, 11, 2, 1, 4, 7, 5, 10, 6) 进行希尔排序。若第一趟排序结果为 (1, 3, 7, 5, 2, 6, 4, 9, 11, 10, 8)，第二趟排序结果为 (1, 2, 6, 4, 3, 7, 5, 8, 11, 10, 9)，则两趟排序采用的增量 (间隔) 依次是\_\_\_\_\_。

- A. 3, 1      B. 3, 2      C. 5, 2      D. 5, 3

11. 在将数据序列 (6, 1, 5, 9, 8, 4, 7) 建成大根堆时，正确的序列变化过程是\_\_\_\_\_。

- A. 6, 1, 7, 9, 8, 4, 5  $\rightarrow$  6, 9, 7, 1, 8, 4, 5  $\rightarrow$  9, 6, 7, 1, 8, 4, 5  $\rightarrow$  9, 8, 7, 1, 6, 4, 5  
B. 6, 9, 5, 1, 8, 4, 7  $\rightarrow$  6, 9, 7, 1, 8, 4, 5  $\rightarrow$  9, 6, 7, 1, 8, 4, 5  $\rightarrow$  9, 8, 7, 1, 6, 4, 5  
C. 6, 9, 5, 1, 8, 4, 7  $\rightarrow$  9, 6, 5, 1, 8, 4, 7  $\rightarrow$  9, 6, 7, 1, 8, 4, 5  $\rightarrow$  9, 8, 7, 1, 6, 4, 5  
D. 6, 1, 7, 9, 8, 4, 5  $\rightarrow$  7, 1, 6, 9, 8, 4, 5  $\rightarrow$  7, 9, 6, 1, 8, 4, 5  $\rightarrow$  9, 7, 6, 1, 8, 4, 5  $\rightarrow$  9, 8, 6, 1, 7, 4, 5

12. 冯·诺依曼结构计算机中数据采用二进制编码表示，其主要原因是\_\_\_\_\_。

- I. 二进制的运算规则简单  
II. 制造两个稳态的物理器件较容易  
III. 便于用逻辑门电路实现算术运算  
A. 仅 I、II      B. 仅 I、III      C. 仅 II、III      D. I、II 和 III

13. 假定带符号整数采用补码表示，若 int 型变量 x 和 y 的机器数分别是 FFFF FFDFH 和 0000 0041H，则 x、y 的值以及 x - y 的机器数分别是\_\_\_\_\_。

- A.  $x = -65, y = 41$ , x - y 的机器数溢出  
B.  $x = -33, y = 65$ , x - y 的机器数为 FFFF FF9DH  
C.  $x = -33, y = 65$ , x - y 的机器数为 FFFF FF9EH

D.  $x = -65, y = 41, x-y$  的机器数为 FFFF FF96H

14. IEEE 754 单精度浮点格式表示的数中，最小的规格化正数是\_\_\_\_\_。

- A.  $1.0 \times 2^{-126}$       B.  $1.0 \times 2^{-127}$       C.  $1.0 \times 2^{-128}$       D.  $1.0 \times 2^{-149}$

15. 某 32 位计算机按字节编址，采用小端(Little Endian)方式。若语令“int i = 0;”对应指令的机器代码为“C7 45 FC 00 00 00 00”，则语句“int i = - 64;”对应指令的机器代码是\_\_\_\_\_。

- A. C7 45 FC C0 FF FF FF      B. C7 45 FC 0C FF FF FF  
C. C7 45 FC FF FF FF C0      D. C7 45 FC FF FF FF 0C

16. 整数 x 的机器数为 1101 1000，分别对 x 进行逻辑右移 1 位和算术右移 1 位操作，得到的机器数各是\_\_\_\_\_。

- A. 1110 1100、1110 1100      B. 0110 1100、1110 1100  
C. 1110 1100、0110 1100      D. 0110 1100、0110 1100

17. 假定 DRAM 芯片中存储阵列的行数为 r、列数为 c，对于一个 2K×1 位的 DRAM 芯片，为保证其地址引脚数最少，并尽量减少刷新开销，则 r、c 的取值分别是\_\_\_\_\_。

- A. 2048、1      B. 64、32      C. 32、64      D. 1、2048

18. 按字节编址的计算机中，某 double 型数组 A 的首地址为 2000H，使用变址寻址和循环结构访问数组 A，保存数组下标的变址寄存器初值为 0，每次循环取一个数组元素，其偏移地址为变址值乘以 sizeof(double)，取完后变址寄存器内容自动加 1。若某次循环所取元素的地址为 2100H，则进入该次循环时变址寄存器的内容是\_\_\_\_\_。

- A. 25      B. 32      C. 64      D. 100

19. 减法指令“sub R1, R2, R3”的功能为“(R1) - (R2) → R3”，该指令执行后将生成进位/借位标志 CF 和溢出标志 OF。若 (R1) = FFFF FFFFH，(R2) = FFFF FFF0H，则该减法指令执行后，CF 与 OF 分别为\_\_\_\_\_。

- A. CF=0, OF=0      B. CF=1, OF=0  
C. CF=0, OF=1      D. CF=1, OF=1

20. 若某计算机最复杂指令的执行需要完成 5 个子功能，分别由功能部件 A~E 实现，各功能部件所需时间分别为 80ps、50ps、50ps、70ps 和 50ps，采用流水线方式执行指令，流水段寄存器延时为 20ps，则 CPU 时钟周期至少为\_\_\_\_\_。

- A. 60 ps      B. 70 ps      C. 80 ps      D. 100 ps

21. 下列选项中，可提高同步总线数据传输率的是\_\_\_\_\_。

- I. 增加总线宽度      II. 提高总线工作频率  
III. 支持突发传输      IV. 采用地址/数据线复用  
A. 仅 I、II      B. 仅 I、II、III  
C. 仅 III、IV      D. I、II、III 和 IV

22. 下列关于外部 I/O 中断的叙述中，正确的是\_\_\_\_\_。

- A. 中断控制器按所接收中断请求的先后次序进行中断优先级排队  
B. CPU 响应中断时，通过执行中断隐指令完成通用寄存器的保护  
C. CPU 只有在处于中断允许状态时，才能响应外部设备的中断请求  
D. 有中断请求时，CPU 立即暂停当前指令执行，转去执行中断服务程序

23. 下列关于多任务操作系统的叙述中，正确的是\_\_\_\_\_。

- I. 具有并发和并行的特点  
II. 需要实现对共享资源的保护

III. 需要运行在多 CPU 的硬件平台上

A. 仅 I                      B. 仅 II                      C. 仅 I、II                      D. I、II、III

24. 某系统采用基于优先权的非抢占式进程调度策略, 完成一次进程调度和进程切换的系统时间开销为  $1\mu\text{s}$ 。在 T 时刻就绪队列中有 3 个进程  $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$ , 其在就绪队列中的等待时间、需要的 CPU 时间和优先权如下表所示。

| 进程    | 等待时间            | 需要的 CPU 时间      | 优先权 |
|-------|-----------------|-----------------|-----|
| $P_1$ | $30\mu\text{s}$ | $12\mu\text{s}$ | 10  |
| $P_2$ | $15\mu\text{s}$ | $24\mu\text{s}$ | 30  |
| $P_3$ | $18\mu\text{s}$ | $36\mu\text{s}$ | 20  |

若优先权值大的进程优先获得 CPU, 从 T 时刻起系统开始进程调度, 则系统的平均周转时间为\_\_\_\_\_。

A.  $54\mu\text{s}$                       B.  $73\mu\text{s}$                       C.  $74\mu\text{s}$                       D.  $75\mu\text{s}$

25. 属于同一进程的两个线程 thread1 和 thread2 并发执行, 共享初值为 0 的全局变量 x。thread1 和 thread2 实现对全局变量 x 加 1 的机器级代码描述如下。

| thread1                                    | thread2                                    |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| mov R1, x    // (x) $\rightarrow$ R1       | mov R2, x    // (x) $\rightarrow$ R2       |
| inc R1        // (R1) + 1 $\rightarrow$ R1 | inc R2        // (R2) + 1 $\rightarrow$ R2 |
| mov x, R1     // (R1) $\rightarrow$ x      | mov x, R2     // (R2) $\rightarrow$ x      |

在所有可能的指令执行序列中, 使 x 的值为 2 的序列个数是\_\_\_\_\_。

A. 1                      B. 2                      C. 3                      D. 4

26. 假设系统中有 4 个同类资源, 进程  $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$  需要的资源数分别为 4、3 和 1,  $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$  已申请到的资源数分别为 2、1 和 0, 则执行安全性检测算法的结果是\_\_\_\_\_。

- A. 不存在安全序列, 系统处于不安全状态
- B. 存在多个安全序列, 系统处于安全状态
- C. 存在唯一安全序列  $P_3$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ , 系统处于安全状态
- D. 存在唯一安全序列  $P_3$ 、 $P_2$ 、 $P_1$ , 系统处于安全状态

27. 下列选项中, 可能导致当前进程 P 阻塞的事件是\_\_\_\_\_。

- I. 进程 P 申请临界资源
- II. 进程 P 从磁盘读数据
- III. 系统将 CPU 分配给高优先权的进程

A. 仅 I                      B. 仅 II                      C. 仅 I、II                      D. I、II、III

28. 若 x 是管程内的条件变量, 则当进程执行 x.wait() 时所做的工作是\_\_\_\_\_。

- A. 实现对变量 x 的互斥访问
- B. 唤醒一个在 x 上阻塞的进程
- C. 根据 x 的值判断该进程是否进入阻塞状态
- D. 阻塞该进程, 并将之插入 x 的阻塞队列中

29. 当定时器产生时钟中断后, 由时钟中断服务程序更新的部分内容是\_\_\_\_\_。

- I. 内核中时钟变量的值
- II. 当前进程占用 CPU 的时间
- III. 当前进程在时间片内的剩余执行时间

A. 仅 I、II                      B. 仅 II、III                      C. 仅 I、III                      D. I、II、III

30. 系统总是访问磁盘的某个磁道而不响应对其他磁道的访问请求,这种现象称为磁臂黏着。下列磁盘调度算法中,不会导致磁臂粘着的是\_\_\_\_\_。

- A. 先来先服务 (FCFS)                      B. 最短寻道时间优先 (SSTF)  
C. 扫描算法 (SCAN)                      D. 循环扫描算法 (CSCAN)

31. 下列优化方法中,可以提高文件访问速度的是\_\_\_\_\_。

- I. 提前读                      II. 为文件分配连续的簇  
III. 延迟写                      IV. 采用磁盘高速缓存  
A. 仅 I、II                      B. 仅 II、III  
C. 仅 I、III、IV                      D. I、II、III、IV

32. 在下列同步机制中,可以实现让权等待的是\_\_\_\_\_。

- A. Peterson 方法                      B. swap 指令  
C. 信号量方法                      D. TestAndSet 指令

33. 下列 TCP/IP 应用层协议中,可以使用传输层无连接服务的是\_\_\_\_\_。

- A. FTP                      B. DNS                      C. SMTP                      D. HTTP

34. 下列选项中,不属于物理层接口规范定义范畴的是\_\_\_\_\_。

- A. 接口形状                      B. 引脚功能                      C. 物理地址                      D. 信号电平

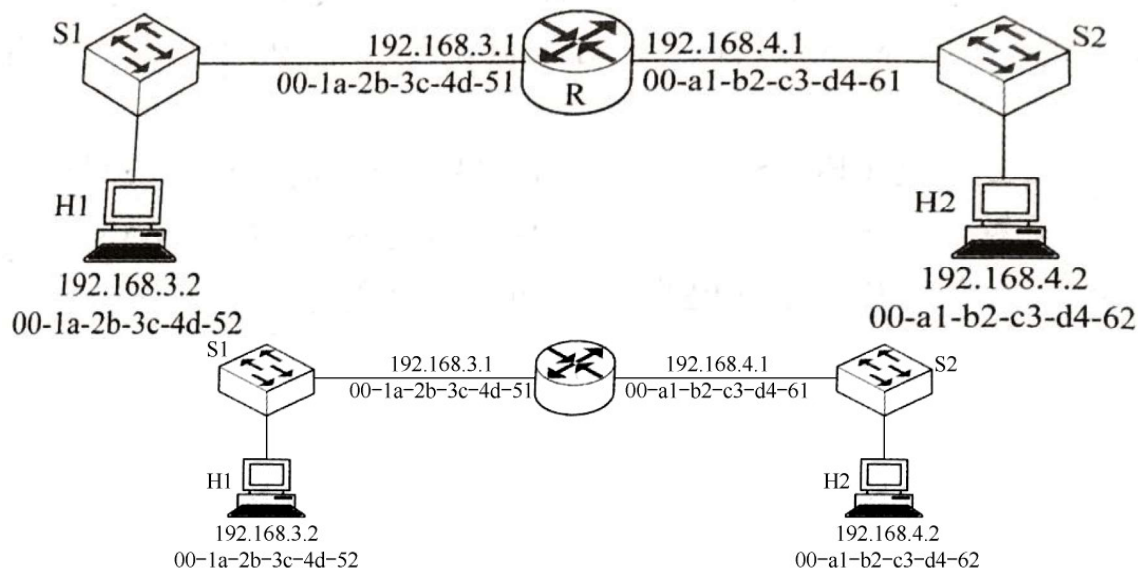
35. IEEE 802.11 无线局域网的 MAC 协议 CSMA/CA 进行信道预约的方法是\_\_\_\_\_。

- A. 发送确认帧                      B. 采用二进制指数退避  
C. 使用多个 MAC 地址                      D. 交换 RTS 与 CTS 帧

36. 主机甲采用停-等协议向主机乙发送数据,数据传输速率是 3 kbps,单向传播延时是 200 ms,忽略确认帧的传输延时。当信道利用率等于 40%时,数据帧的长度为\_\_\_\_\_。

- A. 240 比特                      B. 400 比特                      C. 480 比特                      D. 800 比特

37. 路由器 R 通过以太网交换机 S1 和 S2 连接两个网络, R 的接口、主机 H1 和 H2 的 IP 地址与 MAC 地址如下图所示。若 H1 向 H2 发送 1 个 IP 分组 P,则 H1 发出的封装 P 的以太网帧的目的 MAC 地址、H2 收到的封装 P 的以太网帧的源 MAC 地址分别是\_\_\_\_\_。



- A. 00-a1-b2-c3-d4-62、00-1a-2b-3c-4d-52  
B. 00-a1-b2-c3-d4-62、00-a1-b2-c3-d4-61  
C. 00-1a-2b-3c-4d-51、00-1a-2b-3c-4d-52

D. 00-1a-2b-3c-4d-51、00-a1-b2-c3-d4-61

38. 某路由表中有转发接口相同的 4 条路由表项, 其目的网络地址分别为 35.230.32.0/21、35.230.40.0/21、35.230.48.0/21 和 35.230.56.0/21, 将该 4 条路由聚合后的目的网络地址为\_\_\_\_\_。

A. 35.230.0.0/19

B. 35.230.0.0/20

C. 35.230.32.0/19

D. 35.230.32.0/20

39. UDP 协议实现分用(demultiplexing)时所依据的头部字段是\_\_\_\_\_。

A. 源端口号

B. 目的端口号

C. 长度

D. 校验和

40. 无需转换即可由 SMTP 协议直接传输的内容是\_\_\_\_\_。

A. JPEG 图像

B. MPEG 视频

C. EXE 文件

D. ASCII 文本

## 二、综合应用题: 第 41~47 小题, 共 70 分。

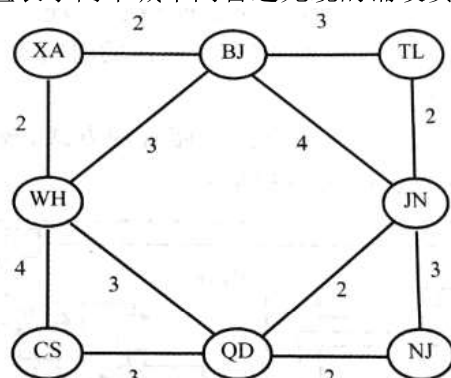
41. (13 分)给定一个含  $n(n \geq 1)$  个整数的数组, 请设计一个在时间上尽可能高效的算法, 找出数组中未出现的最小正整数。例如, 数组  $\{-5, 3, 2, 3\}$  中未出现的最小正整数是 1; 数组  $\{1, 2, 3\}$  中未出现的最小正整数是 4。要求:

(1) 给出算法的基本设计思想。

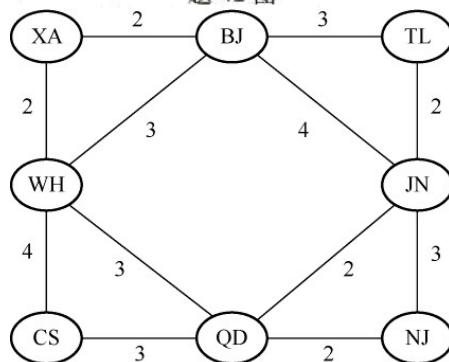
(2) 根据设计思想, 采用 C 或 C++ 语言描述算法, 关键之处给出注释。

(3) 说明你所设计算法的时间复杂度和空间复杂度。

42. (12 分)拟建设一个光通信骨干网络连通 BJ、CS、XA、QD、JN、NJ、TL 和 WH 等 8 个城市, 题 42 图中无向边上的权值表示两个城市间备选光缆的铺设费用。



题 42 图



请回答下列问题。

(1) 仅从铺设费用角度出发, 给出所有可能的最经济的光缆铺设方案 (用带权图表示), 并



计算相应方案的总费用。

(2) 题 42 图可采用图的哪一种存储结构？给出求解问题 (1) 所使用的算法名称。

(3) 假设每个城市采用一个路由器按 (1) 中得到的最经济方案组网，主机 H1 直接连接在 TL 的路由器上，主机 H2 直接连接在 BJ 的路由器上。若 H1 向 H2 发送一个 TTL=5 的 IP 分组，则 H2 是否可以收到该 IP 分组？

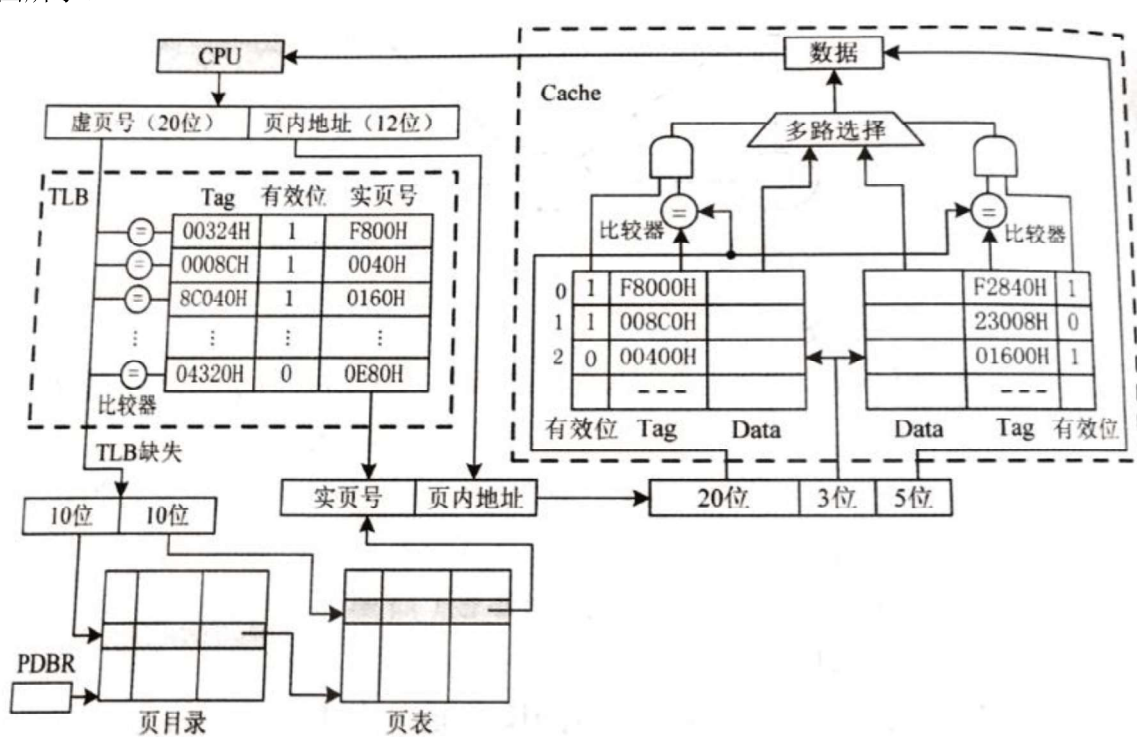
43. (8 分) 假定计算机的主频为 500MHz，CPI 为 4。现有设备 A 和 B，其数据传输率分别为 2MB/s 和 40MB/s，对应 I/O 接口中各有一个 32 位数据缓冲寄存器。请回答下列问题，要求给出计算过程。

(1) 若设备 A 采用定时查询 I/O 方式，每次输入/输出都至少执行 10 条指令。设备 A 最多间隔多长时间查询一次才能不丢失数据？CPU 用于设备 A 输入/输出的时间占 CPU 总时间的百分比至少是多少？

(2) 在中断 I/O 方式下，若每次中断响应和中断处理的总时钟周期数至少为 400，则设备 B 能否采用中断 I/O 方式？为什么？

(3) 若设备 B 采用 DMA 方式，每次 DMA 传送的数据块大小 1000B，CPU 用于 DMA 预处理和后处理的总时钟周期数为 500，则 CPU 用于设备 B 输入/输出的时间占 CPU 总时间的百分比最多是多少？

44. (15 分) 某计算机采用页式虚拟存储管理方式，按字节编址。CPU 进行存储访问的过程如题 44 图所示。



题 44 图

根据题 44 图回答下列问题。

(1) 主存物理地址占多少位？

(2) TLB 采用什么映射方式？TLB 用 SRAM 还是 DRAM 实现？

(3) Cache 采用什么映射方式？若 Cache 采用 LRU 替换算法和回写 (Write Back) 策略，则 Cache 每行中除数据 (Data)、Tag 和有效位外，还应有哪些附加位？Cache 总容量是多少？Cache





中有效位的作用是什么？

(4) 若 CPU 给出的虚拟地址为 0008 C040H, 则对应的物理地址是多少？是否在 Cache 中命中？说明理由, 若 CPU 给出的虚拟地址为 0007 C260H, 则该地址所在主存块映射到的 Cache 组号是多少？

45. (8 分) 请根据题 44 图给出的虚拟储管理方式, 回答下列问题。

(1) 某虚拟地址对应的页目录号为 6, 在相应的页表中对应的页号为 6, 页内偏移量为 8, 该虚拟地址的十六进制表示是什么？

(2) 寄存器 PDBR 用于保存当前进程的页目录起始地址, 该地址是物理地址还是虚拟地址？进程切换时, PDBR 的内容是否会变化？说明理由。同一进程的线程切换时, PDBR 的内容是否会变化？说明理由。

(3) 为了支持改进型 CLOCK 置换算法, 需要在页表项中设置哪些字段？

46. (7 分) 某文件系统采用索引节点存放文件的属性和地址信息, 簇大小为 4KB。每个文件索引节点占 64B, 有 11 个地址项, 其中直接地址项 8 个, 一级、二级和三级间接地址项各 1 个, 每个地址项长度为 4B。请回答下列问题。

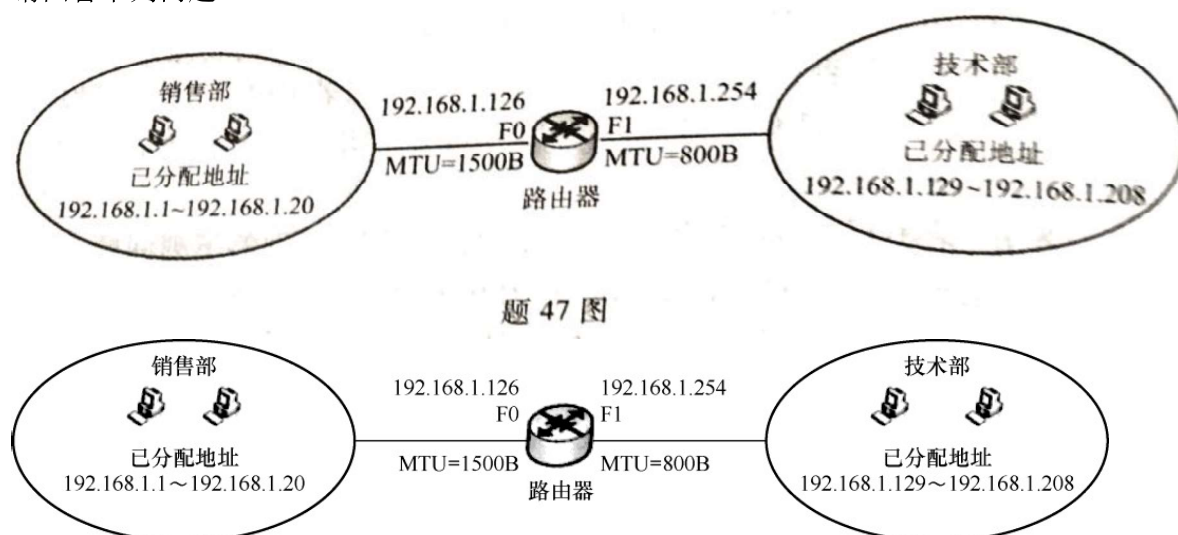
(1) 该文件系统能支持的最大文件长度是多少？(给出计算表达式即可)

(2) 文件系统用 1M ( $1M=2^{20}$ ) 个簇存放文件索引节点, 用 512M 个簇存放文件数据。若一个图像文件的大小为 5600B, 则该文件系统最多能存放多少个这样的图像文件？

(3) 若文件 F1 的大小为 6KB, 文件 F2 的大小为 40KB, 则该文系统获取 F1 和 F2 最后一个簇的簇号需要的时间是否相同？为什么？

47. (7 分) 某公司网络如题 47 图所示。IP 地址空间 192.168.1.0/24 被均分给销售部和技术部两个子网, 并已分别为部分主机和路由器接口分配了 IP 地址, 销售部子网的 MTU=1500B, 技术部子网的 MTU=800B。

请回答下列问题。



(1) 销售部子网的广播地址是什么？技术部子网的子网地址是什么？若每个主机仅分配一个 IP 地址, 则技术部子网还可以连接多少台主机？

(2) 假设主机 192.168.1.1 向主机 192.168.1.208 发送一个总长度为 1500B 的 IP 分组, IP 分组的头部长度为 20B, 路由器在通过接口 F1 转发该 IP 分组时进行了分片。若分片时尽可能分为最大片, 则一个最大 IP 分片封装数据的字节数是多少？至少需要分为几个分片？每个分片的片偏移量是多少？

# 2018 年计算机学科专业基础综合试题参考答案

## 一、单项选择题

- |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. B  | 2. C  | 3. A  | 4. A  | 5. A  | 6. C  | 7. D  | 8. B  |
| 9. C  | 10. D | 11. A | 12. D | 13. C | 14. A | 15. A | 16. B |
| 17. C | 18. B | 19. A | 20. D | 21. B | 22. C | 23. C | 24. D |
| 25. B | 26. A | 27. C | 28. D | 29. D | 30. A | 31. D | 32. C |
| 33. B | 34. C | 35. D | 36. D | 37. D | 38. C | 39. B | 40. D |

## 二、综合应用题

41. 解析:

1) 题目要求算法时间上尽可能高效, 因此采用空间换时间的办法。分配一个用于标记的数组  $B[n]$ , 用来记录  $A$  中是否出现了  $1 \sim n$  中的正整数,  $B[0]$  对应正整数 1,  $B[n-1]$  对应正整数  $n$ , 初始化  $B$  中全部为 0。由于  $A$  中含有  $n$  个整数, 因此可能返回的值是  $1 \sim n+1$ , 当  $A$  中  $n$  个数恰好为  $1 \sim n$  时返回  $n+1$ 。当数组  $A$  中出现了小于等于 0 或者大于  $n$  的值时, 会导致  $1 \sim n$  中出现空余位置, 返回结果必然在  $1 \sim n$  中, 因此对于  $A$  中出现了小于等于 0 或者大于  $n$  的值可以不采取任何操作。

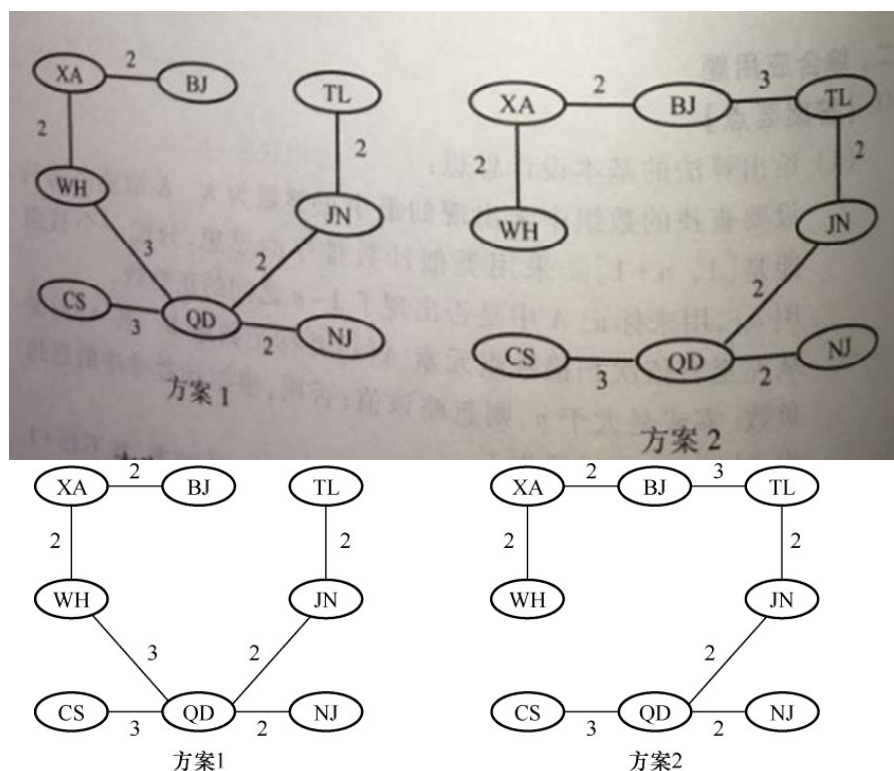
经过以上分析可以得出算法流程: 从  $A[0]$  开始遍历  $A$ , 若  $0 < A[i] \leq n$ , 则令  $B[A[i]-1]=1$ ; 否则不做操作。对  $A$  遍历结束后, 开始遍历数组  $B$ , 若能查找到第一个满足  $B[i]==0$  的下标  $i$ , 返回  $i+1$  即为结果, 此时说明  $A$  中未出现的最小正整数在  $1 \sim n$  之间。若  $B[i]$  全部不为 0, 返回  $i+1$  (跳出循环时  $i=n$ ,  $i+1$  等于  $n+1$ ), 此时说明  $A$  中未出现的最小正整数是  $n+1$ 。

```
int findMissMin(int A[], int n)
{
    int i, *B; // 标记数组
    B = (int *) malloc(sizeof(int) * n); // 分配空间
    memset(B, 0, sizeof(int) * n); // 赋初值为0
    for(i=0; i<n; i++)
        if(A[i]>0 && A[i]<=n) // 若A[i]的值介于1~n, 则标记数组B
            B[A[i]-1]=1;
    for(i=0; i<n; i++) // 扫描数组B, 找到目标值
        if(B[i]==0) break;
    return i+1; // 返回结果
}
```

3) 时间复杂度: 遍历  $A$  一次, 遍历  $B$  一次, 两次循环内操作步骤为  $O(1)$  量级, 因此时间复杂度为  $O(n)$ 。空间复杂度: 额外分配了  $B[n]$ , 空间复杂度为  $O(n)$ 。

42. 解析:

1) 为了求解最经济的方案, 可以把问题抽象为求无向带权图的最小生成树。可以采用手动  $\text{prim}$  算法或  $\text{kruskal}$  算法作图。注意本题最小生成树有两种构造, 如下图所示。



方案的总费用为 16。

2) 存储题中的图可以采用邻接矩阵(或邻接表)。构造最小生成树采用 Prim 算法(或 kruskal 算法)。

3) TTL=5, 即 IP 分组的生存时间(最大传递距离)为 5, 方案 1 中 TL 和 BJ 的距离过远, TTL=5 不足以让 IP 分组从 H1 传送到 H2, 因此 H2 不能收到 IP 分组。而方案 2 中 TL 和 BJ 邻近, H2 可以收到 IP 分组。

43. 解析:

1) 程序定时向缓存端口查询数据, 由于缓存端口大小有限, 必须在传输完端口大小的数据时访问端口, 以防止部分数据没有被及时读取而丢失。设备 A 准备 32 位数据所用时间为  $4B/2MB=2\mu s$ , 所以最多每隔  $2\mu s$  必须查询一次, 每秒的查询次数至少是  $1s/2\mu s=5\times 10^5$ , 每秒 CPU 用于设备 A 输入/输出的时间至少为  $5\times 10^5\times 10\times 4=2\times 10^7$  个时钟周期, 占整个 CPU 时间的百分比至少是  $2\times 10^7/500M=4\%$ 。

2) 中断响应和中断处理的时间为  $400\times (1/500M)=0.8\mu s$ , 这时只需判断设备 B 准备 32 位数据要多久, 如果准备数据的时间小于中断响应和中断处理的时间, 那么数据就会被刷新、造成丢失。经过计算, 设备 B 准备 32 位数据所用时间为  $4B/40MB=0.1\mu s$ , 因此, 设备 B 不适合采用中断 I/O 方式。

3) 在 DMA 方式中, 只有预处理和后处理需要 CPU 处理, 数据的传送过程是由 DMA 控制。设备 B 每秒的 DMA 次数最多为  $40MB/1000B=40000$ , CPU 用于设备 B 输入/输出的时间最多为  $40000\times 500=2\times 10^7$  个时钟周期, 占 CPU 总时间的百分比最多为  $2\times 10^7/500M=4\%$ 。

44. 解析:

1) 物理地址由实页号和页内地址拼接, 因此其位数为  $16+12=28$ ; 或直接可得  $20+3+5=28$ 。

2) TLB 采用全相联映射, 可以把页表内容调入任一块空 TLB 项中, TLB 中每项都有一个比

较器，没有映射规则，只要空闲就行。TLB 采用静态存储器 SRAM，读写速度快，但成本高，多用于容量较小的高速缓冲存储器。

3) 图中可以看到, Cache 中每组有两行, 故采用 2 路组相联映射方式。

因为是 2 路组相联并采用 LRU 替换算法，所以每行（或每组）需要 1 位 LRU 位；因为采用回写策略，所以每行有 1 位修改位（脏位），根据脏位判断数据是否被更新，如果脏位为 1 则需要写回内存。

28 位物理地址中 Tag 字段占 20 位, 组索引字段占 3 位, 块内偏移地址占 5 位, 故 Cache 共有  $2^3=8$  组, 每组 2 行, 每行有  $2^5=32\text{B}$ ; 故 Cache 总容量为  $8 \times 2 \times (20+1+1+1+32 \times 8) = 4464$  位  $= 558$  字节。

Cache 中有效位用来指出所在 Cache 行中的信息是否有效。

4) 虚拟地址分为两部分：虚页号、页内地址；物理地址分为两部分：实页号、页内地址。利用虚拟地址的虚页号部分去查找 TLB 表（缺失时从页表调入），将实页号取出后和虚拟地址的页内地址拼接，就形成了物理地址。虚页号 008CH 恰好在 TLB 表中对应实页号 0040H（有效位为 1，说明存在），虚拟地址的后 3 位为页内地址 040H，则对应的物理地址是 0040040H。

物理地址为 0040040H，其中高 20 位 00400H 为标志字段，低 5 位 00000B 为块内偏移量，中间 3 位 010B 为组号 2，因此将 00400H 与 Cache 中的第 2 组两行中的标志字段同时比较，可以看出，虽然有一个 Cache 行中的标志字段与 00400H 相等，但对应的有效位为 0，而另一 Cache 行的标志字段与 00400H 不相等，故访问 Cache 不命中。

因为物理地址的低 12 位与虚拟地址低 12 位相同，即为 0010 0110 0000B。根据物理地址的结构，物理地址的后八位 01100000B 的前三位 011B 是组号，因此该地址所在的主存映射到 Cache 组号为 3。

45. 解析:

1) 由图可知,地址总长度为 32 位,高 20 位为虚页号,低 12 位为页内地址。且虚页号高 10 位为页目录号,低 10 位为页号。展开成二进制则表示为:

0000 0001 1000 0000 01100000 0000 1000 B

└──┬──┘ └──┬──┘ └──┬──┘

页目录号      页号      页内地址

故十六进制表示为 0180 6008H

2) PDBR 为页目录基址地址寄存器 (Page-Directory Base Register), 其存储页目录表物理内存基地址。进程切换时, PDBR 的内容会变化; 同一进程的线程切换时, PDBR 的内容不会变化。每个进程的地址空间、页目录和 PDBR 的内容存在一一对应的关系。进程切换时, 地址空间发生了变化, 对应的页目录及其起始地址也相应变化, 因此需要用进程切换后当前进程的页目录起始地址刷新 PDBR。同一进程中的线程共享该进程的地址空间, 其线程发生切换时, 地址空间不变, 线程使用的页目录不变, 因此 PDBR 的内容也不变。

3) 改进型 CLOCK 置换算法需要用到使用位和修改位, 故需要设置访问字段 (使用位) 和修改字段 (脏位)。

46. 解析:

1) 簇大小为 4KB, 每个地址项长度为 4B, 故每簇有  $4\text{KB}/4\text{B}=1024$  个地址项。最大文件的物理块数可达  $8+1\times 1024+1\times 1024^2+1\times 1024^3$ , 每个物理块 (簇) 大小为 4KB, 故最大文件长度为  $(8+1\times 1024+1\times 1024^2+1\times 1024^3)\times 4\text{KB}=32\text{KB}+4\text{MB}+4\text{GB}+4\text{TB}$

(2) 文件索引节点总个数为  $1\text{M} \times 4\text{KB} / 64\text{B} = 64\text{M}$ ,  $5600\text{B}$  的文件占 2 个簇,  $512\text{M}$  个簇可存放的文件总个数为  $512\text{M} / 2 = 256\text{M}$ 。可表示的文件总个数受限于文件索引节点总个数, 故能存储  $64\text{M}$

个大小为 5600B 的图像文件

(3) 文件 F1 大小为  $6KB < 4KB \times 8 = 32KB$ , 故获取文件 F1 的最后一个簇的簇号只需要访问索引节点的直接地址项。文件 F2 大小为 40KB,  $4KB \times 8 < 40KB < 4KB \times 8 + 4KB \times 1024$ , 故获取 F2 的最后一个簇的簇号还需要读一级索引表。综上, 需要的时间不相同。

47. 解析:

1) 广播地址是网络地址中主机号全 1 的地址 (主机号全 0 的地址, 代表网络本身)。销售部和技术部均分配了 192.168.1.0/24 的 IP 地址空间, IP 地址的前 24 位为子网的网络号。于是在后 8 位中划分部门的子网, 选择前 1 位作为部门子网的网络号。令销售部子网的网络号为 0, 技术部子网的网络号为 1, 则技术部子网的完整地址为 192.168.1.128; 令销售部子网的主机号全 1, 可以得到该部门的广播地址为 192.168.1.127。

每个主机仅分配一个 IP 地址, 计算目前还可以分配的主机数, 用技术部可以分配的主机数, 减去已分配的主机数, 技术部总共可以分配计算机主机数为  $2^7 - 2 = 126$  (减去全 0 和全 1 的主机号)。已经分配了  $208 - 129 + 1 = 80$  个, 此外还有 1 个 IP 地址分配给了路由器的端口 (192.168.1.254), 因此还可以分配  $126 - 80 - 1 = 45$  台。

2) 判断分片的大小, 需要考虑各个网段的 MTU, 而且注意分片的数据长度必须是 8B 的整数倍。由题可知, 在技术部子网内,  $MTU = 800B$ , IP 分组头部长 20B, 最大 IP 分片封装数据的字节数为  $\lfloor (800 - 20) / 8 \rfloor \times 8 = 776$ 。至少需要的分片数为  $\lceil (1500 - 20) / 776 \rceil = 2$ 。第 1 个分片的偏移量为 0; 第 2 个分片的偏移量为  $776 / 8 = 97$ 。



## 2019 年全国硕士研究生招生考试

### 计算机科学与技术学科联考

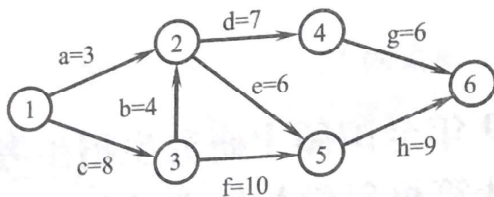
### 计算机学科专业基础综合试题

一、单项选择题：1~40 小题，每小题 2 分，共 80 分。下列每题给出的四个选项中，只有一个选项符合试题要求。

1. 设  $n$  是描述问题规模的非负整数，下列程序段的时间复杂度是  
x = 0;  
while ( n >= (x+1) \* (x+1) )  
    x = x+1;  
A.  $O(\log n)$       B.  $O(n^{1/2})$       C.  $O(n)$       D.  $O(n^2)$
2. 若将一棵树  $T$  转化为对应的二叉树  $BT$ ，则下列对  $BT$  的遍历中，其遍历序列与  $T$  的后根遍历序列相同的是  
A. 先序遍历      B. 中序遍历      C. 后序遍历      D. 按层遍历
3. 对  $n$  个互不相同的符号进行哈夫曼编码。若生成的哈夫曼树共有 115 个结点，则  $n$  的值是  
A. 56      B. 57      C. 58      D. 60
4. 在任意一棵非空平衡二叉树 (AVL 树)  $T_1$  中，删除某结点  $v$  之后形成平衡二叉树  $T_2$ ，再将  $v$  插入  $T_2$  形成平衡二叉树  $T_3$ 。下列关于  $T_1$  与  $T_3$  的叙述中，正确的是  
I. 若  $v$  是  $T_1$  的叶结点，则  $T_1$  与  $T_3$  可能不相同  
II. 若  $v$  不是  $T_1$  的叶结点，则  $T_1$  与  $T_3$  一定不相同  
III. 若  $v$  不是  $T_1$  的叶结点，则  $T_1$  与  $T_3$  一定相同  
A. 仅 I      B. 仅 II      C. 仅 I、II      D. 仅 I、III
5. 下图所示的 AOE 网表示一项包含 8 个活动的工程。活动 d 的最早开始时间和最迟开始时间分别是







- A. 3 和 7      B. 12 和 12      C. 12 和 14      D. 15 和 15
6. 用有向无环图描述表达式  $(x+y) * ((x+y)/x)$ , 需要的顶点个数至少是  
A. 5      B. 6      C. 8      D. 9
7. 选择一个排序算法时, 除算法的时空效率外, 下列因素中, 还需要考虑的是  
I. 数据的规模      II. 数据的存储方式  
III. 算法的稳定性      IV. 数据的初始状态  
A. 仅 III      B. 仅 I、II  
C. 仅 II、III、IV      D. I、II、III、IV
8. 现有长度为 11 且初始为空的散列表 HT, 散列函数是  $H(key) = key \% 7$ , 采用线性探查(线性探测再散列)法解决冲突。将关键字序列 87, 40, 30, 6, 11, 22, 98, 20 依次插入到 HT 后, HT 查找失败的平均查找长度是  
A. 4      B. 5.25      C. 6      D. 6.29
9. 设主串  $T = \text{"abaabaabcabaabc"}$ , 模式串  $S = \text{"abaabc"}$ , 采用 KMP 算法进行模式匹配, 到匹配成功时为止, 在匹配过程中进行的单个字符间的比较次数是  
A. 9      B. 10      C. 12      D. 15
10. 排序过程中, 对尚未确定最终位置的所有元素进行一遍处理称为一“趟”。下列序列中, 不可能是快速排序第二趟结果的是  
A. 5, 2, 16, 12, 28, 60, 32, 72  
B. 2, 16, 5, 28, 12, 60, 32, 72  
C. 2, 12, 16, 5, 28, 32, 72, 60  
D. 5, 2, 12, 28, 16, 32, 72, 60

11. 设外存上有 120 个初始归并段, 进行 12 路归并时, 为实现最佳归并, 需要补充的虚段个数是
- A. 1                      B. 2                      C. 3                      D. 4
12. 下列关于冯·诺依曼结构计算机基本思想的叙述中, 错误的是
- A. 程序的功能都通过中央处理器执行指令实现
- B. 指令和数据都用二进制表示, 形式上无差别
- C. 指令按地址访问, 数据都在指令中直接给出
- D. 程序执行前, 指令和数据需预先存放在存储器中
13. 考虑以下 C 语言代码:
- ```
unsigned short usi = 65535;
short si = usi;
```
- 执行上述程序段后, si 的值是
- A. -1                      B. -32767                      C. -32768                      D. -65535
14. 下列关于缺页处理的叙述中, 错误的是
- A. 缺页是在地址转换时 CPU 检测到的一种异常
- B. 缺页处理由操作系统提供的缺页处理程序来完成
- C. 缺页处理程序根据页故障地址从外存读入所缺失的页
- D. 缺页处理完成后回到发生缺页的指令的下一条指令执行
15. 某计算机采用大端方式, 按字节编址。某指令中操作数的机器数为 1234 FF00H, 该操作数采用基址寻址方式, 形式地址(用补码表示)为 FF12H, 基址寄存器内容为 F000 0000H, 则该操作数的 LSB (最低有效字节) 所在的地址是
- A. F000 FF12H                      B. F000 FF15H
- C. EFFF FF12H                      D. EFFF FF15H
16. 下列有关处理器时钟脉冲信号的叙述中, 错误的是
- A. 时钟脉冲信号由机器脉冲源发出的脉冲信号经整形和分频后形成
- B. 时钟脉冲信号的宽度称为时钟周期, 时钟周期的倒数为机器主频
- C. 时钟周期以相邻状态单元间组合逻辑电路的最大延迟为基准



确定

D. 处理器总是在每来一个时钟脉冲信号时就开始执行一条新的指令

17. 某指令功能为  $R[r2] \leftarrow R[r1] + M[R[r0]]$ , 其两个源操作数分别采用寄存器、寄存器间接寻址方式。对于下列给定部件, 该指令在取数及执行过程中需要用到的是

I. 通用寄存器组(GPRs)

II. 算术逻辑单元(ALU)

III. 存储器(Memory)

IV. 指令译码器(ID)

A. 仅 I、II

B. 仅 I、II、III

C. 仅 II、III、IV

D. 仅 I、III、IV

18. 在采用“取指、译码/取数、执行、访存、写回”5段流水线的处理器中, 执行如下指令序列, 其中  $s0$ 、 $s1$ 、 $s2$ 、 $s3$  和  $t2$  表示寄存器编号。

I1: add  $s2, s1, s0$  //  $R[s2] \leftarrow R[s1] + R[s0]$

I2: load  $s3, 0(t2)$  //  $R[s3] \leftarrow M[R[t2] + 0]$

I3: add  $s2, s2, s3$  //  $R[s2] \leftarrow R[s2] + R[s3]$

I4: store  $s2, 0(t2)$  //  $M[R[t2] + 0] \leftarrow R[s2]$

下列指令对中, 不存在数据冒险的是

A. I1 和 I3

B. I2 和 I3

C. I2 和 I4

D. I3 和 I4

19. 假定一台计算机采用3通道存储器总线, 配套的内存条型号为DDR3-1333, 即内存条所接插的存储器总线的工作频率为1333 MHz、总线宽度为64位, 则存储器总线的总带宽大约是

A. 10.66 GB/s

B. 32 GB/s

C. 64 GB/s

D. 96 GB/s

20. 下列关于磁盘存储器的叙述中, 错误的是

A. 磁盘的格式化容量比非格式化容量小

B. 扇区中包含数据、地址和校验等信息

C. 磁盘存储器的最小读写单位为一个字节

D. 磁盘存储器由磁盘控制器、磁盘驱动器和盘片组成

21. 某设备以中断方式与CPU进行数据交换, CPU主频为1 GHz, 设备接口中的数据缓冲寄存器为32位, 设备的数据传输率为50 kB/s。若每次中断开销(包括中断响应和中断处理)为1 000个时钟周期,



- 则 CPU 用于该设备输入/输出的时间占整个 CPU 时间的百分比最多是
- A. 1.25%      B. 2.5%      C. 5%      D. 12.5%
22. 下列关于 DMA 方式的叙述中,正确的是
- I. DMA 传送前由设备驱动程序设置传送参数
  - II. 数据传送前由 DMA 控制器请求总线使用权
  - III. 数据传送由 DMA 控制器直接控制总线完成
  - IV. DMA 传送结束后的处理由中断服务程序完成
- A. 仅 I、II      B. 仅 I、III、IV  
C. 仅 II、III、IV      D. I、II、III、IV
23. 下列关于线程的描述中,错误的是
- A. 内核级线程的调度由操作系统完成
  - B. 操作系统为每个用户级线程建立一个线程控制块
  - C. 用户级线程间的切换比内核级线程间的切换效率高
  - D. 用户级线程可以在不支持内核级线程的操作系统上实现
24. 下列选项中,可能将进程唤醒的事件是
- I. I/O 结束      II. 某进程退出临界区
  - III. 当前进程的时间片用完
- A. 仅 I      B. 仅 III      C. 仅 I、II      D. I、II、III
25. 下列关于系统调用的叙述中,正确的是
- I. 在执行系统调用服务程序的过程中,CPU 处于内核态
  - II. 操作系统通过提供系统调用避免用户程序直接访问外设
  - III. 不同的操作系统为应用程序提供了统一的系统调用接口
  - IV. 系统调用是操作系统内核为应用程序提供服务的接口
- A. 仅 I、IV      B. 仅 II、III  
C. 仅 I、II、IV      D. 仅 I、III、IV
26. 下列选项中,可用于文件系统管理空闲磁盘块的数据结构是
- I. 位图      II. 索引节点
  - III. 空闲磁盘块链      IV. 文件分配表(FAT)
- A. 仅 I、II      B. 仅 I、III、IV



- C. 仅 I、III      D. 仅 II、III、IV
27. 系统采用二级反馈队列调度算法进行进程调度。就绪队列 Q1 采用时间片轮转调度算法,时间片为 10 ms;就绪队列 Q2 采用短进程优先调度算法;系统优先调度 Q1 队列中的进程,当 Q1 为空时系统才会调度 Q2 中的进程;新创建的进程首先进入 Q1;Q1 中的进程执行一个时间片后,若未结束,则转入 Q2。若当前 Q1、Q2 为空,系统依次创建进程 P1、P2 后即开始进程调度,P1、P2 需要的 CPU 时间分别为 30 ms 和 20 ms,则进程 P1、P2 在系统中的平均等待时间为
- A. 25 ms      B. 20 ms      C. 15 ms      D. 10 ms
28. 在分段存储管理系统中,用共享段表描述所有被共享的段。若进程 P1 和 P2 共享段 S,下列叙述中,错误的是
- A. 在物理内存中仅保存一份段 S 的内容
- B. 段 S 在 P1 和 P2 中应该具有相同的段号
- C. P1 和 P2 共享段 S 在共享段表中的段表项
- D. P1 和 P2 都不再使用段 S 时才回收段 S 所占的内存空间
29. 某系统采用 LRU 页置换算法和局部置换策略,若系统为进程 P 预分配了 4 个页框,进程 P 访问页号的序列为 0,1,2,7,0,5,3,5,0,2,7,6,则进程访问上述页的过程中,产生页置换的总次数是
- A. 3      B. 4      C. 5      D. 6
30. 下列关于死锁的叙述中,正确的是
- I. 可以通过剥夺进程资源解除死锁
- II. 死锁的预防方法能确保系统不发生死锁
- III. 银行家算法可以判断系统是否处于死锁状态
- IV. 当系统出现死锁时,必然有两个或两个以上的进程处于阻塞态
- A. 仅 II、III      B. 仅 I、II、IV
- C. 仅 I、II、III      D. 仅 I、III、IV
31. 某计算机主存按字节编址,采用二级分页存储管理,地址结构如下所示

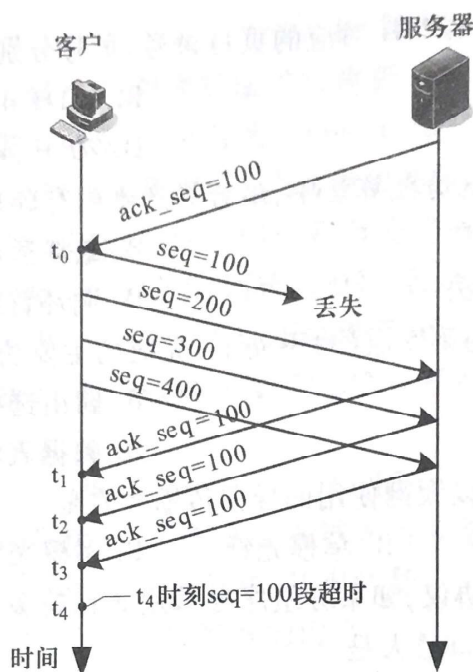
|            |          |            |
|------------|----------|------------|
| 页目录号(10 位) | 页号(10 位) | 页内偏移(12 位) |
|------------|----------|------------|



- 虚拟地址 2050 1225H 对应的页目录号、页号分别是
- A. 081H、101H                      B. 081H、401H  
C. 201H、101H                      D. 201H、401H
32. 在下列动态分区分配算法中,最容易产生内存碎片的是
- A. 首次适应算法                      B. 最坏适应算法  
C. 最佳适应算法                      D. 循环首次适应算法
33. OSI 参考模型的第 5 层(自下而上)完成的主要功能是
- A. 差错控制                              B. 路由选择  
C. 会话管理                              D. 数据表示转换
34. 100BaseT 快速以太网使用的导向传输介质是
- A. 双绞线                      B. 单模光纤                      C. 多模光纤                      D. 同轴电缆
35. 对于滑动窗口协议,如果分组序号采用 3 比特编号,发送窗口大小为 5,则接收窗口最大是
- A. 2                              B. 3                              C. 4                              D. 5
36. 假设一个采用 CSMA/CD 协议的 100 Mbps 局域网,最小帧长是 128 B,则在一个冲突域内两个站点之间的单向传播延时最多是
- A.  $2.56\ \mu\text{s}$                       B.  $5.12\ \mu\text{s}$                       C.  $10.24\ \mu\text{s}$                       D.  $20.48\ \mu\text{s}$
37. 若将 101.200.16.0/20 划分为 5 个子网,则可能的最小子网的可分配 IP 地址数是
- A. 126                              B. 254                              C. 510                              D. 1022
38. 某客户通过一个 TCP 连接向服务器发送数据的部分过程如题 38 图所示。客户在  $t_0$  时刻第一次收到确认序列号  $\text{ack\_seq}=100$  的段,并发送序列号  $\text{seq}=100$  的段,但发生丢失。若 TCP 支持快速重传,则客户重新发送  $\text{seq}=100$  段的时刻是
- A.  $t_1$                               B.  $t_2$                               C.  $t_3$                               D.  $t_4$
39. 若主机甲主动发起一个与主机乙的 TCP 连接,甲、乙选择的初始序列号分别为 2018 和 2046,则第三次握手 TCP 段的确认序列号是
- A. 2018                              B. 2019                              C. 2046                              D. 2047
40. 下列关于网络应用模型的叙述中,错误的是
- A. 在 P2P 模型中,结点之间具有对等关系







题 38 图

- B. 在客户/服务器(C/S)模型中,客户与客户之间可以直接通信
- C. 在 C/S 模型中,主动发起通信的是客户,被动通信的是服务器
- D. 在向多用户分发一个文件时,P2P 模型通常比 C/S 模型所需时间短

## 二、综合应用题: 41~47 小题, 共 70 分。

41. (13 分) 设线性表  $L = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_{n-2}, a_{n-1}, a_n)$  采用带头结点的单链表保存, 链表中结点定义如下:

```
typedef struct node
```

```
{ int data;
```

```
    struct node * next;
```

```
} NODE;
```

请设计一个空间复杂度为  $O(1)$  且时间上尽可能高效的算法, 重新排列  $L$  中的各结点, 得到线性表  $L' = (a_1, a_n, a_2, a_{n-1}, a_3, a_{n-2}, \dots)$ 。

要求:

- (1) 给出算法的基本设计思想。
- (2) 根据设计思想,采用 C 或 C++语言描述算法,关键之处给出注释。
- (3) 说明你所设计的算法的时间复杂度。

42. (10 分) 请设计一个队列,要求满足:①初始时队列为空;②入队时,允许增加队列占用空间;③出队后,出队元素所占用的空间可重复使用,即整个队列所占用的空间只增不减;④入队操作和出队操作的时间复杂度始终保持为  $O(1)$ 。请回答下列问题:

- (1) 该队列应该选择链式存储结构,还是顺序存储结构?
- (2) 画出队列的初始状态,并给出判断队空和队满的条件。
- (3) 画出第一个元素入队后的队列状态。
- (4) 给出入队操作和出队操作的基本过程。

43. (8 分) 有  $n(n \geq 3)$  位哲学家围坐在一张圆桌边,每位哲学家交替地就餐和思考。在圆桌中心有  $m(m \geq 1)$  个碗,每两位哲学家之间有 1 根筷子。每位哲学家必须取到一个碗和两侧的筷子之后,才能就餐,进餐完毕,将碗和筷子放回原位,并继续思考。为使尽可能多的哲学家同时就餐,且防止出现死锁现象,请使用信号量的 P、V 操作(`wait()`、`signal()` 操作)描述上述过程中的互斥与同步,并说明所用信号量及初值的含义。

44. (7 分) 某计算机系统磁盘有 300 个柱面,每个柱面有 10 个磁道,每个磁道有 200 个扇区,扇区大小为 512 B。文件系统的每个簇包含 2 个扇区。请回答下列问题:

- (1) 磁盘的容量是多少?
- (2) 假设磁头在 85 号柱面上,此时有 4 个磁盘访问请求,簇号分别为:100 260、60 005、101 660 和 110 560。若采用最短寻道时间优先(SSTF)调度算法,则系统访问簇的先后次序是什么?
- (3) 第 100 530 簇在磁盘上的物理地址是什么? 将簇号转换成磁盘物理地址的过程是由 I/O 系统的什么程序完成的?

45. (16 分) 已知  $f(n) = n! = n \times (n-1) \times (n-2) \times \cdots \times 2 \times 1$ , 计算  $f(n)$  的



C 语言函数 f1 的源程序(阴影部分)及其在 32 位计算机 M 上的部分机器级代码如下:

```

int f1( int n ) {
1  00401000    55                push  ebp
    .....          .....          .....

    if ( n > 1 )
11 00401018    83 7D 08 01    cmp   dword ptr [ebp+8],1
12 0040101C    7E 17        jle   f1+35h (00401035)

    return n * f1(n-1);
13 0040101E    8B 45 08        mov   eax,dword ptr [ebp+8]
14 00401021    83 E8 01        sub   eax,1
15 00401024    50              push  eax
16 00401025    E8 D6 FF FF FF call  f1 (00401000)
    .....          .....          .....
19 00401030    0F AF C1        imul  eax,ecx
20 00401033    EB 05          jmp   f1+3Ah (0040103a)

    else return 1;
21 00401035    B8 01 00 00 00 mov   eax,1

    }

    .....          .....          .....
26 00401040    3B EC          cmp   ebp,esp
    .....          .....          .....
30 0040104A    C3              ret

```

其中,机器级代码行包括行号、虚拟地址、机器指令和汇编指令,计算机 M 按字节编址,int 型数据占 32 位。请回答下列问题:

- (1) 计算  $f(10)$  需要调用函数 f1 多少次? 执行哪条指令会递归调用 f1?
- (2) 上述代码中,哪条指令是条件转移指令? 哪几条指令一定会使程序跳转执行?
- (3) 根据第 16 行 call 指令,第 17 行指令的虚拟地址应是多少? 已



知第 16 行 call 指令采用相对寻址方式,该指令中的偏移量应是多少(给出计算过程)?已知第 16 行 call 指令的后 4 字节为偏移量,M 采用大端还是小端方式?

(4)  $f(13) = 6\ 227\ 020\ 800$ ,但  $f1(13)$  的返回值为  $1\ 932\ 053\ 504$ ,为什么两者不相等?要使  $f1(13)$  能返回正确的结果,应如何修改  $f1$  源程序?

(5) 第 19 行 imul 指令(带符号整数乘)的功能是  $R[ecx] \leftarrow R[ecx] \times R[edx]$ ,当乘法器输出的高、低 32 位乘积之间满足什么条件时,溢出标志  $OF = 1$ ?要使 CPU 在发生溢出时转异常处理,编译器应在 imul 指令后加一条什么指令?

46. (7 分)对于题 45,若计算机 M 的主存地址为 32 位,采用分页存储管理方式,页大小为 4 KB,则第 1 行 push 指令和第 30 行 ret 指令是否在同一页中(说明理由)?若指令 Cache 有 64 行,采用 4 路组相联映射方式,主存块大小为 64 B,则 32 位主存地址中,哪几位表示块内地址?哪几位表示 Cache 组号?哪几位表示标记(tag)信息?读取第 16 行 call 指令时,只可能在指令 Cache 的哪一组中命中(说明理由)?

47. (9 分)某网络拓扑如题 47 图所示,其中 R 为路由器,主机 H1~H4 的 IP 地址配置以及 R 的各接口 IP 地址配置如图中所示。现有若干台以太网交换机(无 VLAN 功能)和路由器两类网络互连设备可供选择。

请回答下列问题:

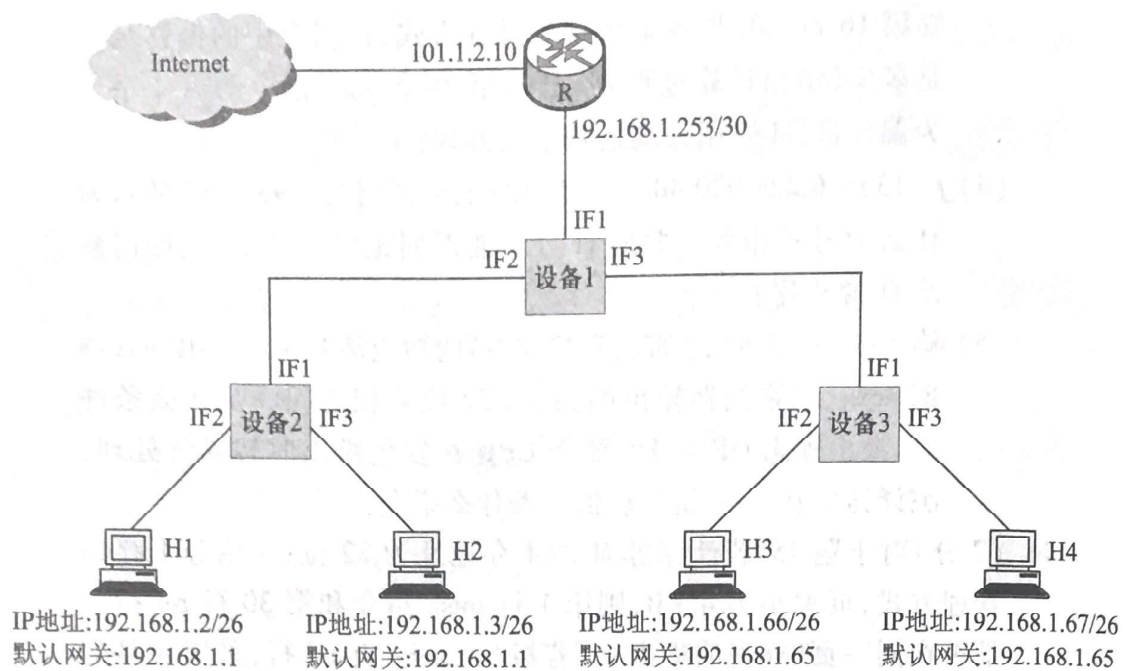
(1) 设备 1、设备 2 和设备 3 分别应选择什么类型网络设备?

(2) 设备 1、设备 2 和设备 3 中,哪几个设备的接口需要配置 IP 地址?并为对应的接口配置正确的 IP 地址。

(3) 为确保主机 H1~H4 能够访问 Internet,R 需要什么服务?

(4) 若主机 H3 发送一个目的地址为 192.168.1.127 的 IP 数据报,网络中哪几个主机会接收该数据报?





题 47 图



**2019 年全国硕士研究生招生考试**  
**计算机科学与技术学科联考**  
**计算机学科专业基础综合试题参考答案**

**一、单项选择题**

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. B  | 2. B  | 3. C  | 4. A  | 5. C  |
| 6. A  | 7. D  | 8. C  | 9. B  | 10. D |
| 11. B | 12. C | 13. A | 14. D | 15. D |
| 16. D | 17. B | 18. C | 19. B | 20. C |
| 21. A | 22. D | 23. B | 24. C | 25. C |
| 26. B | 27. C | 28. B | 29. C | 30. B |
| 31. A | 32. C | 33. C | 34. A | 35. B |
| 36. B | 37. B | 38. C | 39. D | 40. B |

**二、综合应用题**

**41. 【答案要点】**

(1) 算法的基本设计思想:

算法分 3 步完成。第 1 步,采用两个指针交替前行,找到单链表的中间结点;第 2 步,将单链表的后半段结点原地逆置;第 3 步,从单链表前后两段中依次各取一个结点,按要求重排。

(2) 算法实现:

```
void change_list( NODE * h )  
{  
    NODE * p, * q, * r, * s;  
    p = q = h;  
    while ( q->next != NULL )           // 寻找中间结点
```



```

        p = p->next;           // p 走一步
        q = q->next;
        if ( q->next != NULL ) q = q->next; // q 走两步
    }
    q = p->next; // p 所指结点为中间结点, q 为后半段链表
    的首结点
    p->next = NULL;
    while ( q != NULL ) // 将链表后半段逆置
    {
        r = q->next;
        q->next = p->next;
        p->next = q;
        q = r;
    }
    s = h->next; // s 指向前半段的第一个数据结点,
    即插入点
    q = p->next; // q 指向后半段的第一个数据结点
    p->next = NULL;
    while ( q != NULL ) // 将链表后半段的结点插入
    到指定位置
    {
        r = q->next; // r 指向后半段的下一个结点
        q->next = s->next; // 将 q 所指结点插入到 s 所指
        结点之后
        s->next = q;
        s = q->next; // s 指向前半段的下一个插入点
        q = r;
    }
}

```

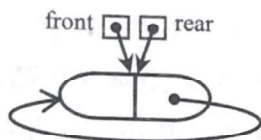
(3) 算法的时间复杂度:

参考答案的时间复杂度为  $O(n)$ 。

#### 42. 【答案要点】



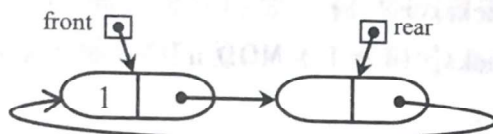
- (1) 采用链式存储结构(两段式单向循环链表),队头指针为 front, 队尾指针为 rear。
- (2) 初始时,创建只有一个空闲结点的两段式单向循环链表,头指针 front 与尾指针 rear 均指向空闲结点。如下图所示。



队空的判定条件:  $\text{front} == \text{rear}$ 。

队满的判定条件:  $\text{front} == \text{rear} \rightarrow \text{next}$ 。

- (3) 插入第一个元素后的队列状态:



- (4) 操作的基本过程:

|                                                                                   |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 入队操作:                                                                             |       |
| 若 ( $\text{front} == \text{rear} \rightarrow \text{next}$ )                       | // 队满 |
| 则在 rear 后面插入一个新的空闲结点;                                                             |       |
| 入队元素保存到 rear 所指结点中; $\text{rear} = \text{rear} \rightarrow \text{next}$ ; 返回。     |       |
| 出队操作:                                                                             |       |
| 若 ( $\text{front} == \text{rear}$ )                                               | // 队空 |
| 则出队失败, 返回;                                                                        |       |
| 取 front 所指结点中的元素 e; $\text{front} = \text{front} \rightarrow \text{next}$ ; 返回 e。 |       |

#### 43. 【答案要点】

//信号量

semaphore bowl; // 用于协调哲学家对碗的使用

semaphore chopsticks[ n ]; // 用于协调哲学家对筷子的使用

for ( int i = 0; i < n; i++ )



```

chopsticks[ i ].value = 1; // 设置两个哲学家之间筷子的数量
bowl.value = min( n-1, m ); // bowl.value ≤ n-1, 确保不死锁

```

CoBegin

```

while ( True ) { // 哲学家 i 的程序

```

思考;

```

P( bowl ); // 取碗

```

```

P( chopsticks[ i ] ); // 取左边筷子

```

```

P( chopsticks[ ( i + 1 ) MOD n ] ); // 取右边筷子

```

就餐;

```

V( chopsticks[ i ] );

```

```

V( chopsticks[ ( i + 1 ) MOD n ] );

```

```

V( bowl );

```

CoEnd

#### 44. 【答案要点】

(1) 磁盘容量 =  $(300 \times 10 \times 200 \times 512 / 1024) \text{ KB} = 3 \times 10^5 \text{ KB}$ 。

(2) 依次访问的簇是 100 260、101 660、110 560、60 005。

(3) 第 100 530 簇在磁盘上的物理地址由其所在的柱面号、磁头号、扇区号构成。

其所在的柱面号为  $\lfloor 100530 / (10 \times 200 / 2) \rfloor = 100$ 。

$100530 \% (10 \times 200 / 2) = 530$ , 磁头号为  $\lfloor 530 / (200 / 2) \rfloor = 5$ 。

扇区号为  $(530 \times 2) \% 200 = 60$ 。

将簇号转换成磁盘物理地址的过程由磁盘驱动程序完成。

#### 45. 【答案要点】

(1) 计算  $f(10)$  需要调用函数  $f1$  共 10 次。执行第 16 行 `call` 指令会递归调用  $f1$ 。

(2) 第 12 行 `jle` 指令是条件转移指令。第 16 行 `call` 指令、第 20 行 `jmp` 指令、第 30 行 `ret` 指令一定会使程序跳转执行。

(3) 第 16 行 `call` 指令的下一条指令的地址为  $0040\ 1025\text{H} + 5 =$





0040 102AH,故第 17 行指令的虚拟地址是 0040 102AH。call 指令采用相对寻址方式,即目标地址 = (PC) + 偏移量,call 指令的目标地址为 0040 1000H,所以偏移量 = 目标地址 - (PC) = 0040 1000H - 0040 102AH = FFFF FFD6H。根据第 16 行 call 指令的偏移量字段为 D6 FF FF FF,可确定 M 采用小端方式。

- (4) 因为  $f(13) = 6\ 227\ 020\ 800$ ,大于 32 位 int 型数据可表示的最大值,因而  $f(13)$  的返回值是一个发生了溢出的结果。

为使  $f(13)$  能返回正确结果,可将函数  $f1$  的返回值类型改为 double(或 long long 或 long double 或 float)。

- (5) 若乘积的高 33 位为非全 0 或非全 1,则  $OF = 1$ 。

编译器应该在 imul 指令后加一条“溢出自陷指令”,使得 CPU 自动查询溢出标志 OF,当  $OF = 1$  时调出“溢出异常处理程序”。

#### 46. 【答案要点】

第 1 行指令和第 30 行指令的代码在同一页。

因为页大小为 4 KB,所以虚拟地址的高 20 位为虚拟页号。第 1 行指令和第 30 行指令的虚拟地址高 20 位都是 00401H,因此两条指令在同一页中。

Cache 组数为  $64/4 = 16$ ,因此,主存地址划分中,低 6 位为块内地址、中间 4 位为组号(组索引)、高 22 位为标记。

读取第 16 行 call 指令时,只可能在指令 Cache 第 0 组中命中。

因为页大小为 4 KB,所以虚拟地址和物理地址的最低 12 位完全相同,因而 call 指令虚拟地址 0040 1025H 中的 025H = 0000 0010 0101B = 00 0000 100101B 为物理地址的低 12 位,故对应 Cache 组号为 0。

#### 47. 【答案要点】

- (1) 设备 1:路由器,设备 2:以太网交换机,设备 3:以太网交换机。
- (2) 设备 1 的接口需要配置 IP 地址;设备 1 的 IF1、IF2 和 IF3 接口的 IP 地址分别是:192.168.1.254、192.168.1.1 和 192.168.1.65。
- (3) R 需要提供 NAT 服务。
- (4) 主机 H4 会接收该数据报。

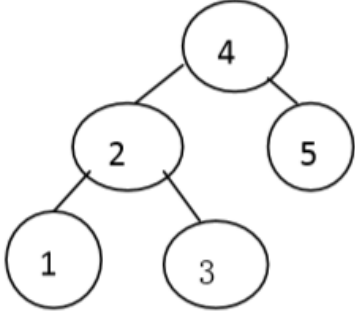




2020年全国硕士研究生招生考试  
计算机科学与技术学科联考  
计算机学科专业基础综合试题

一、单项选择题：1~40小题，每小题2分，共80分。下列每题给出的四个选项中，只有一个选项符合题意要求。

1. 将一个  $10 \times 10$  对称矩阵  $M$  的上三角部分的元素  $m_{ij}$  ( $1 \leq i \leq j \leq 10$ ) 按列优先存入 C 语言的一维数组  $N$  中，元素  $m_{7,2}$  在  $N$  中的下标是：  
A、15                      B、16                      C、22                      D、23
2. 对空栈  $S$  进行 Push 与 Pop 操作，入栈序列  $a, b, c, d, e$  经过 Push, Push, Pop, Push, Pop, Push, Push, Pop 操作后得到的出栈序列是  
A、 $b, a, c$               B、 $b, a, e$               C、 $b, c, a$               D、 $b, c, e$
3. 对任意一棵高度为 5 且有 10 个节点的二叉树，若采用顺序存储结构保存，每个结点占 1 个存储单元（仅存放结点的数据信息），则存放该二叉树需要的存储单元数量至少是：  
A、31              B、16              C、15              D、10
4. 已知森林  $F$  及与之对应的二叉树  $T$ ，若  $F$  的先根遍历序列是  $a, b, c, d, e, f$ ，中根遍历序列是  $b, a, d, f, e, c$  则  $T$  的后根遍历序列是：  
A、 $b, a, d, f, e, c$       B、 $b, d, f, e, c, a$       C、 $b, f, e, d, c, a$       D、 $f, e, d, c, b, a$
5. 下列给定的关键字输入序列中，不能生成如下二叉排序树的是：  



A、4, 5, 2, 1, 3

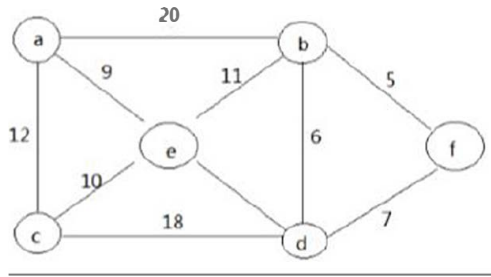
B、4, 5, 1, 2, 3

C、4, 2, 5, 3, 1

D、4, 2, 1, 3, 5

6. 修改递归方式实现的图的深度优先搜索 (DFS) 算法，将输出 (访问) 定点信息的语句移到退出递归前 (即执行输出语句后立刻退出递归)。采用修改后的算法遍历有向无环图  $G$ ，若输出结果中包含  $G$  中的全部顶点，则输出的顶点序列是  $G$  的：  
A、拓扑有序序列                      B、逆拓扑有序序列  
C、广度优先搜索序列                  D、深度优先搜索序列

7. 已知无向图 G 如下所示, 使用克鲁斯卡尔 (Kruskal) 算法求图 G 的最小生成树, 加入到最小生成树中的边依次是:



- A、(b,f)(b,d)(a,e)(c,e)(b,e)  
 B、(b,f)(b,d)(b,e)(a,e)(e,c)  
 (不确定最后一个括号的内容)  
 C、(a,e)(b,e)(c,e)(b,d)(b,f)  
 D、(a,e)(c,e)(b,e)(b,f)(b,d)

8. 若使用 AOE 网估算工程进度, 则下列叙述中正确的是:

- A、关键路径是从原点到汇点边数最多的一条路径  
 B、关键路径是从原点到汇点路径长度最长的路径  
 C、增加任一关键活动的时间不会延长工程的工期  
 D、缩短任一关键活动的时间将会缩短工程的工期

9. 下列关于大根堆 (至少含 2 个元素) 的叙述中正确的是:

- I. 可以将堆看成一棵完全二叉树  
 II. 可采用顺序存储方式保存堆;  
 III. 可以将堆看成一棵二叉排序树;  
 IV. 堆中的次大值一定在根的下一层。

- A、I, II      B、I, II, IV      C、II, III      D、II, III, IV

10. 依次将关键字 5, 6, 9, 13, 8, 2, 12, 15 插入初始为空的 4 阶 B 树后, 根节点中包含的关键字是:

- A、8      B、6, 9      C、8, 13      D、9, 12

11. 对大部分元素已有序的数组进行排序时, 直接插入排序比简单选择排序效率更高, 其原因是:

- I、直接插入排序过程中元素之间的比较次数更少  
 II、直接插入排序过程中所需要的辅助空间更少  
 III、直接插入排序过程中元素的移动次数更少

- A、I      B、III      C、I, II      D、I, II, III

12. 下列给出的部件中其位数 (宽度) 一定与机器字长相同的是:

- I、ALU;      II、指令寄存器;      III、通用寄存器;      IV、浮点寄存器

- A、I, II      B、I, III      C、II, III      D、II, III, IV

13. 已知带符号整数用补码表示, float 型数据用 IEEE 754 标准表示, 假定变量 x 的类型只能是 int 或 float。当 x 的机器数为 C800 0000H 时, x 的值可能是:  
A、 $-7 \times 2^{27}$       B、 $-2^{16}$       C、 $2^{17}$       D、 $25 \times 2^{27}$
14. 在按字节编址, 采用小端方式的 32 位计算机中, 按边界对齐方式为以下 C 语言结构型变量 a 分配存储空间。  
Struct record{  
    short   x1;  
    int     x2;  
} a;  
若 a 的首地址为 2020 FE00H, a 的成员变量 x2 的机器数为 1234 0000H, 则其中 34H 所在存储单元的地址是:  
A、2020 FE03H      B、2020 FE04H      C、2020 FE05H      D、2020 FE06H
15. 下列关于 TLB 和 Cache 的叙述中错误的是:  
A、命中率与程序局部性有关;  
B、缺失后都需要去访问主存;  
C、缺失处理都可以由硬件实现;  
D、都由 DRAM 存储器组成。
16. 某计算机采用 16 位定长指令字格式, 操作码位数和寻址方式位数固定, 指令系统有 48 条指令, 支持直接、间接、立即、相对 4 种寻址方式, 单地址指令中直接寻址方式可寻址范围是:  
A、0~225;      B、0~1023;      C、-128~127;      D、-512~511;
17. 下列给出的处理器类型中理想情况下 CPI 为 1 的是:  
I、单周期 CPU;      II、多周期 CPU ;  
III、基本流水线 CPU;      IV 超标量流水线 CPU  
A、I, II;      B、I,III;      C、II,IV;      D、III,IV;
18. 下列关于“自陷”(Trap, 也称陷阱)的叙述中错误的是:  
A、自陷是通过陷阱指令预先设定的一类外部中断事件;  
B、自陷可用于实现程序调试时的断点设置和单步跟踪;  
C、自陷发生后 CPU 将转去执行操作系统内核相应程序;  
D、自陷处理完成后返回到陷阱指令的下一条指令执行。
19. QPI 总线是一种点对点全工双周同步串行总线, 总线上的设备可同时接收和发送信息, 每个方向可同时传输 20 位信息 (16 位数据+4 位校验位), 每个 QPI 数据包有 80 位信息, 分 2 个时钟周期传送, 每个时钟周期传递 2 次, 因此 QPI 总线带宽为每秒传送次数 $\times 2B \times 2$ 。若 QPI 时钟频率为 2.4GHz, 则总线带宽为:  
A、4.8      B、9.6      C、19.2      D、38.4 (单位 GB/s)

20. 下列事件中属于外部中断事件的是：  
I、访存时缺页； II、定时器延时（不确定）； III、网络数据包到达  
A、I,II; B、I,II,IV; C II,III; D II,III,IV.
21. 外部中断包括不可屏蔽中断（NMI）和可屏蔽中断，下列关于外部中断的叙述中错误的是：  
A、CPU 处于关中断状态时也能响应 NMI 请求；  
B、一旦可屏蔽中断请求信号有效，CPU 将立即响应；  
C、不可屏蔽中断的优先级比可屏蔽中断的优先级高；  
D、可通过中断屏蔽字改变可屏蔽中断的处理优先级。
22. 若设备采用周期挪用 DMA 方式进行输入输出，每次 DMA 传送的数据块大小为 512 字节，相应的 I/O 接口中有一个 32 位数数据缓冲寄存器，对于数据输入过程，下列叙述中错误的是：  
A、每准备好 32 位数据，DMA 控制器就发出一次总线请求；  
B、相对于 CPU，DMA 控制器的总线使用权的优先级更高；  
C、在整个数据块的传送过程中，CPU 不可以访问主存储器；  
D、数据块传送结束时，会产生“DMA 传送结束”的中断请求。
23. 若多个进程共享同一个文件 F，则下列叙述中正确的是：  
A、个进程只能用“读”方式打开文件 F；  
B、在系统打开文件表中仅有一个表项包含 F 的属性；  
C、各进程的用户打开文件表中关于 F 的表项内容相同；  
D、进程关闭 F 时系统删除 F 在系统打开文件表中的表项。
24. 下列选项中支持文件长度可变，随机访问的磁盘存储空间分配方式是：  
A、索引分配； B、链接分配； C、连续分配； D、动态分区分配。
25. 下列与中断相关的操作中，由操作系统完成的是：  
I、保存被中断程序的中断点 II、提供中断服务  
III、初始化中断向量表 IV、保存中断屏蔽字  
A、I,II; B、I,II,IV; C III,IV; D II,III,IV.
26. 下列与进程调度有关的因素中在设计多级反馈队列调度算法时需要考虑的是：  
I 就绪队列的数量 II 就绪队列的优先级  
III 各就绪队列的调度算法 IV 进程在就绪队列间的迁移条件  
A、I,II; B、III,IV; C、II,III,IV; D I,II,III,IV

27. 某系统中有 A,B 两类资源各 6 个, t 时刻资源分配及需求情况如下表所示

| 进程 | A 已分配数量 | B 已分配数量 | A 需求总量 | B 需求总量 |
|----|---------|---------|--------|--------|
| P1 | 2       | 3       | 4      | 4      |
| P2 | 2       | 1       | 3      | 1      |
| P3 | 1       | 2       | 3      | 4      |

t 时刻安全检测结果是:

- A、存在安全序列 P1,P2,P3;      B、存在安全序列 P2,P1,P3;  
C、存在安全序列 P2,P3,P1;      D、不存在安全序列。

28. 下列因素影响请求分页系统有效(平均)访存时间的是:

- I、缺页率;                      II、磁盘读写时间;  
III、内存访问时间;          IV 执行缺页处理程序的 CPU 时间;  
A、II,III                      B、I,IV                      C、I,III,IV                      D、I,II,III,IV

29. 下列关于父进程与子进程的叙述中错误的是:

- A、父进程与子进程可以并发执行  
B、父进程与子进程共享虚拟地址空间  
C、父进程与子进程有不同的进程控制块  
D、父进程与子进程不能同时使用同一临界资源

30. 对于具备设备独立性的系统下列叙述中错误的是:

- A、可以使用文件名访问物理设备;  
B、用户程序使用逻辑设备与物理设备之间的映射关系  
D、更换物理设备后必须修改访问该设备的应用程序。(缺一个选项)

31. 某文件系统的目录由文件名和索引节点号构成。若每个目录项长度为 64 字节, 其中 4 个字节存放索引节点号, 60 个字节存放文件名。文件名由小写英文字母构成, 则该文件系统能创建的文件数量的上限为:

- A、 $2^{26}$                       B、 $2^{32}$                       C、 $2^{60}$                       D、 $2^{64}$

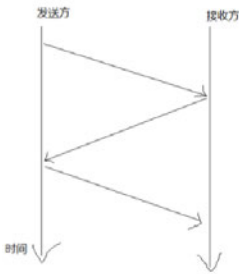
32. 下列准则中实现临界区互斥机制必须遵循的是:

- I、两个进程不能同时进入临界区  
II、允许进程访问空闲的临界资源  
III、进程等待进入临界区的时间是有限的  
IV、不能进入临界区的执行态进程立即放弃 CPU  
A、I,IV                      B、II,III                      C、I,II,III                      D、I,III,IV



33. 下图描述的协议要素是:

- I、语法    II、语义    III、时序

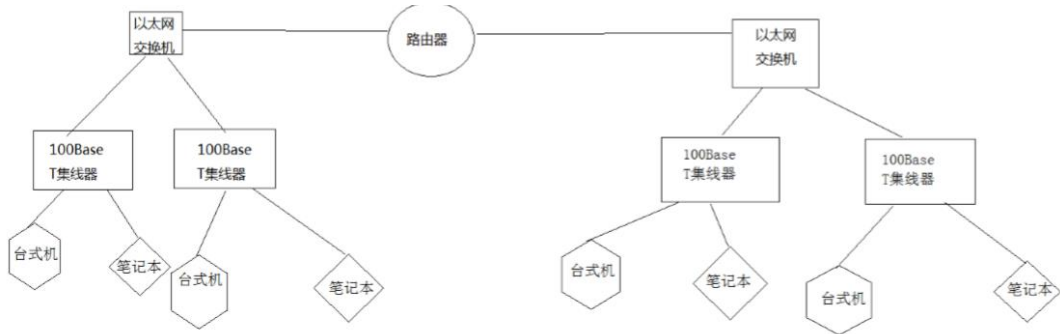


- A . I  
B . II  
C . III  
D . I, II, III

34. 下列关于虚电路网络的叙述中错误的是:

- A、可以确保数据分组传输顺序  
B、需要为每条虚电路预分配带宽  
C、建立虚电路时需要进行路由选择  
D、依据虚电路号 (VCID) 进行数据分组转发

35. 下图所示的网络冲突域和广播域的个数分别是:

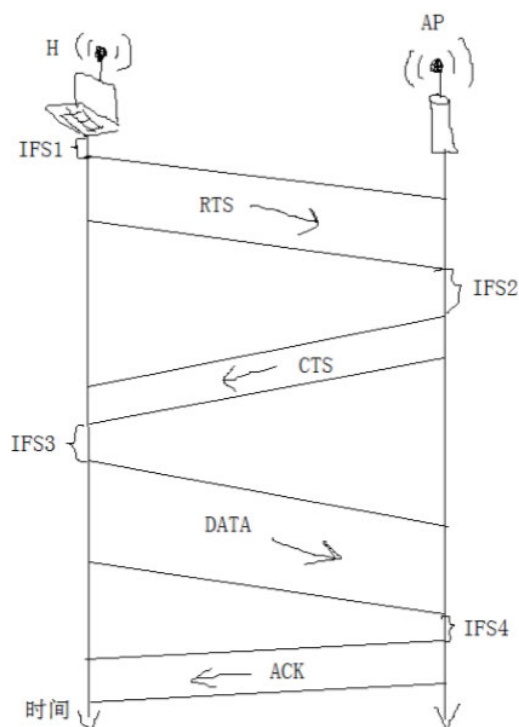


- A、2, 2;    B、2, 4;    C、4, 2;    D、4, 4;

36. 假设主机采用停-等协议向主机乙发送数据帧, 数据帧长与确认帧长均为 1000B。数据传输速率是 10kbps, 单项传播延时是 200ms。则甲的最大信道利用率:

- A、80%;    B、66.7%;    C、44.4%;    D、40%

37. 某 IEEE 802.11 无线局域网中主机 H 与 AP 之间发送或接收 CSMA/CA 帧的过程如下图所示，在 H 或 AP 发送帧前所等待的帧间间隔时间（IFS）中最长的是：



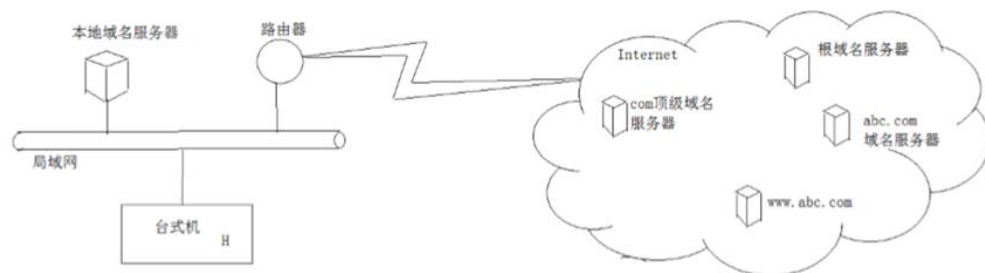
- A、IFS1
- B、IFS2
- C、IFS3
- D、IFS4

38. 若主机甲与主机乙已建立一条 TCP 连接，最大段长（MSS）为 1KB，往返时间（RTT）为 2ms，则在不出现拥塞的前提下，拥塞窗口从 8kB 增长到 32KB 所需的最长时间是：
- A、4ms B、8ms C、24ms D、48ms

39. 若主机甲与主机乙建立 TCP 连接时发送的 SYN 段中的序号为 1000，在断开连接时，甲发送给乙的 FIN 段中的序号为 5001，则在无任何重传的情况下，甲向乙已经发送的应用层数据的字节数为：

- A、4002 B、4001 C、4000 D、3999

40. 假设下图所示网络中的本地域名服务器只提供递归查询服务，其他域名的服务器均只提供迭代查询服务；局域网内主机访问 Internet 上各服务器的往返时间（RTT）均为 10ms，忽略其他各种时延，若主机 H 通过超链接 <http://www.abc.com/index.html>，请求浏览纯文本 Web 页 index.html，则从点击超链接开始到浏览器接收到 index.html 页面为止，所需最短、最长时间分别是：



- A、10ms, 40ms B、10ms,50ms C、20ms,40ms D、20ms,50ms

二、综合应用题：41~47小题，共70分。

41. 定义三元组  $(a, b, c)$  ( $a, b, c$  均为正数) 的距离  $D = |a - b| + |b - c| + |c - a|$ . 给定 3 个非空整数集合  $S_1, S_2, S_3$ , 按升序分别存储在 3 个数组中。请设计一个尽可能高效的算法, 计算并输出所有可能的三元组  $(a, b, c)$  ( $a \in S_1, b \in S_2, c \in S_3$ ) 中的最小距离。例如  $S_1 = \{-1, 0, 9\}, S_2 = \{-25, -10, 10, 11\}, S_3 = \{2, 9, 17, 30, 41\}$  则最小距离为 2, 相应的三元组为  $(9, 10, 9)$  要求:
- (1) 给出算法的基本设计思想;
  - (2) 根据设计思想, 采用 C 或 C++ 语言描述算法, 关键之处给出注释;
  - (3) 说明你所设计算法的时间复杂度和空间复杂度。

42. 若任一个字符的编码都不是其他字符编码的前缀, 则称这种编码具有前缀特性。现有某字符集 (字符个数  $\geq 2$ ) 的不等长编码, 每个字符的编码均为二进制的 0, 1 序列, 最长为  $L$  位, 且具有前缀特性。请回答下列问题:
- (1) 哪种数据结构适宜保存上述具有前缀特性的不等长编码?
  - (2) 基于你所设计的数据结构, 简述从 0/1 串到字符串的译码过程
  - (3) 简述判定某字符集的不等长编码是否具有前缀特性的过程

43. 有实现  $x * y$  的两个 C 语言函数如下:

```
unsigned umul ( unsigned x , unsigned y)
{ return x*y; }
```

```
int imul ( int x, int y )
{ return x * y; }
```

假定某计算机 M 中 ALU 只能进行加减运算和逻辑运算。请回答:

- (1) 若 M 的指令系统中没有乘法指令, 但有加法、减法和位移等指令, 则在 M 上也能实现上述两个函数中的乘法运算, 为什么?
- (2) 若 M 的指令系统中有乘法指令, 则基于 ALU、位移器、寄存器以及相应控制逻辑实现乘法指令时, 控制逻辑的作用是什么?
- (3) 针对以下 3 种情况: (a) 没有乘法指令; (b) 有使用 ALU 和位移器实现的乘法指令; (c) 有使用阵列乘法器实现的乘法指令, 函数 `umul()` 在哪种情况下执行时间最长? 哪种情况下执行的时间最短? 说明理由
- (4)  $n$  位整数乘法指令可保存  $2n$  位乘积, 当仅取低  $n$  位作为乘积时, 其结果可能会发生溢出。当  $n=32, x=2^{31}-1, y=2$  时, 带符号整数乘法指令和无符号整数乘法指令得到的  $x*y$  的  $2n$  位乘积分别是什么 (用十六进制表示)? 此时函数 `umul()` 和 `imul()` 的返回结果是否溢出? 对于无符号整数乘法运算, 当仅取乘积的低  $n$  位作为乘法结果时, 如何用  $2n$  位乘积进行溢出判断?

44. 假定主存地址为 32 位, 按字节编址, 指令 Cache 和数据 Cache 与主存之间均采用 8 路组相联映射方式, 直写 (Write Through) 写策略和 LRU 替换算法, 主存块大小为 64B, 数据区容量各为 32KB。开始时 Cache 均为空, 请回答下列问题:

(1) Cache 每一行中标记 (Tag)、LRU 位各占几位? 是否有修改位?

(2) 有如下 C 语言程序段:

```
for ( k = 0 ; k < 1024 ; k++ )
```

```
    S[k] = 2 * s[k];
```

若数组 S 及其变量 k 均为 int 型, int 型数据占 4B, 变量 k 分配在寄存器中, 数组 s 在主存中的起始地址为 0080 00C0H, 则该程序段执行过程中, 访问数组 S 的数据 Cache 缺失次数为多少?

(3) 若 CPU 最先开始的访问操作是读取主存单元 0001 003H 中的指令, 简要说明从 Cache 中访问该指令的过程, 包括 Cache 缺失处理过程。

45. 现有 5 个操作 A、B、C、D 和 E, 操作 C 必须在 A 和 B 完成后执行, 操作 E 必须在 C 和 D 完成后执行, 请使用信号量的 wait(), signal(), 操作 (P、V 操作) 描述上述操作之间的同步关系, 并说明所用信号量及其初值。

46. 某 32 位系统采用基于二级页表的请求分页存储管理方式, 按字节编址, 页目录项和页表项长度均为 4 字节, 虚拟地址结构如下:

| 页目录号 (10 位) | 页号 (10 位) | 页内偏移量 (12 位) |
|-------------|-----------|--------------|
|-------------|-----------|--------------|

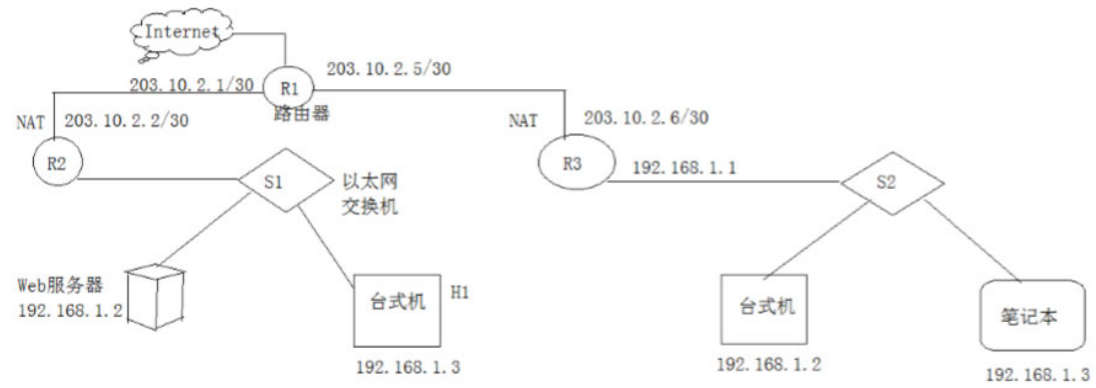
某 C 程序中数组 a[1024][1024] 的起始虚拟地址为 1080 0000H, 数组元素占 4 字节, 该程序运行时, 其进程的页目录起始物理地址为 0020 1000H, 请回答下列问题:

(1) 数组元素 a[1][2] 的虚拟地址是什么? 对应的页目录号和页号分别是什么? 对应的页目录项的物理地址是什么? 若该目录项中存放的页框号为 00301H, 则 a[1][2] 所在页对应的页表项的物理地址是什么?

(2) 数组 a 在虚拟地址空间中所占区域是否必须连续? 在物理地址空间中所占区域是否必须连续?

(3) 已知数组 a 按行优先方式存放, 若对数组 a 分别按行遍历和按列遍历, 则哪一种遍历方式的局部性更好?

47. 某校园网有两个局域网，通过路由器 R1、R2、R3 互联后接入 Internet，S1 和 S2 为以太网交换机，局域网采用静态 IP 地址配置，路由器部分接口以及各主机的 IP 地址如图所示：



假设 NAT 转换表结构为：

| 外网    |     | 内网    |     |
|-------|-----|-------|-----|
| IP 地址 | 端口号 | IP 地址 | 端口号 |
|       |     |       |     |

请回答下列问题：

- 为使 H2 和 H3 能够访问 Web 服务器（使用默认端口号），需要进行什么配置？
- 若 H2 主动访问 Web 服务器时，将 HTTP 请求报文封装到 IP 数据报 P 中发送，则 H2 发送 P 的源 IP 地址和目的 IP 地址分别是？经过 R3 转发后，P 的源 IP 地址和目的 IP 地址分别是？经过 R2 转发后，P 的源 IP 地址和目的 IP 地址分别是？



2020年计算机学科专业基础综合试题  
参考答案

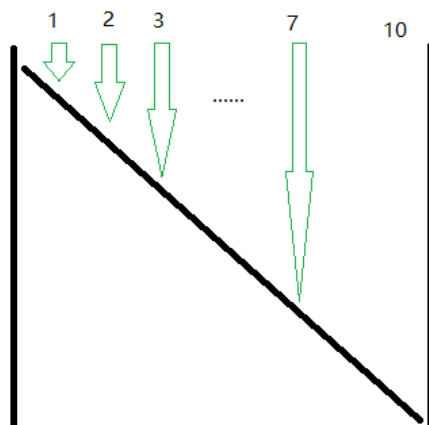
选择题:

1. 将一个  $10 \times 10$  对称矩阵  $M$  的上三角部分的元素  $m_{ij}$  ( $1 \leq i \leq j \leq 10$ ) 按列优先存入 C 语言的一维数组  $N$  中, 元素  $m_{7,2}$  在  $N$  中的下标是:  
A、15                      B、16                      C、22                      D、23

【答案】C

【解析】

上三角矩阵列优先的存储模式: 先存储具有一个元素第一列, 再存储具有两个元素的第二列, 以此类推



$m_{7,2}$  说明 1-6 列均已存满, 故此元素是第  $1+2+3+4+5+6+2$  个被存储单元

【注意!】C 语言数组的下标从 0 开始

故  $m_{7,2}$  在  $N$  中的下标为  $23-1=22$ , 即  $N[22]$

2. 对空栈  $S$  进行 Push 与 Pop 操作, 入栈序列  $a, b, c, d, e$  经过 Push, Push, Pop, Push, Pop, Push, Push, Pop 操作后得到的出栈序列是  
A、b, a, c              B、b, a, e              C、b, c, a              D、b, c, e

【答案】D

【解析】

| 操作   | 执行该操作后的栈(左侧为栈底) | 出栈元素     |
|------|-----------------|----------|
| Push | a               |          |
| Push | ab              |          |
| Pop  | a               | <b>b</b> |
| Push | ac              |          |
| Pop  | a               | <b>c</b> |
| Push | ad              |          |
| Push | ade             |          |
| Pop  | ad              | <b>e</b> |

3. 对于任意一棵高度为 5 且有 10 个节点的二叉树, 若采用顺序存储结构保存, 每个结点占 1 个存储单元 (仅存放结点的数据信息), 则存放该二叉树需要的存储单元数量至少是:  
A、31                      B、16                      C、15                      D、10

【答案】A

【解析】

本二叉树使用顺序结构存储时，为了保证任意性，其 1-5 层的所有节点（包括空节点）全部都要被存储起来，即考虑成一棵 5 层的满二叉树，存储单元大小为  $1+2+4+8+16 = 31$

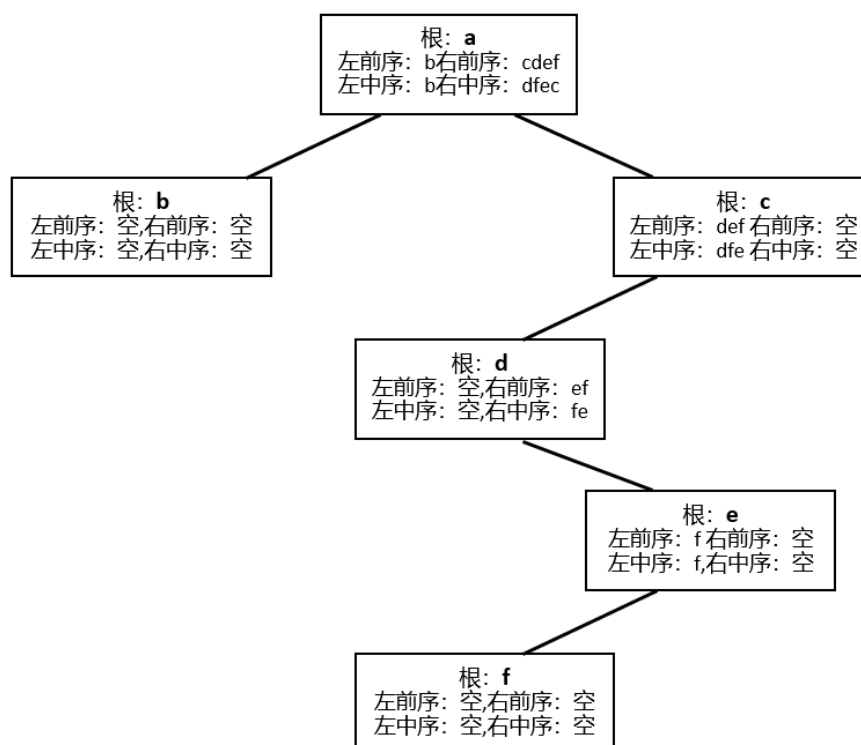
4. 已知森林 F 及与之对应的二叉树 T，若 F 的先根遍历序列是 a, b, c, d, e, f，中根遍历序列是 b, a, d, f, e, c 则 T 的后根遍历序列是：

A、b, a, d, f, e, c    B、b, d, f, e, c, a    C、b, f, e, d, c, a    D、f, e, d, c, b, a

【答案】C

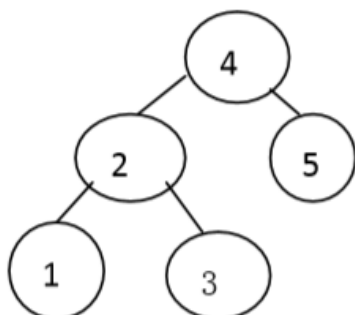
【解析】

任何 n 个不同节点的二叉树，都可由它的中序序列和先序序列唯一确定。



此二叉树 T 对应的后根遍历序列是 bfedca

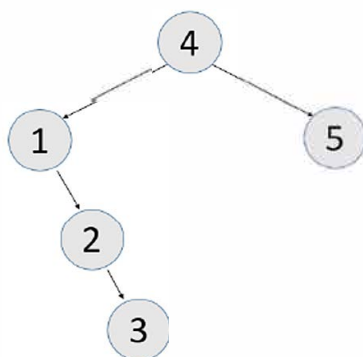
5. 下列给定的关键字输入序列中，不能生成如下二叉排序树的是：



- A、4, 5, 2, 1, 3  
B、4, 5, 1, 2, 3  
C、4, 2, 5, 3, 1  
D、4, 2, 1, 3, 5

【答案】B

【解析】基本概念题。



B 选项构造出的二叉排序树

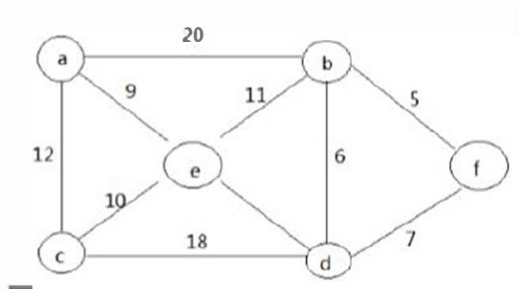
6. 修改递归方式实现的图的深度优先搜索 (DFS) 算法, 将输出 (访问) 定点信息的语句移到退出递归前 (即执行输出语句后立刻退出递归)。采用修改后的算法遍历有向无环图 G, 若输出结果中包含 G 中的全部顶点, 则输出的顶点序列是 G 的:
- A、拓扑有序序列                      B、逆拓扑有序序列  
C、广度优先搜索序列                  D、深度优先搜索序列

【答案】B

【解析】

DFS 是一个递归算法, 在遍历的过程中, 先访问的点被压入栈底。拓扑有序是指如果点 U 到点 V 有一条弧, 则在拓扑序列中 U 一定在 V 之前。深度优先算法搜索路径恰恰是一条弧, 栈的输出是从最后一个被访问点开始输出, 最后一个输出的点是第一个被访问的点。所以是逆拓扑有序序列

7. 已知无向图 G 如下所示, 使用克鲁斯卡尔 (Kruskal) 算法求图 G 的最小生成树, 加入到最小生成树中的边依次是:



- A、(b,f)(b,d)(a,e)(c,e)(b,e)  
B、(b,f)(b,d)(b,e)(a,e)(e,c)  
(不确定最后一个括号的内容)  
C、(a,e)(b,e)(c,e)(b,d)(b,f)  
D、(a,e)(c,e)(b,e)(b,f)(b,d)

【答案】A

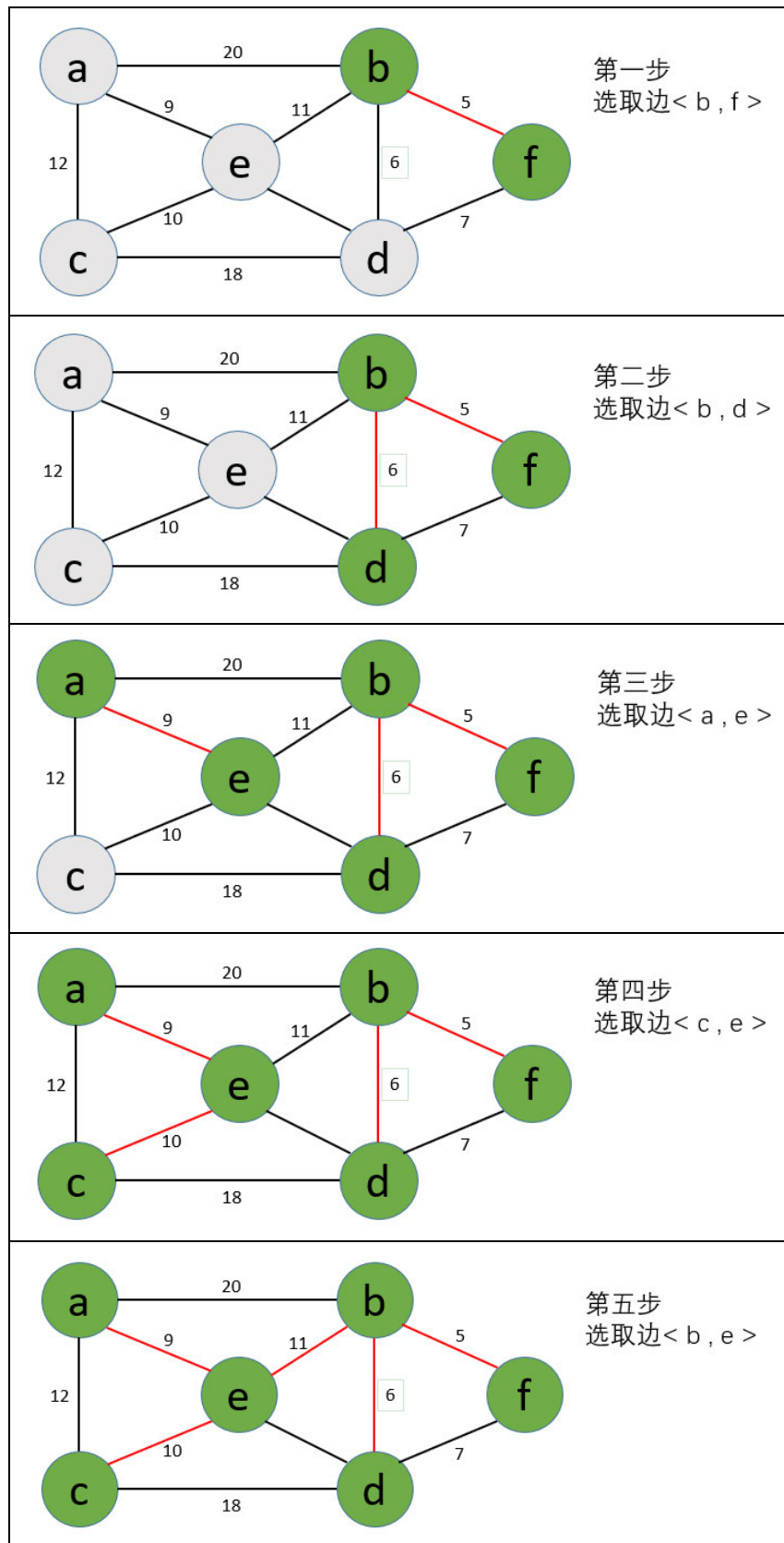
【解析】

Kruskal 算法: 按权值递增次序选择合适的边构造最小生成树

基本思想: 按照权值的递增顺序选择  $n-1$  条边, 并保证这  $n-1$  条边不构成回路。

具体做法: 首先构造一个只含  $n$  个顶点的森林, 然后依权值从小到大从连通网中选择边加入到森林中, 并使森林中不产生回路, 直至森林变成一棵树为止。

\*注: de 边权值尚不明确, 但一定是比 11 大的某个数, 不影响解题



第 1 步：选取边  $\langle b, f \rangle$

边  $\langle b, f \rangle$  的权值最小，因此将它加入到最小生成树中。

第 2 步：选取边  $\langle b, d \rangle$

上一步操作之后，边<b,d>的权值最小，将它加入到最小生成树结果中。

第 3 步：选取边<a,e>

上一步操作之后，边<d,f>的权值最小，但<d,f>会和已有的边构成回路；因此，跳过边<d,f>，将边<a,e>它加入到最小生成树中。

第 4 步：选取边<c,e>

上一步操作之后，边<c,e>的权值最小，将它加入到最小生成树中。

第 5 步：选取边<b,e>

上一步操作之后，边<b,e>的权值最小，将它加入到最小生成树中。

此时，最小生成树构造完成,它包括的边是：<b,f> <b,d> <a,e> <c,e> <b,e>

8. 若使用 AOE 网估算工程进度，则下列叙述中正确的是：

- A、关键路径是从原点到汇点边数最多的一条路径
- B、关键路径是从原点到汇点路径长度最长的路径
- C、增加任一关键活动的时间不会延长工程的工期
- D、缩短任一关键活动的时间将会缩短工程的工期

【答案】 B

【解析】 基础概念题。

关键路径 (critical path)：在 AOE 网中，从源点到汇点的所有路径中具有最大路径长度的路径

9. 下列关于大根堆（至少含 2 个元素）的叙述中正确的是：

- I . 可以将堆看成一棵完全二叉树
- II . 可采用顺序存储方式保存堆；
- III . 可以将堆看成一棵二叉排序树；
- IV . 堆中的次大值一定在根的下一层。

【答案】 B

【解析】 基础概念题

堆 (Heap) 具有以下特点：

- 1) 完全二叉树
- 2) 存储的值是偏序

大根堆 (Max-heap)：父节点的值大于或等于子节点的值

一般用数组（顺序结构）来表示堆

10. 依次将关键字 5, 6, 9, 13, 8, 2, 12, 15 插入初始为空的 4 阶 B 树后，根节点中包含的关键字是：

- A、8
- B、6, 9
- C、8, 13
- D、9, 12

【答案】 B

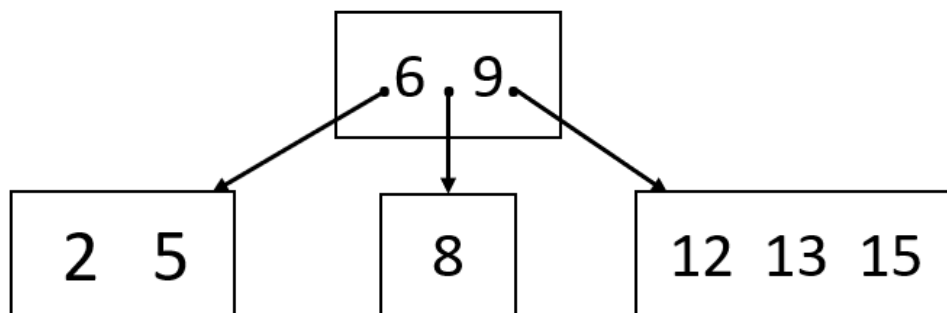
【解析】

B 树是一种平衡的多路搜索树，结点最大的孩子数目称为 B 树的阶。一个 m 阶 B 树具有如下属性：

- 1.定义任意非叶子结点最多只有 M 个儿子；且  $M > 2$
- 2.根结点的儿子数为  $[2, M]$
- 3.除根结点以外的非叶子结点的儿子数为  $[M/2, M]$



4. 每个结点存放至少  $M/2-1$  (取上整) 和至多  $M-1$  个关键字; (至少 2 个关键字)
5. 非叶子结点的关键字个数 = 指向儿子的指针个数-1
6. 非叶子结点的关键字:  $K[1], K[2], \dots, K[M-1]$ ; 且  $K[i] < K[i+1]$
7. 非叶子结点的指针:  $P[1], P[2], \dots, P[M]$ ; 其中  $P[1]$  指向关键字小于  $K[1]$  的子树,  $P[M]$  指向关键字大于  $K[M-1]$  的子树, 其它  $P[i]$  指向关键字属于  $(K[i-1], K[i])$  的子树
8. 所有叶子结点位于同一层



最后生成的 B 树

11. 对大部分元素已有序的数组进行排序时, 直接插入排序比简单选择排序效率更高, 其原因是:

- I、直接插入排序过程中元素之间的比较次数更少
  - II、直接插入排序过程中所需要的辅助空间更少
  - III、直接插入排序过程中元素的移动次数更少
- A、I      B、III      C、I, II      D、I, II, III

【答案】A

【解析】基础概念题

直接插入排序与简单选择排序相比

- 1) 直接插入排序元素比较次数少
- 2) 简单选择排序移动的元素少
- 3) 均为就地排序, 空间复杂度均为  $O(1)$

12. 下列给出的部件中其位数 (宽度) 一定与机器字长相同的是:

- I、ALU;
  - II、指令寄存器;
  - III、通用寄存器;
  - IV、浮点寄存器
- A、I, II      B、I, III      C、II, III      D、II, III, IV

【答案】B

【解析】基础概念题

机器字长: 是指计算机进行一次整数运算所能处理的二进制的位数, 通常与 CPU 的寄存器位数, 加法器有关

13. 已知带符号整数用补码表示, float 型数据用 IEEE 754 标准表示, 假定变量  $x$  的类型只能是 int 或 float。当  $x$  的机器数为 C800 0000H 时,  $x$  的值可能是:

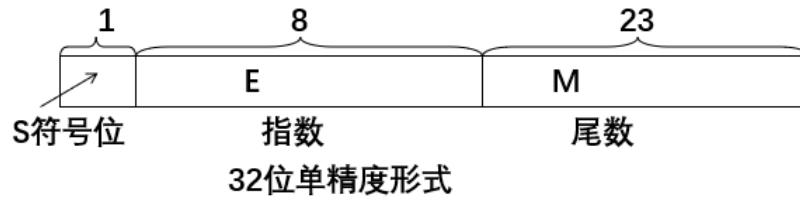
- A、 $-7 \times 2^{27}$       B、 $-2^{16}$       C、 $2^{17}$       D、 $25 \times 2^{27}$

【答案】A

【解析】基础概念题

C800 0000H = 1100 1000 0000 0000 0000 0000 0000 0000H

若为 float 转化为  $1 \underline{100\ 1000\ 0\ 000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000} H = -2^{17}$



若为 int, 则对 C800 0000H 求补, 得 B800 0000H, 即  $-7 \times 2^{27}$

14. 在按字节编址, 采用小端方式的 32 位计算机中, 按边界对齐方式为以下 C 语言结构型变量 a 分配存储空间。

```
Struct record{
    short    x1;
    int      x2;
} a;
```

若 a 的首地址为 2020 FE00H, a 的成员变量 x2 的机器数为 1234 0000H, 则其中 34H 所在存储单元的地址是:

- A、2020 FE03H    B、2020 FE04H    C、2020 FE05H    D、2020 FE06H

【答案】D

【解析】

按边界对齐方式和小端方式存储时, 对应 a 的存放方式为

x1        00H  
x2        00H  
          34H  
          12H

a 的首地址为 2020 FE00H, 34H 所在存储单元为  $2020\ FE00H + 6 = 2020\ FE06H$

15. 下列关于 TLB 和 Cache 的叙述中错误的是:

- A、命中率与程序局部性有关;
- B、缺失后都需要去访问主存;
- C、缺失处理都可以由硬件实现;
- D、都由 DRAM 存储器组成。

【答案】D

【解析】Cache 由 SRAM 组成, TLB 由 SRAM 或相联存储器组成

16. 某计算机采用 16 位定长指令字格式, 操作码位数和寻址方式位数固定, 指令系统有 48 条指令, 支持直接、间接、立即、相对 4 种寻址方式, 单地址指令中直接寻址方式可寻址范围是:

- A、0~225;        B、0~1023;        C、-128~127;        D、-512~511;

【答案】A

【解析】

48 条指令需要 6 位 OP 位, 4 种寻址方式需要 2 位寻址位, 剩余  $16 - 6 - 2 = 8$  位  
由于主存地址非负, 故寻址范围为 0 - 255

17. 下列给出的处理器类型中理想情况下 CPI 为 1 的是：

- I、单周期 CPU；                      II、多周期 CPU ；  
III、基本流水线 CPU；              IV 超标量流水线 CPU  
A、I, II；      B、I,III；      C、II,IV；      D、III,IV；

【答案】 B

【解析】

CPI ( Clock cycle Per Instruction)： 每条计算机指令执行所需的时钟周期

$CPI = \text{执行程序所需要的时钟周期数} / \text{所执行的指令条数}$

I： 令指令周期=时钟周期， 则  $CPI = 1$

II： 多周期 CPU 的 CPI 不可能是 1

III： 理想情况下每个时钟周期均可执行一条指令

IV： 每时钟周期内可以完成一条以上的指令

18. 下列关于“自陷” (Trap， 也称陷阱) 的叙述中错误的是：

- A、自陷是通过陷阱指令预先设定的一类外部中断事件；  
B、自陷可用于实现程序调试时的断点设置和单步跟踪；  
C、自陷发生后 CPU 将转去执行操作系统内核相应程序；  
D、自陷处理完成后返回到陷阱指令的下一条指令执行。

【答案】 A

【解析】 自陷是内中断

19. QPI 总线是一种点对点全工双周同步串行总线， 总线上的设备可同时接收和发送信息， 每个方向可同时传输 20 位信息 (16 位数据+4 位校验位)， 每个 QPI 数据包有 80 位信息， 分 2 个时钟周期传送， 每个时钟周期传递 2 次， 因此 QPI 总线带宽为每秒传送次数\*2B\*2。 若 QPI 时钟频率为 2.4GHz， 则总线带宽为：

- A、4.8              B、9.6              C、19.2              D、38.4 (单位 GB/s)

【答案】 C

【解析】  $2.4G(\text{频率}) * 2(\text{每个时钟周期传递两次}) * 2(\text{全双工}) * 2B/S = 19.2GB/s$

20. 下列事件中属于外部中断事件的是：

- I、访存时缺页；    II、定时器延时 (不确定) ；    III、网络数据包到达

【答案】 C

【解析】 访存缺页属于内部中断

21. 外部中断包括不可屏蔽中断 (NMI) 和可屏蔽中断， 下列关于外部中断的叙述中错误的是：

- A、CPU 处于关中断状态时也能响应 NMI 请求；  
B、一旦可屏蔽中断请求信号有效， CPU 将立即响应；  
C、不可屏蔽中断的优先级比可屏蔽中断的优先级高；  
D、可通过中断屏蔽字改变可屏蔽中断的处理优先级。

【答案】 B

【解析】

A： [关中断] 在中断服务过程中为了保护中断现场不被新的中断所打断， 在保护现

场的过程中，CPU 不应响应更高级中断源的中断请求,但不可屏蔽中断通过 NMI 控制，不受中断标志位的影响，即使在关中断的情况下也会被响应。

B: CPU 相应终端必须满足以下三个条件:

- ① 中断源有中断请求
- ② CPU 允许中断及开中断
- ③ 一条指令执行完毕且没有更紧迫的任务

C: 一般来说，在中断判优过程中，不可屏蔽中断优于可屏蔽中断

D: 正确

22. 若设备采用周期挪用 DMA 方式进行输入输出，每次 DMA 传送的数据块大小为 512 字节，相应的 I/O 接口中有一个 32 位数数据缓冲寄存器，对于数据输入过程，下列叙述中错误的是:

- A、每准备好 32 位数据，DMA 控制器就发出一次总线请求;
- B、相对于 CPU，DMA 控制器的总线使用权的优先级更高;
- C、在整个数据块的传送过程中，CPU 不可以访问主存储器;
- D、数据块传送结束时，会产生“DMA 传送结束”的中断请求。

【答案】A / C ?

【解析】

A: DMA 的传送是以块为单位的

C: DMA 与主存相互并行，DMA 工作期间不影响 CPU 的工作

23. 若多个进程共享同一个文件 F，则下列叙述中正确的是:

- A、个进程只能用“读”方式打开文件 F;
- B、在系统打开文件表中仅有一个表项包含 F 的属性;
- C、各进程的用户打开文件表中关于 F 的表项内容相同;
- D、进程关闭 F 时系统删除 F 在系统打开文件表中的表项。

【答案】B

【解析】

A: 各进程既可以用读方式打开文件 F，也可用写方式打开文件 F

B: 系统打开文件表只有一张，正确

C: 打开文件表关于同样一个文件的表项内容不一定相同

D: 进程关闭 F 时会使 F 的引用计数-1，引用计数=0 时才会删除表项

24. 下列选项中支持文件长度可变，随机访问的磁盘存储空间分配方式是:

- A、索引分配;    B、链接分配;    C、连续分配;    D、动态分区分配。

【答案】A

【解析】

B: 链接分配不支持随机访问

C: 连续分配不支持长度可变

D: 动态分区分配是内存管理方式

25. 下列与中断相关的操作中，由操作系统完成的是:

- I、保存被中断程序的中断点      II、提供中断服务

III、初始化中断向量表                      IV、保存中断屏蔽字  
A、I,II;                      B、I,II,IV;                      C III,IV;                      D  
II,III,IV.

【答案】 D

【解析】

中断点的保存需要由软硬件保存寄存器内容、由硬件保存 PC、由 OS 保存 PSW

26. 下列与进程调度有关的因素中在设计多级反馈队列调度算法时需要考虑的是：

I 就绪队列的数量                      II 就绪队列的优先级  
III 各就绪队列的调度算法                      IV 进程在就绪队列间的迁移条件  
A、I,II;                      B、III,IV;                      C、II,III,IV;                      D I,II,III,IV

【答案】 D

【解析】

多级反馈队列调度算法是时间片轮转调度算法与优先级调度算法的综合与发展, 需要综合考虑队列数量, 优先级、调度算法及进程在队列间的迁移条件。

27. 某系统中有 A,B 两类资源各 6 个, t 时刻资源分配及需求情况如下表所示

| 进程 | A 已分配数量 | B 已分配数量 | A 需求总量 | B 需求总量 |
|----|---------|---------|--------|--------|
| P1 | 2       | 3       | 4      | 4      |
| P2 | 2       | 1       | 3      | 1      |
| P3 | 1       | 2       | 3      | 4      |

t 时刻安全检测结果是：

A、存在安全序列 P1,P2,P3;                      B、存在安全序列 P2,P1,P3;  
C、存在安全序列 P2,P3,P1;                      D、不存在安全序列。

【答案】 B

【解析】

$$\text{Need} = \text{Max} - \text{Allocation} = \begin{matrix} 4 & 4 & 2 & 3 & 2 & 1 \\ 3 & 1 & - & 2 & 1 & = & 1 & 0 \\ 3 & 4 & 1 & 2 & 2 & 2 \end{matrix}$$

$$\text{Available} = (1, 0)$$

故此时只能满足进程 P2 的需求

释放 P2 所占的资源,  $\text{Available} = (0,0) + (3,1) = (3,1)$ , 仅能满足 P1 的需求

释放 P1 所占的资源,  $\text{Available} = (1,0) + (4,4) = (5,1)$ , 可以满足 P3 的需求

故安全序列为 P2,P1,P3

28. 下列因素影响请求分页系统有效（平均）访存时间的是：

I、缺页率;                      II、磁盘读写时间;  
III、内存访问时间;                      IV 执行缺页处理程序的 CPU 时间;  
A、II,III                      B、I,IV                      C、I,III,IV                      D、I,II,III,IV

【答案】 D

【解析】

I、缺页率影响缺页中断发生的频率

II、磁盘读写时间影响慢表和物理地址的访问时间

III、访存时间影响缺页中断的处理时间





#### IV、CPU 时间影响缺页中断的处理时间

29. 下列关于父进程与子进程的叙述中错误的是：

- A、父进程与子进程可以并发执行
- B、父进程与子进程共享虚拟地址空间
- C、父进程与子进程有不同的进程控制块
- D、父进程与子进程不能同时使用同一临界资源

【答案】B

【解析】父进程不与子进程共享虚拟地址空间

30. 对于具备设备独立性的系统下列叙述中错误的是：

- A、可以使用文件名访问物理设备；
- B、用户程序使用逻辑设备与物理设备之间的映射关系
- D、更换物理设备后必须修改访问该设备的应用程序。（缺一个选项）

【答案】D

【解析】访问设备的驱动程序与具体设备无关

31. 某文件系统的目录由文件名和索引节点号构成。若每个目录项长度为 64 字节，其中 4 个字节存放索引节点号，60 个字节存放文件名。文件名由小写英文字母构成，则该文件系统能创建的文件数量的上限为：

- A、 $2^{26}$       B、 $2^{32}$       C、 $2^{60}$       D、 $2^{64}$

【答案】B

【解析】

创建的文件数量上限=索引节点数量上限，索引节点为 4 个字节 32 位，故最多  $2^{32}$  个索引节点，即最多创建  $2^{32}$  个文件

32. 下列准则中实现临界区互斥机制必须遵循的是：

- I、两个进程不能同时进入临界区
  - II、允许进程访问空闲的临界资源
  - III、进程等待进入临界区的时间是有限的
  - IV、不能进入临界区的执行态进程立即放弃 CPU
- A、I,IV      B、II,III      C、I,II,III      D、I,III,IV

【答案】C

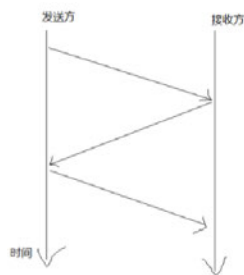
【解析】

临界区资源的互斥准则：

- ① 空闲让进 → II
- ② 忙则等待 → I
- ③ 有限等待 → III
- ④ 让权等待

33. 下图描述的协议要素是：

- I、语法      II、语义      III、时序



- A . I
- B . II
- C . III
- D . I, II, III

【答案】C

【解析】

协议由语法、语义和同步(时序)三部分组成。语法规定了传输数据的格式；语义规定了所要完成的功能，即需要发出何种控制信息、完成何种动作以及做出何种应答；同步规定了执行各个操作的条件、时序关系等，即时间实现顺序的详细说明。

该图显然描述的是各操作的执行顺序，并未描述传输数据的格式或所要完成的功能。

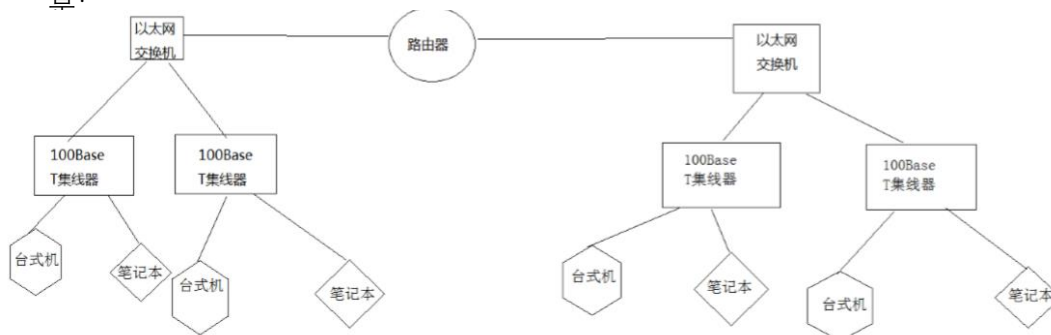
34. 下列关于虚电路网络的叙述中错误的是：

- A、可以确保数据分组传输顺序
- B、需要为每条虚电路预分配带宽
- C、建立虚电路时需要进行路由选择
- D、依据虚电路号（VCID）进行数据分组转发

【答案】B

【解析】不需要为每条虚电路预分配带宽

35. 下图所示的网络冲突域和广播域的个数分别是。

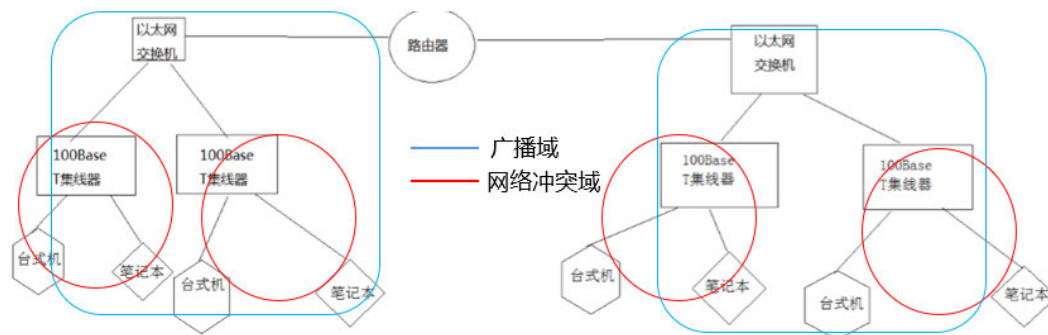


- A、2, 2;
- B、2, 4;
- C、4, 2;
- D、4, 4;

【答案】C

【解析】

路由器可以隔离广播域与网络冲突域，交换机只能隔离冲突域，集线器均不能隔离



36. 假设主机采用停-等协议向主机乙发送数据帧，数据帧长与确认帧长均为 1000B。数据传输速率是 10kbps，单项传播延时是 200ms。则甲的最大信道利用率：

A、80%； B、66.7%； C、44.4%； D、40%

【答案】D

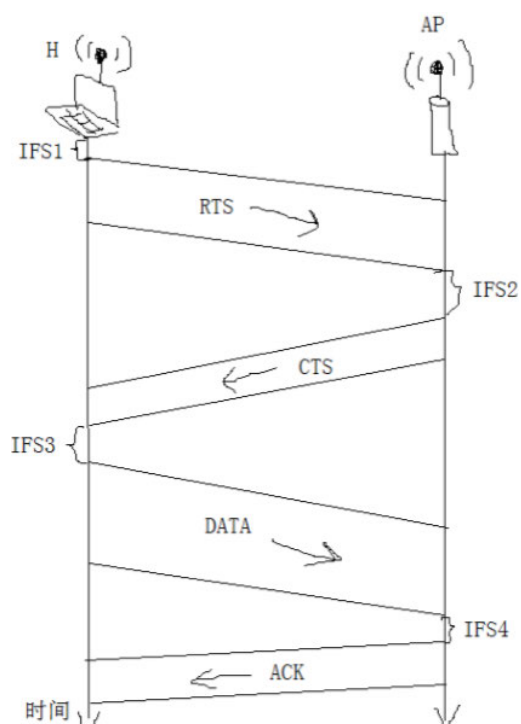
【解析】

发送时间  $t = 1000 \times 8b / 10kbps = 800ms$

发送周期  $T = 200ms \times 2 + 800ms \times 2 = 2000ms$

信道利用率  $= \frac{t}{T} \times 100\% = 40\%$

37. 某 IEEE 802.11 无线局域网中主机 H 与 AP 之间发送或接收 CSMA/CA 帧的过程如下图所示，在 H 或 AP 发送帧前所等待的帧间间隔时间（IFS）中最长的是：



A、IFS1

B、IFS2

C、IFS3

D、IFS4

【答案】A

【解析】

IEEE 802.11 使用 3 种帧间隔 IFS：

1. 分布式协调帧间隔 DIFS：最长的 IFS，优先级最低，用于异步帧竞争访问的时延

2.点协调帧间隔 PIFS：中等长度，优先级居中，在 PCF 操作中使用

3.短帧间隔 SIFS：最短，优先级最高，用于需要立即响应的操作

图中 IFS1 对应 DIFS，IFS2、IFS3、IFS4 对应 SIFS

38. 若主机甲与主机乙已建立一条 TCP 连接，最大段长 (MSS) 为 1KB，往返时间 (RTT) 为 2ms，则在不出现拥塞的前提下，拥塞窗口从 8kB 增长到 32KB 所需的最长时间是：

A、4ms      B、8ms      C、24ms      D、48ms

【答案】D

【解析】当慢开始门限 ssthresh 时，拥塞窗口从一开始就采取拥塞避免算法即“加法增大”，即每个轮次的拥塞窗口+1，此时可求得题目所需的最长时间为

$$(32 - 8) * 2ms = 48ms$$

39. 若主机甲与主机乙建立 TCP 连接时发送的 SYN 段中的序号为 1000，在断开连接时，甲发送给乙的 FIN 段中的序号为 5001，则在无任何重传的情况下，甲向乙已经发送的应用层数据的字节数为：

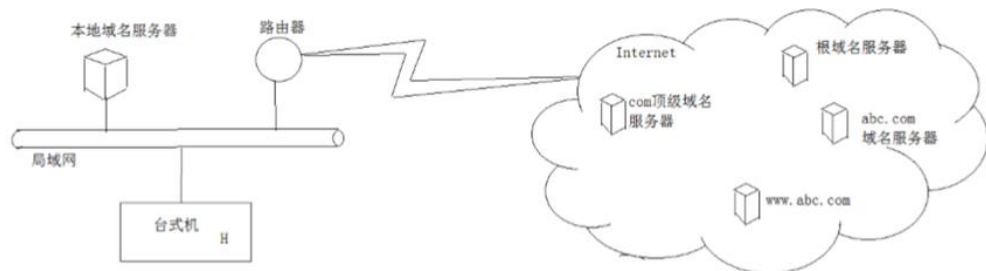
A、4002      B、4001      C、4000      D、3999

【答案】C

【解析】

SYN=1000，则数据传输时的起始序号为 1001，字节数 = FIN - 1001 = 4000

40. 假设下图所示网络中的本地域名服务器只提供递归查询服务，其他域名的服务器均只提供迭代查询服务；局域网内主机访问 Internet 上各服务器的往返时间 (RTT) 均为 10ms，忽略其他各种时延，若主机 H 通过超链接 <http://www.abc.com/index.html>，请求浏览纯文本 Web 页 index.html，则从点击超链接开始到浏览器接收到 index.html 页面为止，所需最短、最长时间分别是：



A、10ms, 40ms      B、10ms,50ms      C、20ms,40ms      D、20ms,50ms

【答案】D

【解析】

最短时间：本地域名服务器存在域名与 IP 地址的映射

主机向本地域名服务器递归查询 10s + 数据传输 10ms = 20ms

最长时间：本地域名服务器不存在映射，需要迭代查询各级域名服务器 3 次

10ms + 迭代查询 3 次 30ms + 数据传输 10ms = 50ms

## 大题

41. 定义三元组  $(a, b, c)$  ( $a, b, c$  均为正数) 的距离  $D = |a - b| + |b - c| + |c - a|$ . 给定 3 个非空整数集合  $S_1, S_2, S_3$ , 按升序分别存储在 3 个数组中。请设计一个尽可能高效的算法，计算并输出所有可能的三元组  $(a, b, c)$  ( $a \in S_1, b \in S_2, c \in S_3$ ) 中的最小距离。例如  $S_1 = \{-$

1, 0, 9},  $S_2 = \{-25, -10, 10, 11\}$ ,  $S_3 = \{2, 9, 17, 30, 41\}$  则最小距离为 2, 相应的三元组为 (9, 10, 9) 要求:

- (1)给出算法的基本设计思想;
- (2)根据设计思想, 采用 C 或 C++语言描述算法, 关键之处给出注释;
- (3)说明你所设计算法的时间复杂度和空间复杂度。

【解析】

方法一

【暴力法】

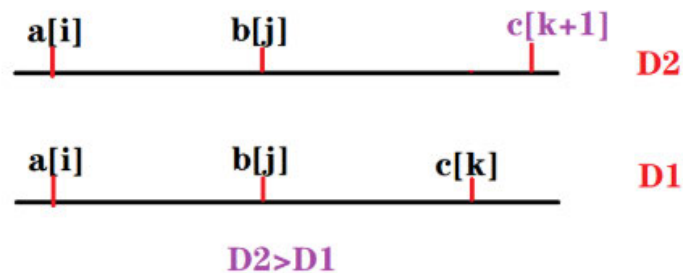
三层 for 循环, 时间复杂度为  $O(l*m*n)$ ,  $l, m, n$  分别为集合  $S_1, S_2, S_3$  的长度

评分标准: 7 分

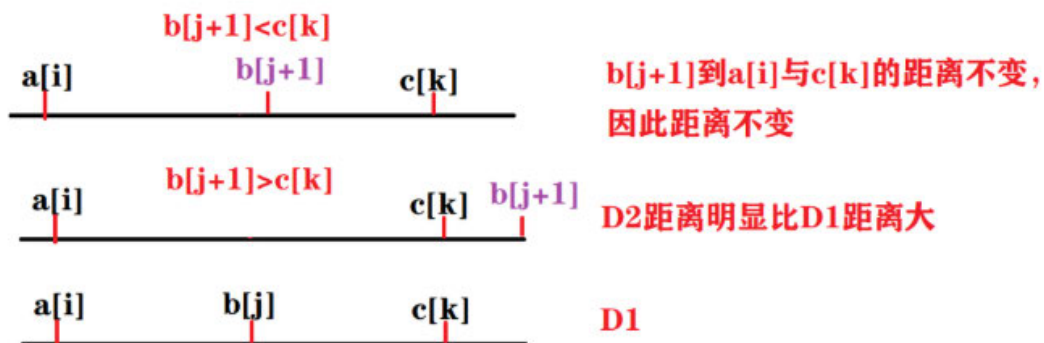
方法二

假设当前遍历到的这三个数组中的元素分别为  $a[i], b[j], c[k]$ , 并且有  $a[i] \leq b[j] \leq c[k]$ , 则最小距离为  $D1 = |a[i] - b[j]| + |b[j] - c[k]| + |c[k] - a[i]|$ , 那么接下来有三种情况:

1.接下来求  $a[i], b[j], c[k+1]$  的最小距离, 因为  $c[k+1] \geq c[k]$ , 所以, 此时的最小距离为  $D2$ , 肯定大于  $D1$



2.接下来求  $a[i], b[j+1], c[k]$  的最小距离, 如果  $b[j+1] \leq c[k]$ , 则最小距离不变, 如果  $b[j+1] > c[k]$ , 此时的最小距离为  $D2$  肯定必定大于  $D1$



3.接下来求  $a[i+1], b[j], c[k]$  的最小距离, 在该种情况下  $D$  才有可能减小!

【因此只需移动最小的元素  $a[i]$ !】

所以, 整体的思路是开始得出三个数组第一个元素的最小距离, 接下来移动最小三个元素中最小元素的下标, 与之前得到的最小距离比较, 看是否需要更新最小距离, 直到遍历完三个数组

【时间复杂度为  $O(l+m+n)$ 】

42. 若任一个字符的编码都不是其他字符编码的前缀，则称这种编码具有前缀特性。现有某字符集（字符个数 $\geq 2$ ）的不等长编码，每个字符的编码均为二进制的 0, 1 序列，最长为 L 位，且具有前缀特性。请回答下列问题：

- (1) 哪种数据结构适宜保存上述具有前缀特性的不等长编码？
- (2) 基于你所设计的数据结构，简述从 0/1 串到字符串的译码过程
- (3) 简述判定某字符集的不等长编码是否具有前缀特性的过程

【解析】考点：前缀编码，赫夫曼(Huffman)树

(1) 二叉树或赫夫曼树

普通的二叉树也可以设计前缀编码，赫夫曼树会使总长最小，是对前者的优化。

(2) 将所有的字符信息存储到二叉树的叶子结点上，且约定左分支表示字符'0'，右分支表示字符'1'，则可将根节点到叶子节点的路径上分支字符组成的字符串作为该叶子节点字符的编码。从根节点出发将 0/1 串沿着分支探查下去，遇到带有信息的叶子节点即为一个字符，然后再从根节点出发，以此类推直至 0/1 串全部译码为字符串。

(3) 只需判定存储有字符信息的节点是否全部为叶子节点即可。若存储有某个字符信息的节点非叶子节点，即有子节点，那么它的 0/1 编码一定是它孩子节点 0/1 编码的前缀，违反了前缀特性。

43. 有实现  $x*y$  的两个 C 语言函数如下：

```
unsigned umul ( unsigned x , unsigned y)
```

```
{ return x*y; }
```

```
int imul ( int x, int y )
```

```
{ return x * y; }
```

假定某计算机 M 中 ALU 只能进行加减运算和逻辑运算。请回答：

(1) 若 M 的指令系统中没有乘法指令，但有加法、减法和位移等指令，则在 M 上也能实现上述两个函数中的乘法运算，为什么？

(2) 若 M 的指令系统中有乘法指令，则基于 ALU、位移器、寄存器以及相应控制逻辑实现乘法指令时，控制逻辑的作用是什么？

(3) 针对以下 3 种情况：(a) 没有乘法指令；(b) 有使用 ALU 和位移器实现的乘法指令；(c) 有使用阵列乘法器实现的乘法指令，函数 umul()在何种情况下执行时间最长？哪种情况下执行的时间最短？说明理由

(4)  $n$  位整数乘法指令可保存  $2n$  位乘积，当仅取低  $n$  位作为乘积时，其结果可能会发生溢出。当  $n=32, x=2^{31}-1, y=2$  时，带符号整数乘法指令和无符号整数乘法指令得到的  $x*y$  的  $2n$  位乘积分别是什么（用十六进制表示）？此时函数 umul()和 imul()的返回结果是否溢出？对于无符号整数乘法运算，当仅取乘积的低  $n$  位作为乘法结果时，如何用  $2n$  位乘积进行溢出判断？

【解析】

(1) 乘法运算也可以通过加法操作和移位操作实现

$x*y$  可视为  $y$  个  $x$  或  $x$  个  $y$  相加的结果

(2) 实现相加和移位的控制

(3) 最长：a 最短：c

a) 情况下执行时间最长，需要利用其他指令来实现乘法功能

b) 情况下使用了 ALU 与位移器，由多次相加及位移操作串行实现乘法操作



- c) 情况使用阵列乘法器做并行乘法运算, 时间显然最快
- (4) 带符号整数指令乘法:  $7FFF\ FFFFH * 2 = 0000\ 0000\ FFFF\ FFFE H$   
无符号整数指令乘法:  $7FFF\ FFFFH * 2 = 0000\ 0000\ FFFF\ FFFE H$   
umul()返回 FFFF FFFE H 未溢出  
imul()返回 FFFF FFFE H 有溢出(结果成了负数)  
高 n 位全 0 则未产生溢出, 否则产生溢出

44. 假定主存地址为 32 位, 按字节编址, 指令 Cache 和数据 Cache 与主存之间均采用 8 路组相联映射方式, 直写 (Write Through) 写策略和 LRU 替换算法, 主存块大小为 64B, 数据区容量各为 32KB。开始时 Cache 均为空, 请回答下列问题:

(1) Cache 每一行中标记 (Tag)、LRU 位各占几位? 是否有修改位?

(2) 有如下 C 语言程序段:

```
for ( k = 0 ; k < 1024 ; k++ )
```

```
    S[k] = 2 * s[k];
```

若数组 S 及其变量 k 均为 int 型, int 型数据占 4B, 变量 k 分配在寄存器中, 数组 s 在主存中的起始地址为 0080 00C0H, 则该程序段执行过程中, 访问数组 S 的数据 Cache 缺失次数为多少?

(3) 若 CPU 最先开始的访问操作是读取主存单元 0001 003H 中的指令, 简要说明从 Cache 中访问该指令的过程, 包括 Cache 缺失处理过程。

**【解析】**

(1) 主存地址为 32 位, 其中 6 位为块内地址

标记:  $32 - 6 - 6 = 20$  位

LRU : 3 位

直写写策略无修改位

(2) 在该程序的执行过程中, 产生一次缺失时会更新 Cache 中的 16 块, 之后的 15 次访问均命中 Cache, 故平均每 16 次访问 Cache 就会产生一次缺失, K 的范围为 1024, 即共 1024 次访问 Cache, Cache 缺失次数=1024/16=64 次

(3) CPU 访指的大致过程:

CPU 发出读请求时, 若访存地址在 Cache 中命中, 就将此地址转换成 Cache 地址, 直接对 Cache 进行读操作, 与主存无关; 若 Cache 不命中, 则仍需访问主存, 并把此字所在的一块一次性从主存调入 Cache, 若此时 Cache 已满, 就根据 LRU 替换算法, 用这个块替换 Cache 中的一块信息。

45. 现有 5 个操作 A、B、C、D 和 E, 操作 C 必须在 A 和 B 完成后执行, 操作 E 必须在 C 和 D 完成后执行, 请使用信号量的 wait(), signal(), 操作 (P、V 操作) 描述上述操作之间的同步关系, 并说明所用信号量及其初值。

**【解析】**

```
semaphore A = B = C = D = E = 0;
A()
{
    完成行为A;
    V(A);
}
B()
{
    完成行为B;
    V(B);
}
C()
{
    P(A);
    P(B);
    完成行为C;
    V(C);
}
D()
{
    完成行为D;
    v(D);
}
E()
{
    P(C);
    P(D);
    完成行为E;
    V(E);
}
```

46. 某 32 位系统采用基于二级页表的请求分页存储管理方式，按字节编址，页目录项和页表项长度均为 4 字节，虚拟地址结构如下：

| 页目录号（10 位） | 页号（10 位） | 页内偏移量（12 位） |
|------------|----------|-------------|
|------------|----------|-------------|

某 C 程序中数组 a[1024][1024]的起始虚拟地址为 1080 0000H，数组元素占 4 字节，该程序运行时，其进程的页目录起始物理地址为 0020 1000H，请回答下列问题：

- (1) 数组元素 a[1][2]的虚拟地址是什么？对应的页目录号和页号分别是什么？对应的页目录项的物理地址是什么？若该目录项中存放的页框号为 00301H，则 a[1][2]所在页对应的页表项的物理地址是什么？
- (2) 数组 a 在虚拟地址空间中所占区域是否必须连续？在物理地址空间中所占区域是否必须连续？
- (3) 已知数组 a 按行优先方式存放，若对数组 a 分别按行遍历和按列遍历，则哪一种遍历方式的局部性更好？

**【解析】**

(1) 页面大小=  $2^{12}$  B = 4KB，数组元素占 4 字节，每个页面存放 1K 个数组元素，1080 000H 的虚页号为 1080H，注意到二维数组 a 的一行的元素个数与每个页面存放的元素个数相同，故 a[0]存放的虚页号为 1080H，a[1]存放的虚页号为 1081H，a[1][2]的虚拟地址为 1081 0000H + 2\*4 = **1081 0008H**

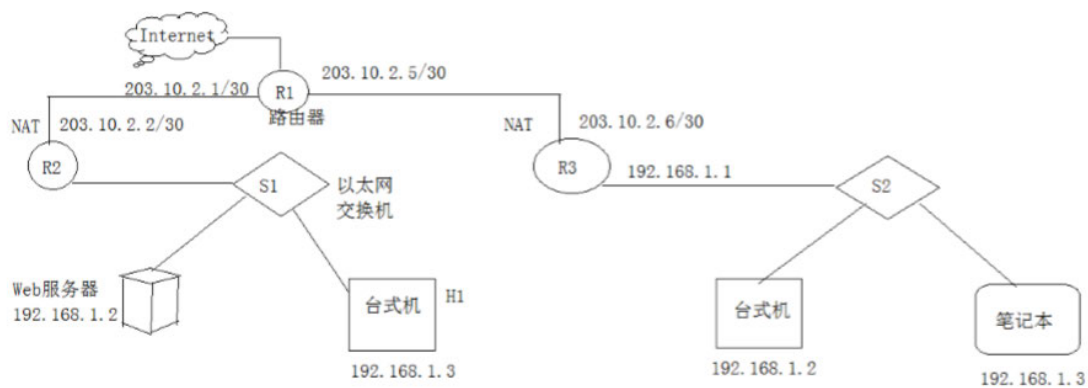
1081 0008H = 0001 0000 1000 0001 0000 0000 0000 1000，对应的页目录号为 **66**,

页号为 16

页目录的长度为 4B, 66 号页目录项的物理地址是  $0020\ 1000H + 66 \times 4 = 0020\ 1108H$   
该目录项中存放的页框号是 00301H, 则该页框的起始地址是 0030 1000H,  $a[1][2]$   
所在页面的页号为 16, 每个页表项为 4B, 对应的页表项物理地址为  $0030\ 1000H + 16 \times 4 = 0030\ 1040H$

- (2) 在**虚拟**地址空间中所占区域**必须连续**, 在**物理**地址空间中所占区域**可以不连续**  
(3) 按**行遍历**的局部性更好, 二维数组  $a$  的一行的元素个数与每个页面存放的元素个数相同, 故一行的所有元素均可以存放在同一个页面中, 行遍历时遍历同一行中的所有元素访问的是同一个页面。

47. 某校园网有两个局域网, 通过路由器 R1、R2 和 R3 互联后接入 Internet, S1 和 S2 为以太网交换机, 局域网采用静态 IP 地址配置, 路由器部分接口以及各主机的 IP 地址如图所示:



假设 NAT 转换表结构为:

| 外网    |     | 内网    |     |
|-------|-----|-------|-----|
| IP 地址 | 端口号 | IP 地址 | 端口号 |
|       |     |       |     |

请回答下列问题:

- (1) 为使 H2 和 H3 能够访问 Web 服务器 (使用默认端口号), 需要进行什么配置?  
(2) 若 H2 主动访问 Web 服务器时, 将 HTTP 请求报文封装到 IP 数据报 P 中发送, 则 H2 发送 P 的源 IP 地址和目的 IP 地址分别是? 经过 R3 转发后, P 的源 IP 地址和目的 IP 地址分别是? 经过 R2 转发后, P 的源 IP 地址和目的 IP 地址分别是?

【解析】

- (1) 注: H2 和 H3 应是 192.168.1.2 的台式机与 192.168.1.3 的笔记本

路由器 R2 需要开启 NAT 服务, 对应的 NAT 转换表做如下配置:

| 外网         |       | 内网          |     |
|------------|-------|-------------|-----|
| IP 地址      | 端口号   | IP 地址       | 端口号 |
| 203.10.2.6 | 默认端口号 | 192.168.1.2 | 80  |
| 203.10.2.6 | 默认端口号 | 192.168.1.3 | 80  |

- (2) H2 发送 P 的源 IP 地址: 192.168.1.2      目的 IP 地址: 203.10.2.2  
R3 发送 P 的源 IP 地址: 203.10.2.6      目的 IP 地址: 203.10.2.2  
R2 发送 P 的源 IP 地址: 203.10.2.6      目的 IP 地址: 192.168.1.2