

2020 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. C 2. D 3. A 4. C 5. B 6. B 7. A 8. B
9. C 10. B 11. A 12. B 13. A 14. D 15. D 16. A
17. B 18. A 19. C 20. C 21. B 22. C 23. B 24. A
25. D 26. D 27. B 28. D 29. B 30. D 31. B 32. C
33. C 34. B 35. C 36. D 37. A 38. D 39. C 40. D

1. 解析:

上三角矩阵按列优先存储, 先存储仅 1 个元素的第一列, 再存储有 2 个元素的第二列, 以此类推。 $m_{7,2}$ 位于左下角, 对应右上角的元素为 $m_{2,7}$, 在 $m_{2,7}$ 之前存有

第 1 列: 1

第 2 列: 2

第 6 列: 6

第 7 列: 1

前面共存有 $1+2+3+4+5+6+1=22$ 个元素 (数组下标范围为 $0\sim 21$), 注意数组下标从 0 开始, 故 $m_{2,7}$ 在数组 N 中的下标为 22, 即 $m_{7,2}$ 在数组 N 中的下标为 22。

2. 解析:

按题意, 出入栈操作的过程如下:

操作	栈内元素	出栈元素
Push	a	
Push	a b	
Pop	a	b
Push	a c	
Pop	a	c
Push	a d	
Push	a d e	
Pop	a d	e

故出栈序列为 b, c, e。

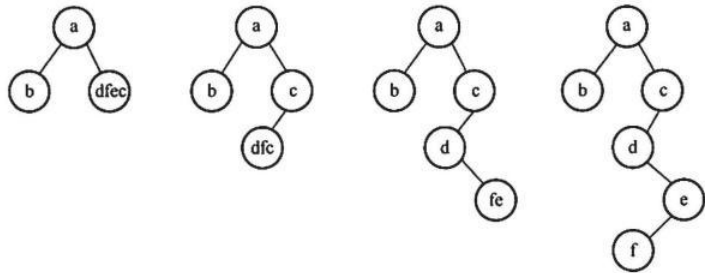
3. 解析:

二叉树采用顺序存储时, 用数组下标来表示结点之间的父子关系。对于一棵高度为 5 的二叉树, 为了满足任意性, 其 1~5 层的所有结点都要被存储起来, 即考虑为一棵高度为 5 的满二叉树, 总共需要存储单元的数量为 $1+2+1+2+4+8+16=31$ 。

4. 解析:

森林 F 的先根遍历序列对应其二叉树 T 的先序遍历序列, 森林 F 的中根遍历序列对应其二叉树 T 的中序遍历序列。即 T 的先序遍历序列为 a, b, c, d, e, f, 中序遍历序列为 b, a, d,

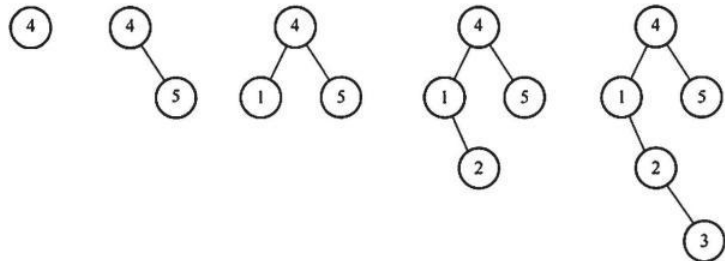
f, e, c。根据二叉树 T 的先序序列和中序序列可以唯一确定它的结构，构造过程如下：



可以得到二叉树 T 的后序序列为 b, f, e, d, c, a。

5. 解析：

每个选项都逐一验证，选项 B 生成二叉排序树的过程如下：



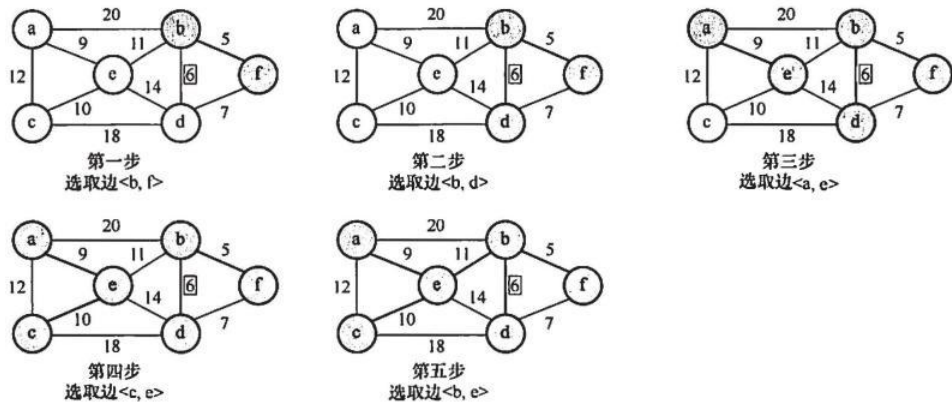
显然选项 B 错误。

6. 解析：

DFS 是一个递归算法，在遍历过程中，先访问的顶点被压入栈底。设在图中有顶点 v_i ，它有后继顶点 v_j ，即存在边 $\langle v_i, v_j \rangle$ 。根据 DFS 的规则， v_i 入栈后，必先遍历完其后继顶点后 v_i 才会出栈，也就是说 v_i 会在 v_j 之后出栈，在如题所指的过程中， v_i 在 v_j 后打印。由于 v_i 和 v_j 具有任意性，从上面的规律可以看出，输出顶点的序列是逆拓扑有序序列。

7. 解析：

Kruskal 算法：按权值递增顺序依次选取 $n-1$ 条边，并保证这 $n-1$ 条边不构成回路。初始构造一个仅含 n 个顶点的森林；第一步，选取权值最小的边 (b, f) 加入最小生成树；第二步，剩余边中权值最小的边为 (b, d) ，加入最小生成树，第二步操作后权值最小的边 (d, f) 不能选，因为会与之前已选取的边形成回路；接下来依次选取权值 9、10、11 对应的边加入最小生成树，此时 6 个顶点形成了一棵树，最小生成树构造完成。按照上述过程，加到最小生成树的边依次为 (b, f) ， (b, d) ， (a, e) ， (c, e) ， (b, e) 。其生成过程如下所示。



8. 解析:

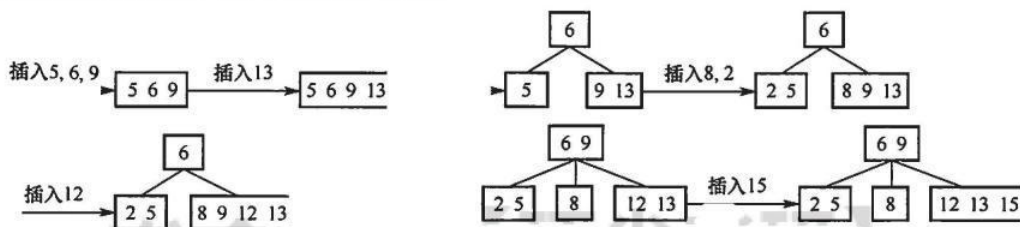
关键路径是指权值之和最大而非边数最多的路径,故选项 A 错误。选项 B 正确,是关键路径的概念。无论是存在一条还是存在多条关键路径,增加任一关键活动的时间都会延长工程的工期,因为关键路径始终是权值之和最大的那条路径,选项 C 错误。仅有一条关键路径时,减少关键活动的时间会缩短工程的工期;存在多条关键路径时,缩短一条关键活动的时间不一定会缩短工程的工期,缩短了路径长度的那条关键路径不一定还是关键路径,选项 D 错误。

9. 解析:

这是一道简单的概念题。堆是一棵完全树,采用一维数组存储,故 I 正确,II 正确。大根堆只要求根结点值大于左右孩子值,并不要求左右孩子值有序,III 错误。堆的定义是递归的,所以其左右子树也是大根堆,所以堆的次大值一定是其左孩子或右孩子,IV 正确。

10. 解析:

一个 4 阶 B 树的任意非叶结点至多含有 $m-1=3$ 个关键字,在关键字依次插入的过程中,会导致结点的不断分裂,插入过程如下所示。



得到根结点包含的关键字为 6, 9。

11. 解析:

考虑较极端的情况,对于有序数组,直接插入排序的比较次数为 $n-1$,简单选择排序的比较次数始终为 $1+2+\dots+n-1=n(n-1)/2$,I 正确。两种排序方法的辅助空间都是 $O(1)$,无差别,II 错误。初始有序时,移动次数均为 0;对于通常情况,直接插入排序每趟插入都需要依次向后挪位,而简单选择排序只需与找到的最小元素交换位置,后者的移动次数少很多,III 错误。

12. 解析:

机器字长是指 CPU 内部用于整体运算的数据通路的宽度。CPU 内部数据通路是指 CPU 内部的数据流经的路径及路径上的部件,主要是 CPU 内部进行数据运算、存储和传送的部件。这些部件的宽度基本上要一直才能相互匹配。因此,机器字长等于 CPU 内部用于整体运算的运算器位数和通用寄存器宽度。

13. 解析:

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

将其转换为对应的 float 型或 int 型:

1) 若为 float 型,则尾数隐藏最高位 1,数符为 1 表示负数,阶码 $1001\ 0000 = 2^7 + 2^4 = 128 + 16$,再减去偏置值 127 得到 17,算出 x 值为 -2^{17} 。

2) 若为 int 型,则带符号补码,为负数,数值部分取反加 1,得 011 1000 0000 0000 0000 0000 0000 0000,算出 x 值为 -7×2^{27} 。

14. 解析:

在 32 位计算机中,按字节编址,根据小端方式和按边界对齐的定义,给出变量 a 的存放方式如下:

地址	2020 FE00H	2020 FE01H	2020 FE02H	2020 FE03H
	未知			
说明	x1 (LSB)	x1 (MSB)		
地址	2020 FE04H	2020 FE05H	2020 FE06H	2020 FE07H
	00H	00H	34H	12H
说明	x2 (LSB)			x2 (MSB)

于是, 34H 所在存储单元的地址为 2020 FE06H。

15. 解析:

Cache 由 SRAM 组成; TLB 通常由相联存储器组成, 也可由 SRAM 组成。DRAM 需要不断刷新, 性能偏低, 不适合组成 TLB 和 Cache。选项 A、B 和 C 都是 TLB 和 Cache 的特点。

16. 解析:

48 条指令需要 6 位操作码字段 ($2^5 < 48 < 2^6$), 4 种寻址方式需要 2 位寻址特征位 ($4 = 2^2$), 还剩 $16 - 6 - 2 = 8$ 位作为地址码, 故直接寻址范围为 $0 \sim 225$ 。注意, 主存地址不能为负。

17. 解析:

CPI 表示执行指令所需的时钟周期数。对于一个程序或一台机器来说, 其 CPI 指执行该程序或机器指令集中的所有指令所需的平均时钟周期数。对于单周期 CPU, 令指令周期 = 时钟周期, $CPI = 1$, I 正确。对于多周期 CPU, CPU 的执行过程分成几个阶段, 每个阶段用一个时钟去完成, 每种指令所用的时钟数可以不同, $CPI > 1$, II 错误。对于基本流水线 CPU, 让每个时钟周期流出一条指令, $CPI = 1$, III 正确。超标量流水线 CPU 在每个时钟周期内并发执行多条独立的指令, 每个时钟周期流出多条指令, $CPI < 1$, IV 错误。

18. 解析:

自陷是一种内部异常, A 错误。在 80x86 中, 用于程序调试的“断点设置”功能是通过“自陷”方式实现的, 选项 B 正确。执行到自陷指令时, 无条件或有条件地自动调出操作系统内核程序进行执行, 选项 C 正确。CPU 执行“陷阱指令”后, 会自动地根据不同“陷阱”类型进行相应的处理, 然后返回到“陷阱指令”的下一条指令执行, 选项 D 正确。

19. 解析:

每个时钟周期传送 2 次, 故每秒传送的次数 = 时钟频率 $\times 2 = 2.4G \times 2/s$ 。

总线带宽 = 每秒传送次数 $\times 2B \times 2 = 2.4G \times 2 \times 2B \times 2/s = 19.2GB/s$ 。

题中已给出总线带宽公式, 降低了难度。公式中的“ $\times 2B$ ”是因为每次传输 16 位数据, “ $\times 2$ ”是因为采用点对点全双工总线, 两个方向可同时传输信息。

20. 解析:

访存时缺页属于内部异常, I 错误; 定时器到时描述的是时钟中断, 属于外部中断, II 正确; 网络数据包到达描述的是 CPU 执行指令以外的事件, 属于外部中断, III 正确。

21. 解析:

由 CPU 内部产生的异常称为内中断, 内中断都是不可屏蔽中断。通过中断请求线 INTR 和 NMI, 从 CPU 外部发出的中断请求为外中断, 通过 INTR 信号线发出的外中断是可屏蔽中断, 而通过 NMI 信号线发出的是不可屏蔽中断。不可屏蔽中断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, 选项 A 正确。不可屏蔽中断的处理优先级最高, 任何时候只要发生不可屏蔽中断, 都要中止现行程序的执行, 转到不可屏蔽中断处理程序执行, 选项 C 正确。CPU 响应中断需要满足 3 个条件: ①中断源有中断请求; ②CPU 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。故选项 B 错误。

22. 解析:

周期挪用法由 DMA 控制器挪用一個或几个主存周期来访问主存, 传送完一个数据字后立即释放总线, 是一种单字传送方式, 每个字传送完后 CPU 可以访问主存, 选项 C 错误。停止 CPU 访存法则是在整个数据块的传送过程中, 使 CPU 脱离总线, 停止访问主存。

23. 解析:

多个进程可同时以“读”或“写”方式打开文件,操作系统并不保证写操作的互斥性,进程可通过系统调用对文件加锁,保证互斥写(读者-写者问题),选项 A 错误。整个系统只有一个系统打开文件表,同一个文件打开多次只需改变引用计数,选项 B 正确。用户进程的打开文件表关于同一个文件不一定相同,例如读写指针位置不一定相同,选项 C 错误。进程关闭文件时,文件的引用计数减 1,引用计数变为 0 时才删除系统打开文件表中的表项,选项 D 错误。

24. 解析:

索引分配支持变长的文件,同时可以随机访问文件的指定数据块,选项 A 正确。链接分配不支持随机访问,需要依靠指针依次访问,选项 B 错误。连续分配的文件长度固定,不支持可变文件长度(连续分配的文件长度虽然也可变,但是需大量移动数据,代价较大,相比之下不太合适),选项 C 错误。动态分区分配是内存管理方式,不是磁盘空间的管理方式,选项 D 错误。

25. 解析:

当 CPU 检测到中断信号后,由硬件自动保存被中断程序的断点(即程序计数器 PC),I 错误。之后,硬件找到该中断信号对应的中断向量,中断向量指明中断服务程序入口地址(各中断向量统一存放在中断向量表中,该表由操作系统初始化,III 正确)。接下来开始执行中断服务程序,保存 PSW、保存中断屏蔽字、保存各通用寄存器的值,并提供与中断信号对应的中断服务,中断服务程序属于操作系统内核,II 和 IV 正确。

26. 解析:

多级反馈队列调度算法需要综合考虑优先级数量、优先级之间的转换规则等,就绪队列的数量会影响长进程的最终完成时间,I 正确;就绪队列的优先级会影响进程执行的顺序,II 正确;各就绪队列的调度算法会影响各队列中进程的调度顺序,III 正确;进程在就绪队列中的迁移条件会影响各进程在各队列中的执行时间,IV 正确。

27. 解析:

首先求出需求矩阵:

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

由 Allocation 得知当前 Available 为(1, 0)。由需求矩阵可知,初始只能满足 P2 的需求,选项 A 错误。P2 释放资源后 Available 变为(3, 1),此时仅能满足 P1 的需求,选项 C 错误。P1 释放资源后 Available 变为(5, 4),可以满足 P3 的需求,得到的安全序列为 P2, P1, P3, 选项 B 正确,选项 D 错误。

28. 解析:

I 影响缺页中断的频率,缺页率越高,平均访存时间越长;II 和 IV 影响缺页中断的处理时间,中断处理时间越长,平均访存时间越长;II 影响访问页表和访问目标物理地址的时间,故 I、II、III 和 IV 均正确。

29. 解析:

父进程与子进程当然可以并发执行,选项 A 正确。父进程可与子进程共享一部分资源,但不能共享虚拟地址空间,在创建子进程时,会为子进程分配资源,如虚拟地址空间等,选项 B 错误。临界资源一次只能为一个进程所用,选项 D 正确。进程控制块 PCB 是进程存在的唯一标志,每个进程都有自己的 PCB,选项 C 正确。

30. 解析:

设备可视为特殊文件,选项 A 正确。用户使用逻辑设备名来访问物理文件,有利于设备独

立性，选项 B 正确。通过逻辑设备名访问物理设备时，需要建立逻辑设备和物理设备之间的映射关系，选项 C 正确。应用程序按逻辑设备名访问设备，再经驱动程序的处理来控制物理设备，若更换物理设备，则只需更换驱动程序，而无须修改应用程序，选项 D 错误。

31. 解析：

在总长为 64 字节的目录项中，索引结点占 4 字节，即 32 位。不同目录下的文件的文件名可以相同，所以在考虑系统创建最多文件数量时，只需考虑索引结点的个数，即创建文件数量上限 = 索引结点数量上限。整个系统中最多存储 2^{32} 个索引结点，因此整个系统最多可以表示 2^{32} 个文件，选项 B 正确。

32. 解析：

实现临界区互斥需满足多个准则。“忙则等待”准则，即两个进程不能同时访问临界区，I 正确。“空闲让进”准则，若临界区空闲，则允许其他进程访问，II 正确。“有限等待”准则，即进程应该在有限时间内访问临界区，III 正确。I、II 和 III 是互斥机制必须遵循的原则。IV 是“让权等待”准则，不一定非得实现，如皮特森算法。

33. 解析：

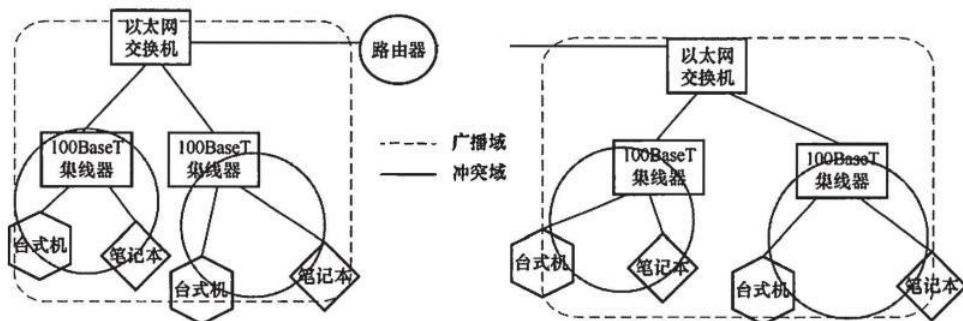
协议由语法、语义和时序（又称同步）三部分组成。语法规定了通信双方彼此“如何讲”，即规定了传输数据的格式。语义规定了通信双方彼此“讲什么”，规定了所要完成的功能，如通信双方要发出什么控制信息、执行的动作和返回的应答。时序规定了信息交流的次序。由图可知发送方与接收方依次交换信息，体现了协议三要素中的时序要素。

34. 解析：

虚电路服务需要有建立连接过程，每个分组使用短的虚电路号，属于同一条虚电路的分组按照同一路由进行转发，分组到达终点的顺序与发送顺序相同，可以保证有序传输，不需要为每条虚电路预分配带宽

35. 解析：

网络层设备路由器可以隔离广播域和冲突域；链路层设备普通交换机只能隔离冲突域；物理层设备集线器、中继器既不能隔离冲突域又不能隔离广播域。因此，题中共有 2 个广播域、4 个冲突域。



36. 解析：

发送数据帧和确认帧的时间均为 $t = 1000 \times 8b / 10kbps = 800ms$ 。

发送周期 $T = 800ms + 200ms + 800ms + 200ms = 2000ms$ 。

信道利用率 $= t/T \times 100\% = 800/2000 \times 100\% = 40\%$ 。

37. 解析：

为了尽量避免碰撞，802.11 规定，所有站在完成发送后，必须等待一段很短的时间（继续监听）才能发送下一帧。这段时间称为帧间间隔（InterFrame Space, IFS）。帧间间隔的长短取

决于该站要发送的帧的类型。IEEE 802.11 使用 3 种帧间间隔：

DIFS（分布式协调 IFS）：最长的 IFS，优先级最低，用于异步帧竞争访问的时延。

PIFS（点协调 IFS）：中等长度的 IFS，优先级居中，在 PCF 操作中使用。

SIFS（短 IFS）：最短的 IFS，优先级最高，用于需要立即响应的操作。

网络中的控制帧及所接收数据的确认帧都采用 SIFS 作为发送之前的等待时延。当结点要发送数据帧时，载波监听到信道空闲时，需等待 DIFS 后发送 RTS 预约信道，图中 IFS1 对应的是帧间间隔 DIFS，时间最长，图中 IFS2、IFS3、IFS4 对应 SIFS。

38. 解析：

由于慢开始门限 $ssthresh$ 可以根据需求设置，为了求拥塞窗口从 8KB 增长到 32KB 所需的最长时间，可以假定慢开始门限小于等于 8KB，只要不出现拥塞，拥塞窗口就都是加法增大，每经历一个传输轮次（RTT），拥塞窗口逐次加 1，因此所需最长时间为 $(32-8) \times 2ms = 48ms$ 。

39. 解析：

甲与乙建立 TCP 连接时发送的 SYN 段中的序号为 1000，则在数据传输阶段所用的起始序号为 1001；断开连接时，甲发送给乙的 FIN 段中的序号为 5001，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 $5001 - 1001 = 4000$ 。

40. 解析：

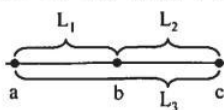
最短时间，即本地域名服务器存在域名与 IP 地址的映射关系，仅需主机向本地域名服务器递归查询一次 10ms，传送数据 10ms，最短时间共需 20ms。最长时间即本地域名服务器不存在域名与 IP 地址的映射关系，需向本地域名服务器递归查询一次 10ms，迭代查询各级域名服务器 3 次 30ms，传送数据 10ms，最长时间共需 50ms。

二、综合应用题

41. 解答：

分析。由 $D = |a - b| + |b - c| + |c - a| \geq 0$ 得：

- ① 当 $a = b = c$ 时，距离最小。
- ② 其余情况。不失一般性，假设 $a \leq b \leq c$ ，观察下面的数轴：



$L_1 = |a - b|$
 $L_2 = |b - c|$
 $L_3 = |c - a|$
 $D = |a - b| + |b - c| + |c - a| = L_1 + L_2 + L_3 = 2L_3$

由 D 的表达式可知，事实上决定 D 大小的关键是 a 和 c 之间的距离，于是问题就可以简化为每次固定 c 找一个 a 使得 $L_3 = |c - a|$ 最小。

(1) 算法的基本设计思想

- ① 使用 D_{min} 记录所有已处理过的三元组的最小距离，初值为一个足够大的整数。
- ② 集合 S1、S2 和 S3 分别保存在数组 A、B、C 中。数组的下标变量 $i = j = k = 0$ ，当 $i < |S1|$ 、 $j < |S2|$ 且 $k < |S3|$ 时（|S| 表示集合 S 中的元素个数），循环执行 a) ~ c)。
 - a) 计算 $(A[i], B[j], C[k])$ 的距离 D；（计算 D）
 - b) 若 $D < D_{min}$ ，则 $D_{min} = D$ ；（更新 D）
 - c) 将 $A[i], B[j], C[k]$ 中的最小值的下标+1；（对照分析：最小值为 a，最大值为 c，这里 c

不变而更新 a, 试图寻找更小距离 D)

③ 输出 D_{\min} , 结束。

(2) 算法实现:

```
#define INT_MAX 0x7fffffff
int abs_(int a){//计算绝对值
    if(a<0) return -a;
    elss return a;
}

bool xls_min(int a,int b,int c){//a 是否是三个数中的最小值
    if(a<=b&&a<=c) return true;
    return false;

int findMinofTrip(int A[],int n,int B[],int m,int C[],int p){
    //D_min 用于记录三元组的最小距离, 初值赋为 INT_MAX
    int i=0,j=0,k=0,D_min=INT_MAX,D;
    while(i<n&&j<m&&k<p&&D_min>0){
        D=abs_(A[i]-B[j])+abs_(B[j]-C[k])+abs_(C[k]-A[i]); //计算 D
        if(D<D_min) D_min=D; //更新 D
        if(xls_min(A[i],B[j],C[k])) i++; //更新 a
        else if(xls_min(B[j],C[k],A[i])) j++;
        else k++;

        return D_min;
    }
}
```

(3) 设 $n = (|S1| + |S2| + |S3|)$, 时间复杂度为 $O(n)$, 空间复杂度为 $O(1)$ 。

42. 解答:

(1) 使用一棵二叉树保存字符集中各字符的编码, 每个编码对应于从根开始到达某叶结点的一条路径, 路径长度等于编码位数, 路径到达的叶结点中保存该编码对应的字符。

(2) 从左至右依次扫描 0/1 串中的各位。从根开始, 根据串中当前位沿当前结点的左子指针或右子指针下移, 直到移动到叶结点时为止。输出叶结点中保存的字符。然后从根开始重复这个过程, 直到扫描到 0/1 串结束, 译码完成。

(3) 二叉树既可用于保存各字符的编码, 又可用于检测编码是否具有前缀特性。判定编码是否具有前缀特性的过程, 也是构建二叉树的过程。初始时, 二叉树中仅含有根结点, 其左子指针和右子指针均为空。

依次读入每个编码 C, 建立/寻找从根开始对应于该编码的一条路径, 过程如下:

对每个编码, 从左至右扫描 C 的各位, 根据 C 的当前位 (0 或 1) 沿结点的指针 (左子指针或右子指针) 向下移动。当遇到空指针时, 创建新结点, 让空指针指向该新结点并继续移动。沿指针移动的过程中, 可能遇到三种情况:

- ① 若遇到了叶结点 (非根), 则表明不具有前缀特性, 返回。
- ② 若在处理 C 的所有位的过程中, 均没有创建新结点, 则表明不具有前缀特性, 返回。
- ③ 若在处理 C 的最后一个编码位时创建了新结点, 则继续验证下一个编码。

若所有编码均通过验证, 则编码具有前缀特性。

43. 解答:

(1) 乘法运算可以通过加法和移位来实现。编译器可以将乘法运算转换为一个循环代码段, 在循环代码段中通过比较、加法和移位等指令实现乘法运算。

(2) 控制逻辑的作用是控制循环次数, 控制加法和移位操作。

(3) a) 最长, c) 最短。对于 a), 需要用循环代码段 (即软件) 实现乘法操作, 因而需要反

复执行很多条指令，而每条指令都需要取指令、译码、取数、执行并保存结果，所以执行时间很长；对于 b) 和 c)，都只需用一条乘法指令实现乘法操作，不过 b) 中的乘法指令需要多个时钟周期才能完成，而 c) 中的乘法指令可以在一个时钟周期内完成，所以 c) 的执行时间最短。

(4) 当 $n = 32$ 、 $x = 2^{31} - 1$ 、 $y = 2$ 时，带符号整数和无符号整数乘法指令得到的 64 位乘积都是 0000 0000 FFFF FFEH。int 型的表示范围为 $[-2^{31}, 2^{31} - 1]$ ，故函数 imul() 的结果溢出；unsigned int 型的表示范围为 $[0, 2^{32} - 1]$ ，故函数 umul() 的结果不溢出。对于无符号整数乘法，若乘积高 n 位全为 0，即使低 n 位全为 1 也正好是 $2^{32} - 1$ ，不溢出，否则溢出。

44. 解答：

(1) 主存块大小为 $64B = 2^6$ 字节，故主存地址低 6 位为块内地址，Cache 组数为 $32KB / (64B \times 8) = 64 = 2^6$ ，故主存地址中间 6 位为 Cache 组号，主存地址中高 $32 - 6 - 6 = 20$ 位为标记，采用 8 路组相联映射，故每行中的 LRU 位占 3 位，采用直写方式，故没有修改位。

(2) $0080\ 00C0H = 0000\ 0000\ 1000\ 0000\ 0000\ 0000\ 1100\ 0000B$ ，主存地址的低 6 位为块内地址，为全 0，故 s 位于一个主存块的开始处，占 $1024 \times 4B / 64B = 64$ 个主存块；在执行程序段的过程中，每个主存块中的 $64B / 4B = 16$ 个数组元素依次读、写 1 次，因而对每个主存块，总是第一次访问缺失，此时会将整个主存块调入 Cache，之后每次都命中。综上，数组 s 的数据 Cache 访问缺失次数为 64 次。

(3) $0001\ 0003H = 0000\ 0000\ 0000\ 0001\ 0000\ 000000\ 000011B$ ，根据主存地址划分可知，组索引为 0，故该地址所在主存块被映射到指令 Cache 的第 0 组；因为 Cache 初始为空，所有 Cache 行的有效位均为 0，所以 Cache 访问缺失。此时，将该主存块取出后存入指令 Cache 的第 0 组的任意一行，并将主存地址高 20 位 (00010H) 填入该行标记字段，设置有效位，修改 LRU 位，最后根据块内地址 000011B 从该行中取出相应的内容。

45. 解答：

本题要求实现操作的先后顺序，没有互斥关系，是一个简单的同步问题。

本题虽然有 5 个操作，但是只有 4 个同步关系，因此分别设置信号量 S_{AC} 、 S_{BC} 、 S_{CE} 和 S_{DE} 对应 4 个同步关系。

```
Semaphore SAC = 0;      //控制 A 和 C 的执行顺序
Semaphore SBC = 0;      //控制 B 和 C 的执行顺序
Semaphore SCE = 0;      //控制 C 和 E 的执行顺序
Semaphore SDE = 0;      //控制 D 和 E 的执行顺序
```

5 个操作可描述为如下。

```
CoBegin
A() {
    完成动作 A;
    V(SAC);          //实现 A、C 之间的同步关系
}
B() {
    完成动作 B;
    (SBC);          //实现 B、C 之间的同步关系
}
C() {
    //C 必须在 A、B 都完成后才能完成
    P(SAC);
    P(SBC);
    完成动作 C;
    V(SCE);          //实现 C、E 之间的同步关系
```

```

D() {
    完成动作 D;
    V(SDE);           //实现 D、E 之间的同步关系
}
E() {
    //E 必须在完成 C、D 之后执行
    P(SCE);
    P(SDE);
    完成动作 E;

CoEnd

```

46. 解答:

(1) ① 页面大小 $= 2^{12}B = 4096B = 4KB$ 。每个数组元素 4B，每个页面可以存放 $4KB/4B = 1024$ 个数组元素，正好是数组的一行，数组 a 按行优先方式存放。1080 0000H 的虚页号为 10800H，因此 a[0] 行存放在虚页号为 10800H 的页面中，a[1] 行存放在页号为 10801H 的页面中。a[1][2] 的虚拟地址为 $10801\ 000H + 4 \times 2 = 10801\ 008H$ 。

② 转换为二进制 0001000010 0000000001 000000001000，根据虚拟地址结构可知，对应的页目录号为 042H，页号为 001H。

③ 进程的页目录表起始地址为 0020 1000H，每个页目录项长 4B，因此 042H 号页目录项的物理地址是 $0020\ 1000H + 4 \times 42H = 0020\ 1108H$ 。

④ 页目录项存放的页框号为 00301H，二级页表的起始地址为 00301 000H，因此 a[1][2] 所在页的页号为 001H，每个页表项 4B，因此对应的页表项物理地址是 $00301\ 000H + 001H \times 4 = 00301\ 004H$ 。

(2) 根据数组的随机存取特点，数组 a 在虚拟地址空间中所占的区域必须连续，由于数组 a 不止占用一页，相邻逻辑页在物理上不一定相邻，因此数组 a 在物理地址空间中所占的区域可以不连续。

(3) 由 (1) 可知每个页面正好可以存放一整行的数组元素，“按行优先方式存放”意味着数组的同一行的所有元素都存放在同一个页面中，同一列的各个元素都存放在不同的页面中，因此数组 a 按行遍历的局部性较好。

47. 解答:

(1) 两个子网使用了相同网段，且路由器开启了 NAT 功能，加上题干给出了 NAT 表的结构，因此需要配置 NAT 表。路由器 R2 开启 NAT 服务，当路由器 R2 从 WAN 口收到 H2 或 H3 发来的数据时，根据 NAT 表发送给 Web 服务器的对应端口。外网 IP 地址应该为路由器的外端 IP 地址，内网 IP 地址应该为 Web 服务器的地址，Web 服务器的默认端口为 80，因此内网端口号固定为 80，当其他网络的主机访问 Web 服务器时，默认访问的端口应该也是 80，但是访问的目的 IP 是路由器的 IP 地址，因此 NAT 表中的外部端口最好也统一为 80。题目中并未要求对 H1 进行访问，因此 H1 的 NAT 表项可以不写。R2 的 NAT 表配置如下：

外网		内网	
IP 地址	端口号	IP 地址	端口号
203.10.2.2	80	192.168.1.2	80

(2) 由于启用了 NAT 服务，H2 发送的 P 的源 IP 地址应该是 H2 的内网地址，目的地址应该是 R2 的外网 IP 地址，源 IP 地址是 192.168.1.2，目的 IP 地址是 203.10.2.2。R3 转发后，将 P 的源 IP 地址改为 R3 的外网 IP 地址，目的 IP 地址仍然不变，源 IP 地址是 203.10.2.6，目的 IP 地址是 203.10.2.2。R2 转发后，将 P 的目的 IP 地址改为 Web 服务器的内网地址，源地址仍然不变，源 IP 地址是 203.10.2.6，目的 IP 地址是 192.168.1.2。