

具体到本题中：
首先，全局变量是x、y、z，只有对这三个变量的访问才可能需要互斥。线程1涉及x、y的访问（只读），线程2涉及y、z的访问（只读），线程3涉及y、z的访问（读和写）。

其次，找互斥关系，根据什么原则呢？答案是读者-写者原则。读和读之间不需要互斥，读和写之间、写和写之间需要互斥。因此，本题的互斥关系如下：第一对，thread1和thread3之间需要对变量y的访问互斥；第二对，线程2和线程3之间需要对变量y的访问互斥；第三对，线程2和线程3之间需要对变量z的访问互斥。正确找出所有互斥关系后，接下来的操作就很简单。因为有三组互斥关系，所以定义三个互斥信号量，分别为mutex_y1=1、mutex_y2=1和mutex_z=1，然后分别将它们加到线程代码段的相应位置。例如，在线程1的w=add(x,y)和线程3的y=add(y,w)上下用mutex_y1夹住；在线程2的w=add(y,z)和线程3的z=add(z,w)上下用mutex_y2夹住；在线程2的w=add(y,z)和线程3的y=add(y,w)上下用mutex_z夹住。

```
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thread2与thread3对变量z的互斥访问
```

互斥代码如下：

thread1	thread2	thread3
{	{	{
cnum w;	cnum w;	cnum w;
wait(mutex_y1);	wait(mutex_y2);	w=1;
w=add(x, y);	w=add(y, z);	wait(mutex_z);
signal(mutex_y1);	signal(mutex_y2);	z=add(z, w);
...	...	signal(mutex_z);
}	}	wait(mutex_y1);
		wait(mutex_y2);
		y=add(y, w);
		signal(mutex_y1);
		signal(mutex_y2);
		...
		}

23. 【解答】

回顾传统的哲学家问题，假设餐桌上有n名哲学家、n根筷子，那么可以用这种方法避免死锁（本书考点讲解中提供了这一思路）：限制至多允许n-1名哲学家同时“抢”筷子，那么至少会有1名哲学家可以获得两根筷子并顺利进餐，于是不可能发生死锁的情况。

本题可以用碗这个限制资源来避免死锁：当碗的数量m小于哲学家的数量n时，可以直接让碗的资源量等于m，确保不会出现所有哲学家都拿一侧筷子而无限等待另一侧筷子进而造成死锁

27. 【解答】

- if语句无法实现对临界区的互斥访问，因为if语句执行后，不论结果如何，线程都能访问临界区。本题使用swap指令和lock变量来实现对临界区的互斥访问，当线程不能进入临界区时，本身并不会主动放弃CPU，因此需要要让线程在进入区中循环检查lock值，可以使用while循环，当lock值为TRUE时，线程一直执行while循环的内容，直到lock值被修改为FALSE时，线程才能进入临界区，因此将进入区中的语句“if(key==TRUE) swap key, lock”修改为“while (key == TRUE) swap key, lock”。在退出区中，代表该线程对临界资源的访问已经结束，此时需要将lock值设为FALSE，代表其他线程可以访问临界区，因此将退出区中的语句“lock=TRUE”修改为“lock=FALSE”。
- 否。因为多个线程可以并发执行newSwap()，newSwap()执行时传递给形参b的是共享变量lock的地址，在newSwap()中对lock既有读操作又有写操作，并发执行时不能保证实现两个变量值的原子交换，从而导致并发执行的线程同时进入临界区。例如，线程A和线程B并发执行，初始时lock值为FALSE，当线程A执行完a*=b后发生了进程调度，切换到线程B执行，线程B执行完newSwap后发生线程切换，此时线程A和B都能进入临界区，不能实现互斥访问。

06. 【解答】

- 在磁盘中连续存放（采取连续结构），磁盘寻道时间更短，文件随机访问效率更高；在FCB中加入的字段为<起始块号，块数>或<起始块号，结束块号>。
- 将所有的FCB集中存放，文件数据集中存放。这样在随机查找文件名时，只需访问FCB对应的块，可减少磁头移动和磁盘I/O访问次数。

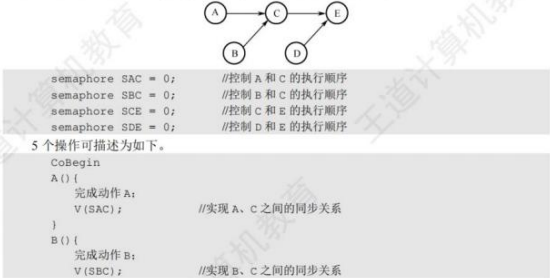
情况：当碗的数量m大于或等于哲学家的数量n时，为了让读到同样的限制效果，我们让碗的资源量等于n-1，这样就能保证最多只有n-1名哲学家同时进餐，所以得到碗的资源量为min(n-1, m)。在进行PV操作时，碗的资源量起限制哲学家取筷子的作用，所以需要先到碗的资源量进行P操作。具体过程如下：

```
//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]=1; //设置每名哲学家之间筷子的数量
bowl=min(n-1,m); //bowl≤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)%n]); //取右边筷子
  就餐;
  V(chopsticks[i]);
  V(chopsticks[(i+1)%n]);
  V(bowl);
}
CoEnd
```

24. 【解答】

本题是一个典型的利用信号量实现前驱关系的同步问题。首先画出各个操作之间的执行顺序图，可以看出，A、B、D的执行不需要任何前提条件。执行完A和B之后才能执行C，存在两对同步关系：A→C和B→C，设置两个同步变量SAC=0和SBC=0，完成A和B之后分别执行V(SAC)和V(SBC)，表示A或B已完成；执行C之前需要执行P(SAC)和P(SBC)，检查A和B是否完成。执行完C和D之后才能执行E，也存在两对同步关系：C→E和D→E，因此再设置两个同步变量SCE=0和SDE=0，完成C和D之后分别执行V(SCE)和V(SDE)，表示C或D已完成；执行E之前需要执行P(SCE)和P(SDE)，检查C和D是否完成。



14. 【解答】

- 根据页式管理的工作原理，应先考虑页面大小，以便将页号和页内位移分解出来。页面大小为4KB，即 2^{12} ，得到页内位移占虚地址的低12位，页号占剩余高位。可得三个虚地址的页号P如下（十六进制的一位数字转换成二进制的4位数字，因此十六进制的低三位正好为页内位移，最高位为页号）：
2362H: P=2，访问快表10ns，因初始为空，访问页表100ns得到页框号，合成物理地址后访问主存100ns，共计10ns+100ns+100ns=210ns。
1565H: P=1，访问快表10ns，落空，访问页表100ns落空，进行缺页中断处理10⁶ns，访问快表10ns，合成物理地址后访问主存100ns，共计10ns+100ns+10⁶ns+10ns+100ns=100000220ns。
25A5H: P=2，访问快表，因第一次访问已将该页号放入快表，因此花费10ns便可合成物理地址，访问主存100ns，共计10ns+100ns=110ns。
- 当访问虚地址1565H时，产生缺页中断，合法驻留集为2，必须从页表中淘汰一个页面，根据题目的置换算法，应淘汰0号页面，因此1565H的对应页框号为101H。由此可得1565H的物理地址为101565H。

15. 【解答】

- 由于该计算机的逻辑地址空间和物理地址空间均为64KB=2¹⁶B，按字节编址，且页的大小为1K=2¹⁰，因此逻辑地址和物理地址的地址格式均为

页号/页框号（6位）	页内偏移量（10位）
------------	------------

- 17CAH=0001 0111 1100 1010B，可知该逻辑地址的页号为000101B=5。
- 采用FIFO置换算法，与最早调入的页面即0号页面置换，其所在的页框号为7，于是对应的物理地址为0001 1111 1100 1010B=1FCAH。

```
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
```

25. 【解答】

- 信号量S是能被多个进程共享的变量，多个进程都可通过wait()和signal()对S进行读、写操作。所以，wait()和signal()操作中对S的访问必须是互斥的。
- 方法1错误。在wait()中，当S≤0时，关中断后，其他进程无法修改S的值，while语句陷入死循环。方法2正确。方法2在循环体中有一个开中断操作，这样就可以使其他进程修改S的值，从而避免while语句陷入死循环。
- 用户程序不能使用开/关中断指令实现临界区互斥。因为开中断和关中断指令都是特权指令，不能在用户态下执行，只能在内核态下执行。

26. 【解答】

本题是一个典型的利用信号量实现前驱关系的同步问题。需要强调的是，只有不同进程之间的操作才需要进行同步。进程T1依次执行A、E、F，进程T2依次执行B、C、D。我们需要分析哪些操作必须在另一个进程的某个操作完成之后才能执行。由图可知，对进程T1来说，E必须在进程T2执行完C后才能执行；对进程T2来说，C必须在进程T1执行完A后才能执行。因此，有两对同步关系：A→C和C→E。为了实现这两对同步关系，定义两个同步信号量S_{AC}和S_{CE}。进程T1执行完A后，发出信号signal(S_{AC})，表示A已执行完成；进程T2准备执行C之前，等待信号wait(S_{AC})，检查A是否执行完成。同理，进程T2执行完C后，发出信号signal(S_{CE})，表示C已执行完成；进程T1准备执行E之前，等待信号wait(S_{CE})，检查C是否执行完成。这样就保证了两个进程之间的同步。

semaphore S _{AC} =0; //描述A、C之间的同步关系 semaphore S _{CE} =0; //描述C、E之间的同步关系	
T1: A; signal(S _{AC}); wait(S _{CE}); E; F;	T2: B; wait(S _{AC}); C; signal(S _{CE}); D;

07. 【解答】

- 文件系统中所能容纳的磁盘块总数为4TB/1KB=2³²。要完全表示所有磁盘块，索引项中的块号最少要占32/8=4B。而索引表区仅采用直接索引结构，因此512B的索引表区能容纳512B/4B=128个索引项。每个索引项对应一个磁盘块，所以该系统可支持的单个文件最大长度是128×1KB=128KB。
- 这里考查的分配方式不同于我们熟悉的三种经典分配方式，但题目中给出了详细的解释。所求的单个文件最大长度一共包含两部分：预分配的连续空间和直接索引区。连续区块数占2B，共可表示2¹⁶个磁盘块，即2²⁰B。直接索引区共504B/6B=84个索引项。所以该系统可支持的单个文件最大长度是2²⁰B+84KB。为了使单个文件的长度达到最大，应使连续区的块数字段表示的空间大小尽可能接近系统最大容量4TB。分别设起始块号和块数占4B，这样起始块号可以寻址的范围是2³²个磁盘块，共4TB，即整个系统空间。同样，块数字段可以表示最多2³²个磁盘块，共4TB。

08. 【解答】

- 系统采用顺序分配方式时，插入记录需要移动其他的记录块，整个文件共有200条记录，要插入新记录作为第30条，而存储区前后均有足够的磁盘空间，且要求最少的访问存储块数，则要把文件前29条记录前移，若算访盘次数，移动一条记录读出和存回磁盘各是一次访盘，29条记录共访盘58次，存回第30条记录访盘1次，共访盘59次。F的文件控制区的起始块号和文件长度的内容会因此改变。
- 文件系统采用链接分配方式时，插入记录并不用移动其他记录，只需找到相应的记录，修改指针即可。插入的记录为其第30条记录，因此需要找到文件系统的第29块，一共需要访盘29次，然后把第29块的下块地址部分赋给新块，把新块存回磁盘会访盘1次，然后修改内存中第29块的下块地址字段，再存回磁盘，一共访盘31次。4B共32位，可以寻址2³²=4G块存储块，每块的大小为1KB，即1024B，其中下块地址部分占4B，数据部分占1020B，因此该系统的文件最大长度是4G×1020B=4080GB。

09. 【解答】

- 两个目录文件dir和dir1的内容如下表所示。

dir目录文件		dir1目录文件	
文件名	簇号	文件名	簇号
dir1	48	file1	100
		file2	200

- 由于FAT的簇号为2个字节，即16比特，因此在FAT表中最多允许2¹⁶（65536）个表项，一个FAT文件最多包含2¹⁶（65536）个簇。FAT的最大长度为2¹⁶×2B=128KB。文件的最大长度是2¹⁶×4KB=256MB。
- 在FAT的每个表项中存放下一个簇号。file1的簇号106存放在FAT的100号表项中，簇号108存放在FAT的106号表项中。
- 先在dir目录文件里找到dir1的簇号，然后读取48号簇，得到dir1目录文件，接着找到file1的第一个簇号，据此在FAT里查找file1的第5000个字节所在的簇号，最后访问磁盘中的该簇。因此，需要访问目录文件dir1所在的48号簇，及文件file1的106号簇。

10. 【解答】

- 簇大小为4KB，每个地址项长度为4B，因此每簇有4KB/4B=1024个地址项。最大文件

11. 【2013 统考真题】某计算机主存按字节编址，逻辑地址和物理地址都是 32 位，页表项大小为 4B。请回答下列问题：

1) 若使用一级页表的分页存储管理方式，逻辑地址结构为

页号 (20 位)	页内偏移量 (12 位)
-----------	--------------

则页的大小是多少字节？页表最大占用多少字节？

2) 若使用二级页表的分页存储管理方式，逻辑地址结构为

页目录号 (10 位)	页表索引 (10 位)	页内偏移量 (12 位)
-------------	-------------	--------------

设逻辑地址为 LA，请分别给出其对应的页目录号和页表索引的表达式。

3) 采用 1) 中的分页存储管理方式，一个代码段的起始逻辑地址为 0000 8000H，其长度为 8 KB，被装载到从物理地址 0090 0000H 开始的连续主存空间中。页表从主存 0020 0000H 开始的物理地址处连续存放，如下图所示（地址大小自向下向上递增），请计算出该代码段对应的两个页表项的物理地址，这两个页表项中的页框号，以及代码页面 2 的起始物理地址。



11. 【解答】

1) 因为主存按字节编址，页内偏移量是 12 位，所以页大小为 $2^{12} \times 4B = 4KB$ 。

页表项数为 $2^{32} / 4K = 2^{20}$ ，因此该一级页表最大为 $2^{20} \times 4B = 4MB$ 。

2) 页目录号可表示为 $((\text{unsigned int}(LA)) >> 22) \& 0x3FF$ 。这里采用的方法是逻辑右移 22 位

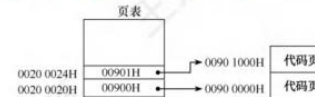
再和 3FF (10 个 1) 进行逻辑与运算，得到 10 位的页目录号。这种方法虽然效率较高，

但比较难想到，采用 $LA/2^{12}$ 的写法来取高 10 位的页目录号也是可以的。

页表索引可表示为 $((\text{unsigned int}(LA)) >> 12) \& 0x3FF$ 。这里也可采用 $(LA/2^{12}) \% 2^{10}$ 的方法来

来获取中间 10 位的页表索引号。

3) 代码页面 1 的逻辑地址为 0000 8000H，表明其位于第 8 个页处，对应页表中的第 8 个页表项，所以第 8 个页表项的物理地址 = 页表始址 + $8 \times$ 页表项的字节数 = 0020 0000H + $8 \times 4 = 0020 0020H$ 。由此可得如下图所示的答案。



18. 【2017 统考真题】假定 2017 年题 44 给出的计算机 M 采用二级分页虚拟存储管理方式，

虚拟地址格式如下：

页目录号 (10 位)	页表索引 (10 位)	页内偏移量 (12 位)
-------------	-------------	--------------

请针对 2017 年题 43 的函数 f 和题 44 中的机器指令代码，回答下列问题。

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，对应的页目录及其始址也相应变化，因此需要用进程切换后当前进程的页目录始址刷新 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，所以需要设置访问字段（使用位）和修改字段（脏位）。

20. 【解答】

1)

① 页面大小 = $2^{12} \times 4096B = 4KB$ 。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 对应的页目录表始址为 0020 1000H，每个页目录项 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，二级页表的始址为 00301 000H，因此 a[1][2] 所在页的页号为 001H，每个页项 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。

19. 【2009 统考真题】请求分页管理系统中，假设某进程的页表内容如下表所示：

页号	页框 (Page Frame) 号	有效位 (存在位)
0	101H	1
1	—	0
2	254H	1

页面大小为 4KB，一次内存的访问时间是 100ns，一次快表 (TLB) 的访问时间是 10ns，处理一次缺页的平均时间为 10^5ns (已含更新 TLB 和页表的时间)，进程的驻留集大小固定为 2，采用最近最少使用 (LRU) 置换算法和局部淘汰策略。假设：① TLB 初始为空；② 地址转换时先访问 TLB，若 TLB 未命中，再访问页表 (忽略访问页表后的 TLB 更新时间)；③ 有效位为 0 表示页面不在内存，产生缺页中断，缺页中断处理后，返回到产生缺页中断的指令处重新执行。设有虚拟地址访问序列 2362H, 1565H, 25A5H，请问：

1) 依次访问上述三个虚拟地址，各需多少时间？给出计算过程。

2) 基于上述访问序列，虚地址 1565H 的物理地址是多少？请说明理由。

15. 【2010 统考真题】设某计算机的逻辑地址空间和物理地址空间均为 64KB，按字节编址。若某个进程最多需要 6 页 (Page) 数据存储空间，页的大小为 1KB，操作系统采用固定分配局部置换策略为此进程分配 4 个页框 (Page Frame)，见下表。在装入时刻 260 前，该进程的访问情况也见下表 (访问位即使用位)。

页号	页框号	装入时刻	访问位
0	7	130	1
1	4	230	1
2	2	200	1
3	9	160	1

当该进程执行到时刻 260 时，要访问逻辑地址为 17CAH 的数据。回答下列问题：

1) 该逻辑地址对应的页号是多少？

16. 【2012 统考真题】某请求分页系统的页面置换策略如下：从 0 时刻开始扫描，每隔 5 个时间单位扫描一轮驻留集 (扫描时间忽略不计) 且本轮未被访问过的页框将被系统回收，并放入空闲页框链表，其中内容在下一次分配之前不清空。当发生缺页时，若该页被使用过且还在空闲页框表中，则重新放回进程的驻留集中；否则，从空闲页框链表头部取出一个页框。

忽略其他进程的影响和系统开销。初始时进程驻留集为空。目前系统空闲页的页框号依次为 32, 15, 21, 41，进程 P 依次访问的<虚页号, 访问时刻>为<1, 1>, <3, 2>, <0, 4>, <0, 6>, <1, 11>, <0, 13>, <2, 14>。请回答下列问题：

1) 当虚页号为<0, 4>时，对应的页框号是什么？
2) 当虚页号为<1, 11>时，对应的页框号是什么？说明理由。
3) 当虚页号为<2, 14>时，对应的页框号是什么？说明理由。
4) 这种方法是否适合于时间局部性的程序？说明理由。

17. 【2015 统考真题】某计算机系统按字节编址，采用二级页表的分页存储管理方式，虚拟地址格式如下所示：

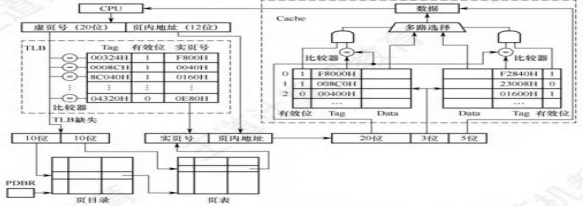
10 位	10 位	12 位
页目录号	页表索引	页内偏移量

请回答下列问题：

1) 页和页框的大小各为多少字节？进程的虚拟地址空间大小为多少页？
2) 若页目录项和页表项均占 4B，则进程的页目录和页表共占多少页？写出计算过程。
3) 若某指令周期内访问的虚拟地址为 0100 0000H 和 0111 2048H，则进行地址转换时共访问多少个二级页表？说明理由。

9. 【2018 统考真题】某计算机采用页式虚拟存储管理方式，按字节编址，CPU 进行存取的

过程如下图所示，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始址，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，PD 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，需要在页表中设置哪些字段？



10. 【2020 统考真题】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，虚拟地址结构如下所示。

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？若该页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 在虚拟地址空间中什么区域是否必须连续？在物理地址空间中什么区域是否必须连续？
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，则哪种遍历方式的局部性更好？

06. 【2011 统考真题】某文件系统为一级目录结构，文件的数据一次性写入磁盘，已写入的文件不可修改，但是可多次创建新文件，请回答如下问题。

1) 在连接、链式、索引三种文件的数据块组织方式中，哪种更合适？说明理由。为定位文件数据块，需要在 FCB 中设计哪些相关描述字段？
2) 为快速找到文件，对于 FCB，是集中存储好，还是与对应的文件数据块连续存储好？说明理由。

07. 【2012 统考真题】某文件系统总容量为 4TB (1TB = 2^{10} B)，以磁盘块为基本分配单位，磁盘块大小为 1KB，文件控制块 (FCB) 包含一个 512B 的索引表区，请回答下列问题：

1) 假设索引表区仅采用直接索引结构，索引表区存放文件占用的磁盘块号，索引表项中块号最少占多少字节？可支持的单个文件的最大长度是多少字节？
2) 假设索引表区采用如下结构：第 0~7 字节采用<起始块号, 块数>格式表示文件创建时预分配的连续存储单元，其中起始块号占 6B，块数占 2B，剩余 504B 采用直接索引结构，一个索引项占 6B，则可支持的单个文件的最大长度是多少字节？为使单个文件的长度达到最大，请指出起始块号和块数分别所占字节的合理值并说明理由。
08. 【2014 统考真题】文件 F 由 200 条记录组成，记录从 1 开始编号。用户打开文件后，欲将内存中的一条记录读入文件 F，作为其第 30 条记录。请回答下列问题，并说明理由。
1) 若文件系统采用连续分配方式，每个磁盘块存放一条记录，文件 F 存储区域前均有足够的空闲磁盘空间，则完成上述读入操作最少需要访问多少次磁盘块？F 的文件控制块内容会发生哪些改变？
2) 若文件系统采用链接分配方式，每个磁盘块存放一条记录和一个链接指针，则完成上述读入操作需要访问多少次磁盘块？若每个存储块大小为 1KB，其中 4B 存放链接指针，则该文件系统支持的文件最大长度是多少？

09. 【2016 统考真题】某磁盘文件系统使用链接分配方式组织文件，簇大小为 4KB，目录文件的每个目录项包括文件名和文件的一个簇号，其他簇号存放在文件分配表 FAT 中。1) 假定目录树如下图所示，各文件名用簇号及顺序如下表所示，其中 dir、dir1 是 FAT 中，file1、file2 是用户文件，请给出所有目录文件的内容。
2) 若 FAT 的每个表项仅存放簇号，占 2B，则 FAT 的最大长度为多少字节？该文件系统支持的文件长度最大是多少？
3) 系统通过目录文件和 FAT 实现对文件的按名存取，说明 file1 的 106, 108 两个簇号分别存放在 FAT 的哪个表项中。



4) 假设 FAT 和 dir 目录文件已读入内存，若需将文件 dir1/dir1/file1 的第 5000 个字节读入内存，则要访问哪几个簇？

10. 【2018 统考真题】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？(给出计算公式即可)
2) 文件系统用 IM (IM = 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？
11. 【2022 统考真题】某文件系统的磁盘块大小为 4KB，目录项由文件名和索引节点号构成，每个索引节点占 256 字节，其中包含直接地址项 10 个，一级、二级和三级间接地址项各 1 个，每个地址项占 4 字节。该文件系统中子目录 stu 的结构如图(a)所示，stu 包含子目录 course 和文件 doc，course 子目录包含文件 course1 和 course2，各文件的文件名、索引节点号、占用磁盘的块号如图(b)所示。请回答下列问题。



1) 目录文件 stu 中每个目录项的内容是什么？
2) 文件 doc 占用的磁盘块的块号 x 的值是多少？
3) 若目录文件 course2 的内容已在内存，则打开文件 course1 并将其读入内存，需要读几个磁盘块？说明理由。
4) 若文件 course2 的大小增长到 6MB，则为存取 course2 需要使用该文件索引节点的哪几个间接地址项？说明理由。

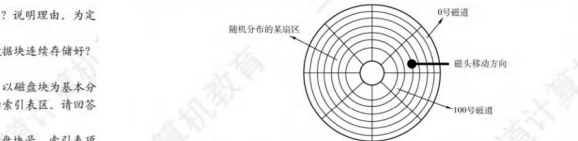
06. 【解答】

1) 用位图表示磁盘的空闲状态。每位表示一个磁盘块的空闲状态，共需 $16384/32 = 512$ 个字节 = $512 \times 4B = 2KB$ ，正好可放在系统提供的内存中。
2) 采用 C-SCAN 调度算法，访问磁盘的顺序和移动的磁道数如下表所示：

被访问的下一个磁道号	移动距离 (磁道数)
120	20
30	90
50	20
90	40

移动的磁道数为 $20 + 90 + 20 + 40 = 170$ ，因此总的移动磁道时间为 170ms。
由于转速为 6000 转/分，因此平均旋转延迟为 5ms，总的旋转延迟时间 = 20ms。
由于转速为 6000 转/分，因此读取一个磁道上的一个扇区的平均读取时间为 0.1ms，扇区的平均读取时间为 0.1ms，总的读取取扇区的时间为 0.4ms。

07. 【2019 统考真题】某计算机系统中有 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 512B，文件系统的每簇包含 2 个扇区，请回答下列问题：



1) 请说明在上述条件下如何进行磁盘空间状态的管理。
2) 设某单面磁盘的旋转速度为 6000 转/分，每个磁道有 100 个扇区，相邻磁道间的平均移动时间为 1ms，若在某时刻，磁头位于 100 号磁道处，并沿着磁道号增大的方向移动 (见图 a)，磁道号请求序列为 50, 90, 30, 120，对请求队列中的每个磁道需读取 1 个随机分布的扇区，则读完这 4 个扇区共需要多少时间？要求给出计算过程。
3) 若磁盘缓存为随机访问的 Flash 半导体存储器 (如 U 盘、固态硬盘等)，是否有比 C-SCAN 更高效的数据调度策略？若有，给出磁盘调度策略的名称并说明理由；若无，说明理由。

07. 【2019 统考真题】某计算机系统中有 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 512B，文件系统的每簇包含 2 个扇区，请回答下列问题：

1) 磁盘的容量是多少？
2) 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 100260, 60005, 101660 和 110560，采用最短寻道时间优先 SSTF 调度算法，系统访问簇的先后次序是什么？
3) 簇号 100530 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由 I/O 系统的什么程序完成？

08. 【2021 统考真题】某计算机用硬盘作为启动盘，硬盘的第一个扇区存放主引导记录，其中包含磁盘引导程序和分区表。磁盘引导程序用于选择引导哪个分区的操作系统，分区表记录磁盘上各分区的位置等描述信息。硬盘被划分成若干分区，每个分区的第一个扇区存放分区引导程序，用引导该分区中的操作系统。系统采用多阶段引导方式，除了执行磁盘引导程序和分区引导程序，还需要执行 ROM 中的引导程序。回答下列问题：

1) 系统启动过程中操作系统的初始化程序、分区引导程序、ROM 中的引导程序、磁盘引导程序的执行顺序是什么？
2) 将硬盘制作为启动盘时，需要完成操作系统的安装、磁盘的物理格式化、逻辑格式化、对磁盘进行分区，执行这 4 个操作的正确顺序是什么？
3) 磁盘扇区的划分和文件系统根目录的建立分别是在第 2) 问的哪个操作中完成的？

综上，读取上述磁道上所有扇区所需的总时间为 190.4ms。

1) 采用先来先服务 (FCFS) 调度策略更高效。因为 Flash 半导体存储器的物理结构不需要考虑寻道时间和旋转延迟，可直接按 I/O 请求的先后顺序服务。

17. 【解答】

1) 磁盘容量 = 磁盘的柱面数 × 每个柱面的磁道数 × 每个磁道的扇区数 × 每个扇区的大小 = $(300 \times 10 \times 20 \times 512/1024) KB = 3 \times 10^4 KB$ 。
2) 磁头在 85 号柱面上，对 SSTF 算法而言，总是访问当前柱面距离最近的地址。注意每个簇包含 2 个扇区，通过计算得到，85 号柱面对应的簇号为 85000~85999，通过比较得出，系统最先访问 85000~85999 最近的 100260，随后访问 100260 最近的 101660，然后访问 110560，最后访问 60005，顺序为 100260, 101660, 110560, 60005。
3) 第 100530 扇区在磁盘上的物理地址由其在柱面号、磁头号、扇区号构成。
柱面号 = $\lfloor \text{簇号} / \text{每个柱面的磁道数} \rfloor = \lfloor 100530 / (10 \times 20) \rfloor = 100$ 。
磁头号 = $\lfloor \text{簇号} \% \text{每个柱面的磁道数} \rfloor = \lfloor 100530 \% (10 \times 20) \rfloor = 5$ 。
扇区号 = 扇区地址 % 每个磁道的扇区数 = $(530 - 2) \% 20 = 60$ 。
将簇号转换成磁盘物理地址的过程由磁盘驱动程序完成。

18. 【解答】

1) 执行顺序依次是 ROM 中的引导程序、磁盘引导程序、分区引导程序、操作系统的初始化程序。启动系统时，首先运行 ROM 中的引导代码 (bootstrap)，为执行某个分区的操作系统的初始化程序，用引导该分区中的操作系统。系统采用多阶段引导方式，除了执行分区引导程序，用于引导该分区的操作系统。
2) 4 个操作的执行顺序依次是磁盘的物理格式化、对磁盘进行分区、逻辑格式化、操作系统的安装。磁盘只有通过分区和逻辑格式化后才能安装系统和存储信息。物理格式化 (又称低级格式化，通常出厂时就已经完成) 的作用是每个磁道划分扇区，安排扇区在磁道中的排列顺序，并对已损坏的磁道和扇区做“坏”标记等。随后磁盘的整体存储空间划分为相互独立的多个分区 (如 Windows 中划分 C、D 盘等)，这些分区可以用于多种用途，如安装不同的操作系统和应用程序，存储文件等。然后进行逻辑格式化 (又称高级格式化)，其作用是给扇区建立逻辑编号，建立逻辑盘的引导记录、文件分配表、文件目录表和数据区等，最后才是操作系统的安装。
3) 由上述分析可知，磁盘扇区的划分是在磁盘的物理格式化操作中完成的，文件系统根目录的建立是在逻辑格式化操作中完成的。