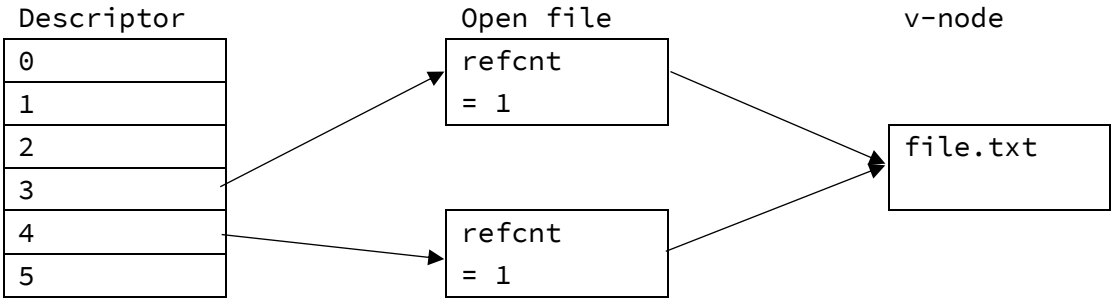
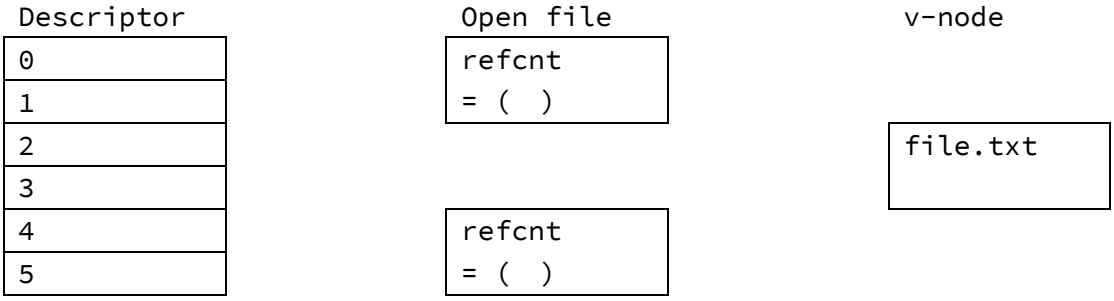
1. 假设磁盘上有空文件 file.txt。程序运行过程中的所有系统调用均成功。

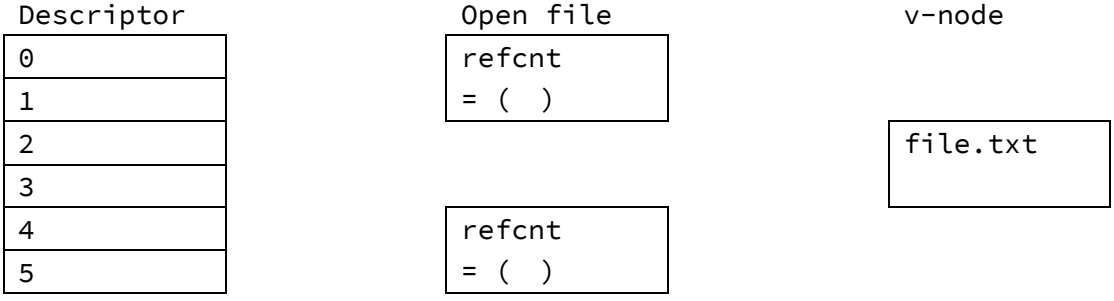
```
int main() {
   int fd1 = open("file.txt", O_RDWR|O_CREAT, S_IRUSR|S_IWUSR);
   int fd2 = open("file.txt", O_RDWR|O_CREAT, S_IRUSR|S_IWUSR);
   printf("%d %d\n", fd1, fd2);
   // A
   write(fd1, "012", 3);
   write(fd2, "ab", 2);
   dup2(fd2, fd1);
   // B
   write(fd1, "123", 3);
   write(fd2, "cd", 2);
   close(fd1);
   // C
   close(fd2);
   return 0;
}
```

已知在程序执行到 A 处时，画出 Linux 三级表的结构如下：



(1)请画出程序在执行到 B,C 处时 Linux 三级表的结构





(2)程序结束时，标准输出上的内容是_____，file.txt 中的内容是_____.

2. 判断以下说法的正确性

( ) 目录(directory)是一种特殊的文件，包含一组链接(link)，每个链接将一个文件名映射到一个文件。

( ) 关闭一个已经关闭的描述符时，不会出错

( ) 在进程调用 fork()之后，子进程会继承父进程的描述符表(file descriptor table)，也会继承 stdio 的缓冲区

( ) 在编写网络程序时，应该使用 Unix I/O 而不是标准 I/O

3. 假设某进程有且仅有五个已打开的文件描述符：0~4，分别引用了五个不同的文件，尝试运行以下代码：

```
dup2(3,2); dup2(0,3); dup2(1,10); dup2(10,4); dup2(4,0);
```

关于得到的结果，说法正确的是：

A. 运行正常完成，现在有四个描述符引用同一个文件

B. 运行正常完成，现在进程共引用四个不同的文件

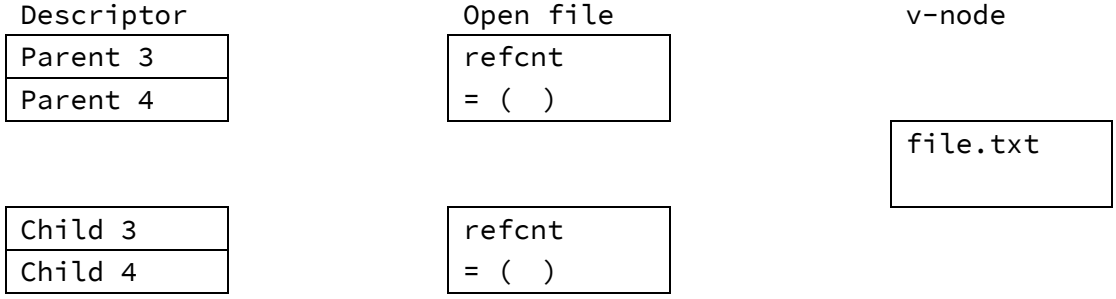
C. 由于试图从一个未打开的描述符进行复制，发生错误

D. 由于试图向一个未打开的描述符进行复制，发生错误

4. 假设磁盘上有空文件 file.txt。程序运行过程中的所有系统调用均成功。缓冲区足够大，且 stdout 只有在关闭文件、换行与 fflush 的情况下才会刷新缓冲区。

```
int main() {
    pid_t pid; int child_status;
    int fd1 = open("file.txt", O_RDWR|O_CREAT, S_IRUSR|S_IWUSR);
    if ((pid = fork()) > 0) {            // Parent
        printf("P:%d ", fd1);
        write(fd1, "123", 3);
        waitpid(pid, &child_status, 0);
    } else {                             // Child
        printf("C:%d ", fd1);
        write(fd1, "45", 2);
    }
    close(fd1); return 0;
}
```

(1)在子进程关闭 fd1 前，画出 Linux 三级表的结构如下



(2)程序结束时，标准输出上的内容是_____，file.txt 中的内容是_____.

5. 根据本课程介绍的 Intel x86-64 存储系统，填写表格中某一个进程从用户态切换至内核态时，和进程切换时对 TLB 和 cache 是否必须刷新。

A．①不必刷新 ②不必刷新 ③刷新 ④不必刷新
B．①不必刷新 ②不必刷新 ③不必刷新 ④不必刷新
C．①刷新 ②不必刷新 ③刷新 ④刷新
D．①刷新 ②不必刷新 ③不必刷新 ④刷新

6．下列关于虚存和缓存的说法中，正确的是：
A．TLB 是基于物理地址索引的高速缓存
B．多数系统中，SRAM 高速缓存基于虚拟地址索引
C．在进行**线程**切换后，TLB 条目绝大部分会失效
D．多数系统中，在进行进程切换后，SRAM 高速缓存中的内容不会失效

7．对于虚拟存储系统,一次访存过程中,下列命中组合不可能发生的是_____.
A.TLB 未命中，Cache 未命中，Page 未命中
B.TLB 未命中,Cache 命中， Page 命中
C.TLB 命中， Cache 未命中，Page 命中
D.TLB 命中， Cache 命中， Page 未命中

8．关于写时复制（copy-on-write，COW）技术的说法，不正确的是：
A．写时复制既可以发生在父子进程之间，也可以发生在对等线程之间
B．写时复制既需要硬件的异常机制，也需要操作系统软件的配合
C．写时复制既可以用于普通文件，也可以用于匿名文件
D．写时复制既可以用于共享区域，也可以用于私有区域

9．假设有一台 64 位的计算机的物理页块大小是 8KB,采用三级页表进行虚拟地址寻址,它的虚拟地址的 VPO(Virtual Page Offset,虚拟页偏移)有 13 位,问它的虚拟地址的 VPN(Virtual Page Number,虚拟页号码)有多少位?
A．20
B．27
C．30
D．33

10．进程 P1 通过 fork()函数产生一个子进程 P2.假设执行 fork()函数之前，进程 P1 占用了 53 个(用户态的)物理页,则 fork 函数之后,进程 P1 和进程 P2 共占用_____个(用户态的)物理 页;假设执行 fork()函数之前进程 P1 中有一个可读写的物理页,则执行 fork()函数之后,进程 P1 对该物理页的页表项权限为_____.
A．53,读写
B．53,只读
C．106,读写
D．106,只读

11．Intel 的 IA32 体系结构采用二级页表,称第一级页表为页目录(Page Directory)，第二级页表为页表（Page Table)。页面的大小为 4KB，页表项 4 字节。以下给出了页目录与若干页表中的部分内容，例如，页目录中的第 1 个项索引到的是页表 3，页表 1 中的第 3 个项索引到的是物理地址中的第 5 个页。则十六进制逻辑地址 8052CB 经过地址转换后

形成的物理地址应为十进制的（　　）。

页目录		页表 1		页表 2		页表 3	
VPN	页表号	VPN	页号	VPN	页号	VPN	页号
1	3	3	5	2	1	2	9
2	1	4	2	4	4	3	8
3	2	5	7	8	6	5	3

A. 21195
B. 29387
C. 21126
D. 47195

12. 假定整型变量 A 的虚拟地址空间为 0x12345cf0,另一整形变量 B 的虚拟地址 0x12345d98,假定一个 page 的长度为 0x1000 byte,A 的物理地址数值和 B 的物理地址数值关系应该为:
A.A 的物理地址数值始终大于 B 的物理地址数值
B.A 的物理地址数值始终小于 B 的物理地址数值
C.A 的物理地址数值和 B 的物理地址数值大小取决于动态内存分配策略
D.无法判定两个物理地址值的大小

13. 下列与虚拟内存有关的说法中哪些是不对的?
A.操作系统为每个进程提供一个独立的页表,用于将其虚拟地址空间映射到物理地址空间.
B.MMU 使用页表进行地址翻译时,虚拟地址的虚拟页面偏移与物理地址的物理页面偏移是相同的.
C.若某个进程的工作集大小超出了物理内存的大小,则可能出现抖动现象.
D.动态内存分配管理,采用双向链表组织空闲块,使得首次适配的分配与释放均是空闲块数量的线性时间.

14. 在 Core i7 中,关于虚拟地址和物理地址的说法,不正确的是:
A.VPO = CI + CO
B.PPN = TLBT + TLBI
C.VPN1 = VPN2 = VPN3 = VPN4
D.TLBT + TLBI = VPN

15. 已知某系统页面长 8KB,页表项 4 字节,采用多层分页策略映射 64 位虚拟地址空间.若限定最高层页表占 1 页,则它可以采用多少层的分页策略?
A.3 层 B.4 层 C.5 层 D.6 层

第五题（10 分）

以下程序运行时系统调用全部正确执行，且每个信号都被处理到。请给出代码运行后所有可能的输出结果。

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <signal.h>
int c = 1;
void handler1(int sig) {
    c++;
    printf("%d", c);
}

int main() {
    signal(SIGUSR1, handler1);
    sigset_t s;
    sigemptyset(&s);
    sigaddset(&s, SIGUSR1);
    sigprocmask(SIG_BLOCK, &s, 0);

    int pid = fork()?fork():fork();
    if (pid == 0) {
        kill(getppid(), SIGUSR1);
        printf("S");
        sigprocmask(SIG_UNBLOCK, &s, 0);
        exit(0);
    } else {
        while (waitpid(-1, NULL, 0) != -1);
        sigprocmask(SIG_UNBLOCK, &s, 0);
        printf("P");
    }
    return 0;
}
```

答：

得分

第六题（15 分）

为了提升虚拟内存地址的转换效率，降低遍历两级页表结构所带来的地址转换开销，英特尔处理器中引入了大页 TLB，即一个 TLB 项可以涵盖整个 4MB 对齐的地址空间（针对 32 位模式）。只要设置页目录页中页目录项（PDE）的大页标志位，即可让 MMU 识别这是一个大页 PDE，并加载到大页 TLB 项中。大页 PDE 中记录的物理内存页面号必须是 4MB 对齐的，并且整个连续的 4MB 内存均可统一通过该大页 PDE 进行地址转换。

在 32 位的 Linux 系统中，为了方便访问物理内存，内核将地址 0~768MB 间的物理内存映射到虚拟内存地址 3GB~3GB+768MB 上，并通过大页 PDE 进行进行该区间的地址转换。任何 0~768MB 的物理内存地址可以直接通过加 3G（0xC0000000）的方式得到其虚拟内存地址。在内核中，除了该区间的内存外，其他地址的内存通常都通过普通的两级页表结构来进行地址转换。

假设在我们使用的处理器中有 2 个大页 TLB 项，其当前状态如下：

索引号	TLB 标记	页面号	有效位
0	0xC48	0x04800	1
1	0xC9C	0x09C00	1

有 4 个普通 TLB 项，当前的状态如下：

索引号	TLB 标记	页面号	有效位
0	0xF8034	0x04812	1
1	0xF8033	0x09812	1
2	0xF4427	0x12137	1
3	0xF44AE	0x17343	1

当前页活跃的目录页（PD）中的部分 PDE 的内容如下：

PDE 索引	页面号	其他标志	大页位	存在位
786	0x04800	…	1	1
807	0x09C00	…	1	1
977	0x09C33	…	0	1
992	0x09078	…	0	1

注：普通页面大小为 4KB，并且 4KB 对齐。每个页面的页面号为其页面起始物理地址除以 4096 得到。大页由连续 1024 个 4KB 小页组成，且 4MB 对齐。

1．分析下面的指令序列，

```
movl $0xC48012024, %ebx
movl $128, (%ebx)
movl $0xF8034000, %ecx
movl $36(%ecx), %eax
```

请问，执行完上述指令后，eax 寄存器中的内容是（　　）；在执行上述指令过程中，共发生了（　　）次 TLB miss？同时会发生（　　）次 page fault？

注：不能确定时填写“--”。

2．请判断下列页面号对应的页面中，哪些一定是页表页？哪些不是？哪些不确定？

页面号	是否为页表页（是/不是/不确定）
0x04800	
0x09C33	
0x09812	

3．下列虚拟地址中哪一个对应着够将虚拟内存地址 0xF4427048 映射到物理内存地址 0x14321048 的页表项（　　）？

(A) 0x09C33027　　(B) 0xC9C3309C

(C) 0xC9C33027　　(D) 0x09C3309C

通过上述虚拟地址，利用 movl 指令修改对应的页表项，完成上述映射，在此过程中，是否会产生 TLB miss？（　　）(回答：会/不会/不确定)

修改页表项后，是否可以立即直接使用下面的指令序列将物理内存地址 0x14321048 开始的一个 32 位整数清零？为什么？

```
movl $0xF4427048, %ebx
movl $0, (%ebx)
```

答：