北京大学信息科学技术学院考试试卷

考试科目： 计算机系统导论 **姓名：** _____ **学号：** _____

考试时间： 2015 年 1 月 13 日 **任课教师：** _____

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	**总分**
分数									
阅卷人									

北京大学考场纪律

1、考生进入考场后，按照监考老师安排隔位就座，将学生证放在桌面上。无学生证者不能参加考试；迟到超过 15 分钟不得入场。在考试开始 30 分钟后方可交卷出场。

2、除必要的文具和主考教师允许的工具书、参考书、计算器以外，其它所有物品（包括空白纸张、手机、或有存储、编程、查询功能的电子用品等）不得带入座位，已经带入考场的必须放在监考人员指定的位置。

3、考试使用的试题、答卷、草稿纸由监考人员统一发放，考试结束时收回，一律不准带出考场。若有试题印制问题请向监考教师提出，不得向其他考生询问。提前答完试卷，应举手示意请监考人员收卷后方可离开；交卷后不得在考场内逗留或在附近高声交谈。未交卷擅自离开考场，不得重新进入考场答卷。考试结束时间到，考生立即停止答卷，在座位上等待监考人员收卷清点后，方可离场。

4、考生要严格遵守考场规则，在规定时间内独立完成答卷。不准交头接耳，不准偷看、夹带、抄袭或者有意让他人抄袭答题内容，不准接传答案或者试卷等。凡有违纪作弊者，一经发现，当场取消其考试资格，并根据《北京大学本科考试工作与学术规范条例》及相关规定严肃处理。

5、考生须确认自己填写的个人信息真实、准确，并承担信息填写错误带来的一切责任与后果。

学校倡议所有考生以北京大学学生的荣誉与诚信答卷，共同维护北京大学的学术声誉。

以下为试题和答题纸，共　　页。

装订线内

不要答题

得分

第一题 单项选择题（每小题 1 分，共 20 分）

1． 下面关于 IEEE 浮点数标准说法正确的是（ ）

A．在位数一定的情况下，不论怎么分配 exponent bits 和 fraction bits，所能表示的数的个数是不变的

B．如果甲类浮点数有 10 位，乙类浮点数有 11 位，那么甲所能表示的最大数一定比乙小

C．如果甲类浮点数有 10 位，乙类浮点数有 11 位，那么甲所能表示的最小正数一定比乙小

D．"0111000"可能是 7 位浮点数的 NAN 表示

答案：D

2． 假设有下面 x 和 y 的程序定义

```
int x = a >> 2;
int y = (x + a) / 4;
```

那么有多少个位于闭区间[-8,8]的整数 a 能使得 x 和 y 相等？（ ）

A．12

B．13

C．14

D．15

答案：B

3． 左边的 C 函数中，在 x86_64 服务器上采用 GCC 编译产生的汇编语言如右边所示。那么（1）和（2）的内容分别是：（ ）

```
int arith(int x, int y) {
   return (x < y) ? ( 1 ) : ( 2 );
}
```

```
<arith>:
   lea    (%rsi,%rdi,1),%eax
   mov    %esi,%edx
   sub    %edi,%edx
   cmp    %esi,%edi
```

```
cmovge %edx,%eax
retq
```

（提示：第一个参数放在 rdi 寄存器中，第二个参数放在 rsi 寄存器中）

A. x-y，x+y　B. x+y，x-y　C. x+y，y-x　D. y-x，x+y

答案：C

说明：考查 lea 和 cmov 的指令理解

4. 假定 struct P {int i; char c; int j; char d;}; 在 x86_64 服务器的 Linux 操作系统上，下面哪个结构体的大小与其它三个不同：答：（　　）

A. struct P1 {struct P a[3]};
B. struct P2 {int i[3]; char c[3]; int j[3]; char d[3]};
C. struct P3 {struct P *a[3]; char *c[3];};
D. struct P4 {struct P *a[3]; int *f[3];};

答案：B

说明：考查数据对齐，P 的 sizeof 为 16，A/C/D 都为 48，B 为 32

5. 根据编译器安全优化的策略，如下手工程序代码的优化，哪个达不到优化效果？（　　）

A. 循环展开，以减少循环的迭代次数
B. 将函数调用移到循环内，以提高程序的模块性
C. 消除不必要的存储器引用，减少访存开销
D. 分离多个累计变量，以提高并行性

答案：B

（第五章）考察安全优化策略

6. 通常情况下，下面的哪些表述是正确的？（　　）

A. 在一次读操作中，返回的内容由高速缓存中的信息块决定
B. 高速缓存利用了时间局部性
C. 大部分情况下，缓存需要用户程序采取显式的管理行为
D. 一级高速缓存更看重命中率，二级高速缓存更看重命中时间

答案：B

（第六章）考察高速缓存设计原理的理解

7. 在代码中，变量 sum 具有的特性是：（　　）

```
int sumvec(int v[N])
{
    int i, sum = 0;

    for (i = 0; i < N; i ++)
        sum += v[i];
    return sum;
}
```

A. 良好的时间局部性
B. 良好的空间局部性
C. 同时具有良好的时间局部性和空间局部性
D. 都不具有

答案：A
（第六章）考察对局部性的认识

8. 下列关于静态库链接的描述中，错误的是（　　）
A. 链接时，链接器只拷贝静态库中被程序引用的目标模块
B. 使用库的一般准则是将它们放在命令行的结尾
C. 如果库不是相互独立的，那么它们必须排序
D. 每个库在命令行只须出现一次即可

【答案】D
【说明】如果相互调用的库，在命令行必须重复出现。

9. 在 foo.c 文件中的函数外，如果添加如下一条语句：

```
static int count = 0xdeadbeef;
```

那么它在编译为 foo.o 后，会影响到 ELF 可重定位目标文件中的除.text 以外的那些字段？（　　）
A. .rodata
B. .data,.symtab,
C. .data,.symtab,.rel.data
D. .rodata,.symtab,.rel.data

【答案】B
【说明】这是一个本地静态全局变量，它在.data 中占有位置，它不需要重定位，因为它的初始值是确定的，但是它在符号表中占有一个位置。
考察 ELF 文件格式。

10. 在系统调用成功的情况下，下列代码会输出几个 hello？（ ）

```
void doit()
{
    if ( fork() == 0 ) {
        printf("hello\n");
        fork();
    }
    return ;
}

int main()
{
    doit();
    printf("hello\n");
    exit(0) ;
}
```

A. 3 B. 4 C. 5 D. 6

【答案】B
【说明】考查学生对 fork 执行机制的理解和掌握。

11. 下列说法中哪一个是错误的？（ ）
A. 中断一定是异步发生的
B. 异常处理程序一定运行在内核模式下
C. 故障处理一定返回到当前指令
D. 陷阱一定是同步发生的

【答案】C
【说明】

12. 下列这段代码的输出不可能是(　　)

```
void handler()
{
    printf("h");
}

int main()
{
    signal(SIGCHLD, handler) ;

    if ( fork() == 0 ) {
        printf("a") ;
    } else {
        printf("b") ;
    }
    printf("c") ;
    exit(0) ;
}
```

A. abcc　　B. abch　　C. bcach　　D. bchac

【答案】D

【说明】SIGCHLD 信号只有在 fork 的子进程结束时产生，因此 h 只会出现在 ac 之后。

13. 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

【答案】 D

【说明】考察 TLB，Cache，页式虚拟存储器基本性质。

14. 有程序段如下：

```
int foo( ) {
    char str1[20], *str2;
    str2 = (char*)malloc(20*sizeof(char));
    free(str2);
}
```

下列说法中正确的是(　　)

A. str1 和 str2 指向的内存都是分配在栈空间内的

B. str1 和 str2 指向的内存都是分配在堆空间内的

C. str1 指向的内存是分配在栈空间内的，str2 指向的内存是分配在堆空间内的

D. str1 指向的内存是分配在堆空间内的，str2 指向的内存是分配在栈空间内的

【答案】C

【说明】考察 malloc 函数是显式地分配和释放堆存储器

15. ICS.txt 中包含 3000 个字符，考虑如下代码段：

```
int main(int argc, char** argv) {
    int fd = open("ICS.txt", O_CREAT | O_RDWR, S_IRUSR | S_IWUSR);
    write(fd, "ICS", 3);

    char buf[128];
    int i;
    for (i = 0; i < 10; i++) {
        int fd1 = open("ICS.txt", O_RDWR);
        int fd2 = dup(fd1);

        int cnt = read(fd1, buf, 128);
        write(fd2, buf, cnt);
    }
    return 0;
}
```

上述代码执行完后，ICS.txt 中包含多少个字符（假设所有系统调用都成功）？(　　)

A. 3　　B. 256　　C. 3000　　D. 3072

【答案】C

【说明】主要考查 open 函数的用法。open 不像 fopen，不设置 O_TRUNC 并不会清空文件。所以只会反复把文件中字符 1-128 写到字符 129-256，字符数不变。几个干扰项分别考查 dup 的作用以及 buf 大小对于程序功能的影响。

16. 下列系统 I/O 的说法中，正确的是(　　)

A. C 语言中的标准 I/O 函数在不同操作系统中的实现代码一样
B. 对于同一个文件描述符，混用 RIO 包中的 rio_readnb 和 rio_readn 两个函数不会造成问题
C. C 语言中的标准 I/O 函数是异步线程安全的
D. 使用 I/O 缓冲区可以减少系统调用的次数，从而加快 I/O 的速度

【答案】D

【说明】A 中在不同操作系统需要用到不同系统调用。B 中两个函数一个从 buffer 读一个直接读，混用会造成错误。C 不是线程安全的。D 正确。

17. 如果两个局域网高层分别采用 TCP/IP 协议和 SPX/IPX 协议，那么可以选择的互连设备应是（　　）

A. 网桥
B. 集线器
C. 路由器
D. 交换机

【答案】C

【说明】

18. 下面说法正确的是（　　）

A. TCP 是一种可靠的无连接协议
B. UDP 是一种不可靠的无连接协议
C. Web 浏览器与 web 服务器通信采用的协议是 HTML
D. 数字数据只能通过数字信号传输

【答案】B

【说明】A 应该是连接协议，C 应该是 HTTP，D 应该还包括模拟信号

19. 对于如下 C 语言程序：

```
#include "csapp.h"
void *thread (void * arg)
{
      printf("Hello World") ;
      Pthread_detach(pthread_self()) ;
}
int main(void)
{
```

```
        pthread_t tid;
        int sta ;
        sta = Pthread_create(&tid, NULL, thread, NULL);
        if (sta==0)
            printf("Oops, I can not create thread\n");
        exit(NULL);
}
```

在上述程序中，Pthread_detach 函数的作用是（　　）

A. 使主线程阻塞以等待线程 thread 结束

B. 线程 thread 运行结束后会自动释放所有资源

C. 线程 thread 运行后主动释放 CPU 给其他线程

D. 线程 thread 运行后成为僵尸线程

【答案】B

【说明】考查对 Posix 线程包 Pthreads 函数功能的理解。

20. 两个线程中共享如下一段 C 代码：

```
for (j = 0;  j < N;  j++)
        count + = 2;
```

假设其对应的汇编代码如下：

```
    movq  (%rdi), %rcx
    testq %rcx,%rcx
    jle   .L2                    Hi
    movl  $0, %eax
.L3:
    movq  count(%rip),%rdx       Li
    addq  $2, %rdx               Ui
    movq  %rdx, count(%rip)      Si

    addq  $1, %rax
    cmpq  %rcx, %rax             Ti
    jne   .L3
.L2:
```

请问在下列指令顺序对应的轨迹线中，哪一个是安全轨迹线？（　　）

A. H_1, H_2, L_2, L_1, U_2, U_1, S_1, S_2, T_1, T_2

B. H_1, L_1, U_1, H_2, L_2, S_1, T_1, U_2, S_2, T_2

C. H_2, L_2, U_2, H_1, S_2, L_1, T_2, U_1, S_1, T_1

D. H_2, L_2, H_1, L_1, U_1, U_2, S_2, T_2, S_1, T_1

【答案】C

【说明】考查两个并发线程指令执行序列是否会导致不安全轨迹线。

得分

第二题（10 分）汇编

阅读下面的 C 代码：

```
unsigned char d[256] = {
        0x00, 0x80, 0x40, 0xc0, 0x20, 0xa0, 0x60, 0xe0,
        0x10, 0x90, 0x50, 0xd0, 0x30, 0xb0, 0x70, 0xf0,
        0x08, 0x88, 0x48, 0xc8, 0x28, 0xa8, 0x68, 0xe8,
        0x18, 0x98, 0x58, 0xd8, 0x38, 0xb8, 0x78, 0xf8,
        0x04, 0x84, 0x44, 0xc4, 0x24, 0xa4, 0x64, 0xe4,
        0x14, 0x94, 0x54, 0xd4, 0x34, 0xb4, 0x74, 0xf4,
        0x0c, 0x8c, 0x4c, 0xcc, 0x2c, 0xac, 0x6c, 0xec,
        0x1c, 0x9c, 0x5c, 0xdc, 0x3c, 0xbc, 0x7c, 0xfc,
        0x02, 0x82, 0x42, 0xc2, 0x22, 0xa2, 0x62, 0xe2,
        0x12, 0x92, 0x52, 0xd2, 0x32, 0xb2, 0x72, 0xf2,
        0x0a, 0x8a, 0x4a, 0xca, 0x2a, 0xaa, 0x6a, 0xea,
        0x1a, 0x9a, 0x5a, 0xda, 0x3a, 0xba, 0x7a, 0xfa,
        0x06, 0x86, 0x46, 0xc6, 0x26, 0xa6, 0x66, 0xe6,
        0x16, 0x96, 0x56, 0xd6, 0x36, 0xb6, 0x76, 0xf6,
        0x0e, 0x8e, 0x4e, 0xce, 0x2e, 0xae, 0x6e, 0xee,
        0x1e, 0x9e, 0x5e, 0xde, 0x3e, 0xbe, 0x7e, 0xfe,
        0x01, 0x81, 0x41, 0xc1, 0x21, 0xa1, 0x61, 0xe1,
        0x11, 0x91, 0x51, 0xd1, 0x31, 0xb1, 0x71, 0xf1,
        0x09, 0x89, 0x49, 0xc9, 0x29, 0xa9, 0x69, 0xe9,
        0x19, 0x99, 0x59, 0xd9, 0x39, 0xb9, 0x79, 0xf9,
        0x05, 0x85, 0x45, 0xc5, 0x25, 0xa5, 0x65, 0xe5,
        0x15, 0x95, 0x55, 0xd5, 0x35, 0xb5, 0x75, 0xf5,
        0x0d, 0x8d, 0x4d, 0xcd, 0x2d, 0xad, 0x6d, 0xed,
        0x1d, 0x9d, 0x5d, 0xdd, 0x3d, 0xbd, 0x7d, 0xfd,
        0x03, 0x83, 0x43, 0xc3, 0x23, 0xa3, 0x63, 0xe3,
        0x13, 0x93, 0x53, 0xd3, 0x33, 0xb3, 0x73, 0xf3,
        0x0b, 0x8b, 0x4b, 0xcb, 0x2b, 0xab, 0x6b, 0xeb,
        0x1b, 0x9b, 0x5b, 0xdb, 0x3b, 0xbb, 0x7b, 0xfb,
        0x07, 0x87, 0x47, 0xc7, 0x27, 0xa7, 0x67, 0xe7,
        0x17, 0x97, 0x57, 0xd7, 0x37, 0xb7, 0x77, 0xf7,
```

```
        0x0f, 0x8f, 0x4f, 0xcf, 0x2f, 0xaf, 0x6f, 0xef,
        0x1f, 0x9f, 0x5f, 0xdf, 0x3f, 0xbf, 0x7f, 0xff,
};

static inline unsigned char a(unsigned char x)
{
        return d[x];
}

unsigned short b(unsigned short x)
{
        return (a(x & 0xff) << 8) | a(x >> 8);
}

unsigned int c(unsigned int x)
{
        return (b(x & 0xffff) << 16) | b(x >> 16);
}
```

1、根据程序逻辑，下面的结果是：

c(b(a(1))) = ___(1)___

a(b(c(1))) = ___(2)___

答案（每项 1 分）：

（1）0x800000

（2）0

说明：考察信息表示和程序理解

2、填写下面反汇编中的缺失的内容：（数组 d 的地址为 0x6009a0）

（提示：注意反汇编格式与汇编格式有所区别）

```
00000000004004d0 <b>:
  4004d0:       mov    %edi,%eax
  4004d2:       movzbl %dil,%edx
  4004d6:       movzbl 0x6009a0(%rdx),%edx
  4004dd:       movzbl %ah,    (1)
  4004e0:       movzbl 0x6009a0(%rax),%eax
  4004e7:       shl      (2)     ,%edx
  4004ea:       or     %edx,%eax
  4004ec:       retq
```

```
00000000004004f0 <c>:
  4004f0:       mov    %edi,%eax
  4004f2:       push     (3)
  4004f3:       mov    %edi,%ebx
  4004f5:       shr      (4)      ,%eax
  4004f8:       movzbl %bh,%ebx
  4004fb:       movzbl %al,     (5)
  4004fe:       movzbl %ah,     (6)
  400501:       movzbl 0x6009a0(%rdx),%edx
  400508:       movzbl 0x6009a0(%rax),%eax
  40050f:       shl      (7)      ,%edx
  400512:       or     %edx,%eax
  400514:       movzbl %dil,%edx
  400518:       movzbl 0x6009a0(%rdx),%ecx
  40051f:       movzbl 0x6009a0(%rbx),%edx
  400526:       movzwl %ax,%eax
  400529:       pop      (3)
  40052a:       shl    $0x8,%ecx
  40052d:       or     %ecx,%edx
  40052f:       shl    $0x10,%edx
  400532:       or     %edx,     (8)
  400534:       retq
```

答案（每项 1 分）：

（1） %eax

（2） $0x8

（3） %rbx

（4） $0x10

（5） %edx

（6） %eax

（7） $0x8

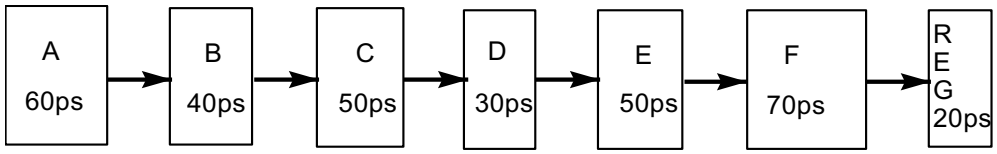
（8） %eax

说明：考察汇编程序理解

得分

第三题（10 分） 处理器

如图所示，每个模块表示一个单独的组合逻辑单元，每个单元的延迟已在图中标出。通过在两个单元间添加寄存器的方式，可以对该数据通路进行流水化改造。假设每个寄存器的延迟为 20ps。注意，由于电路互联特点 A 与 B 之间如果插入寄存器，B 本身的延迟将增加到 50ps。



1）如果改造为一个二级流水线（只插入一个寄存器），为获得最大的吞吐率，该寄存器应在哪里插入？请计算该流水线的吞吐率，并说明计算过程。结果可以是分数形式也可以是小数形式。

插入在 CD 间（1 分）

1000/(60+40+50+20) = 1000/170= 5.88 GIPS（过程和结果 1 分）

2）如果改造为一个三级流水线（插入两个寄存器），为获得最大的吞吐率，寄存器应在哪里插入？请计算该流水线的吞吐率，并说明计算过程。结果可以是分数形式也可以是小数形式。

插入在 BC 间和 DE 间（1 分）

1000/(50+70+20) = 1000/140 = 7.143 GIPS（过程和结果 1 分）

3）如果改造为一个四级流水线（插入三个寄存器），为获得最大的吞吐率，寄存器应在哪里插入？请计算该流水线的吞吐率，并说明计算过程。结果可以是分数形式也可以是小数形式。

插入 AB 间、CD 间、EF 间（1 分）

1000/(50+50+20) = 1000/120 = 8.33 GIPS（过程 1 分，结果 1 分）

4）不改变单元划分，为获得最大性能，该设计至少需要划分成几级？请计算对应的吞吐率，并说明计算过程。结果可以是分数形式也可以是小数形式。

至少划分成 6 级（1 分）

1000/(70+20) = 1000/90 = 11.11 GIPS（过程 1 分，结果 1 分）

得分

第四题（10 分） 链接

考虑如下3个文件：main.c, fib.c和bignat.c：

```
/* main.c */
void fib (int n);
int main (int argc, char** argv) {
    int n = 0;
    sscanf(argv[1], "%d", &n);
    fib(n);
}
```

```
/* fib.c */
#define N 16

static unsigned int ring[3][N];

static void print_bignat(unsigned int* a) {
    int i;
    for (i = N-1; i >= 0; i--)
        printf("%u ", a[i]); /* print a[i] as unsigned int
        */
    printf("\n");
}
void fib (int n) {
    int i, carry;
    from_int(N, 0, ring[0]); /* fib(0) = 0 */
    from_int(N, 1, ring[1]); /* fib(1) = 1 */
    for (i = 0; i <= n-2; i++) {
        carry   =   plus(N,   ring[i%3],   ring[(i+1)%3],
        ring[(i+2)%3]);
        if (carry)
            {   printf("Overflow   at   fib(%d)\n",   i+2);
        exit(0); }
    }
    print_bignat(ring[n%3]);
}
```

另外，假设在文件 bignat.c 中定义了如下两个函数 plus 和 from_int（具体定义略）：

```
int plus (int n, unsigned int* a, unsigned int* b, unsigned
int* c);
void from_int (int n, unsigned int k, unsigned int* a);
```

1．（5 分）对于每个程序中的相应符号，给出它的属性（局部或全局，强符号或弱符号）（提示：如果某表项中的内容无法确定，请画 X。）

main.c

	局部或全局？	强或弱？
fib		
main		

fib.c

	局部或全局？	强或弱？
ring		
fib		
plus		

2．（3 分） 假设文件 bignat.c 被编译为一个静态库 bignat.a，对于如下的 gcc 调用，会得到什么样的结果（请选择）？

（A） 编译和链接都正确

（B） 链接失败（原因是包含未定义的引用）

（C） 链接失败（原因是包含重复定义）

命令	结果（A，B 或 C）
gcc -o fib main.c fib.c bignat.a	
gcc -o fib bignat.a main.c fib.c	
gcc -o fib fib.c main.c bignat.a	

3．（2 分）如果在文件 fib.c 中，程序员在声明变量 ring 时，不小心把它写成了：

```
static int ring[3][N];
```

会不会影响这些文件的编译、链接和运行结果？为什么？

答案：

1．（5 分）对于每个程序中的相应符号，给出它的属性（局部或全局，强符号或弱符号）（提示：如果某表项中的内容无法确定，请画 X。）

main.c

	局部或全局？	强或弱？
fib	全局	弱
main	全局	强

fib.c

	局部或全局？	强或弱？
ring	局部	X
fib	全局	强
plus	全局	弱

2．（3 分） 假设文件 bignat.c 被编译为一个静态库 bignat.a，对于如下的 gcc 调用，会得到什么样的结果（请选择）？

（A） 编译和链接都正确

（B） 链接失败（原因是包含未定义的引用）

（C） 链接失败（原因是包含重复定义）

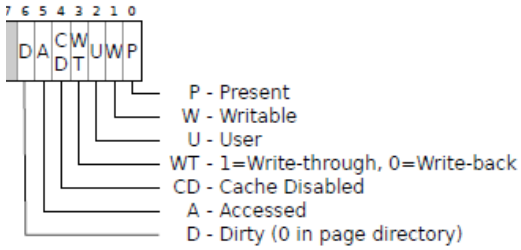
命令	结果（A，B 或 C）
gcc -o fib main.c fib.c bignat.a	A
gcc -o fib bignat.a main.c fib.c	B
gcc -o fib fib.c main.c bignat.a	A

3．对编译、链接和执行结果都没有影响。因为 signed 和 unsigned 之间的转换不会改变整数的表示形式，因此函数调用会正常进行。

得分

第五题（10 分）虚拟存储

Intel 的 IA32 体系结构采用小端法和二级页表。其中两级页表的大小相同，页大小为 4KB。一级页表和二级页表的表项结构相同，其中页表项后六位的含义如下。



已知一级页表的地址为 0x0c23b000，物理内存中的部分内容如下图所示。

地址	内容	地址	内容	地址	内容	地址	内容
00023000	E0	00023001	BE	00023002	EF	00023003	BE
00023120	83	00023121	C8	00023122	FD	00023123	12
00023200	23	00023201	FD	00023202	BC	00023203	DE
00023320	33	00023321	29	00023322	E5	00023323	D2
00023FF8	29	00023FF9	FF	00023FFA	DE	00023FFB	BC
00055004	03	00055005	D0	00055006	74	00055007	89
0005545C	97	0005545D	C2	0005545E	7B	0005545F	45
00055460	97	00055461	D2	00055462	7B	00055463	45
00055464	97	00055465	E2	00055466	7B	00055467	45
0C23B020	55	0C23B021	EB	0C23B022	AE	0C23B023	24
0C23B040	55	0C23B041	AB	0C23B042	2A	0C23B043	01
0C23B080	05	0C23B081	5D	0C23B082	05	0C23B083	00
0C23B09D	05	0C23B09E	D3	0C23B09F	F2	0C23B0A0	0F
0C23B274	05	0C23B275	3D	0C23B276	02	0C23B277	00
0C23B9FC	25	0C23B9FD	D2	0C23B9FE	14	0C23B9FF	23
2314D200	23	2314D201	12	2314D202	DC	2314D203	0F
2314D220	A9	2314D221	45	2314D222	13	2314D223	D2
2314D4A0	BD	2314D4A1	BC	2314D4A2	88	2314D4A3	D3
2314D890	00	2314D891	2D	2314D892	B3	2314D893	00

24AEE001	07	24AEE002	A0	24AEE003	37	24AEE004	C2
24AEE520	D1	24AEE521	DA	24AEE522	8C	24AEE523	B5
29DE2504	02	29DE2505	AD	29DE2506	FF	29DE2507	56
29DE4400	D0	29DE4401	5C	29DE4402	B4	29DE4403	2A
29DE9402	00	29DE9403	20	29DE9404	73	29DE9405	D4
29DEE500	B0	29DEE501	CD	29DEE502	23	29DEE503	1A

TLB 采用直接映射，TLB 的内容如下所示。

索引	TLB 标记	内容	有效位
0	0x08001	2314d220	1
1	0x01000	24aee520	0
2	0x005AE	00055004	0
3	0x016BA	0c23b09d	1
4	0x0AA00	0005545c	1
5	0x0000A	29dee500	0
6	0x5AE82	00023320	1
7	0x28DFC	00023000	1

1．（2 分）某用户态进程试图写入虚拟地址：0x080016ba。该访问的最后结果是_____。

(a) 该进程成功写入，未触发异常

(b) 该进程触发了一个缺页异常

(c) 该进程触发了一个非法访问异常

2.下面描述了具体的访问过程，请填空。如果某个空在访问过程中已不可用，请填入“--”

2.1 TLB 的索引为_____，访问为_____ (a) 命中 (b) 不命中（2 分）

2.2 一级页表表项地址为_____。（2 分）

2.3 二级页表表项地址为_____。（2 分）

2.4 最后物理地址为_____。（2 分）

答案：

1. (c)；

2.1: 1, (b)；

2.2 0x0C23B080

2.3 0x00055004（或“--”）

2.4 8974D6BA（或“--”）

说明：联合考察虚存、高速缓存（通过 TLB 考察）、大端法和小端法的知识。

得分

第六题（10 分）ECF

1.（5 分）以下程序运行时系统调用全部正确执行，buffer.txt 文件的内容为 pekinguniv。请给出代码运行后打印输出的结果，并给出程序运行结束后 buffer.txt 文件的内容。

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>

int main() {
    char c;
    int file1 = open("buffer.txt", O_RDWR);
    int file2;

    read(file1, &c, 1);
    file2 = dup(file1);
    write(file2, &c, 1);
    printf("1 = %c\n", c);

    int pid = fork() ;
    if (pid == 0) {
        read(file1, &c, 1);
        write(file2, &c, 1);
        printf("2 = %c\n", c);
        read(file1, &c, 1);
        printf("3 = %c\n", c);
        close(file1);
        exit(0);
    } else {
        waitpid(pid, NULL, 0);
        close(file2);
        dup2(file1, file2);
        read(file2, &c, 1);
        write(file2, &c, 1);
        printf("4 = %c\n", c);
    }
    return 0;
}
```

答案：

1 = p

2 = k

3 = n

4 = g

buffer.txt 文件内容为 ppkknggniv

2.(5 分)某程序员实现了一个课程实验用的操作系统 ICSNIX,其系统函数 sleep 用以下代码实现。请分析该代码存在哪些问题。

```
1 #include    <signal.h>
2 #include    <unistd.h>
3 static void sig_alrm(int signo)
4 {
5    /* nothing to do, just return to wake up the pause */
6 }
7
8 unsigned int sleep(unsigned int seconds)
9 {
10    if (signal(SIGALRM, sig_alrm) == SIG_ERR)
11       return(seconds);
12
13    alarm(seconds); /* start the timer */
14    pause(); /* next caught signal wakes us up */
15    return(alarm(0)); /* turn off timer, return unslept time */
16}
```

答案：（三个问题若只回答了 1 个或 2 个则每个 2 分，全部回答了得 5 分）

问题 1）由于操作系统调度的原因，alarm 信号触发时，pause 可能还未执行，导致 sleep 调用永不会返回。

问题 2）如果应用程序在调用 sleep 之前已经调用了 alarm，则 sleep 中的 alarm 调用会取消之前设置的 alarm 闹钟。（若用户调用 alarm(5)；sleep(10)；则第 5 秒 sleep 就应该唤醒；若用户调用 alarm(20)；sleep(10)；则 sleep 在 10 秒返回后，再过 10 秒应继续产生一个 SIGALRM 信号。）

问题 3）sleep 的 signal 调用改变了整个程序的 SIGALRM 信号处理方式。因此 sleep 应该保留 signal 的返回值（旧的 SIGALRM 信号处理程序），并在返回前恢复该值。

得分

第七题（10 分）系统 I/O

（用作试卷题目时，请把红字和红色箭头全部删去）

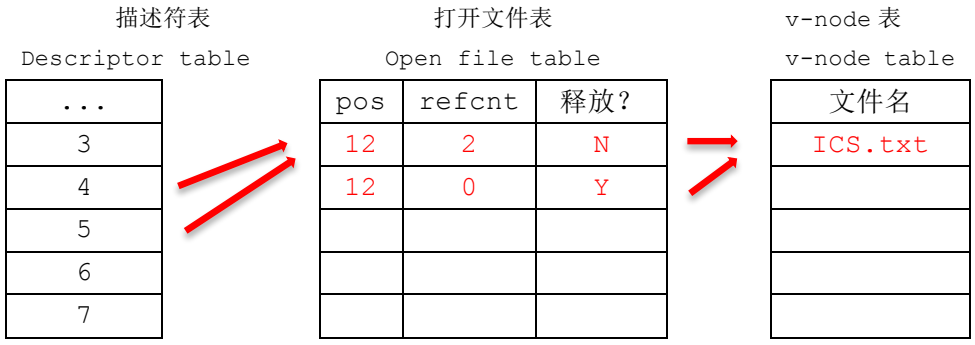
请阅读下面的代码：

```
 1:  int main(int argc, char** argv) {
 2:      int    fd1    =    open("ICS.txt",    O_CREAT|O_RDWR,
 3:  S_IRUSR|S_IWUSR);
 4:      write(fd1, "abc", 3);
 5:
 6:      int fd2 = fd1;
 7:      int fd3 = dup(fd2);
 8:      int fd4 = open("ICS.txt", O_APPEND|O_RDWR);
 9:      write(fd2, "defghi", 6);
10:      write(fd4, "xyz", 3);
11:
12:      int fd5 = fd4;
13:      dup2(fd3, fd5);
14:      write(fd4, "pqr", 3);
15:
16:      close(fd1);
17:
18:      return 0;
19:  }
```

1.请填写在第 16 行代码刚刚执行完之后，下面的打开文件表和 v-node 表中表项的部分值，并画出表项之间的指向关系。（6 分）

初始时，ICS.txt 文件不存在。程序执行时，所有的系统调用均会成功，所有表项均会从上到下依次分配，描述符表一开始被占用掉前 3 个表项。对于已经释放的打开文件表表项，请填写释放前那一刻的值和指向的 v-node 表表项。

对于多余的表项，请直接忽略。



说明：考查三层表结构的基本概念，以及 Unix I/O 的基本用法。因为第 8 章出题会融合第 10 章内容，所以没涉及到第 8 章内容。
错一空或者多/少填一空，扣 1 分。多画/少画一个箭头扣 1 分。扣完为止。

2.请填写在第 16 行代码刚刚执行完之后，下列变量的值（2 分）

fd1	fd2	fd3	fd4	fd5
3	3	4	5	5

说明：错 1 空扣 1 分，扣完为止。

3.请写出程序执行完之后，ICS.txt 文件中的内容（2 分）
abcdefghipqr
说明：写成 abcxyzghipqr 给 1 分，出现此错误是因为不熟悉 O_APPEND 用法。

得分

第八题（10 分）网络

1.（1 分）以下问题默认为 IPv4 协议。一个服务器拥有四个独立的固定 IP 地址，那么它在 web 应用端口 80，理论上可以最多再监听_____个来自一个客户端独立的 socket 连接（客户端只有一个固定 IP 地址）。

答案： $4*2^{16} - 4$

服务器端	**客户端**	**结果**
4 个独立固定 IP	**一个 32 位固定 IP** **任意 16 位 port number**	**（$4*2^{16} - 4$），因为 80 端口本身已用于监听端口** **或者** **（$4*2^{16} - 4$*well-known 端口数）**

2.（2 分）在 client-server 模型中，一个连接（connection）可以由 IP 地址，端口号的组合来表示。假设客户端 IP 地址为 162.105.192.178，内网 IP 为 192.168.100.121。HTTP 服务器端 IP 地址为 208.216.181.15。

服务器使用的是默认监听端口号。

指出下面这个网页浏览器应用的 Connection socket pair 有什么错误，并简要说明原因？

客户端 IP：端口号	服务器端 IP：端口号
192.168.100.121:15321	208.216.181.15:25

答案：
192.168.100.121不对，原因：不能用内网IP；
25应该是80，原因：网页浏览器应用的默认监听端口是80端口。

3.(4 分)在 Echo Server 程序中，客户端（Client）与服务器端（Server）通过 socket 进行一系列的命令和数据交互。

注意：客户端 Connect 命令包含在其 Open_clientfd 命令中。

请在下图中用单向箭头标出这些交互步骤。例如，当 Client 给 Server 端发送某个命令或者数据时，则需要在 Client 端相应代码行，朝向 Server 端相应代码行画一条单向箭头。

Echo client code

```
int main(int argc, char **argv){
   int clientfd, port;
      char *host, buf[MAXLINE];
      rio_t rio;
      host = argv[1];
      port = atoi(argv[2]);


      clientfd = Open_clientfd(host, port);

      Rio_readinitb(&rio, clientfd);

      printf("type:");
      fflush(stdout);

      while(Fgets(buf,MAXLINE,stdin)!= NULL) {

      Rio_writen(clientfd, buf, strlen(buf));

      Rio_readlineb(&rio, buf, MAXLINE);
            printf("echo:");
            Fputs(buf, stdout);
            printf("type:"); fflush(stdout);
        }



      Close(clientfd);
      exit(0);
   }
```

Echo Server code

```
int main(int argc, char **argv) {
    int listenfd, connfd, port, clientlen;
    struct sockaddr_in clientaddr;
    struct hostent *hp;
    char *haddrp;
    unsigned short client_port;
    port = atoi(argv[1]);

    listenfd = open_listenfd(port);
    while (1) {
      clientlen = sizeof(clientaddr);

      connfd=Accept(listenfd, (SA*)&clientaddr, &clientlen);

      hp=Gethostbyaddr((const char*)&clientaddr.sin_addr.s_addr,
         sizeof(clientaddr.sin_addr.s_addr), AF_INET);

      haddrp = inet_ntoa(clientaddr.sin_addr);

      client_port = ntohs(clientaddr.sin_port);
      printf("server connected");

      size_t n; char buf[MAXLINE];  rio_t rio;

      Rio_readinitb(&rio, connfd);

      while((n=Rio_readlineb(&rio,buf, MAXLINE)) != 0) {
        upper_case(buf);

        Rio_writen(connfd, buf, n);
       }

      Close(connfd);
    }
}
```

答案：

clientfd = Open_clientfd(host, port); --------→
connfd=Accept(listenfd, (SA*)&clientaddr, &clientlen);

Rio_writen(clientfd, buf, strlen(buf)); --------→
while((n=Rio_readlineb(&rio,buf, MAXLINE)) != 0)

Rio_readlineb(&rio, buf, MAXLINE); ←----------
Rio_writen(connfd, buf, n);

Close(clientfd); ----------→ Close(connfd);

4.关于 Tiny Server 程序，请回答下列问题。

a.（1 分）下面这段服务器代码用来生成内容的文件是哪个参数？

b.（1 分）所生成的内容是静态还是动态？请简述原因。

c.（1 分）如果支持多个客户端请求，下面程序需要添加一个什么功能？

```
/* Return first part of HTTP response */
    sprintf(buf, "HTTP/1.0 200 OK\r\n");
    Rio_writen(fd, buf, strlen(buf));
    sprintf(buf, "Server: Tiny Web Server\r\n");
    Rio_writen(fd, buf, strlen(buf));

    /* Real server would set all CGI vars here */
    setenv("QUERY_STRING", cgiargs, 1);
    Dup2(fd, STDOUT_FILENO); /*Redirect stdout to socket and
client */
    Execve(filename, emptylist, environ);/* Run CGI prog  */
```

答案

a. filename

b. 动态，因为调用了 exec 函数启动新的程序（execve 执行文件），而非静态 file name

c. 可以通过多进程、多线程或 IO 多路复用进行更改

得分

第九题（10 分）并发

桌子上有一个水果盘，能容纳一个水果。一家四口人：爸爸、妈妈、儿子、女儿。爸爸专门往盘子里放苹果，妈妈专门往盘子里放桔子；儿子专等盘子里的苹果吃，女儿专等盘子里的桔子吃。

```
dad() {
   while(1) {
      准备好一个苹果;
          ①
      往果盘中放苹果;
          ②
   }
}

mom() {
   while(1) {
      准备好一个桔子;
          ③
      往果盘中放桔子;
          ④
   }
}

boy() {
   while(1) {
          ⑤
      从果盘中拿走苹果;
          ⑥
      吃苹果;
   }
}

girl() {
   while(1) {
          ⑦
      从果盘中拿走桔子;
          ⑧
      吃桔子;
   }
}
```

1．(2 分)请设计若干信号量，给出每一个信号量的作用和初值。

参考答案（答对两条给 2 分）：

plate：互斥信号量，标识能否往果盘中放入水果，其初值为 1。

apple：信号量，标识果盘中是否有苹果，其初值为 0。

orange：信号量，标识果盘中是否有桔子，其初值为 0。

2．(8 分)请将信号量上对应的 PV 操作填写在代码中适当位置。

参考答案：

①P(plate);

②V(apple);

③P(plate);

④V(orange);

⑤P(apple);

⑥V(plate);

⑦P(orange);

⑧V(Plate);