

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：2017 年 1 月 2 日 小班教师：_____

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。

得分

第一题 单项选择题（每小题 1 分，共 20 分）

注：选择题的回答填写在下表中。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
回答										
题号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
回答										

1. C 语言中的 int 和 unsigned 类型的常数进行比较时，下列表达式及描述正确的是：(注：位宽为 32 位， $T_{\text{MIN}}=-2,147,483,648$ ， $T_{\text{MAX}}=2,147,483,647$)
- A. $0 == 0U$ ，按有符号数进行比较
 - B. $2147483647U > -2147483647-1$ ，按无符号数进行比较
 - C. $(\text{unsigned})-1 < -2$ ，按无符号数进行比较
 - D. $2147483647 > (\text{int})2147483648U$ ，按有符号数进行比较

答案：D

A- 按无符号数进行比较

B- <

C- >

2. 现有一个二进制浮点的表示规则，其中 E 为指数部分，3 比特，且 bias 为 3；M 为小数部分，5 比特，采用二进制补码表示形式，且取值 ($\frac{1}{2} \leq |M| < 1$)；s 是浮点的符号位；该形式包含一个值为 1 的隐藏位。

s	E	M
---	---	---

如果用该形式表示 $+5_{10}$ ，s、E 和 M 分别是：

- A. 0, 100, 01100
- B. 0, 101, 00100
- C. 0, 110, 11010
- D. 0, 111, 10101

答案：D

实际上 5 可以表示为 $4+1$ ， $8-3$ ， $16-11$ ，分别对应 B，C，D 但是前两种都不满足 ($\frac{1}{2} \leq |M| < 1$)，因此只能选 D，A 是迷惑选项。

3. 缓冲区溢出会带来程序风险，下列避免方法中错误的是：

- A. 在栈中存放特殊字段用于检测是否发生缓冲区溢出
- B. 避免使用有风险的库函数，如 gets 等
- C. 随机设置栈的偏移地址
- D. 分配尽可能大的缓冲区数组

答案：D

分配大缓冲区无法从根本上解决溢出问题，输入足够长数据就仍然可以实现攻击。

4. 现有四级指令流水线，分别完成取指、取数、运算、传送结果 4 步操作。若完成上述操作的时间依次为 9ns、10ns、6ns、8ns，则流水线的操作周期应设计为 _____ ns。

- A. 6 B. 8 C. 9 D. 10

答案：D（考察对流水线运行原理的理解）

5. 对于下面这段程序，哪个描述是正确的： _____

```
void upper(char *s)
{
    for(int i=0; i<strlen(s); i++)
        if(s[i]>='a' && s[i]<='z')
            s[i] += ('A'-'a');
}
```

- A. 假设 s 的长度为 N，该程序的时间复杂度为 $O(N\log N)$
- B. 将“for(int i=0; i<strlen(s); i++){ }”修改为：“int len = strlen(s); for(int i=0; i<len; i++){ }”可以使程序运行时间与 s 的长度线性相关
- C. B 选项中的修改策略不影响程序的空间局部性与时间局部性
- D. B 选项中的修改策略仅影响程序的空间局部性，不影响时间局部性

答案：B（考察程序性能优化与程序局部性原理）

6. 某机器内存为 8 位地址，cache 设计参数为 $E=2, t=2, s=2, b=4$ ，cache 块大小为 16 字节。cache 为空的初始状态下，数据访问的地址序列为 0→4→34→162→128→192→2（以字节为单位），请问一共发生多少次 cache 命中？

答：（ ）

- A. 0 B. 1 C. 2 D. 3

答案：B

00 00 0000 miss

```

00 00 0100 hit
00 10 0010 miss
10 10 0010 miss
10 00 0000 miss
11 00 0000 miss
01 00 0000 miss
00 00 0010 miss

```

7. C 源文件 f1.c 和 f2.c 的代码分别如下所示，编译链接生成可执行文件后执行，输出结果为 ()
- A. 100 B. 200
C. 201 D. 链接错误

<pre>// f1.c #include <stdio.h> static int var = 100; int main(void) { extern int var ; extern void f() ; f() ; printf("%d\n", var) ; return 0; }</pre>	<pre>//f2.c int var = 200; void f() { var++; }</pre>
---	---

答案: A(f1.c 中的 `extern int var`, 会搜索 f1.c 之前定义过的全局变量, 因为之前已经已经有了 var 的定义, 所以 printf 会打印该 var 的值 100)

8. C 源文件 m1.c 和 m2.c 的代码分别如下所示，编译链接生成可执行文件后执行，结果最可能为 ()

```
$ gcc -o a.out m2.c m1.c ; ./a.out
```

```
0x1083020
```

- A. 0x1083018, 0x108301c B. 0x1083028, 0x1083024
C. 0x1083024, 0x1083028 D. 0x108301c, 0x1083018

<pre>// m1.c #include <stdio.h> int a1 ; int a2 = 2 ; extern int a4 ; void hello() { printf("%p ", &a1); }</pre>	<pre>//m2.c int a4 = 10 ; int main() { extern void hello() ; hello() ; return 0 ; }</pre>
--	---

<pre>printf("%p ", &a2); printf("%p\n", &a4); }</pre>	
---	--

答案: D (a2 和 a4 在 .data 中, a1 在 .bss 中, 按照布局, .data 地址比 .bss 要小, 又由于 m2.c 的编译先于 m1.c, 故选 D 不选 A)

9. 对于以下一段代码, 可能的输出为:

```
int count = 0;
int pid = fork();
if (pid == 0){
    printf("count = %d\n", --count);
}
else{
    printf("count = %d\n", ++count);
}
printf("count = %d\n", ++count);
```

A. 1 2 -1 0 B. 0 0 -1 1
C. 1 -1 0 0 D. 0 -1 1 2

答案: A (printf 从后向前处理, 注意 fork 出的子进程与父进程执行顺序不确定)

10. 下列哪一事件不会导致信号被发送到进程?

- A. 新连接到达监听端口
- B. 进程访问非法地址
- C. 除零
- D. 上述情况都不对

答案: A (考察对各种情况的理解)

11. 在 C 语言中实现 Mark-and-Sweep 算法时, 可以基于以下哪个假设: (宿主主机为 32 位机器)

- A. 所有指针指向一个块的起始地址
- B. 所有指针数据都是 4 字节对齐
- C. 只需要扫描数据类型为指针的堆中的数据空间
- D. 只需要扫描所有长度为 4 字节的堆中的数据空间

答案: B

12. 在 Core i7 中, 以下哪个页表项属于 4 级页表项, 不属于 1 级页表项:

- A. G 位 (Global Bit)
- B. D 位 (Dirty Bit)
- C. XD 位 (Disable or enable instruction fetch)
- D. U/S 位 (User or supervisor mode access permission)

答案: B

13. 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. $TLBT + TLBI = VPN$

答案: B ($VPN = TLBT + TLBI$)

14. 考虑以下代码, 假设 result.txt 中的初始内容为 “666666”

```
char *str1 = "6666";
char *str2 = "2333";
char *str3 = "hhhh";
int fd1, fd2, fd3, i;

fd1 = open("result.txt", O_RDWR);
fd2 = open("result.txt", O_RDWR);
dup2(fd1, fd2);

for (i = 0; i < 5; ++i) {
    fd3 = open("result.txt", O_RDWR);
    write(fd1, str1, 4);
    write(fd2, str2, 4);
    write(fd3, str3, 4);
    close(fd3);
}

close(fd1); close(fd2);
```

假设所有系统调用均成功, 则这段代码执行结束后, result.txt 的内容中有 () 个 “6”

- A. 6
- B. 16
- C. 20
- D. 22

答案: B (考察文件读写位置的理解)

15. 关于 IO 操作，以下说法中正确的是（）

- A. 由于 RIO 包的健壮性，所以 RIO 中的函数都可以交叉调用
- B. 成功调用 open 函数后，返回一个不小于 3 的文件描述符
- C. 调用 Unix I/O 开销较大，标准 I/O 库使用缓冲区来加快 I/O 的速度
- D. 和描述符表一样，每个进程拥有独立的打开文件表

答案：C （RIO 中带缓冲的函数不应与无缓冲的函数交叉调用，A 错误。若标准输入、标准输出或标准错误被关闭，则会返回一个小于 3 的文件描述符，B 错误。打开文件表是所有进程共享的，D 错误）

16. 关于 IP，以下说法正确的是：

- A. IP 协议提供了可信赖的主机与主机之间的数据包传输能力
- B. IP 地址的长度固定为 32 位
- C. 一个域名可以映射到多个 IP，但一个 IP 不能被多个域名映射
- D. 一个域名可以不映射到任何 IP

答案：D

A 错误，不可信赖；B 错误，如 IPv6 地址就是 128 位的；C 错误，存在多个域名映射到一个 IP 的情况

17. 关于以下说法，以下说法正确的是：

- A. HTTP 协议规定服务器端使用 80 端口提供服务
- B. 使用 TCP 来实现数据传输一定是可靠的
- C. Internet 上的两台的主机要通信必须先建立端到端连接
- D. 在 Linux 中只能通过 Socket 接口进行网络编程

答案：B

A 错误，80 是默认端口而非必须；C 错误，IP 协议本身不基于连接，传输层中的 UDP 协议便不基于连接；D 错误，可以通过网卡驱动接口直接收发数据。

18. 假设有一个 HTTPS（基于 HTTP 的一种安全的应用层协议）客户端程序想要通过一个 URL 连接一个电子商务网络服务器获取一个文件，并且这个服务器 URL 的 IP 地址是已知的，以下哪种协议是一定不需要的？

- A. HTTP
- B. TCP
- C. DNS
- D. SSL/TLS

答案：C

DNS 的作用是返回 URL 对应的 IP 地址，因为已知，所以不需要。其他协议都是必须的，因为 HTTPS 是基于 HTTP，SSL 以及 TCP 一种协议。

19. 下列关于“基于进程的并发服务器”的叙述中，哪一个是错误的？

- A. 父子进程共享文件表
- B. 父子进程共享文件描述符
- C. 父子进程不共享用户地址空间
- D. 进程控制和进程间通信开销大

答案：B（考核对基于进程的并发服务器优缺点的理解）

20. 请阅读如下代码：

```
sem_t s;

int main()
{
    int i;
    pthread_t tids[3];
    sem_init(&s, 0, 1);
    for (i=0; i <3; i++) {
        pthread_create(&tids[i], NULL, justdoit, NULL);
    }
    for (i=0; i <3; i++) {
        pthread_join(&tids[i], NULL);
    }
    return 0;
}

int j=0;

void *justdoit(void *arg)
{
    P(&s);
    j = j + 1;
    V(&s);
    printf("%d\n", j);
}
```

下列哪一个输出结果是不可能的？

- A. (1, 3, 2)
- B. (2, 3, 2)
- C. (3, 3, 2)
- D. (2, 1, 2)

答案：D（本题考查对多线程、信号量使用的掌握）

得分

第二题（12 分）

下面程序是一个完整 C 函数 myfunction 经编译器优化后生成的 32 位汇编语言代码：

```
myfunction:
    pushl    %ecx
    movl 0x10(%esp), %ecx
    movl 8(%esp), %edx
    pushl %ebx
    movl 0x18(%esp), %ebx
    pushl %esi
    movl 0x14(%esp), %esi
    pushl %ebp
    xorl %eax, %eax
    pushl %edi
    jmp .L2
    leal (%esp), %esp
.L2:
    movl 8(%esi), %edi
    imull 4(%edx,%eax,8), %edi
    movl (%esi), %ebp
    imull (%edx,%eax,8), %ebp
    addl %ebp, %edi
    movl %edi, (%ecx)
    movl 0xc(%esi), %edi
    imull 4(%edx,%eax,8), %edi
    movl 4(%esi), %ebp
    imull (%edx,%eax,8), %ebp
    addl %ebp, %edi
    movl (%ecx), %ebp
    addl %edi, %ebp
    addl %ebp, %ebx
    movl %edi, 4(%ecx)
    incl %eax
    addl $8, %ecx
    cmpl $2, %eax
    jl .L2
    popl %edi
    popl %ebp
    popl %esi
    movl %ebx, %eax
    popl %ebx
    popl %ecx
```

```
ret
```

提示：32 位汇编使用栈来传递所有参数，参数压栈顺序为从右至左。

1. 请根据上述汇编代码，根据提示，补全 myfunction 的代码。注意，每行一条语句；不能定义新的变量。

```
int myfunction(int a[], int b[], int c[], int d) {  
    int i;  
    for (i = 0; i < _____; i++) {  
  
        _____ = _____;  
  
        _____ = _____;  
  
        _____ = _____;  
    }  
    return _____;  
}
```

2. 请给出以下程序的输出结果。

```
int main( )  
{  
    int a[5] = {1, 2, 3, 4, 5};  
    int b[5] = {9, 8, 5, 6, 4};  
    int c[5] = {7, 9, 8, 10, 11};  
    int d = 5;  
    int ret = myfunction(a, b, c, d);  
    printf("%d\n", ret);  
    return 0;  
}
```

答案：

1. for (i = 0; i < 2; i++) { // (1 分)

//下面第一二个等式左边都对得 1 分，第三个等式左边写对得 1 分

c[2*i] = b[0] * a[2*i] + b[2] * a[2*i+1]; // (等式右边乘加乘序列得 1 分，等式右边写对 2*i 和 2*i+1 得 1 分)

c[2*i+1] = b[1] * a[2*i] + b[3] * a[2*i+1]; // (等式右边乘加乘序列得 1 分，等式右边写对 2*i 和 2*i+1 得 1 分)

d = d + c[2*i] + c[2*i+1]; // (等式右边两个加号得 1 分，等式右边写对 2*i 和 2*i+1 得 1 分)

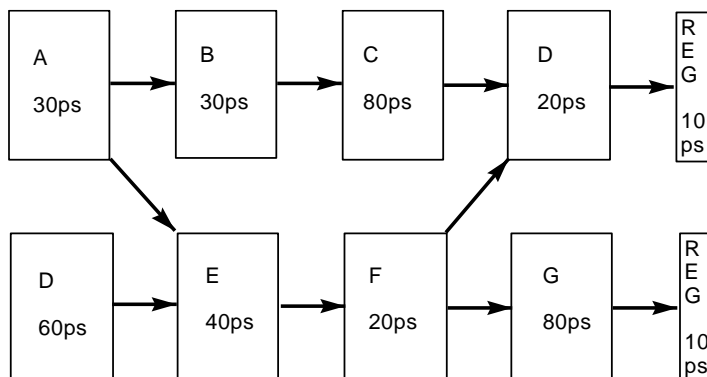
return d; // (1 分)

2. 139 (2 分)

得分

第三题（12 分）

如图所示，每个模块表示一个单独的组合逻辑单元，每个单元的延迟以及数据依赖关系已在图中标出。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 10ps。



1) 如果改造为一个二级流水线，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 BC 间以及 EF（4 分，不完整酌情扣 1~2 分）

$1000 / (80 + 20 + 10) = 1000 / 110 = 9.09 \text{ GIPS}$ （正确结果 1 分，单位 1 分）。

2) 如果改造为一个三级流水线，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 AE、FD、BC、CD、DE 和 FG 间（4 分，不完整酌情扣 1~2 分）

$1000 / (80 + 10) = 1000 / 90 = 11.11 \text{ GIPS}$ （正确结果 1 分，单位 1 分）。

得分

第四题 (10 分)

在 x86_64 环境下, 考虑如下 4 个文件 (main.c, value.c, f1.c, f2.c):

```
/* main.c */
#include <stdio.h>

extern void f_void_void();
extern int f_int_void();
void *f;

int main()
{
    int a = 1, b, c;

    f = (void *)f_void_void;

    ((void (*)(int))f)(a);
    b = ((int (*)(void))f)();
    printf("b = %d\n", b);

    f = (void *)f_int_void;

    ((void (*)(void))f)(a);
    c = ((int (*)(int))f)(a);
    printf("c = %d\n", c);

    return 0;
}

/* value.c */
int BIG;

/* f1.c */
#include <stdio.h>

extern int BIG;
int small = 1;

void f_void_void() {
    small += 1;
    BIG += 1;
    printf("small = %d, BIG = %d\n", small, BIG);
}
```

```

/* f2.c */
#include <stdio.h>

extern int BIG;
static int small;

int f_int_void() {
    small += 1;
    BIG += 1;
    printf("small = %d, BIG = %d\n", small, BIG);
    return small + 1;
}

```

使用命令

```
gcc -o main main.c f1.c f2.c value.c
```

编译这四个文件。

使用

```
./main
```

运行编译好的程序。

1. 对于程序中的相应符号，请给出它的属性（局部或全局，强符号或弱符号），不确定的请画 x。

源文件	符号名	局部或全局?	强符号或弱符号?
main.c	f		
value.c	BIG		
f1.c	small		
f2.c	small		

2. 请补全程序运行的输出，不确定的请画 x。

```

small = _____, BIG = _____
small = _____, BIG = _____
b = _____
small = _____, BIG = _____
small = _____, BIG = _____
c = _____

```

!!!! 答案

1. (4 分) 对于程序中的相应符号, 请给出它的属性 (局部或全局, 强符号或弱符号), 不确定的请填 x。

源文件	符号名	局部或全局?	强符号或弱符号?
main.c	f	全局	弱符号
value.c	BIG	全局	弱符号
f1.c	small	全局	强符号
f2.c	small	局部	x

评分标准: 每空 0.5 分

2. (6 分) 请补全程序运行的输出, 不确定的请填 x。

```
small = 2, BIG = 1
small = 3, BIG = 2
b = x
small = 1, BIG = 3
small = 2, BIG = 4
c = 3
```

评分标准: small 和 BIG 的值每空 0.5 分【取整, 错 1-2 个扣 1 分, 错 3-4 个扣 2 分, 以此类推】, b 和 c 的值每空 1 分
b 值无法确定, 是因为传入参数无法确定。

!!!! 答案结束

得分

第五题（10 分）

Part I

请阅读以下程序，然后回答问题。假设程序中的函数调用都可以正确执行，并默认 printf 执行完会调用 fflush。

```
int main() {
    int cnt=1;
    int pid_1,pid_2;
    pid_1=fork();
    if(pid_1==0) {
        pid_2=fork();
        if(pid_2!=0) {
            wait(pid_2,NULL,0);
            printf("B");
        }
        printf("F");
        exit(0);
    }
    else {
            A    
            B    
        wait(pid_1,NULL,0);
        pid_2=fork();
        if(pid_2==0) {
            printf("D");
            cnt-=1;
        }
        if(cnt==0)
            printf("E");
        else
            printf("G");
        exit(0);
    }
}
```

(1) 如果程序中的 A、B 位置的代码为空，列出所有可能的输出结果：

(1 分) 3 个，全对才得分

FBFGDE

FBFDGE

FBFDEG

(2) 如果程序中的 A、B 位置的代码为：

A: printf("C");

B: exit(0);

列出所有可能的输出结果:

(2分) 4个, 对1~3个给1分, 全对给2分

CFBF

FCBF

FBCF

FBFC

Part II

请阅读以下程序, 然后回答问题(假设程序中的函数调用都可以正确执行, 且每条语句都是原子动作):

```
pid_t pid;
int even = 0;
int counter1 = 0;
int counter2 = 1;
void handler1(int sig) {
    if (even % 2 == 0) {
        printf("%d\n", counter1);
        counter1 = ____ A ____ ;
    } else {
        printf("%d\n", counter2);
        counter2 = ____ B ____ ;
    }
    even = even + ____ C ____ ;
}
void handler2(int sig) {
    if (____ D ____ ) {
        counter1 = even*even;
    } else {
        counter2 = even*even;
    }
}
int main() {
    signal(SIGUSR1, handler1);
    signal(SIGUSR2, handler2);
    if ((pid = fork()) == 0) {
        while (1) {}
    }
    while (even < 30) {
        kill(pid, ____ E ____ );
        sleep(1);
    }
}
```



```

        kill(pid, ____ F ____);
        sleep(1);
        even = even+____ G ____ ;
    }
    kill(pid, SIGKILL);
    exit(0);
}

```

(1) 完成程序，使得程序在输出的数字为以下 Q 队列的前 30 项，Q 队列定义如下：

$$Q_0 = 0, Q_1 = 1, Q_{n+2} = \begin{cases} Q_n + 1, & n\%2 = 0 \\ Q_n \times 2, & n\%2 \neq 0 \end{cases} \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

(若某个位置中的程序内容，对本次程序执行结果没有影响，请在相应位置填写“无关”)

(7 分) 7 个，对 1 个给 1 分

A: _____	<u>counter1+1</u>
B: _____	<u>counter2*2</u>
C: _____	<u>1</u>
D: _____	<u>无关</u>
E: _____	<u>SIGUSR1</u>
F: _____	<u>SIGUSR1</u>
G: _____	<u>2</u>

得分

第六题（12 分）

程序 i16.c 如下：

```
#include <stdio.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <ctype.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <sys/mman.h>
#include <sys/wait.h>
#include "csapp.h"

int main(int argc, char **argv)
{
    int fd1, fd2;
    char *cs;
    struct stat stat;
    int sz, i;

    fd1 = Open(argv[1], O_RDWR, S_IRUSR | S_IWUSR);
    Fstat(fd1, &stat);
    sz = stat.st_size;
    fd2 = Open(argv[2], O_RDWR | O_TRUNC | O_CREAT, \
                S_IRUSR | S_IWUSR);

    cs = (char *)Mmap(NULL, sz, PROT_READ | PROT_WRITE, \
                      _____, fd1, 0);
    if (Fork()) {
        Wait(&i);
        Write(fd2, cs, sz);
    } else {
        for (i = 0; i < sz; i++) {
            if (islower(cs[i]))
                cs[i] = (char) toupper(cs[i]);
            else if (isupper(cs[i]))
                cs[i] = (char) tolower(cs[i]);
        }
        _____;
    }
    Munmap(cs, sz);
    Close(fd1);
    Close(fd2);
}
```

}

1、假定 t1 内容为 ICSEXam，根据 X/Y 处的内容，判断执行 ./i16 t1 t2 之后的结果：（均为单选题）

1.1、X 为 MAP_PRIVATE，Y 为空时，结果为（ ）

- A. t1 为 ICSEXam，t2 为 ICSEXam
- B. t1 为 ICSEXam，t2 为 icsEXAM
- C. t1 为 icsEXAM，t2 为 icsEXAM
- D. t1 为 icsEXAM，t2 为 ICSEXam

1.2、X 为 MAP_SHARED 时，Y 为空时，结果为（ ）

- A. t1 为 ICSEXam，t2 为 ICSEXam
- B. t1 为 ICSEXam，t2 为 icsEXAM
- C. t1 为 icsEXAM，t2 为 icsEXAM
- D. t1 为 icsEXAM，t2 为 ICSEXam

1.3、X 处的内容为 MAP_PRIVATE，Y 为 Write(fd2, cs, sz) 时，t2 的结果为（ ）

- A. t2 为 ICSEXam
- B. t2 为 icsEXAM
- C. t2 为 icsEXAMICSEXam
- D. t2 为 icsEXAMicsEXAM

1.4、X 处的内容为 MAP_SHARED，Y 为 Write(fd2, cs, sz) 时，t2 的结果为（ ）

- A. t2 为 ICSEXam
- B. t2 为 icsEXAM
- C. t2 为 icsEXAMICSEXam
- D. t2 为 icsEXAMicsEXAM

答案：

1.1: A

1.2: C

1.3: C

1.4: D

2、X 为 MAP_SHARED，当子进程运行到 Y 处时，内存映射的内容如下：（只保留了 /proc/pid/maps 中的三部分内容：分别为 address/perms/pathname）

```
00400000-00405000 r-xp      /home/tao/i16/i16
00604000-00605000 r--p      /home/tao/i16/i16
00605000-00606000  A        /home/tao/i16/i16
7f5df1e61000-7f5df2020000 r-xp  /lib/x86_64-linux-gnu/libc-2.23.so
7f5df2020000-7f5df2220000 ---p  /lib/x86_64-linux-gnu/libc-2.23.so
7f5df2220000-7f5df2224000 r--p  /lib/x86_64-linux-gnu/libc-2.23.so
7f5df2224000-7f5df2226000 rw-p  /lib/x86_64-linux-gnu/libc-2.23.so
7f5df2226000-7f5df222a000 rw-p
7f5df222a000-7f5df2250000 r-xp  /lib/x86_64-linux-gnu/ B
7f5df243f000-7f5df2442000 rw-p
7f5df244c000-7f5df244d000 rw-s  C
7f5df244d000-7f5df244f000 rw-p
7f5df244f000-7f5df2450000 r--p  /lib/x86_64-linux-gnu/ B
7f5df2450000-7f5df2451000 rw-p  /lib/x86_64-linux-gnu/ B
7f5df2451000-7f5df2452000 rw-p
7ffd4e35f000-7ffd4e380000 rw-p  [ D ]
7ffd4e3b0000-7ffd4e3b2000 r--p  [vvar]
7ffd4e3b2000-7ffd4e3b4000 r-xp  [vdso]
fffffffffff600000-fffffffffff601000 r-xp  [vsyscall]
```

根据程序执行情况，填充空白处：

A: _____
B: _____
C: _____
D: _____

答案：

A: rw-p
B: ld-2.23.so 或 ld.so
C: /home/tao/i16/t1 或 t1
D: stack

3、X 为 MAP_SHARED，当子进程运行到 Y 处时：（均为单选题）

3.1、关于页表的描述，正确的是：（ ）

- A. 由于 i16 本身的代码和数据只占用了低 32 位空间，所以这部分空间只需使用 2 级页表
- B. 所有虚拟地址空间都是 48 位地址空间，都需要使用完整的 4 级页表
- C. 当页表项无效时（P 位为 0），MMU 不会使用到其它位的内容
- D. 除读写权限外，需要在页表项中为 COW 机制提供专门的支持

3.2、如果子进程在 Y 处访问 7f5df2224 这一页，可能发生以下异常：（ ）

- A. Page Fault 或 General Protection Fault
- B. General Protection Fault 或 Segmentation Fault
- C. Page Fault 或 Segmentation Fault
- D. Page Fault 或 General Protection Fault 或 Segmentation Fault

3.3、假设 TLB 有 64 个表项，4 路组相联，当访问 7f5df2224 这一页时，所对应的 TLBT 应为：（ ）

- A. 0111 1111 0101 1101 1111 0010 0010 0010
- B. 0111 1111 0101 1101 1111 0010 0010 0010 01
- C. 1111 0101 1101 1111 0010 0010 0010 0100
- D. 11 1111 0101 1101 1111 0010 0010 0010 0100

3.4、当发生 TLB 命中时，则意味着：（ ）

- A. 相应的页表项，在 L1 Cache 里
- B. 要访问的数据内容，在 L1 Cache 里
- C. 如果要访问的数据内容已在 L1 Cache 中，则该 Cache Line 的权限位中应具有相应的读写执行权限
- D. 以上都不对

答案：

3.1: C

3.2: B（执行代码，会引发 SEGV；COW 会引发 GPF）

3.3: A

3.4: D（Cache Line 没有读写权限位）

得分

第七题（12 分）

下面是一个基于进程的并发 echo server 的主要代码(省略了与本题无关的部分)，每段代码都注释了相应的功能，请补充空缺的代码（可能是 0 行或多行）。请确保任何由你打开的文件描述符都被显式地关闭。

```
int open_listenfd(char *port) {
    struct addrinfo hints, *listp, *p;
    int listenfd, optval = 1;

    /* Get a list of potential server addresses */
    memset(&hints, 0, sizeof(struct addrinfo));
    hints.ai_socktype = SOCK_STREAM;
    hints.ai_flags = AI_PASSIVE | AI_ADDRCONFIG;
    hints.ai_flags |= AI_NUMERICSERV;
    Getaddrinfo(NULL, port, &hints, &listp);

    /* Walk the list for one that we can bind to */
    for (p = listp; p; p = p->ai_next) {
        /* Create a socket descriptor. If failed, try the next */
        if ((listenfd = socket(p->ai_family,
                               p->ai_socktype, p->ai_protocol)) < 0)
            (1)

        /* Eliminates error from bind */
        Setsockopt(listenfd, SOL_SOCKET, SO_REUSEADDR,
                   (const void *)&optval, sizeof(int));
        /* Bind the descriptor to the address */
        if (bind(listenfd, p->ai_addr, p->ai_addrlen) == 0)
            (2) else /* Success, use the current one */
            (3) /* Bind failed, try the next */
        }
        (4)
    if (!p) return -1; /* No address worked */

    /* Make it a listening socket*/
    if (listen(listenfd, LISTENQ) < 0) {
        (5)
        return -1;
    }
    return listenfd;
}
```

```

void echo(int fd); /* service a client via fd */
void handler(int sig) {
    while (waitpid(-1, 0, WNOHANG) > 0);
    return;
}
int main(int argc, char **argv) {
    int listenfd, connfd;
    socklen_t clientlen;
    struct sockaddr_storage clientaddr;

    Signal((10), handler);
    listenfd = Open_listenfd(argv[1]);
    while (1) {
        clientlen = sizeof(struct sockaddr_storage)
        (6) = Accept((7), (SA *)&clientaddr, &clientlen);
        if (Fork() == 0) {
            /* Child services client and close fd */
            (8)
            exit(0); /* Child exits */
        }
        (9)
    }
}

```

(第(9)空 3 分，其余每空 1 分；共 12 分)

答案:

- (1) continue;
- (2) break;
- (3) Close(listenfd);
- (4) Freeaddrinfo(listp);
- (5) Close(listenfd);
- (6) connfd
- (7) listenfd
- (8) Close(listenfd); echo(connfd); Close(connfd);
- (9) Close(connfd);
- (10) SIGCHLD

得分

第八题（12 分）

1. 请阅读下列代码 badcnt.c:

```
/* Global shared variable */
volatile long cnt = 0; /* Counter */
int main(int argc, char **argv)
{
    long niters;
    pthread_t tid1, tid2;
    niters = atoi(argv[1]);
    Pthread_create(&tid1, NULL, thread, &niters);
    Pthread_create(&tid2, NULL, thread, &niters);
    Pthread_join(tid1, NULL);
    Pthread_join(tid2, NULL);
    /* Check result */
    if (cnt != (2 * niters))
        printf("BOOM! cnt=%ld\n", cnt);
    else
        printf("OK cnt=%ld\n", cnt);
    exit(0);
}

/* Thread routine */
void *thread(void *vargp)
{
    long i, niters = *((long *)vargp);

    for (i = 0; i < niters; i++)
        cnt++;

    return NULL;
}
```

运行后可能产生如下结果:

```
linux> ./badcnt 10000
OK cnt=20000
```

或者:

```
linux> ./badcnt 10000
BOOM! cnt=13051
linux>
```

为什么会产生不同的结果？请分析产生不同结果的原因。

2. 某辆公交车的司机和售票员为保证乘客的安全，需要密切配合、协调工作。司机和售票员的工作流程如下所示。请编写程序，用 P、V 操作来实现司机与售票员之间的同步。

司机进程：

售票员进程：

```
while(1) {  
    ①  
    启动车辆；  
    ②  
    正常行驶；  
    ③  
    到站停车；  
    ④  
}  
  
while(1) {  
    ⑤  
    关门；  
    ⑥  
    报站名或维持秩序；  
    ⑦  
    到站开门；  
    ⑧  
}
```

(1) 请设计若干信号量，给出每一个信号量的作用和初值。

(2) 请将信号量对应的 PV 操作填写在代码中适当位置。
注：每一标号处可以不填入语句（请标记成 x），或填入一条或多条语句。

标号	对应的操作
①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	
⑦	
⑧	

答案：

1. (4 分)

cnt++ 在汇编里会被分成加载、更新、写回三个步骤 (2 分)。线程 1 把 cnt 读入寄存器, 寄存器加 1, 在未写回时, 若线程 2 把 cnt 读入自己的寄存器, 寄存器加 1, 最终两个线程都是把 cnt+1 写入 cnt, 这就造成了错误。(2 分)

2. (8 分)

(1) 设置两个信号量 s1=0、s2=1 (2 分)。s1 用于司机进程是否能启动车辆 (1 分), s2 用于售票员进程是否能开门 (1 分)。

(2) ① P(s1)

② X

③ X

④ V(s2)

⑤ X

⑥ V(s1)

⑦ P(s2)

⑧ X

评分: 每空 0.5 分, 共 4 分。