

主管
领导
审核
签字

哈尔滨工业大学 2018 学年 秋 季学期

计算机系统（A）试题

题号	一	二	三	四	五	六	总分
得分							
阅卷人							

片纸鉴心 诚信不败

授
课
教
师

密

姓
名

封

学
号

院
系

一、单项选择题（每小题 1 分，共 20 分）

1（ B ） 2（ C ） 3（ A ） 4（ A ） 5（ B ）

6（ C ） 7（ D ） 8（ B ） 9（ A/D ） 10（ A ）

11（ C ） 12（ B ） 13（ B ） 14（ A/D ） 15（ C ）

16（ B ） 17（ C ） 18（ D ） 19（ B ） 20（ A/B/C ）

二、填空题（每空 1 分，共 10 分）

21 `n&0x40/0x80 (== 0x40/0x80)` 22 24

23 `FE FF FF FF` 24 `gcc -S hello.c (-o hello.s)`

25 `text 或 代码` 26 `gcc p.o libx.a liby.a libx.a`

27 寄存器 `或 Register` 28 很大

29 `SIGCHLD` 30 `kill`

三、判断对错（每小题 1 分，共 10 分，正确打√、错误打×）

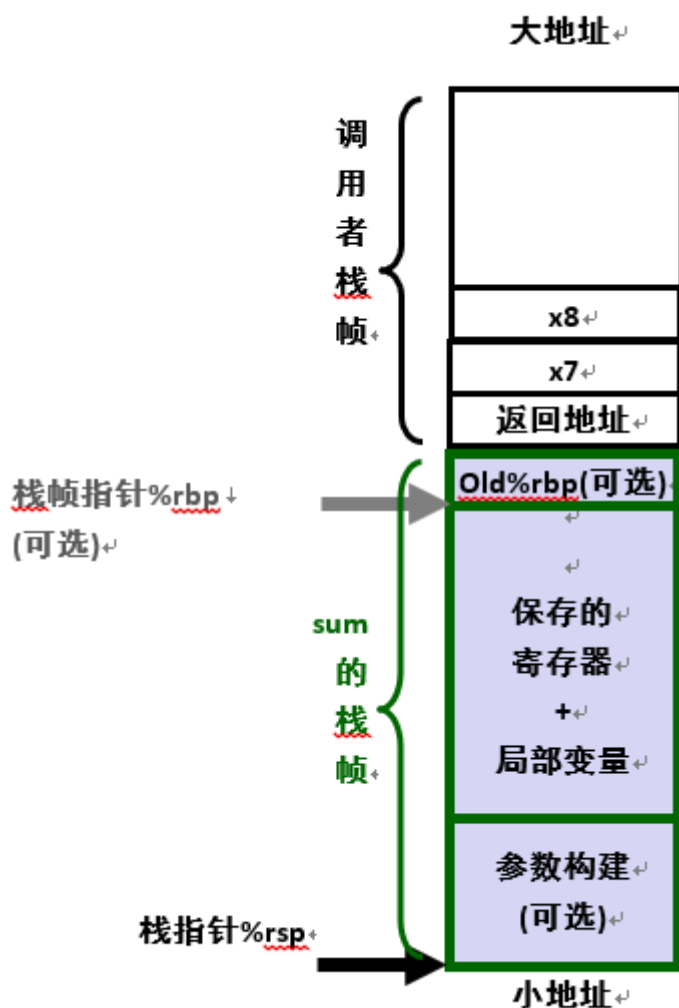
31（ × ） 32（ × ） 33（ √ ） 34（ √ ） 35（ × ）

36（ √ ） 37（ × ） 38（ √ ） 39（ √ ） 40（ √ ）

四、简答题（每小题 5 分，共 20 分）

41 题（每点 1 分，图 2 分，满分 5 分）

- 整型参数 x1~x6 分别用%rdi, %rsi, %rdx, %rcx, %r8, %r9 传递
或：整型参数 x1~x6 分别用%edi, %esi, %edx, %ecx, %r8d, %r9d 传递
- 参数 x7 x8 用栈传递；
- 返回值用%rax（%eax）传递
- call 指令将返回地址入栈、并将控制转移到被调用函数
- ret 指令将返回地址出栈、修改 RIP 的数值，将控制转移到调用者程序。



42 题（每个采分点 1 分，满分 5 分）

攻击原理（3 个采分点）：向程序输入缓冲区写入特定的数据，例如在 gets 读入字符串时，使位于栈中的缓冲区数据溢出，用特定的内容覆盖栈中的内容，例如函数返回地址等，使得程序在读入字符串，结束函数 gets 从栈中读取返回地址时，错误地返回到特定的位置，执行特定的代码，达到攻击的目的。

防范方法(2 个采分点,有 2 个就算对):

1. 代码中避免溢出漏洞：例如使用限制字符串长度的库函数。
2. 随机栈偏移：程序启动后，在栈中分配随机数量的空间，将移动整个程序使用的栈空间地址。
3. 限制可执行代码的区域
4. 进行栈破坏检查——金丝雀

43 题（每个采分点 1 分，满分 5 分）

(0)Linux 系统中，Shell 是一个交互型应用级程序，代表用户运行其他程序(是命令解释器，以用户态方式运行的终端进程)。

其基本功能是解释并运行用户的指令，重复如下处理过程：

- (1)终端进程读取用户由键盘输入的命令。
- (2)分析命令行字符串，获取命令行参数，并构造传递给 `execve` 的 `argv` 向量
- (3)检查第一个(首个、第 0 个)命令行参数是否是一个内置的 shell 命令
- (3)如果不是内部命令，调用 `fork()` 创建新进程/子进程
- (4)在子进程中，用步骤 2 获取的参数，调用 `execve()` 执行指定程序。
- (5)如果用户没要求后台运行(命令末尾没有 `&` 号) 否则 shell 使用 `waitpid` (或 `wait...`) 等待作业终止后返回。
- (6)如果用户要求后台运行(如果命令末尾有 `&` 号)，则 shell 返回；

44 题

说明浮点数表示原理：以 `float` 为例，1 符号、8 位的阶码、23 位的尾数三部分，可以表示浮点规格化数、非规格化数、无穷大、NaN 等浮点数据（3 分）。

相等的判别描述合理即可（1-2 分）：由于浮点数的 `ieee754` 编码表示存在着精度、舍入、溢出、类型不匹配等问题，两个浮点数不能够直接比较大小，应计算两个浮点数的差的绝对值，当绝对值小于某个可以接受的数值（精度）时认为相等。如：

```
1 #define DBL_EPSILON      2.2204460492503131E-16
2 #define FLT_EPSILON      1.19209290E-07F
3 #define LDBL_EPSILON     1.084202172485504E-19
```

授课教师

姓名

学号

院系

五、系统分析题（20 分）

45 题

- ①入栈指令，将 `rbp` 入栈
- ②传送指令，将栈顶指针 `rsp` 的值传送给 `rbp`
- ③传送指令，向 `%rbp-4` 的内存位置传送数值 0（局部变量 `i` 赋初值 0）
- ④比较指令：`%rbp-4` 的内存数值（局部变量 `i` 的值）与 3 进行比较（`i<4` 吗）
- ⑤条件跳转指令，小于等于则跳转（跳转到 4004f4 处）（`i<4` 则循环）

46 题

- ①: ae ff ff ff（反向也算正确）
- ②: 05 0b 20 00
- ③: ff 0a 20 00
- ④: e4 05 40 00
- ⑤: 9a fe ff ff

47 题

源操作数是内存操作数类型 或 整型

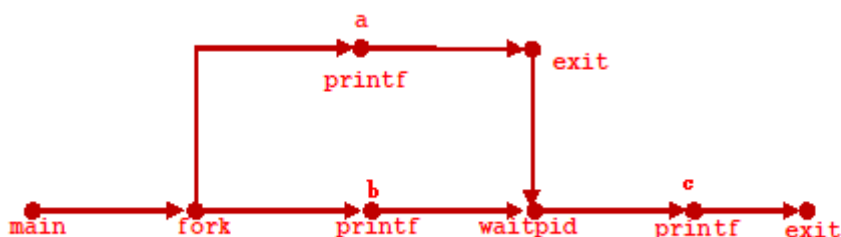
有效地址是：`0x601030 + %rax*4` 或 `0x601030 + %rax<<2`

对应 C 语言源程序中的 `a[i]`

`rax` 对应 C 语言源程序中的 `i`（`eax` 开始是有符号数 `i` 的值，`cltq` 将 `eax` 扩展成 8 字节值 `rax`）

`int` 类型每个元素 4 个字节，因此比例因子为 4.

48 题:48.1 进程图（3 分）



48.2 可能的输出数列（2 分）:

"abc"（1 分）

或 "bac"（1 分）

六、综合设计题（共 20 分）

49 题：

(1) 取指：

 $\text{icode:ifun} \leftarrow \text{M1}[\text{PC}]$ $\text{rA:rB} \leftarrow \text{M1}[\text{PC}+1]$ $\text{valC} \leftarrow \text{M8}[\text{PC}+2]$ $\text{valP} \leftarrow \text{PC}+10$ (2) 译码： $\text{valB} \leftarrow \text{R}[\text{rB}]$ (3) 执行： $\text{valE} \leftarrow \text{valB} + \text{valC}$

(4) 访存： 无操作（空着就行）

(5) 写回： $\text{R}[\text{rB}] \leftarrow \text{valE}$ (6) 更： 新 PC $\text{PC} \leftarrow \text{valP}$

50 题

面向 CPU 的优化方式：指令级并行，可以用循环展开

面向 Cache 的优化：主要采用矩阵分块的代码优化方式

优化的说明合理可行

授课教师

姓名

学号

院系

密

封

线

一、单项选择题（每小题 1 分，共 20 分）

1. C 语言程序中的整数常量、整数常量表达式是在（ ）阶段变成 2 进制补码的。
(A) 预处理 (B) 编译 (C) 连接 (D) 执行
2. C 语言程序如下，叙述正确的是（ ）

```
#include <stdio.h>
#define DELTA sizeof(int)
int main(){
    int i;
    for (i = 40; i - DELTA >= 0; i -= DELTA)
        printf("%d ",i);
}
```

A. 程序有编译错误
B. 程序输出 10 个数：40 36 32 28 24 20 16 12 8 4 0
C. 程序死循环，不停地输出数值
D. 以上都不对
3. 下数值列叙述正确的是（ ）
A. 一条 mov 指令不可以使用两个内存操作数
B. 在一条指令执行期间，CPU 不会两次访问内存
C. CPU 不总是执行 CS::RIP 所指向的指令，例如遇到 call、ret 指令时
D. X86-64 指令"mov\$1,%eax"不会改变%rax 的高 32 位
4. 条件跳转指令 JE 是依据（ ）做是否跳转的判断
A. ZF B. OF C. SF D. CF
5. 以下关于程序中链接“符号”的陈述，错误的是（ ）
A. 赋初值的非静态全局变量是全局强符号
B. 赋初值的静态全局变量是全局强符号
C. 未赋初值的非静态全局变量是全局弱符号
D. 未赋初值的静态全局变量是本地符号
6. 在 Y86-64 CPU 中有 15 个从 0 开始编码的通用寄存器，在对指令进行编码时，对于仅使用一个寄存器的指令，简单有效的处理方法是（ ）
A. 用特定的指令类型代码
B. 用特定的指令功能码
C. 用特定编码 0xFF 表示操作数不是寄存器
D. 无法实现
7. 采用缓存系统的原因是（ ）
A. 高速存储部件造价高 B. 程序往往有比较好的空间局部性
C. 程序往往有比较好的时间局部性 D. 以上都对
8. 关于动态库的描述错误的是（ ）
A. 可在加载时链接，即当可执行文件首次加载和运行时进行动态链接。
B. 更新动态库，即便接口不变，也需要将使用该库的程序重新编译。
C. 可在运行时链接，即在程序开始运行后通过程序指令进行动态链接。
D. 即便有多个正在运行的程序使用同一动态库，系统也仅在内存中载入一份动态库。
9. 内核为每个进程保存上下文用于进程的调度，不属于进程上下文的是（ ）
A. 全局变量值 B. 寄存器 C. 虚拟内存一级页表指针 D. 文件表
10. 不属于同步异常的是（ ）

授课教师

姓名

学号

院系

A.中断 B.陷阱 C.故障 D.终止

11. 异步信号安全的函数要么是可重入的（如只访问局部变量）要么不能被信号处理程序中断，包括 I/O 函数（ ）

A. printf B. sprintf C. write D. malloc

12. 虚拟内存页面不可能处于（ ）状态

A. 未分配、未载入物理内存 B. 未分配但已经载入物理内存
C. 已分配、未载入物理内存 D. 已分配、已经载入物理内存

13. 下面叙述错误的是（ ）

A. 虚拟页面的起始地址%页面大小恒为 0；
B. 虚拟页面的起始地址%页面大小不一定是 0；
C. 虚拟页面大小必须和物理页面大小相同；
D. 虚拟页面和物理页面大小是可设定的系统参数；

14. 虚拟内存发生缺页时，正确的叙述是（ ）触发的

A. 缺页异常处理完成后，重新执行引发缺页的指令
B. 缺页异常处理完成后，不需要重新执行引发缺页的指令
C. 缺页异常都会导致程序退出
D. 中断由 MMU 触发

15. 进程从用户模式进入内核模式的方法不包括（ ）

A. 中断 B. 陷阱 C. 复位 D. 故障

16. 程序语句"execve("a.out",NULL,NULL);"在当前进程中加载并运行可执行文件 a.out 时,错误的叙述是（ ）

A. 为代码、数据、bss 和栈创建新的、私有的、写时复制的区域结构
B. bss 区域是请求二进制零的，映射到匿名文件，初始长度为 0；
C. 堆区域也是请求二进制零的，映射到匿名文件，初始长度为 0；
D. 栈区域也是请求二进制零的，映射到匿名文件，初始长度为 0；

17. 若将标准输出重定向到文本文件 file.txt，错误的是（ ）

A. 需要先打开重定位的目标文件"file.txt"
B. 设"file.tx"t 对应的 fd 为 4,内核调用 dup2(1,4)函数实现描述符表项的复制
C. 复制"file.txt"的打开文件表项、并修正 fd 为 1 的描述符
D. 修改"file.txt"的打开文件表项的引用计数

18. 关于局部变量，正确的叙述是（ ）

A. 普通（auto）局部变量也是一种编程操作的数据，存放在数据段
B. 非静态局部变量在链接时是本地符号
C. 静态局部变量是全局符号
D. 编译器可将 rsp 减取一个数为局部变量分配空间

19. 关于异常处理后返回的叙述，错误的叙述是（ ）

A. 中断处理结束后，会返回到下一条指令执行
B. 故障处理结束后，会返回到下一条指令执行
C. 陷阱处理结束后，会返回到下一条指令执行
D. 终止异常，不会返回

20. UNIX I/O 的 read、write 函数无法读/写指定字节的数据量，称为“不足值”问题，叙述正确的是（ ）

A. 读磁盘文件时遇到 EOF，会出现“不足值”问题
B. 写磁盘文件也会出现“不足值”问题
C. 读磁盘文件不会有这个问题
D. 以上均不对

二、填空题（每空 1 分，共 10 分）

21. 判断整型变量 n 的位 7 为 1 的 C 语言表达式是_____。
22. C 语言程序定义了结构体 `struct noname{char c; int n; short k; char *p;};` 若该程序编译成 64 位可执行程序，则 `sizeof(noname)` 的值是_____。
23. 整型变量 $x=-2$, 其在内存从低到高依次存放的数是_____ (16 进制表示)
24. 将 `hello.c` 编译生成汇编语言的命令行_____。
25. 程序运行时，指令中的立即操作数存放的内存段是：_____段。
26. 若 `p.o->libx.a->liby.a` 且 `liby.a->libx.a->p.o` 则最小链接命令行_____。
27. 在计算机的存储体系中，速度最快的是_____。
28. Cache 命中率分别是 97% 和 99% 时，访存速度差别_____ (很大/很小?)。
29. 子程序运行结束会向父进程发送_____信号。
30. 向指定进程发送信号的 linux 命令是_____。

三、判断对错（每小题 1 分，共 10 分，正确打√、错误打×）

31. () C 语言程序中，有符号数强制转换成无符号数时，其二进制表示将会做相应调整。
32. () 在 Y86-64 的顺序结构实现中，寄存器文件写时是作为组合逻辑器件看待。
33. () 链接时，若有一个强符号和多个弱符号同名，则对弱符号的引用均将被解析成强符号。
34. () 异常处理程序运行在内核模式下，对所有的系统资源都有完全的访问权限。
35. () C 语言中数值从 `int` 转换成 `double` 后，数值虽然不会溢出，但有可能是不精确的。
36. () 子进程即便运行结束，父进程也应该使用 `wait` 或 `waitpid` 对其进行回收。
37. () 在动态内存分配中，内部碎片不会降低内存利用率。
38. () 如果系统中程序的工作集大小超过物理内存大小，虚拟内存系统会产生抖动：页面不断地换进换出，导致系统性能暴跌。
39. () 虚拟内存系统能有效工作的前提是软件系统具有“局部性”。
40. () 相比标准 I/O，Unix I/O 函数是异步信号安全的，可以在信号处理程序中安全地使用。

四、简答题（每小题 5 分，共 20 分）

41. 从汇编的角度阐述：函数 `int sum(int x1,int x2,int x3,int x4,int x5,int x6,int x7,int x8)`，调用和返回的过程中，参数、返回值、控制是如何传递的？并画出 `sum` 函数的栈帧（X86-64 形式）。
42. 简述缓冲区溢出攻击的原理以及防范方法。

43. 简述 shell 的主要原理与过程。

44. 请结合 ieee754 编码, 说明怎样判断两个浮点数是否相等?

五、系统分析题 (20 分)

两个 C 语言程序 main.c、test.c 如下所示:

<pre>/* main.c */ #include <stdio.h> int a[4]={-1,-2,2, 3}; extern int val; int sum(); int main(int argc, char * argv[]) { val=sum(); printf("sum=%d\n",val); }</pre>	<pre>/* test.c */ extern int a[]; int val=0; int sum() { int i; for (i=0; i<4; i++) val += a[i]; return val; }</pre>
--	---

用如下两条指令编译、链接, 生成可执行程序 test:

```
gcc -m64 -no-pie -fno-PIC -c test.c main.c
```

```
gcc -m64 -no-pie -fno-PIC -o test test.o main.o
```

运行指令 `objdump -dxs main.o` 输出的部分内容如下:

Contents of section .data:

```
0000 ffffffff feffffff 02000000 03000000 .....
```

Contents of section .rodata:

```
0000 73756d3d 25640a00          sum=%d..
```

...

Disassembly of section .text:

0000000000000000 <main>:

```

0: 55          push    %rbp
1: 48 89 e5    mov     %rsp,%rbp
4: 48 83 ec 10 sub     $0x10,%rsp
8: 89 7d fc    mov     %edi,-0x4(%rbp)
b: 48 89 75 f0 mov     %rsi,-0x10(%rbp)
f: b8 00 00 00 mov     $0x0,%eax
14: e8 00 00 00 callq   19 <main+0x19>
    15: R_X86_64_PC32 sum-0x4
19: 89 05 00 00 00 mov     %eax,0x0(%rip) # 1f <main+0x1f>
    1b: R_X86_64_PC32 val-0x4
1f: 8b 05 00 00 00 mov     0x0(%rip),%eax # 25 <main+0x25>
    21: R_X86_64_PC32 val-0x4
25: 89 c6      mov     %eax,%esi
27: bf 00 00 00 mov     $0x0,%edi
    28: R_X86_64_32 .rodata
2c: b8 00 00 00 mov     $0x0,%eax
31: e8 00 00 00 callq   36 <main+0x36>
    32: R_X86_64_PC32 printf-0x4
36: b8 00 00 00 mov     $0x0,%eax
3b: c9        leaveq  %eax
3c: c3        retq
```

`objdump -dxs test` 输出的部分内容如下 (■是没有显示的隐藏内容):

SYMBOL TABLE:

```
0000000000400400 l d .text 0000000000000000 .text
```

授课教师

姓名

学号

院系

00000000004005e0 l	d	.rodata	0000000000000000	.rodata
0000000000601020 l	d	.data	0000000000000000	.data
0000000000601040 l	d	.bss	0000000000000000	.bss
0000000000000000	F	*UND*	0000000000000000	printf@@GLIBC_2.2.5
0000000000601044 g	O	.bss	0000000000000004	val
0000000000601030 g	O	.data	0000000000000010	a
00000000004004e7 g	F	.text	0000000000000039	sum
0000000000400400 g	F	.text	000000000000002b	_start
0000000000400520 g	F	.text	000000000000003d	main

Contents of section .rodata:

4005e0 01000200 73756d3d 25640a00sum=%d..

...

Contents of section .data:

601020 00000000 00000000 00000000 00000000

601030 ffffffff feffffff 02000000 03000000

...

00000000004003f0 <printf@plt>:

4003f0: ff 25 22 0c 20 00 jmpq *0x200c22(%rip) # 601018 <printf@GLIBC_2.2.5>

4003f6: 68 00 00 00 00 pushq \$0x0

4003fb: e9 e0 ff ff jmpq 4003e0 <.plt>

Disassembly of section .text:**0000000000400400 <_start>:**

400400: 31 ed xor %ebp,%ebp

....

00000000004004e7 <sum>:

4004e7: 55 push %rbp #①

4004e8: 48 89 e5 mov %rsp,%rbp #②

4004eb: c7 45 fc 00 00 00 00 movl \$0x0,-0x4(%rbp) #③

4004f2: eb 1e jmp 400512 <sum+0x2b>

4004f4: 8b 45 fc mov -0x4(%rbp),%eax

4004f7: 48 98 cltq

4004f9: 8b 14 85 30 10 60 00 mov 0x601030(,%rax,4),%edx

400500: 8b 05 3e 0b 20 00 mov 0x200b3e(%rip),%eax #601044 <val>

400506: 01 d0 add %edx,%eax

400508: 89 05 36 0b 20 00 mov %eax,0x200b36(%rip) #601044 <val>

40050e: 83 45 fc 01 addl \$0x1,-0x4(%rbp)

400512: 83 7d fc 03 cmpl \$0x3,-0x4(%rbp) #④

400516: 7e dc jle 4004f4 <sum+0xd> #⑤

400518: 8b 05 26 0b 20 00 mov 0x200b26(%rip),%eax # 601044 <val>

40051e: 5d pop %rbp

40051f: c3 retq

0000000000400520 <main>:

400520: 55 push %rbp

400521: 48 89 e5 mov %rsp,%rbp

400524: 48 83 ec 10 sub \$0x10,%rsp

400528: 89 7d fc mov %edi,-0x4(%rbp)

40052b: 48 89 75 f0 mov %rsi,-0x10(%rbp)

40052f: b8 00 00 00 00 mov \$0x0,%eax

400534: e8 (①) callq 4004e7 <sum>

400539: 89 05 (②) mov %eax, ((%rip) #601044 <val>

40053f: 8b 05 (③) mov ((%rip),%eax #601044 <val>

400545: 89 c6 mov %eax,%esi

400547: bf (④) mov (,%edi

```
40054c:  b8 00 00 00 00  mov    $0x0,%eax
400551:  e8 ( ⑤ )  callq  4003f0 <printf@plt>
400556:  b8 00 00 00 00  mov    $0x0,%eax
40055b:  c9          leaveq  %eax
40055c:  c3          retq
40055d:  0f 1f 00    nopl   (%rax)
```

45. 阅读的 `sum` 函数反汇编结果中带下划线的汇编代码（编号①-⑤），解释每行指令的功能和作用（5分）

46. 根据上述信息，链接程序从目标文件 `test.o` 和 `main.o` 生成可执行程序 `test`，对 `main` 函数中空格①--⑤所在语句所引用符号的重定位结果是什么？以 16 进制 4 字节数值填写这些空格，将机器指令补充完整（写出任意 2 个即可）。（5分）

47. 在 `sum` 函数地址 `4004f9` 处的语句 `"mov 0x601030(,%rax,4),%edx"` 中，源操作数是什么类型、有效地址如何计算、对应 C 语言源程序中的什么量(或表达式)？其中，`rax` 数值对应 C 语言源程序中的哪个量(或表达式)？如何解释数字 4？（5分）

48. 一个 C 程序的 `main()` 函数如下：

```
int main ()
{
    if(fork()==0){
        printf("a");    fflush(stdout);
        exit(0);
    }
    else{
        printf("b");    fflush(stdout);
        waitpid(-1,NULL,0);
    }
    printf("c");        fflush(stdout);
    exit(0);
}
```

48.1 请画出该程序的进程图

48.2 该程序运行后，可能的输出数列是什么？

授课教师

姓名

学号

院系

六、综合设计题（共 20 分）

49. 为 Y86-64 CPU 增加一指令 "iaddq V,rB"，将常量数值 V 加到寄存器 rB。参考 irmovq、OPq 指令，请设计 iaddq 指令在各阶段的微操作。(10 分)

指令	irmovq V,rB	OPq rA, rB	iaddq V,rB
取指	$\text{icode:ifun} \leftarrow \text{M1}[\text{PC}]$ $\text{rA:rB} \leftarrow \text{M1}[\text{PC}+1]$ $\text{valC} \leftarrow \text{M8}[\text{PC}+2]$ $\text{valP} \leftarrow \text{PC}+10$	$\text{icode:ifun} \leftarrow \text{M1}[\text{PC}]$ $\text{rA:rB} \leftarrow \text{M1}[\text{PC}+1]$ $\text{valP} \leftarrow \text{PC}+2$	
译码	$\text{valB} \leftarrow 0$	$\text{valA} \leftarrow \text{R}[\text{rA}]$ $\text{valB} \leftarrow \text{R}[\text{rB}]$	
执行	$\text{valE} \leftarrow \text{valB} + \text{valC}$	$\text{valE} \leftarrow \text{valB} \text{ OP } \text{valA}$ Set CC	
访存			
写回	$\text{R}[\text{rB}] \leftarrow \text{valE}$	$\text{R}[\text{rB}] \leftarrow \text{valE}$	
更新 PC	$\text{PC} \leftarrow \text{valP}$	$\text{PC} \leftarrow \text{valP}$	

50. 现代超标量 CPU X86-64 的 Cache 的参数 $s=5$, $E=1$, $b=5$, 若 $M=N=64$, 请优化如下程序, 并说明优化的方法 (至少 CPU 与 Cache 各一种)。

```

void trans(int M, int N, int A[M][N], int B[N][M])
{
    for (int i = 0; i < M; i++)
        for (int j = 0; j < N; j++)
            B[j][i] = A[i][j];
}

```