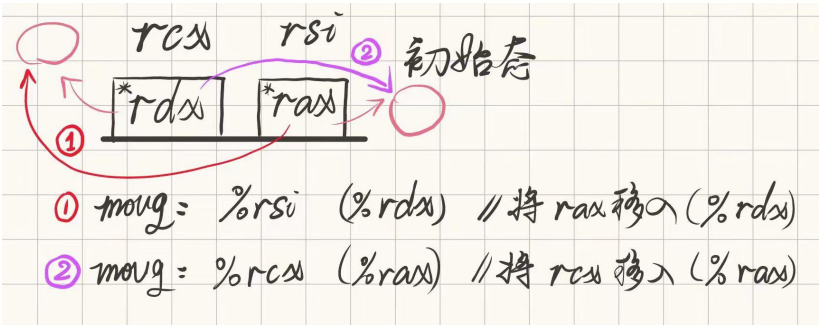
3.65

```
#define M 10
void transpose(long A[M][M]) {
    long i,j;
    for (i = 0; i < M; i++)
        for (j = 0; j < i; j++) {
            long t = A[i][j];
            A[i][j] = A[j][i];
            A[j][i] = t;
        }
}
```

汇编代码：

```
.L6:movq    (%rdx), %rcx    # %rcx 保存 %rdx 指向的值
Movq    (%rax),     %rsi        # %rsi 保存 %rax 指向的值
Movq    %rsi,       (%rdx) # %rdx 指向的值变成 %rsi 保存的值
Movq    %rcx        (%rax)      # %rax 指向的值变成 %rcx 保存的值
Addq     $8,        %rdx        # %rdx 保存的值 += 8
Addq     $120,      %rax        # %rax 保存的值 += 120
Cmpq    %rdi,       %rax        # 比较 %rax 与 %rdi 的大小
Jne             .L6             # 若不相等，重新进入循环
```



A. 哪个寄存器保存着指向数组元素 A[i][j]的指针?

答：% rdx 寄存器，一方面，根据上图的流程分析，我们可以知道最优先被操作的是 %rdx 寄存器，可以看作是 long t = A[i][j] 这一行代码，另外，因为 %rdx 寄存器在循环体内出现了 +8 的操作，这应该是在二重循环中 j++而指向每一行的下一个元素的操作；

B. 哪个寄存器保存着指向数组元素 A[j][i]的指针?

答：%rax 寄存器，根据上面的分析，除了 %rdx 外，在循环中出现类似反馈的仅剩 %rax.

C. M 的值为多少？

答：根据上面的分析，+8 代表指针移动到该行的下一个元素，那么 +120 即为移动到下一行，因为这是一个正方形的矩阵，所以有 8 * M = 120， 解得 M = 15.

3.69

```
typedef struct {
    int first;
    a_struct a[CNT];
    int last;
} b_struct;

void test(long i, b_struct *bp)
{
    int n = bp->first + bp->last;
    a_struct *ap = &bp->a[i];
    ap->x[ap->idx] = n;
}
```

```
    void test(long i, b_struct *bp)
    i in %rdi, bp in %rsi
1   0000000000000000 <test>:
2     0:   8b 8e 20 01 00 00        mov    0x120(%rsi),%ecx
3     6:   03 0e                    add    (%rsi),%ecx
4     8:   48 8d 04 bf              lea    (%rdi,%rdi,4),%rax
5     c:   48 8d 04 c6              lea    (%rsi,%rax,8),%rax
6    10:   48 8b 50 08              mov    0x8(%rax),%rdx
7    14:   48 63 c9                 movslq %ecx,%rcx

8    17:   48 89 4c d0 10           mov    %rcx,0x10(%rax,%rdx,8)
9    1c:   c3                       retq
```

我们先逐行分析这段代码：

```
%ecx = %rsi + 0x120;      # %ecx = bp + 0x120;
%ecx = %ecx + %rsi;       # %ecx = bp + 0x120 + bp;
%rax = 5*%rdi;       →    # %rax = 5*i;
%rax = 8*%rax + %rsi;     # %rax = 40*i + bp;
%rdx = %rax + 8;          # %rdx = 40*i + bp + 8;
%rcx = %ecx;              # %rcx = bp + 0x120 + bp;
```

```
(8 * %rdx + %rax + 16) = %rcx;
# %(240*i + 8 * bp + 64 + 40 * i + bp + 16) = %bp + 0x120 + bp;
```

这题应该考察的是结构体的内存对齐，还有各种指针访问的操作...但是很乱。

Movslq 指令 将 %ecx 传入 %rcx ，应该是用于将 int 数组拓展的

按照前面的分析，&bp -> arr[i] 的计算公式为 40 * i + &bp + 8

那么 int 对齐后占 8 个字节，猜测 int 数组拓展为了 long 数组，a[i]的大小为 40，由于 0x120[H] = 288[D]，(288 - 8) / 40 = 7，CNT 的值应该为 7.

有一部分实在看不懂了，有些连蒙带猜，猜测结构体的声明为

Struct a_struct {

Long item;

Long arr[7];

}

3.70

```
union ele {
    struct {
        long *p;
        long y;
    } e1;
    struct {
        long x;
        union ele *next;
    } e2;
};
```

这个声明说明联合中可以嵌套结构。

下面的函数(省略了一些表达式)对一个链表进行操作，链表是以上述联合作为元素的：

```
1  void proc (union ele *up) {
2      up->_____ = *(_____) - _____;
3  }
```

A. 下列字段的偏移量是多少(以字节为单位)：

e1.p	_____
e1.y	_____
e2.x	_____
e2.next	_____

B. 这个结构总共需要多少个字节？

C. 编译器为 proc 产生下面的汇编代码：

```
    void proc (union ele *up)
    up in %rdi
1   proc:
2     movq    8(%rdi), %rax
3     movq    (%rax), %rdx
4     movq    (%rdx), %rdx
5     subq    8(%rax), %rdx
6     movq    %rdx, (%rdi)
7     ret
```

在这些信息的基础上，填写 proc 代码中缺失的表达式。**提示**：有些联合引用的解释可以有歧义。当你清楚引用指引到哪里的时候，就能够澄清这些歧义。只有一个答案，不需要进行强制类型转换，且不违反任何类型限制。

首先，我们要对联合体 Union 有相关的认识，它的基本性质是所有的成员是共用内存的，底层如此实现的目的是节约内存。

显然，在 Union ele 中定义了两个结构体 e1、e2，它们共用内存，在汇编代码中，每个元素的偏移量取决于它们在联合体中的顺序和大小。

A、下列字段的偏移量是多少（以字节为单位）：

显然，long *p 定义了一个指向 long 类型的指针 p，它作为结构体的第一个元素，它的偏移量为 0，那么在结构体 e2 中定义的 long x 的偏移量也为 0，在 64 位系统上，指针通常是 8 字节，所以在结构体 e1 中的元素 y 的偏移量应该是 8，同理，e2 的元素指向下一个 union ele 的指针 *next 的偏移量也是 8。

B、这个结构总共需要多少字节？

经过上述的分析，由于内存共用，两个结构体成员中最大的字节数即为整个 Union 所需要的字节，联合的大小将等于其最大成员的大小。实际上只需要 16 字节即可（在 union 中定义的结构体 e1 与 e2 中，long 类型的一个元素占 8 字节，一个指针占 8 字节，两者都只占用 16 字节，故最大值为 16）

C、在这些信息的基础上，填写 proc 代码中缺失的表达式。提示:有些联合引用的解释可以有歧义。当你清楚引用指引到哪里的时候，就能够澄清这些歧义。只有一个答案，不需要进行强制类型转换，且不违反任何类型限制。

```
void proc (union ele *up)
// up in %rdi
proc:
    Movq 8(%rdi), %rax      // %rax = (%rdi + 8)
    Movq (%rax), %rdx       // %rdx = (%rax)
    Movq (%rdx), %rdx       // %rdx = (%rdx)
    Subq 8(%rax), %rdx      // %rdx = (%rax + 8)
    Movq %rdx, (%rdi)       // (%rdi) = %rdx
    Ret
```

首先 %rax 存储了【指向的联合体 up 中 e2 的成员 next 指针【指向的联合体的 e2 成员】的【 next 指针】赋值给【 up 指向的联合体 up 的 e2 成员的【 next 指针】

```
void proc(union ele *up) {
    up->e2.next = (up->e2.next) -> e2.next;
    up->e1.y = (up -> e1.y) - (up->e1.p)->y;
    return ;
}
```