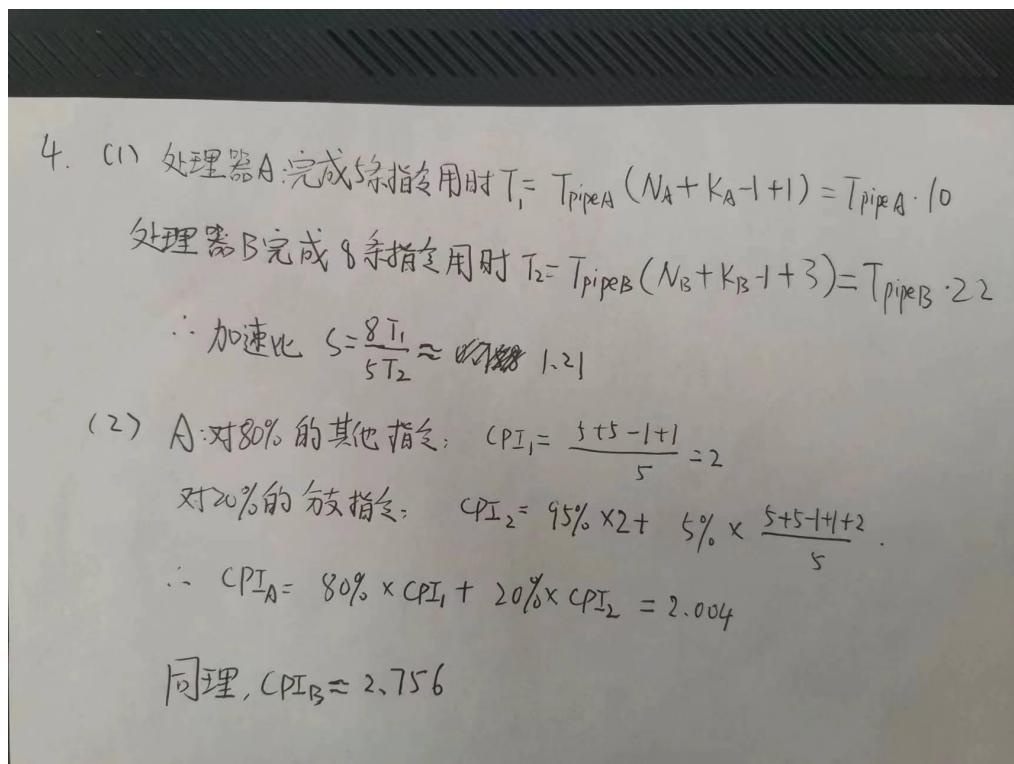


2.

	I1	I2	I3	I4	I5	I6
I1	-					
I2	无	-				
I3	WAW	RAW	-			
I4	无	WAW	WAR	-		
I5	RAW	RAW	RAR	RAW	-	
I6	无	无	无	无	WAW	-

4.



6.(1)

	ld	addi	sd	addi	sub	bnez
ld	-					
addi	RAW	-				
sd	RAW	RAW	-			
addi	WAR	无	RAW	-		
sub	无	无	RAW	RAW	-	
bnez	无	无	无	无	RAW	-

(2)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ld	IF	ID	EX	MEM	WB															
addi	IF	ID	s	s	EX	MEM	WB													
sd		IF	ID	s	s	s	EX	MEM	WB											
addi			IF	ID	s	s	s	s	s	EX	MEM	WB								
sub				IF	ID	s	s	s	s	s	s	s	EX	MEM	WB					
bnez					IF	ID	s	s	s	s	s	s	s	s	s	EX	MEM	WB		

即单个 Loop 循环需要 20 个时钟周期

而整个计算过程需要 25 次循环

所以总共需要 500 个时钟周期。

20 个时钟周期内执行了 6 条命令, 所以 $CPI=3.333$

7. (1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ld	IF	ID	EX	MEM	WB								
addi		IF	ID	s	EX	MEM	WB						
sd			IF	ID	s	EX	MEM	WB					
addi				IF	ID	s	s	EX	MEM	WB			
sub					IF	ID	s	s	EX	MEM	WB		
bnez						IF	ID	s	s	EX	MEM	WB	

此时需要的时钟周期变为 $13 \times 25 = 325$ 个

13 个时钟周期内执行了 6 条指令，所以 CPI=2.167

(2) 最后一条指令除去 MEM 和 WB 过程，所以单次循环的时钟周期变为 12 个，但在第 11 个周期的时候最后一条分支指令的 EX 过程就完成了，在第 12 个周期会开始执行下一个周期，所以前 24 个循环每个循环都需要 11 个周期，最后一个循环需要访存和写回，需要加上这两个周期，最后一个循环需要 13 个周期。

所以总共需要 $11 \times 24 + 13 = 277$ 个时钟周期。

277 个时钟周期内执行了 $6 \times 25 = 150$ 条指令，所以 CPI=1.847

8. (1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ld	IF1	IF2	ID1	ID2	EX1	EX2	MEM1	MEM2	WB1	WB2												
addi		IF1	IF2	ID1	ID2	s	s	s	EX1	EX2	MEM1	MEM2	WB1	WB2								
sd			IF1	IF2	ID1	ID2	s	s	s	EX1	EX2	MEM1	MEM2	WB1	WB2							
addi				IF1	IF2	ID1	ID2	s	s	s	s	s	s	EX1	EX2	MEM	MEM2	WB1	WB2			
sub					IF1	IF2	ID1	ID2	s	s	s	s	s	s	EX1	EX2	MEM1	MEM2	WB1	WB2		
bnez						IF1	IF2	ID1	ID2	s	s	s	s	s	s	s	s	s	EX1	EX2		

总时长为 $20 \times 24 + 24 = 504$ 个时钟周期，期间处理了 $6 \times 25 = 150$ 条指令

CPI=3.36

(2)

6. (2) CPI=3.333

7. (1) CPI=2.167

(2) CPI=1.847

8. (1) CPI=3.36

19. (1)

add	addi	ld	sd	bne	jal	jalr
是	否	否	否	是	否	否

(2)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
lw	IF	ID	EX	MEM	WB							
addw		IF	ID1	ID2	s	EX	MEM	WB				
addiw			IF	ID	s	s	EX	MEM	WB			
addiw				IF	ID	s	s	EX	MEM	WB		
bnez					IF	ID	s	s	EX	MEM	WB	

循环单次迭代需要 12 个时钟周期

(3)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
lw	IF	ID	EX	MEM	WB					
addw		IF	ID	s	EX	MEM	WB			
addiw			IF	ID	s	EX	MEM	WB		
addiw				IF	ID	s	EX	MEM	WB	
bnez					IF	ID	s	EX	MEM	WB

单次迭代需要 10 个周期