

2	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$I_6$
$I_1$	✓ 111	1111	111	1111	111	111
$I_2$		1111	1111	1111	1111	1111
$I_3$	WAW	RAW	1111	1111	1111	1111
$I_4$		WAW	WAR	1111	1111	1111
$I_5$	RAW	RAW	RAW	RAW	1111	1111
$I_6$					RAW	1111

4 1) 解: 对于处理器 A. 其完成指令平均周期数

$$CPI_A = \frac{N+5+\frac{N}{5}}{N} = 1.2 + \frac{1}{N} \rightarrow 1.2 (N \rightarrow \infty)$$

对于处理器 B

$$CPI_B = \frac{N+12+\frac{3}{8}N}{N} = \frac{11}{8} + \frac{1}{N} \rightarrow \frac{11}{8} (N \rightarrow \infty)$$

$$\text{加速比} = \frac{CPI_A \times I_A}{CPI_B \times I_B} = \frac{1.2 \times 1}{\frac{11}{8} \times 0.6} = 1.45$$

2) 解: 令共有  $N$  条指令 对于处理器 A 当  $N \rightarrow \infty$  时

$$CPI_A = \frac{\frac{N}{5} \times \frac{1}{20} \times 2 + N + K - 1 + \frac{N}{5}}{N}$$

$$= \frac{61}{50} + \frac{K-1}{N} = 1.21$$

对于处理器 B

$$CPI_B = \frac{\frac{N}{5} \times \frac{1}{20} \times 5 + N + K - 1 + \frac{3}{8}N}{N} = \frac{53}{40} + \frac{K-1}{N}$$

$$= 1.425$$

6.17解: 对于 Loop:

```

ld    a1, 0(a2)    I1
addi  a1, a1, 1    I2
sd    a1, 0(a2)    I3
addi  a2, a2, 4    I4
sub   a4, a3, a2    I5
bnez  a4, loop     I6

```

I<sub>2</sub>与I<sub>1</sub> RAW冲突 WAW冲突.

I<sub>3</sub>与I<sub>2</sub> RAW冲突 I<sub>3</sub>与I<sub>1</sub> WAR冲突.

I<sub>4</sub>与I<sub>1</sub> WAR冲突 I<sub>4</sub>与I<sub>3</sub> RAW冲突 WAW冲突.

I<sub>5</sub>与I<sub>4</sub> RAW冲突 I<sub>5</sub>与I<sub>2</sub> RAW冲突.

I<sub>6</sub>与I<sub>5</sub> RAW冲突.

2)解.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I <sub>1</sub>	IF	ID	EX	MEM	WB						
I <sub>2</sub>		IF	ID	S	S	EX	MEM	WB			
I <sub>3</sub>			IF	S	S	ID	EX	S	MEM	WB	
I <sub>4</sub>				S	S	IF	ID	S	S	S	EX
I <sub>5</sub>					S	S	IF	S	S	S	ID
I <sub>6</sub>						S	S	S	S	S	IF
	12	13	14	15	16	17	18	19			
I <sub>4</sub>		MEM	WB								
I <sub>5</sub>		S	S	EX	MEM	WB					
I <sub>6</sub>		S	S	ID	S	S	EX	MEM	WB		

如上图 执行完一次循环需要19个时钟周期。共  
 20次循环。即共需： $19 \times 20 = 380$  个时钟周期。

7 解：

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7	8.	9	10.	11.	12.
I <sub>1</sub>	IF	ID	EX	MEM	WB							
I <sub>2</sub>		IF	ID	S	EX	MEM	WB					
I <sub>3</sub>			IF	S	ID	EX	MEM	WB				
I <sub>4</sub>				IF	ID	EX	MEM	WB				
I <sub>5</sub>					IF	ID	EX	MEM	WB			
I <sub>6</sub>						IF	ID	EX	MEM	WB		

总时钟周期 =  $11 \times 20 = 220$  (个)  
 2 解：此时在 I<sub>6</sub> 的 EX 操作后即可发生跳转。  
 总时钟周期  $9 \times 20 + 2 = 182$  (个)。

8.

	1	2	3	4	5	6	7	8.	9.	10
I <sub>1</sub>	IF <sub>1</sub>	IF <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub>	ID <sub>2</sub>	EX <sub>1</sub>	EX <sub>2</sub>	M1	M2	WB <sub>1</sub>	WB <sub>2</sub>
I <sub>2</sub>		IF <sub>1</sub>	IF <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub>	ID <sub>2</sub>	S	S	S	EX <sub>1</sub>	EX <sub>2</sub>
I <sub>3</sub>			IF <sub>1</sub>	IF <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub>	S	S	S	ID <sub>2</sub>	EX <sub>1</sub>
I <sub>4</sub>				IF <sub>1</sub>	IF <sub>2</sub>	S	S	S	ID <sub>1</sub>	ID <sub>2</sub>
I <sub>5</sub>					IF <sub>1</sub>	S	S	S	IF <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub>
I <sub>6</sub>						S	S	S	IF <sub>1</sub>	IF <sub>2</sub>

	11	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19
I <sub>2</sub>	m1	m2	WB1	WB2					
I <sub>3</sub>	EX <sub>2</sub>	S	m1	m2	WB1	WB2			
I <sub>4</sub>	EX <sub>1</sub>	S	EX <sub>2</sub>	m1	m2	WB1	WB2		
I <sub>5</sub>	ID <sub>2</sub>	S	S	EX <sub>1</sub>	EX <sub>2</sub>	m1	m2	WB1	WB2
I <sub>6</sub>	ID <sub>1</sub>	S	S	ID <sub>2</sub>	S	EX <sub>1</sub>	EX <sub>2</sub>	m1	m2
I <sub>7</sub>	WB1	WB2							

总时钟周期数 =  $17 \times 20 + 4 = 344$ .

2. 解:

对于第6题.  $CPI_6 = \frac{380}{6} = 63.33$

第7题第一问.  $CPI_{71} = \frac{220}{6} = 36.67$

第二问  $CPI_{72} = \frac{182}{6} = 30.33$

第8题:  $CPI_8 = \frac{344}{6} = 57.33$

19. 17. 解:

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

2. 解:

Loop: lw a4, 0(a3)	I <sub>1</sub>
addw a1, a4, a1	I <sub>2</sub>
addiw a2, a2, -1	I <sub>3</sub>
addiw a3, a3, 4	I <sub>4</sub>
bnez a2, Loop	I <sub>5</sub>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9.
I <sub>1</sub>	IF	ID	EX	MEM	WB				
I <sub>2</sub>		IF	ID	ID	S	EX	MEM	WB	
I <sub>3</sub>			IF	S	S	ID	EX	MEM	WB
I <sub>4</sub>				S	S	IF	ID	EX	MEM
I <sub>5</sub>					S	S	IF	ID	S

	10	11	12	13	14.
I <sub>1</sub>		IF	ID	.	.
I <sub>2</sub>			IF	ID.	ID.
I <sub>3</sub>				.	.
I <sub>4</sub>	WB				
I <sub>5</sub>	EX	MEM	WB.		

单次循环周期数 = 10.

3) 解:

	1.	2	3	4	5	6	7	8	9
I <sub>1</sub>	IF	ID	EX	MEM	WB			IF.	ID.
I <sub>2</sub>		IF	ID	S	EX	MEM	WB		IF.
I <sub>3</sub>			IF	S	ID	EX	MEM	WB	
I <sub>4</sub>				S	IF	ID	EX	MEM	WB
I <sub>5</sub>					S	IF	ID	EX	MEM

	10	11	12	13	14	15	16
I <sub>1</sub>	EX	MEM	WB		IF	ID	EX
I <sub>2</sub>	ID	EX	MEM	WB		IF	ID
I <sub>3</sub>	IF	ID	EX	MEM	WB		IF
I <sub>4</sub>		IF	ID	EX	MEM	WB	
I <sub>5</sub>	WB		IF	ID	EX	MEM	WB

單次迭代週期數 = 6.