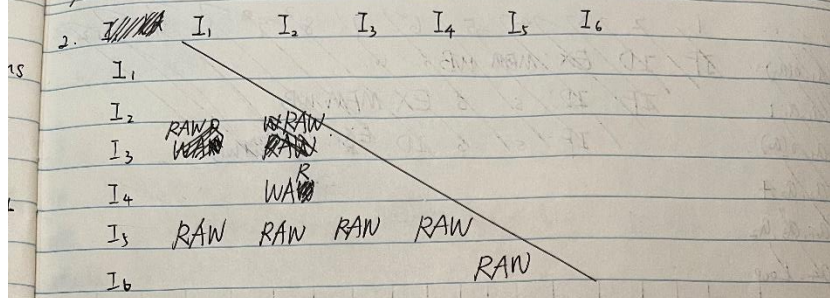


4/12



4. 1)  $T_A = 1ns$   $CPI_A = 1 + \frac{1}{5} = 1.2$   
 $T_B = 0.6ns$   $CPI_B = 1 + \frac{3}{8} = 1.375$   
 $\Rightarrow$  加速比 =  $\frac{T_A \times CPI_A}{T_B \times CPI_B} = \frac{1ns \times 1.2}{0.6ns \times 1.375} = 1.45$

2)  $CPI'_A = 1 + \frac{1}{5} + 2 \times 20\% \times 5\% = 1.22$   
 $CPI'_B = 1 + \frac{3}{8} + 5 \times 20\% \times 5\% = 1.425$

6. 1)  $addi\ a_1, a_1, 1$  依赖于  $ld\ a_1, 0(a_2)$  WAW  
 $sd\ a_1, 0(a_2)$  依赖于  $addi\ a_1, a_1, 1$  RAW  
 ~~$addi\ a_2, a_2, 1$  依赖于  $sd\ a_1, 0(a_2)$  WAW~~  
 $sub\ a_4, a_3, a_2$  依赖于  $addi\ a_2, a_2, 1$  ~~WAW~~ RAW  
 $bnez\ a_4, Loop$  依赖于  $sub\ a_4, a_3, a_2$  ~~RAW~~ RAW

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ld a1, 0(a2)	IF	ID	EX	MEM	WB							
addi a1, a1, 1		IF	ID	S	S	EX	MEM	WB				
sd a1, 0(a2)			IF	S	S	ID	EX	MEM	WB			
addi a2, a2, 4												
sub a3, a3, a2												
bnez a4, Loop												

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ld a1, 0(a2)	IF	ID	EX	MEM	WB													
addi a1, a1, 1		IF	ID	S	S	EX	MEM	WB										
sd a1, 0(a2)			IF	S	S	ID	S	S	EX	MEM	WB							
addi a2, a2, 4						IF	S	S	ID	EX	MEM	WB						
sub a3, a3, a2								IF	ID	S	S	EX	MEM	WB				
bnez a4, Loop									IF	S	S	ID	S	S	EX	MEM	WB	

$a_2$  初值 0,  $a_3$  初值 100. 分支指令在 WB 阶段后取新指令.  
 一次循环 18 个周期. 因为 sd 不写通用寄存器, 所以 sd a1, 0(a2) 每次读到的  $a_1$  加 1.  
 $\Rightarrow$  总周期数为  $18 \times 25 = 450$ . 但  $a_2$  每次 +4, 加到 100 停.

7. 1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ld a1, 0(a2)	IF	ID	EX	MEM	WB							
addi a1, a1, 1		IF	ID	S	S	EX	MEM	WB				
sd a1, 0(a2)			IF	S	S	ID	EX	MEM	WB			
addi a2, a2, 4						IF	ID	EX	MEM	WB		
sub a3, a3, a2							IF	ID	EX	MEM	WB	
bnez a4, Loop								IF	ID	EX	MEM	WB

一次循环 11 个周期  
 总周期数  $11 \times 25 = 275$

2) 有IF段的分支预测, 那么说明7个周期后就会跳转.  
 => 总周期数  $7 \times 24 + 11 = 179$

8. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ld	IF <sub>1</sub>	IF <sub>2</sub>	ID <sub>1</sub>	ID <sub>2</sub>	EX <sub>1</sub>	EX <sub>2</sub>	EX <sub>3</sub>	EX <sub>4</sub>	EX <sub>5</sub>	EX <sub>6</sub>	EX <sub>7</sub>	EX <sub>8</sub>	EX <sub>9</sub>	EX <sub>10</sub>	EX <sub>11</sub>	EX <sub>12</sub>	EX <sub>13</sub>	EX <sub>14</sub>	EX <sub>15</sub>
addi		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>	EX <sub>3</sub>	EX <sub>4</sub>	EX <sub>5</sub>	EX <sub>6</sub>	EX <sub>7</sub>	EX <sub>8</sub>	EX <sub>9</sub>	EX <sub>10</sub>	EX <sub>11</sub>
sd		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>	EX <sub>3</sub>	EX <sub>4</sub>	EX <sub>5</sub>	EX <sub>6</sub>	EX <sub>7</sub>	EX <sub>8</sub>	EX <sub>9</sub>	EX <sub>10</sub>	EX <sub>11</sub>
addi		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>	EX <sub>3</sub>	EX <sub>4</sub>	EX <sub>5</sub>	EX <sub>6</sub>	EX <sub>7</sub>	EX <sub>8</sub>	EX <sub>9</sub>	EX <sub>10</sub>	EX <sub>11</sub>
sd		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>	EX <sub>3</sub>	EX <sub>4</sub>	EX <sub>5</sub>	EX <sub>6</sub>	EX <sub>7</sub>	EX <sub>8</sub>	EX <sub>9</sub>	EX <sub>10</sub>	EX <sub>11</sub>
addi		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>	EX <sub>3</sub>	EX <sub>4</sub>	EX <sub>5</sub>	EX <sub>6</sub>	EX <sub>7</sub>	EX <sub>8</sub>	EX <sub>9</sub>	EX <sub>10</sub>	EX <sub>11</sub>
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>	EX <sub>3</sub>	EX <sub>4</sub>	EX <sub>5</sub>	EX <sub>6</sub>	EX <sub>7</sub>	EX <sub>8</sub>	EX <sub>9</sub>	EX <sub>10</sub>	EX <sub>11</sub>
bne		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>	EX <sub>3</sub>	EX <sub>4</sub>	EX <sub>5</sub>	EX <sub>6</sub>	EX <sub>7</sub>	EX <sub>8</sub>	EX <sub>9</sub>	EX <sub>10</sub>	EX <sub>11</sub>

一次循环20个周期, 总周期数  $10 \times 24 + 20 = 260$ .

WB 2)  $CPI_6 = 18/6 = 3$ .  
 $CPI_7 = \frac{11/6 = 1.83}{1.79/1.79} \times \frac{1.79}{6 \times 25} = 1.19$   
 加1.  $CPI_8 = \frac{20/6 = 3.33}{2.66/2.66} \times \frac{2.66}{6 \times 25} = 1.73$

均执行6条指令.

19. 1)	add	addi	ld	sd	bne	jal	jalr
2周期?	✓	×	×	×	✓	×	×



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2) Loop: lw	IF	ID	EX	MEM	WB								
addw		IF	ID	ID <sub>2</sub>	<del>S</del> EX	MEM	WB						
addw			IF	<del>S</del>	S	ID	EX	MEM	WB				
addw				<del>S</del>		IF	ID	EX	MEM	WB			
bnez						IF	ID	<del>S</del>	EX	MEM	WB		

单次迭代需12个周期.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3) Loop: lw	IF	ID	EX	MEM	WB								
addw		IF	ID	S	EX	MEM	WB						
addw			IF	S	ID	EX	MEM	WB					
addw					IF	ID	EX	MEM	WB				
bnez						IF	ID	EX	MEM	WB			

~~单次~~ 单次迭代10个周期.