

2, 4, 6, 7, 8, 9

I_1 I_2 I_3 I_4 I_5 I_6

2. I_1

I_2

I_3 WAR RAW

I_4 WAW WAR

I_5 RAW RAW

I_6 WAW

4. (1) $\text{加速比} = \frac{\ln 2}{0.6 \ln 2} = 1.67$

(2) A: $\text{CPI} = 1 + 0.2 \times 5\% = 1.02$

B: $\text{CPI} = 1 + 0.2 \times 5\% = 1.05$

6. (1) $\text{ld } a1, 0(a2)$ 与 $\text{addi } a1, a1, 1$ 存在 RAW 相关

$\text{ld } a1, 0(a2)$ 与 $\text{sd } a1, 0(a2)$ 存在 WAW 相关, 两指令均写入 $a1$

$\text{addi } a2, a2, 4$ 与 $\text{sub } a4, a3, a2$ 存在 WAR 相关

(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\text{ld } a1, 0(a2)$	IF	ID	EX	MEM	WB					
$\text{addi } a1, a1, 1$		IF	ID	S	S	EX	MEM	WB		
$\text{sd } a1, 0(a2)$			IF	S	S	ID	EX	MEM	WB	
$\text{addi } a2, a2, 4$				IF	ID	EX	MEM	WB		
$\text{sub } a4, a3, a2$					IF	ID	S	EX	MEM	WB
$\text{bnez } a4, \text{loop}$						IF	S	S	EX	MEM

12. 同前

7. (1)

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

共需 10 个时钟周期

(2) 6 个时钟周期, $sd\ a1, 0(a2)$ 在 WB 阶段时, 时钟周期在 $ld\ a1, 0(a2)$ 的 ID 阶段。

8. (1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ld a1, 0(a2)	IF1	IF2	ID1	ID2	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2		
addi a1, a1, 1		IF1	IF2	ID1	ID2	S	S	S	EX1	EX2	M1	M2 WB1
sd a1, 0(a2)			IF1	IF2	ID1	ID2	S	S	S	S	EX1	
addi a2, a2, 4				IF1	IF2	ID1	ID2	EX1	EX2	M1	M2	WB1 WB2
sub a4, a3, a2					IF1	IF2	ID1	ID2	S	EX1	EX2	M1 M2
bnez a4, loop						IF1	IF2	ID1	ID2	S	S	EX1 EX2
ld a1, 0(a2)							IF1	IF2	ID1	ID2	S	S EX1

共需 6 + 2 = 8 周期

(2) CPI 6. $\frac{12}{6} = 2$: 完成 6 个指令需要 12 个周期

$$CPI = \frac{12}{6} = 2$$

CPI 7. : $CPI = \frac{10}{6} = 1.67$

CPI 8. : $CPI = \frac{8}{6} = 1.33$

(1) 是 否 否 否 是 否 是

(2)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
lw a4, 0(a3)		IF	ID	EX	MEM	WB					
addw a1, a4, a1			IF	ID	ID S	EX	MEM	WB			
addiw a2, a2, -1				IF	ID	EX	MEM	WB			
addiw a3, a3, 4					IF	ID	EX	MEM	WB		
bnez a2, Loop						IF	ID	ID S	S	EX	MEM WB

共 11 周期

(3)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
lw a4, 0(a3)		IF	ID	EX	MEM	WB			
addw a1, a4, a1			IF	ID	S	EX	MEM	WB	
addiw a2, a2, -1				IF	ID	EX	MEM	WB	
addiw a3, a3, 4					IF	ID	EX	MEM	WB
bnez a2, Loop						IF	ID	EX	MEM WB

共 9 周期