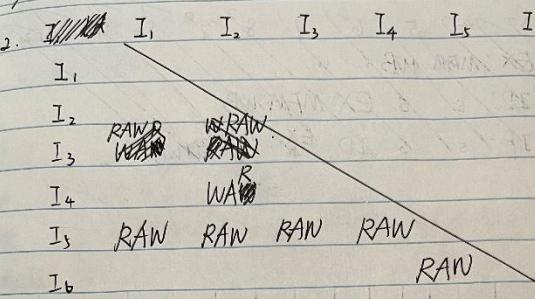


4/12



$$4.1) T_A = 1ns \quad CPI_A = 1 + \frac{1}{5} = 1.2$$

$$T_B = 0.6ns \quad CPI_B = 1 + \frac{3}{8} = 1.375$$

$$\Rightarrow \text{加速比} = \frac{T_A \times CPI_A}{T_B \times CPI_B} = \frac{1 \times 1.2}{0.6 \times 1.375} = 1.45$$

$$\Rightarrow CPI'_A = 1 + \frac{1}{5} + 2 \times 20\% \times 5\% = 1.22$$

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

6. 1) addi a1, a1, 1 依赖于 ld a1, 0(a2) RAW.

sd a1, 0(a2) 依赖于 addi a1, a1, 1 RAW

addi a2, a2, 1 依赖于 sd a1, 0(a2) RAW.

sub a4, a3, a2 依赖于 addi a2, a2, 1 RAW

bneq a4, Loop 依赖于 sub a4, a3, a2 RAW

1) ~~l1~~ ~~l2~~ ~~l3~~ ~~l4~~ ~~l5~~ ~~l6~~ ~~l7~~ ~~l8~~ ~~l9~~ ~~l10~~ ~~l11~~ ~~l12~~

~~ld a1, 0(a2)~~ JF ID EX MEM WB

~~addi a1, a1, 1~~ JF ID S S EX MEM WB

~~sd a1, 0(a2)~~ IF S S ID EX MEM WB

~~addi a2, a2, 4~~

~~sub a4, a3, a2~~

~~bnez a4, Loop~~

2) 有
=>

8.D

ld

addi a1, a1, 1

sd a1, 0(a2)

addi a2, a2, 4

sub a4, a3, a2

bnez a4, Loop

1) 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 EX MEM WB

addi a2, a2, 4 IF S S ID EX MEM WB

sub a4, a3, a2 IF S S ID S S EX MEM WB

bnez a4, Loop

a2 初值 0, a3 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 a1 加 1。
=> 总周期数为 ~~18×25 = 450~~ 但 a2 每次 +4，加到 100 倍。
~~18×25 = 450~~

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 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.

新 Loop

一次循环 11 个周期
总周期数 11×25 = 275

2) 有 2F 级的分支预测，那么说明 7 个周期后就会跳转。
 \Rightarrow 总周期数 $7 \times 24 + 11 = 179$

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

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

WB

$$\Rightarrow CPI_6 = \frac{18}{6} = 3$$

$$CPI_7 = \frac{11}{6} = \frac{6 \times 25}{179} = \frac{179}{6 \times 25} = 1.19$$

$$CPI_8 = \frac{20}{6} = \frac{6 \times 25}{260} = \frac{260}{6 \times 25} = 1.73$$

均执行 6 条指令。

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

2) Loop: lw IF ID EX MEM WB
~~addw~~ IF ID, ID₂ S EX MEM WB
~~addw~~ IF ~~S~~ S ID₂ EX MEM WB
~~addw~~ IF ID EX MEM WB.
~~bnez~~ IF ID ~~S~~ EX MEM WB.

单次迭代需 12 个周期。

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.

单次迭代 10 个周期。