

## 第1章 应用题参考答案

1. 有一台计算机, 具有 1MB 内存, 操作系统占用 200KB, 每个用户进程各占 200KB。如果用户进程等待 I/O 的时间为 80%, 若增加 1MB 内存, 则 CPU 的利用率提高了多少?

答: 设每个进程等待 I/O 的百分比为  $P$ , 则  $n$  个进程同时等待 I/O 的概率是  $P^n$ , 当  $n$  个进程同时等待 I/O 期间 CPU 是空闲的, 故 CPU 的利用率为  $1-P^n$ 。由题意可知, 除去操作系统, 内存还能容纳 4 个用户进程, 由于每个用户进程等待 I/O 的时间为 80%, 故:

$$\text{CPU 利用率} = 1 - (80\%)^4 = 0.59$$

若再增加 1MB 内存, 系统中可同时运行 9 个用户进程, 此时:

$$\text{CPU 利用率} = 1 - (80\%)^9 = 0.87$$

故增加 1MB 内存使 CPU 的利用率提高了 47%, 即:

$$87\% \div 59\% = 147\%$$

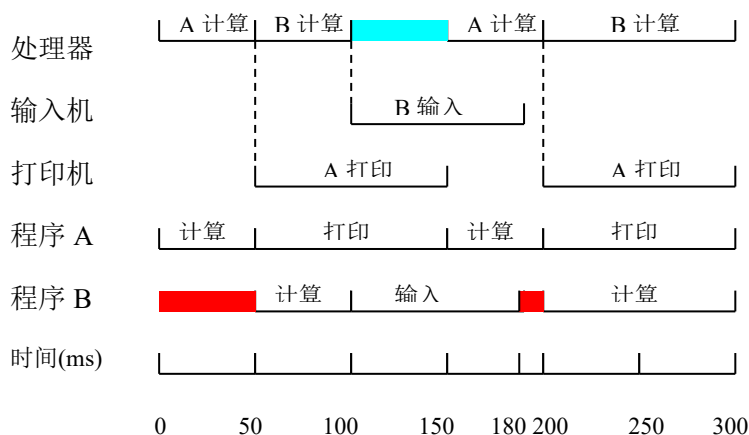
$$147\% - 100\% = 47\%$$

2. 在某个计算机系统, 有一台输入机和一台打印机, 现有两道程序投入运行, 且程序 A 先开始做, 程序 B 后开始运行。程序 A 的运行轨迹为: 计算 50ms、打印 100ms、再计算 50ms、打印 100ms, 结束。程序 B 的运行轨迹为: 计算 50ms、输入 80ms、再计算 100ms, 结束。试说明:

(1) 两道程序运行时, CPU 有无空闲等待? 若有, 在哪段时间内等待? 为什么会等待?

(2) 程序 A、B 有无等待 CPU 的情况? 若有, 指出发生等待的时刻。

答: 画出两道程序并发执行图如下:



(1) 两道程序运行期间, CPU 存在空闲等待, 时间为 100 至 150ms 之间(见图中蓝色部分)。

(2) 程序 A 无等待现象, 但程序 B 有等待。程序 B 有等待时间段为 0ms 至 50ms, 180ms 至 200ms 间(见图中红色部分)。

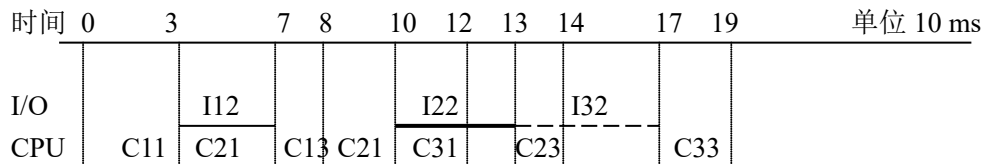
3. 设有三道程序, 按 A、B、C 优先次序运行, 其内部计算和 I/O 操作时间由表给出。

A	B	C
$C_{11}=30\text{ms}$	$C_{21}=60\text{ms}$	$C_{31}=20\text{ms}$
$I_{12}=40\text{ms}$	$I_{22}=30\text{ms}$	$I_{32}=40\text{ms}$
$C_{13}=10\text{ms}$	$C_{23}=10\text{ms}$	$C_{33}=20\text{ms}$

试画出按多道运行的时间关系图(忽略调度执行时间)。完成三道程序共花多少时间? 比单道运行节省了多少时间? 若处理器调度程序每次进行程序转换化时 1ms, 试画出各程序状态转换的时间关系图。

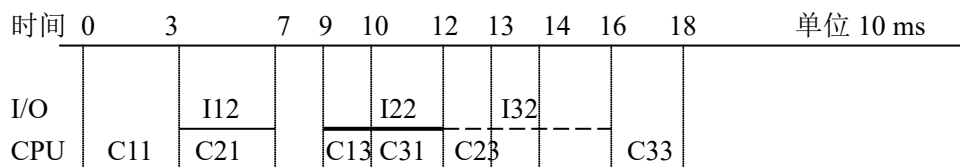
答:

(1) 忽略调度执行时间, 多道运行方式(抢占式):



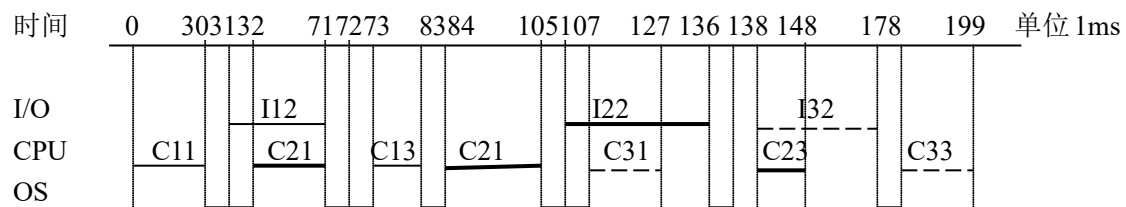
抢占式共用去 190ms, 单道完成需要 260ms, 节省 70ms。

忽略调度执行时间, 多道运行方式(非抢占式):

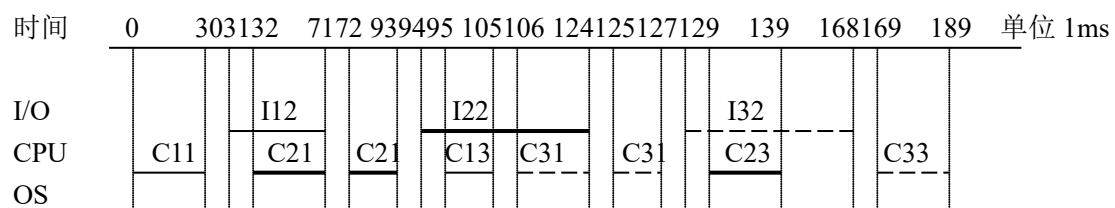


非抢占式共用去 180ms, 单道完成需要 260ms, 节省 80ms。

(2) 调度执行时间 1ms, 多道运行方式(抢占式):



(3) 调度执行时间 1ms, 多道运行方式(非抢占式):



4. 在单 CPU 和两台 I/O(I1,I2)设备的多程序设计环境下,同时投入三个作业运行。它们的执行轨迹如下:

Job1: I2(30ms)、CPU(10ms)、I1(30ms)、CPU(10ms)、I2(20ms)

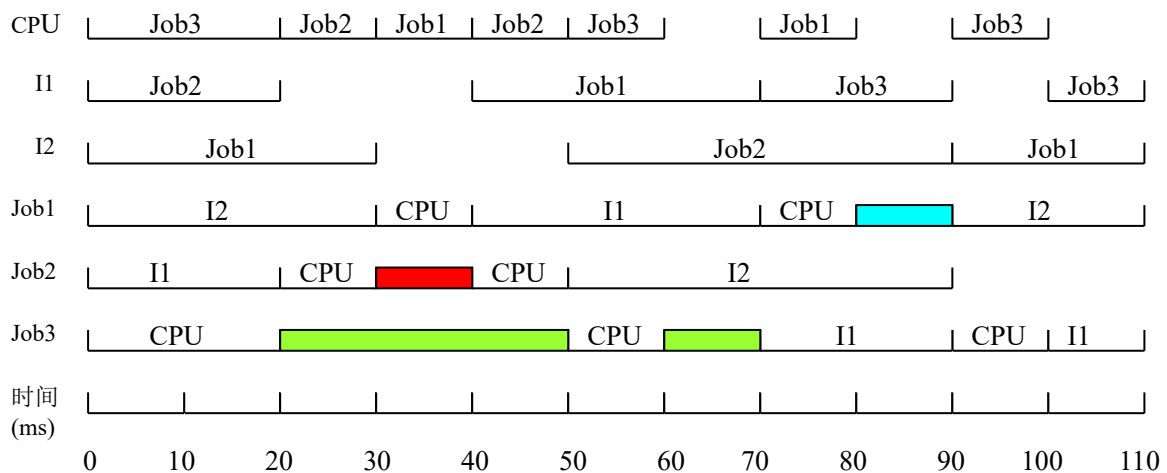
Job2: I1(20ms)、CPU(20ms)、I2(40ms)

Job3: CPU(30ms)、I1(20ms)、CPU(10ms)、I1(10ms)

如果 CPU、I1 和 I2 都能并行工作,优先级从高到低为 Job1、Job2 和 Job3,优先级高的作业可以抢占优先级低的作业的 CPU,但不抢占 I1 和 I2。试求:

- (1)每个作业从投入到完成分别所需的时间。
- (2)从投入到完成 CPU 的利用率。
- (3)I/O 设备利用率。

答: 画出三个作业并行工作图如下(图中着色部分为作业等待时间):



- (1) Job1 从投入到运行完成需 110ms, Job2 从投入到运行完成需 90ms, Job3 从投入到运行完成需 110ms。
- (2) CPU 空闲时间段为: 60ms 至 70ms, 80ms 至 90ms, 100ms 至 110ms。所以 CPU 利用率为  $(110-30)/110=72.7\%$ 。
- (3) 设备 I1 空闲时间段为: 20ms 至 40ms, 90ms 至 100ms, 故 I1 的利用率为  $(110-30)/110=72.7\%$ 。设备 I2 空闲时间段为: 30ms 至 50ms, 故 I2 的利用率为  $(110-20)/110=81.8\%$ 。

5. 在单 CPU 和两台 I/O(I1,I2)设备的多程序设计环境下,同时投入三个作业运行。它们的执行轨迹如下:

Job1: I2(30ms)、CPU(10ms)、I1(30ms)、CPU(10ms)

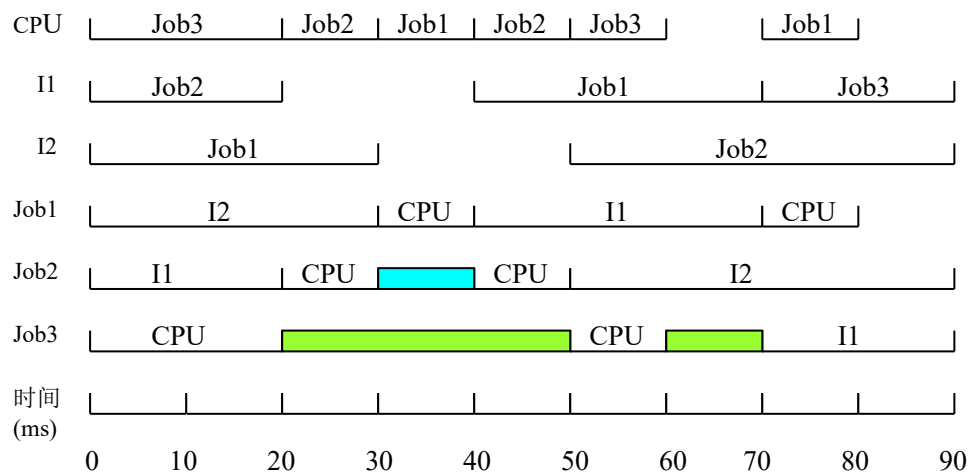
Job2: I1(20ms)、CPU(20ms)、I2(40ms)

Job3: CPU(30ms)、I1(20ms)

如果 CPU、I1 和 I2 都能并行工作,优先级从高到低为 Job1、Job2 和 Job3,优先级高的作业可以抢占优先级低的作业的 CPU。试求:

- (1)每个作业从投入到完成分别所需的时间。
- (2)每个作业投入到完成 CPU 的利用率。
- (3)I/O 设备利用率。

答: 画出三个作业并行工作图如下(图中着色部分为作业等待时间):



(1) Job1 从投入到运行完成需 80ms, Job2 从投入到运行完成需 90ms, Job3 从投入到运行完成需 90ms。

(2) CPU 空闲时间段为: 60ms 至 70ms, 80ms 至 90ms。所以 CPU 利用率为  $(90-20)/90=77.78\%$ 。

(3) 设备 I1 空闲时间段为: 20ms 至 40ms, 故 I1 的利用率为  $(90-20)/90=77.78\%$ 。设备 I2 空闲时间段为: 30ms 至 50ms, 故 I2 的利用率为  $(90-20)/90=77.78\%$ 。

6. 同第 5 题的条件, 每个作业的处理顺序和使用设备的时间如下:

Job1: I2(20ms)、CPU(10ms)、I1(30ms)、CPU(10ms)

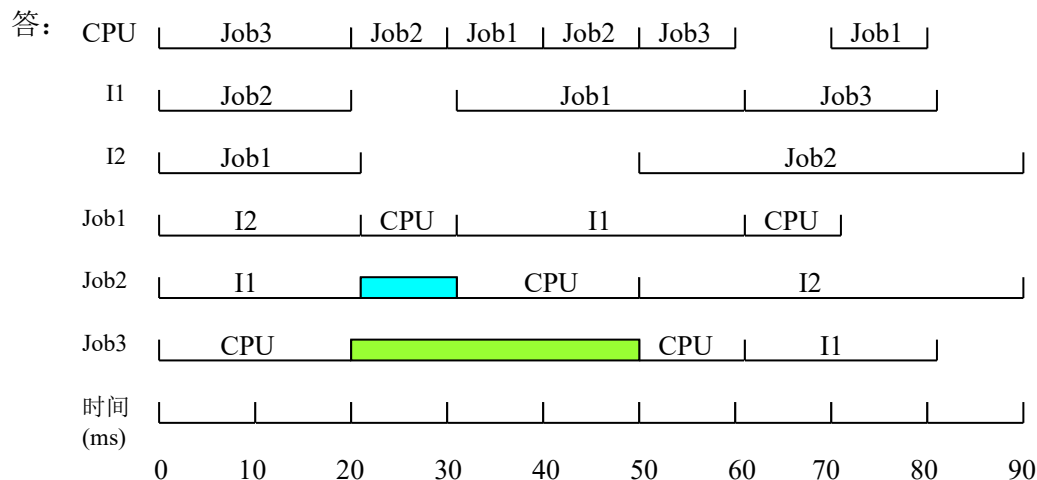
Job2: I1(20ms)、CPU(20ms)、I2(40ms)

Job3: CPU(30ms)、I1(20ms)

试求: (1)每个作业从投入到完成分别所需的时间。

(2)每个作业投入到完成 CPU 的利用率。

(3)I/O 设备利用率。



- (1) Job1 从投入到运行完成需 70ms, Job2 从投入到运行完成需 90ms, Job3 从投入到运行完成需 80ms。
- (2) CPU 空闲时间段为: 60ms 至 70ms, 80ms 至 90ms。所以 CPU 利用率为  $(90-20)/90=77.78\%$ 。
- (3) 设备 I1 空闲时间段为: 20ms 至 30ms, 80ms 至 90ms 故 I1 的利用率为  $(90-20)/90=77.78\%$ 。设备 I2 空闲时间段为: 20ms 至 50ms, 故 I2 的利用率为  $(90-30)/90=66.67\%$ 。

7.若内存中有 3 道程序 A、B、C, 它们按 A、B、C 优先次序运行。各程序的计算轨迹为:

A: 计算(20)、I/O(30)、计算(10)

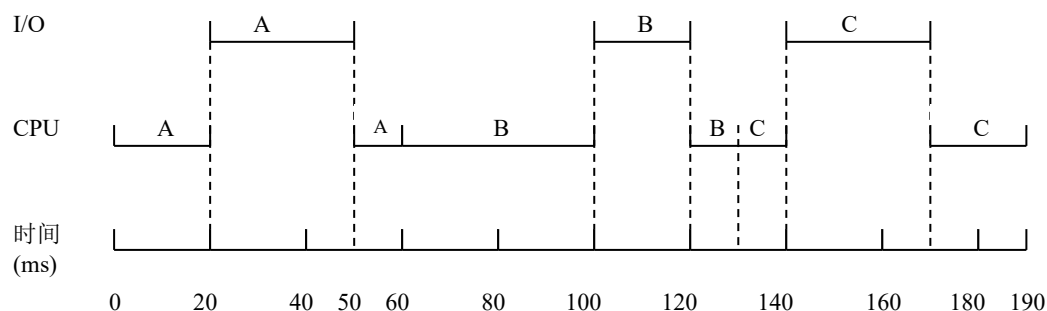
B: 计算(40)、I/O(20)、计算(10)

C: 计算(10)、I/O(30)、计算(20)

如果三道程序都使用相同设备进行 I/O(即程序用串行方式使用设备, 调度开销忽略不计)。试分别画出单道和多道运行的时间关系图。两种情况下, CPU 的平均利用率各为多少?

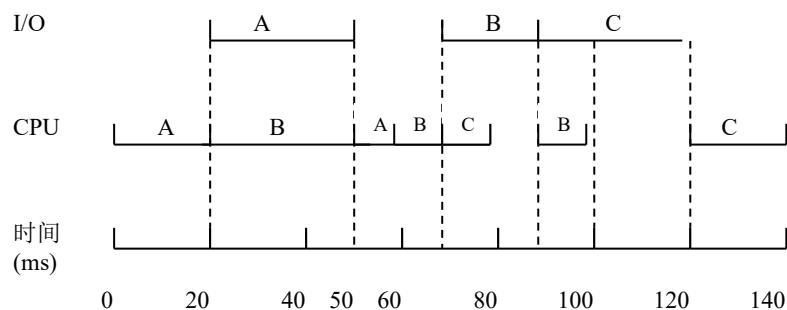
答: 分别画出单道和多道运行的时间图

(1) 单道运行时间关系图



单道总运行时间为 190ms。CPU 利用率为  $(190-80)/190=57.9\%$

(2) 多道运行时间关系图



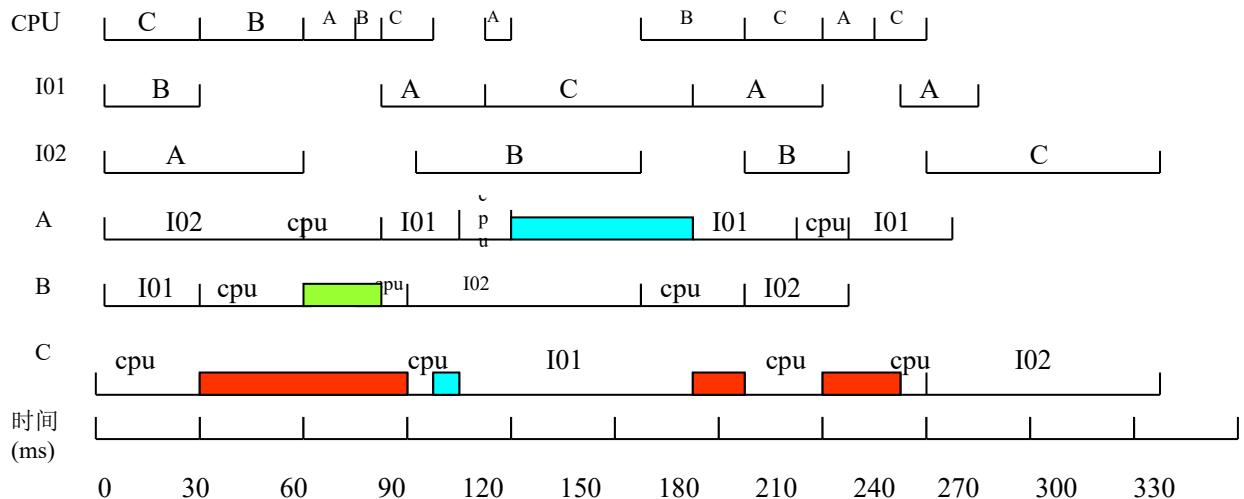
多道总运行时间为 140ms。CPU 利用率为  $(140-30)/140=78.6\%$

8. 若内存中有 3 道程序 A、B、C，优先级从高到低为 A、B 和 C，它们单独运行时的 CPU 和 I/O 占用时间由表给出：

程序	运行情况(单位 ms)						
程序 A	60	20	30	10	40	20	20
	I/O <sub>2</sub>	CPU	I/O <sub>1</sub>	CPU	I/O <sub>1</sub>	CPU	I/O <sub>1</sub>
程序 B	30	40	70	30	30		
	I/O <sub>1</sub>	CPU	I/O <sub>2</sub>	CPU	I/O <sub>2</sub>		
程序 C	40	60	30	70			
	CPU	I/O <sub>1</sub>	CPU	I/O <sub>2</sub>			

若 3 道程序并发执行，调度开销忽略不计，但优先级高的程序可中断优先级低的程序，优先级与 I/O 设备无关。试画出多道运行的时间关系图，并问最早与最迟结束的程序是哪个？每道程序执行到结束分别用了多少时间？计算 3 个程序全部运算结束时的 CPU 利用率？

答：画出三个作业并发执行的时间图（有色处为空等时间）：



- (1) 最早结束的程序为 B，最后结束的程序为 C。
- (2) 程序 A 为 250ms。程序 B 为 220ms。程序 C 为 310ms。
- (3) CPU 利用率为  $(310-120)/310=61.3\%$

9. 在单机系统中，有同时到达的 A、B 两个程序，若每个程序单独执行，则需使用 CPU，DEV<sub>1</sub>（设备 1），DEV<sub>2</sub>（设备 2）的顺序和时间如表所示：

程序	运行情况(单位 ms)						
A	CPU	DEV <sub>1</sub>	CPU	DEV <sub>2</sub>	CPU	DEV <sub>1</sub>	CPU
	25	39	20	20	20	30	20
B	CPU	DEV <sub>1</sub>	CPU	DEV <sub>2</sub>	CPU	DEV <sub>1</sub>	CPU
	20	50	20	20	10	20	45

给定下列条件：

(1)  $DEV_1$  和  $DEV_2$  为不同的 I/O 设备, 它们能够同时工作。

(2) 程序 B 的优先级高于 A。但是, 当程序 A 占用 CPU 时, 即使程序 B 需要使用 CPU, 也不能打断程序 A 的执行而应等待。

(3) 当使用 CPU 之后控制转向 I/O 设备, 或者使用设备之后控制转向 CPU, 由控制程序执行中断处理, 但这段处理时间忽略不计。试解答下列问题:

(1) 哪个程序先结束?

(2) 程序全部执行结束需要多少时间?

(3) 程序全部执行完毕时, CPU 的利用率为多少?

(4) 程序 A 等待 CPU 的累计时间为多少?

(5) 程序 B 等待 CPU 的累计时间为多少?

答: 见运行图。

0 ms B 优先运行, 占用 CPU 20 ms, 其间 A 等待;

20 ms B 运行结束, 并开始占用  $DEV_1$ , A 开始占用 CPU 25 ms;

45 ms A 占用 CPU 25 ms 结束, B 继续占用  $DEV_1$ ;

70 ms B 第二次占用 CPU, A 开始占用  $DEV_1$ ;

90 ms B 第二次占用 CPU 20 ms 结束, B 第一次占用  $DEV_2$ ;

109 ms A 第一次占用  $DEV_1$  结束, A 第二次占用 CPU, B 继续占用  $DEV_2$ ;

110 ms B 第一次占用  $DEV_2$  结束, B 开始空等, A 继续占用 CPU;

129 ms B 空等 CPU 19 ms 结束, 开始第三次占用 CPU, A 第二次占用 CPU 结束, A 第一次开始占用  $DEV_2$ ;

139 ms B 第三次占用 CPU 10 ms 结束, B 第二次占用  $DEV_1$  开始, 此时 A 第一次继续占用  $DEV_2$ ;

149 ms A 第一次继续占用  $DEV_2$  结束, 并开始第三次占用 CPU, B 继续占用  $DEV_1$ ;

159 ms B 第二次占用  $DEV_1$  结束, 开始空等 CPU, 此时 A 继续第三次占用 CPU;

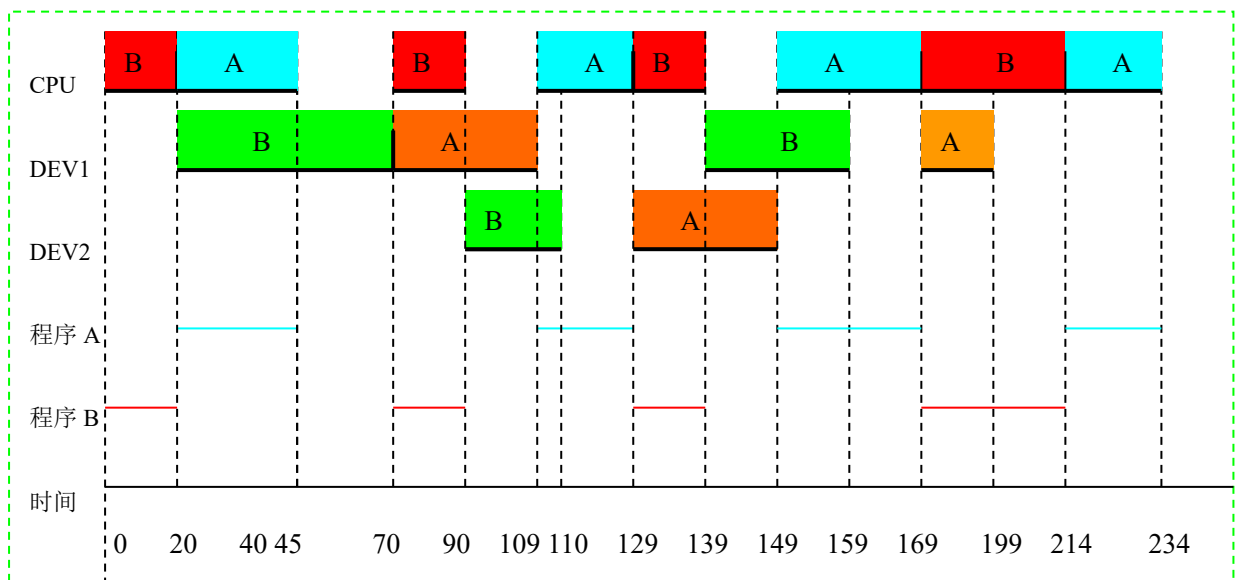
169 ms A 第三次占用 CPU 结束, 并开始第二次占用  $DEV_1$ , B 空等 CPU 10 ms 结束, 开始第四次占用 CPU;

199 ms A 第二次占用  $DEV_1$  结束, 时间为 30 ms, 并开始空等 CPU, 此时 B 正占用 CPU;

214 ms B 第四次占用 CPU 结束, 至此 B 全部结束。而 A 开始第四次占用 CPU, 时间为 20 ms;

234 ms A 占用 CPU 结束, 至此 A 全部结束。

根据以上分析可知, 程序 B 先结束。全部程序运行结束需要 234 ms。CPU 的利用率为:  $(20+20+10+45+25+20+20+20)/234=77.35\%$ 。程序 A 等待 CPU 的累计时间为 35 ms(0 ms 起等了 20 ms, 199 ms 起等了 15 ms); 程序 B 等待 CPU 的累计时间为 29 ms(110 ms 起等了 19 ms, 199 ms 起等了 10 ms)。



秒、(CPU)10 秒。B 程序按顺序使用: (设备甲)10 秒、(CPU)10 秒、(设备乙)5 秒、(CPU)5 秒、(设备乙)10 秒。在顺序环境下先执行 A, 再执行 B, 求出总的 CPU 利用率为多少?

**答:** 程序 A 执行了 40 秒, 其中 CPU 用了 25 秒。程序 B 执行了 40 秒, 其中 CPU 用了 15 秒。两个程序共用了 80 秒, CPU 化了 40 秒。故 CPU 利用率为  $40/80=50\%$ 。

11. 在某计算机系统中, 时钟中断处理程序每次执行的时间为 2ms (包括进程切换开销)。若时钟中断频率为 60HZ, 试问 CPU 用于时钟中断处理的时间比率为多少?

**答:** 因时钟中断频率为 60HZ, 所以, 时钟周期为:  $1/60s=50/3ms$ 。在每个时钟周期中, CPU 花 2ms 执行中断任务。所以, CPU 用于时钟中断处理的时间比率为:  $2/(50/3)=6/50=12\%$ 。

12. 下列例子中, 区分“时分复用共享”与“空分复用共享”, 并做简单解释。

- a) 住宅区的土地
- b) 个人计算机
- c) 教室里的黑板
- d) 公共汽车上的椅子
- e) UNIX 中的单用户文件
- f) 分时系统中的打印机
- g) C/C++运行时系统的堆栈
- h) 商品公寓房
- i) 某公共小汽车停车场
- j) 城市里的出租车
- k) 宾馆住房

**答:**

时分复用共享—b) c) e) f) i) j)

空分复用共享—a) d) g) h)

i—使用空分复用来选一个停车位置, 使用时分复用来共用单个停车位置。

k—使用空分复用来选一个房间, 使用时分复用来共用单个房间。