



# 形成死锁的必要条件

# 死锁状态的四个条件

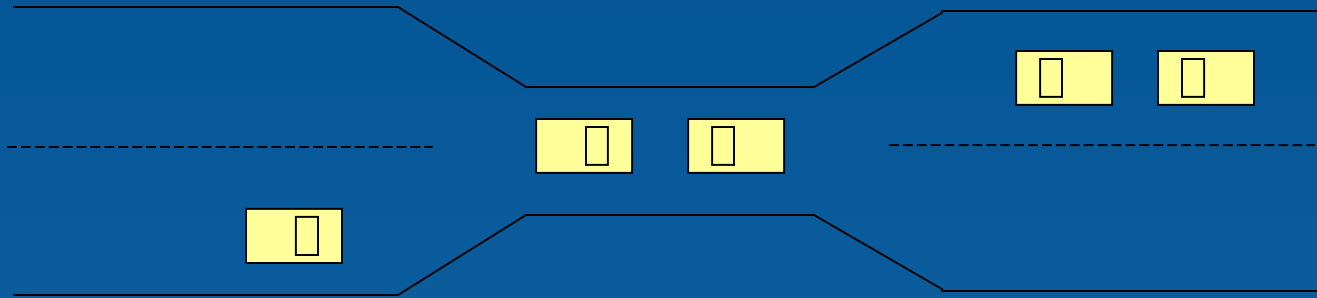
Deadlock can arise if four conditions hold simultaneously.

- ◆ **Mutual exclusion:** 任何时刻，最多只能由 1 个进程使用资源
- ◆ **Hold and wait:** 任一个进程，它至少占有 1 个资源，同时又等待更多资源。而这些被等待的资源目前由其它进程占用

# 死锁状态的四个条件

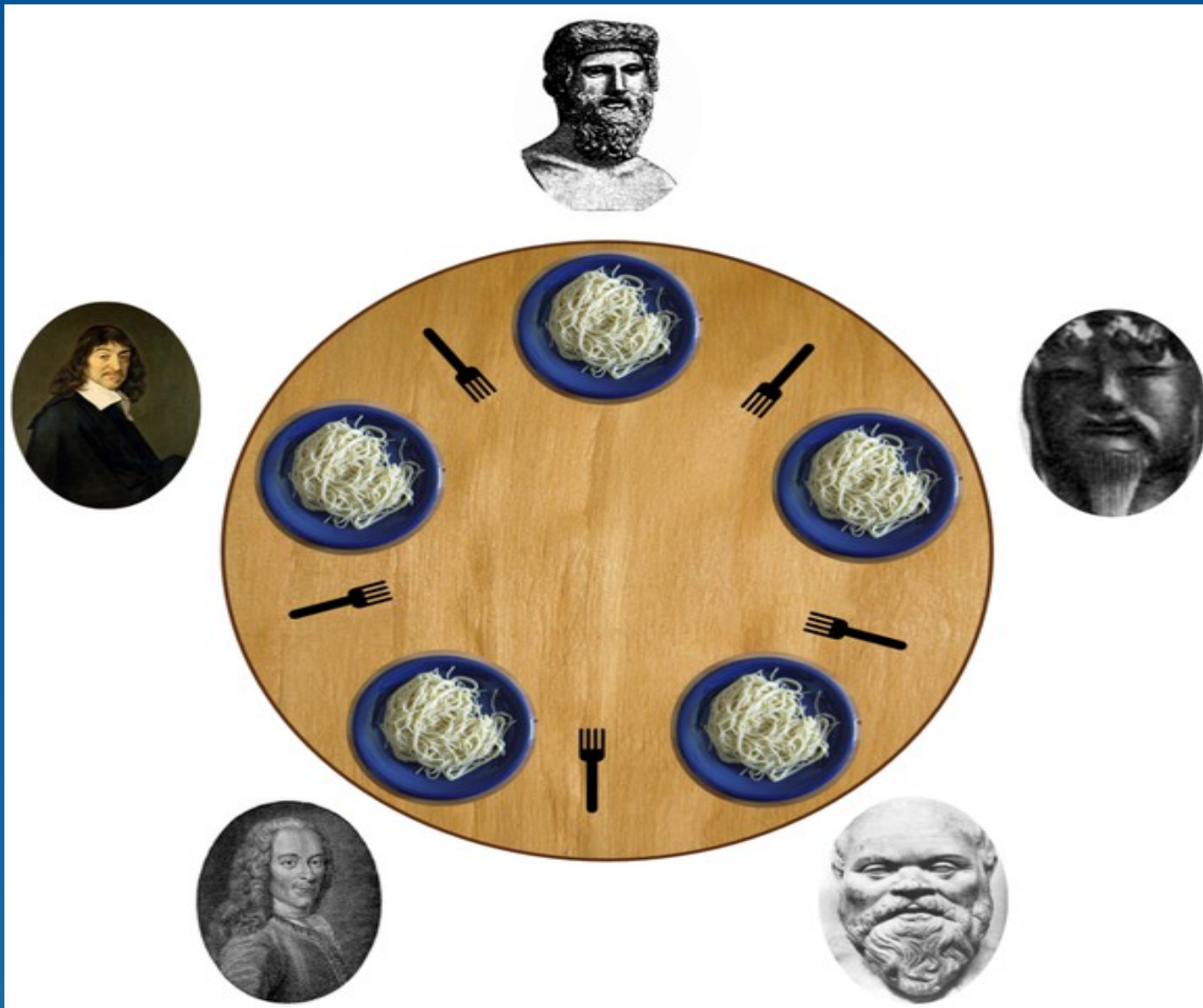
- ◆ **No preemption:** 进程完成其任务后，才会自愿释放其占用的资源。
- ◆ **Circular wait:** 存在进程集合  $\{P_0, P_1, \dots, P_n\}$ ；这些进程均处于等待状态；进程  $P_0$  等待使用目前被进程  $P_1$  占用的资源；进程  $P_1$  等待使用目前被进程  $P_2$  占用的资源； $\dots$ ；进程  $P_{n-1}$  等待使用目前被进程  $P_n$  占用的资源；进程  $P_n$  等待使用目前被进程  $P_0$  占用的资源。

# 举例：车队过独木桥

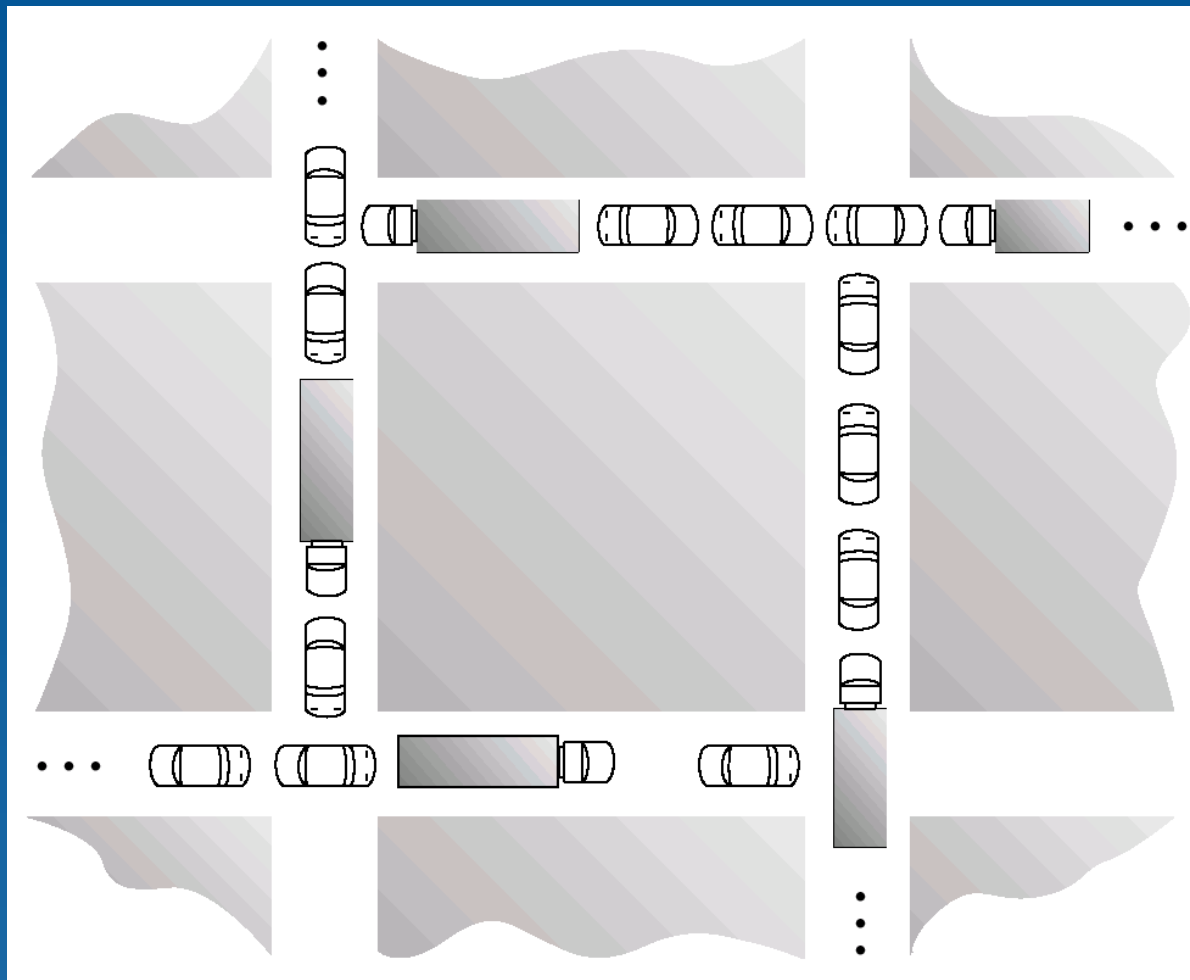


- ◆ 进程集合：独木桥上 2 辆面对面的车辆
- ◆ 资源：独木桥 2 块路面，每块路面容纳 1 辆车
- ◆ Mutual exclusion
- ◆ Hold and wait
- ◆ No preemption
- ◆ Circular wait

# 举例：哲学家就餐问题



# 举例：早高峰



A white, fluffy cloud shape is centered horizontally on a solid blue background. The cloud has a soft, irregular outline with many small, rounded protrusions and indentations, giving it a realistic, puffy appearance. It is positioned in the middle of the frame, both vertically and horizontally.

**End**