



1. Amdahl 定律是计算机理论中的一条重要定律，它阐释了改进系统中某一部分的性能能够给系统整体带来多大的性能提升。其通用形式为：

$$\text{加速比} = \frac{\text{原执行时间}}{\text{新执行时间}} = \frac{1}{1 - F + \frac{F}{N}}$$

其中，F 为系统中受到改进的比例，N 则为被改进部分获得的提升倍率。

- 1) 当 F 趋于 1 时，系统加速比的极限是多少？该值有什么实际含义？  
 2) 当 N 趋于无穷时，系统加速比的极限是多少？该值有什么实际含义？

1) 加速比 =  $\lim_{F \rightarrow 1} \frac{1}{1-F+\frac{F}{N}} = N$

含义：当每部分都进行改进提升 N 倍速率时，总速率提高 N 倍

2) 加速比 =  $\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{1-F+\frac{F}{N}} = \frac{1}{1-F}$

含义：当被改进部分速率提高近无限快时，总体速率最快  $\frac{1}{1-F}$  倍。

2. 对于一个给定的程序，如果其中 90% 的代码可以被并行执行，则至少需要多少个处理器核心才能使得该程序相比单核运行获得超过 5 的加速比？该程序是否有可能获得 15 的加速比？

加速比 =  $\frac{1}{1-F+\frac{F}{N}}$ ，根据题意，F=0.9，N 的处理器个数

令 加速比 = 5，得 N=9，故至少要 9 个处理器

令 加速比 = 15，无解，故不可能

3. 假设处理器执行某程序所需要的时间比例和优化特定功能能够为该部分功能带来的性能提升幅度如下表所示：

类型	原执行时间占比	优化幅度
整型运算	10%	3x
浮点运算	60%	5x
内存访问	5%	20x
其他	25%	—

- 1) 如果因时间限制，仅能完成一个功能的优化，则选择哪个部分进行优化可以获得最大的整体加速比？

- 2) 上述结论对于实际的性能优化过程有什么启发性？

1) 整型优化： $S = \frac{1}{(1-0.1)+\frac{0.1}{3}} = 1.04$

✓ 浮点优化： $S = \frac{1}{(1-0.6)+\frac{0.6}{5}} = 1.92$

内存访问优化： $S = \frac{1}{[(1-0.05)+\frac{0.05}{20}]} = 1.05$

2) 启发：性能优化时可以专注于执行时间占比较大的运算  
以获得更大的整体加速比

4. Amdahl 定律指出了并行可以为系统性能带来提升。但在实际系统中，最终的实际性能变化还可能受到通信开销高等因素带来的负面影响。

- 1) 如果核的数量每提升 1 倍，就会产生相当于单核执行时间 1% 的通信开销，程序可以并行化的比例为 M%，则 N 个核并行时总的加速比是多少？

- 2) 当 M=80 时，能取得最佳加速比的 N 是多少？

1)  $S = \frac{1}{(1-M\%) \cdot \frac{M\%}{N} + NxM\% \times \frac{1}{N}}$

2)  $S = \frac{1}{0.2 + \frac{0.8}{N} + 0.8 \times 0.01/N} = \frac{1}{0.2 + 0.008(N + \frac{100}{N})} \leq \frac{1}{0.2 + 0.16} = \frac{1}{0.36}$

$N = 10$  时最佳加速比

7. 微处理器的功耗受到哪些因素影响？有哪些提升微处理器能量效率的方法？

影响因素：1. 晶体管模型及晶体管能耗。

计算能耗 2. 静态功耗，动态功耗。

主频、电压、电容。

提升能量效率 1. 新的封装和制冷技术，环境温度控制。

2. 并行处理，表现低电压，性能适中。

3. 多核处理器。

4. 领域专用处理器。

8. 什么是量子计算机？量子计算机相比传统计算机的优劣是什么？

量子计算机：基于量子力学原理计算机。利用量子比特进行计算。

还可以利用量子纠缠，将不同量子比特三态的状态相互关联。

优势：1. 强大的信息处理能力。

2. 预测准确率高。

3. 信息保密，防泄密。

劣势：1. 量子消相干，量子比特会受外界影响产生量子纠缠。

2. 量子不可克隆。