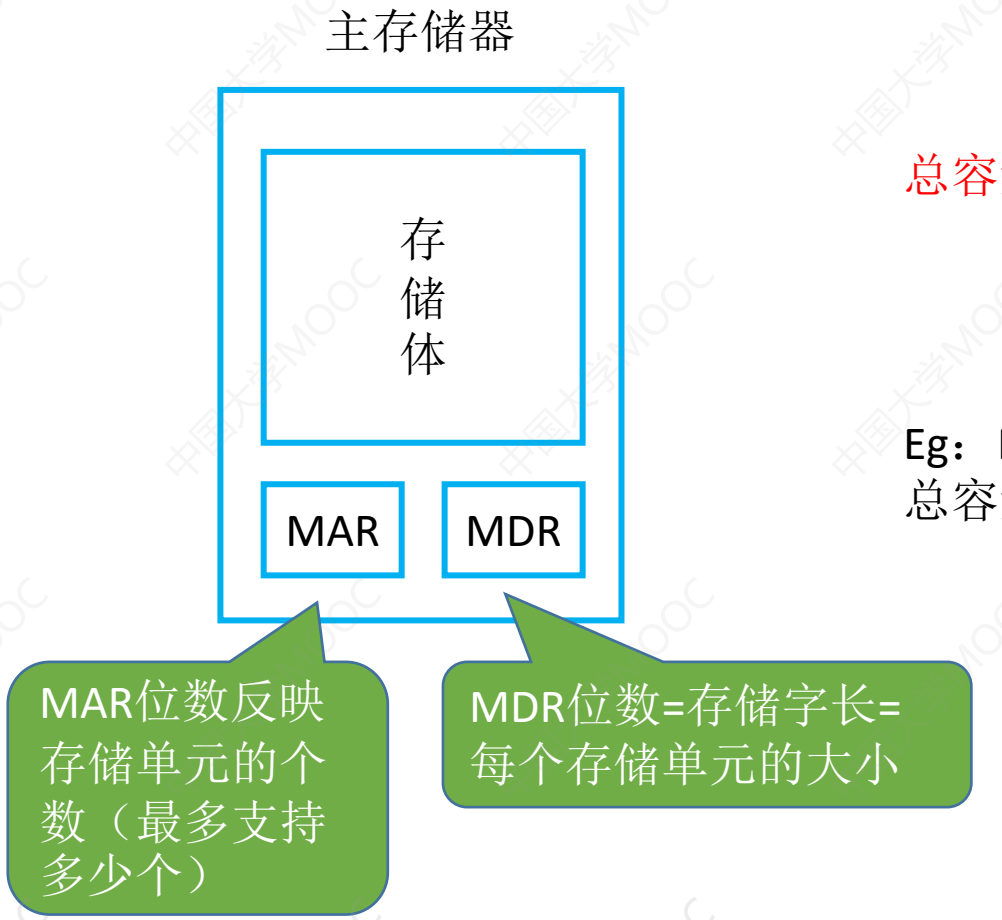
本节内容

计算机

性能指标

存储器的性能指标



总容量 = 存储单元个数×存储字长 bit　　1Byte = 8bit
= 存储单元个数×存储字长/8 Byte

Eg：MAR为32位，MDR为8位
总容量 = 2^{32} * 8 bit = 4GB

存储器的性能指标

n个二进制位能表示出多少种不同的状态？

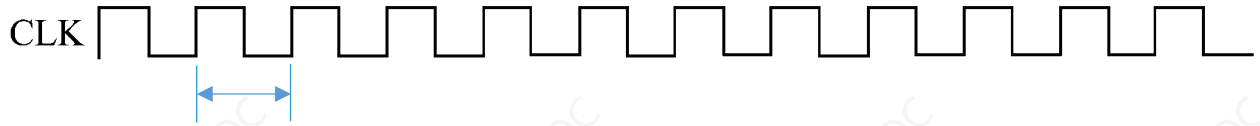
1个二进制位：0，1	2^1
2个二进制位：00，01；10，11	2^2
3个二进制位：000，001，010，011；100，101，110，111	2^3
……	…
n个二进制位	2^n

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	8192	16384	32768	65536

2^{10}：K　2^{20}：M　2^{30}：G　2^{40}：T

CPU的性能指标

CPU主频：CPU内数字脉冲信号振荡的频率。



单位：微秒、纳秒

CPU时钟周期

单位：赫兹，Hz

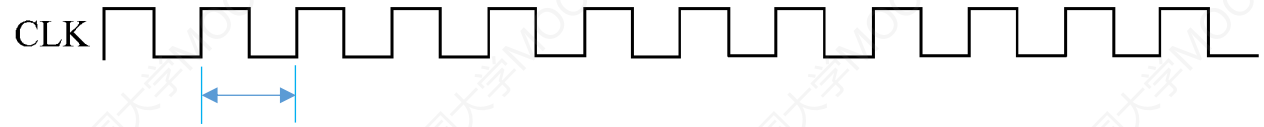
$$\text{CPU主频（时钟频率）} = \frac{1}{CPU\text{时钟周期}}$$

不同的指令，CPI不同。甚至相同的指令，CPI也可能有变化

CPI（Clock cycle Per Instruction）：执行一条指令所需的时钟周期数

执行一条指令的耗时 = CPI × CPU时钟周期

CPU的性能指标



单位：微秒、纳秒...

CPU时钟周期

单位：赫兹，Hz

CPU主频（时钟频率）$= \frac{1}{CPU\text{时钟周期}}$

不同的指令，CPI不同。甚至相同的指令，CPI也可能有变化

CPI（Clock cycle Per Instruction）：执行一条指令所需的时钟周期数

执行一条指令的耗时 = CPI × CPU时钟周期

Eg：某CPU主频为1000Hz，某程序包含100条指令，平均来看指令的CPI=3。该程序在该CPU上执行需要多久？

$$100 * 3 * \frac{1}{1000} = 0.3\ s$$

CPU执行时间（整个程序的耗时）=CPU时钟周期数/主频=（指令条数*CPI）/主频

CPU的性能指标

单位：微秒、纳秒...

CPU时钟周期

单位：赫兹，Hz

CPU主频（时钟频率）$= \frac{1}{CPU\text{时钟周期}}$

不同的指令，CPI不同。甚至相同的指令，CPI也可能有变化

CPI（Clock cycle Per Instruction）：执行一条指令所需的时钟周期数

执行一条指令的耗时 = CPI × CPU时钟周期

CPU执行时间=CPU时钟周期数/主频=（指令条数*CPI）/主频

KIPS
MIPS

IPS（ Instructions Per Second ）：每秒执行多少条指令

$IPS = \frac{\text{主频}}{\text{平均CPI}}$

KFLOPS
MFLOPS
GFLOPS
TFLOPS

FLOPS（Floating-point Operations Per Second）：每秒执行多少次浮点运算

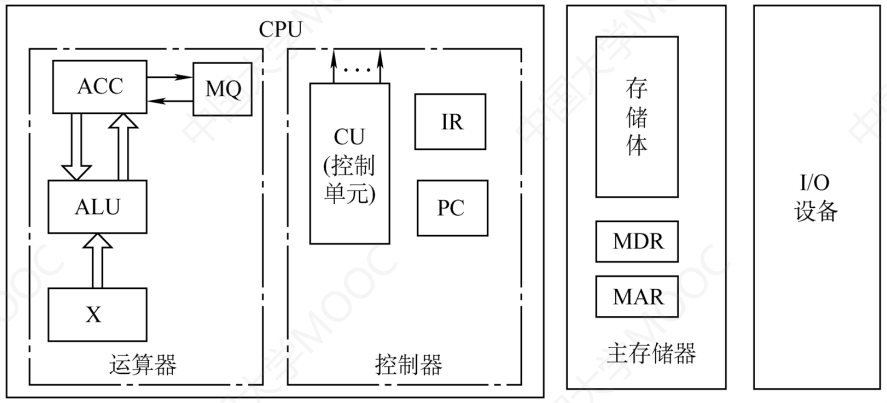
注：此处K、M、G、T 为数量单位

K=Kilo=千=10^3，M=Million=百万=10^6，G=Giga=十亿=10^9，T=Tera=万亿= 10^{12}

2021考研大纲新增：PFLOPS，EFLOPS，ZFLOPS。P=10^3T，E=10^3P，Z=10^3E

系统整体的性能指标

数据通路带宽：数据总线一次所能并行传送信息的位数（各硬件部件通过数据总线传输数据）



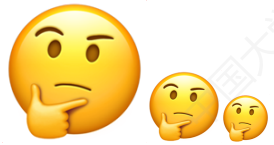
吞吐量：指系统在单位时间内处理请求的数量。
它取决于信息能多快地输入内存，CPU能多快地取指令，数据能多快地从内存取出或存入，以及所得结果能多快地从内存送给一台外部设备。这些步骤中的每一步都关系到主存，因此，系统吞吐量主要取决于主存的存取周期。

响应时间：指从用户向计算机发送一个请求，到系统对该请求做出响应并获得它所需要的结果的等待时间。
通常包括CPU时间（运行一个程序所花费的时间）与等待时间（用于磁盘访问、存储器访问、I/O操作、操作系统开销等时间）。

系统整体的性能指标（动态测试）

“跑分软件”

基准程序是用来测量计算机处理速度的一种实用程序，以便于被测量的计算机性能可以与运行相同程序的其它计算机性能进行比较。

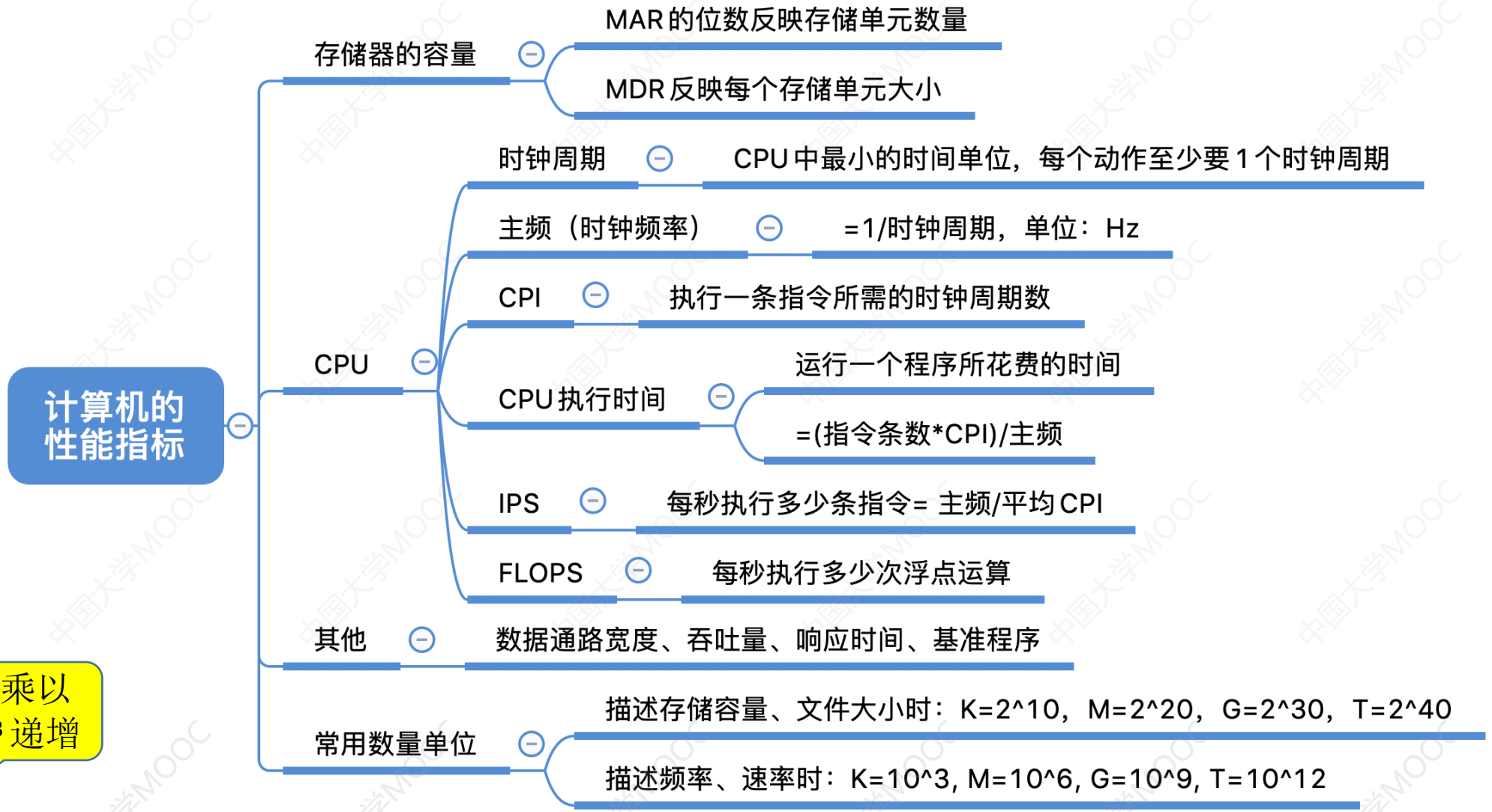


问：主频高的CPU一定比主频低的CPU快吗？
不一定，如两个CPU，A的主频为2GHz，平均CPI=10；
B的主频1GHz，平均CPI=1...

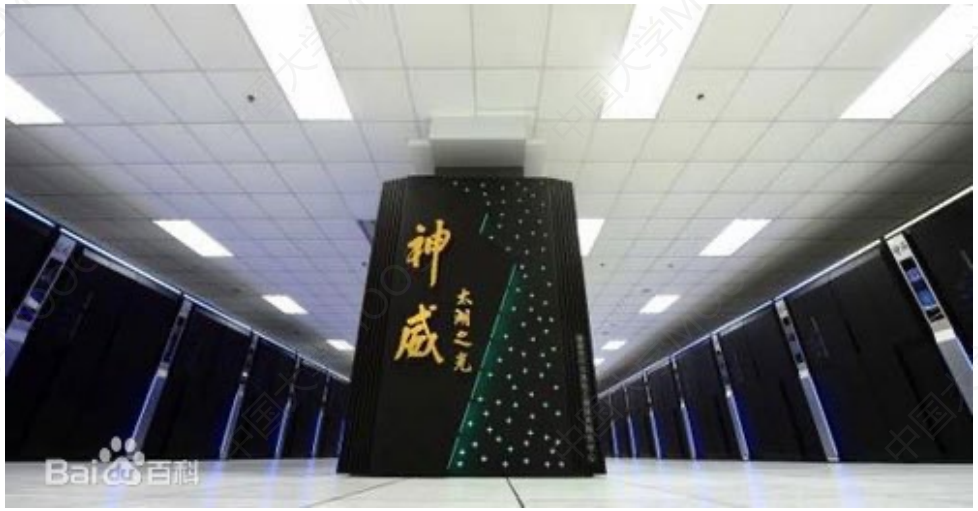
问：若A、B两个CPU的平均CPI相同，那么A一定更快吗？
也不一定，还要看指令系统，如 A不支持乘法指令，只能用多次加法实现乘法；而B支持乘法指令。

问：基准程序执行得越快说明机器性能越好吗？
基准程序中的语句存在频度差异，运行结果也不能完全说明问题

知识回顾与重要考点



Eg：超级计算机的浮点运算能力



神威·太湖之光 （每秒9.3亿亿次的浮点运算）

↓

9.3×10^{16} FLOPS

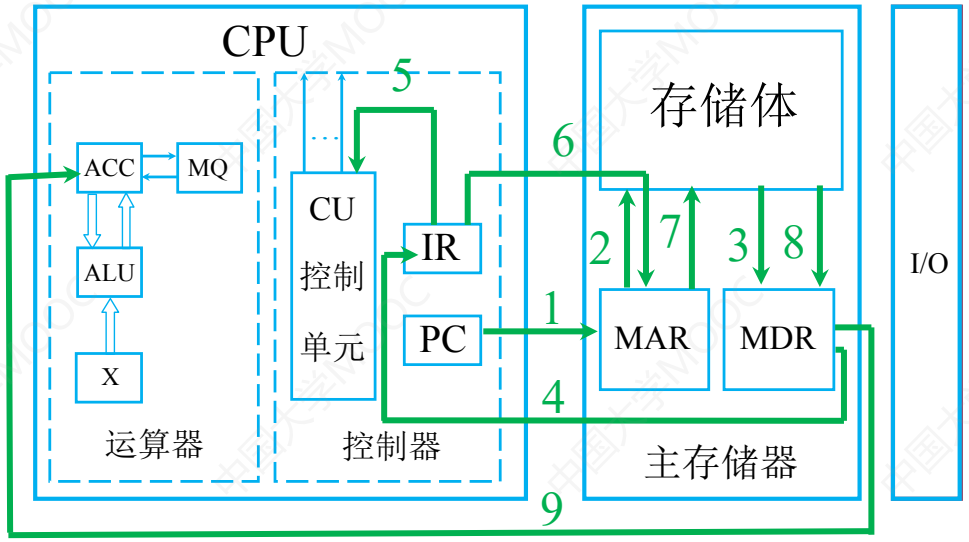
↓

93PFLOPS

按乘以 10^3 递增

K→M →G →T →P →E →Z

取数指令



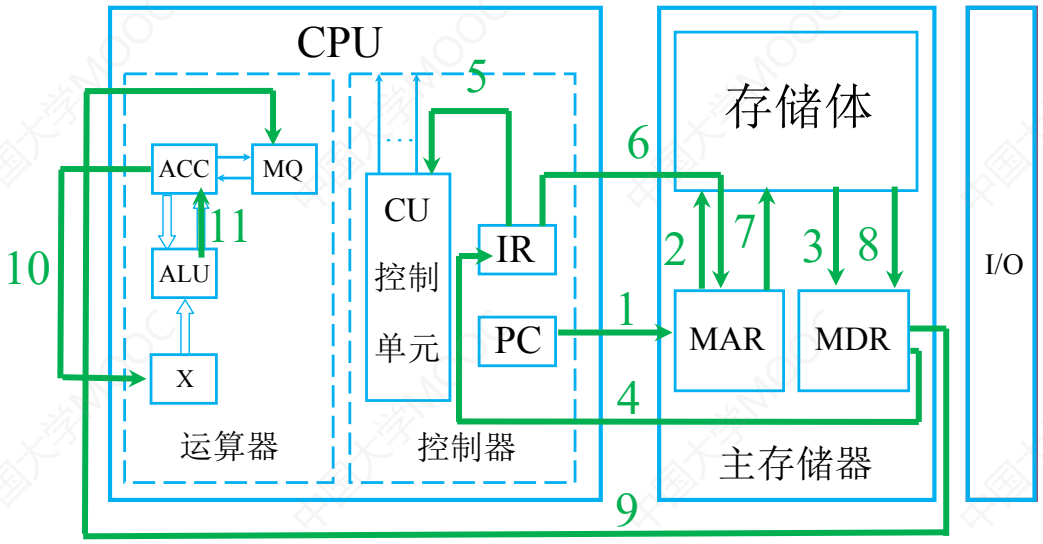
PC

主存地址	指令		注释
	操作码	地址码	
0	000001	0000000101	取数*a*至ACC
1	000100	0000000110	乘*b*得*ab* ,存于ACC中
2	000011	0000000111	加*c*得*ab+c* ,存于ACC中
3	000010	0000001000	将*ab+c* ,存于主存单元
4	000110	0000000000	停机
5	*0000000000000010*		原始数据*a=2*
6	*0000000000000011*		原始数据*b=3*
7	*0000000000000001*		原始数据*c=1*
8	*0000000000000000*		原始数据*y=0*

初：(PC)=0，指向第一条指令的存储地址
#1：(PC)→MAR，导致(MAR)=0
#3：M(MAR)→MDR，导致(MDR)=000001 0000000101
#4：(MDR)→IR，导致(IR)=000001 0000000101
#5：OP(IR)→CU，指令的操作码送到CU，CU分析后得知，这是“取数”指令
#6：Ad(IR)→MAR，指令的地址码送到MAR，导致(MAR)=5
#8：M(MAR)→MDR，导致(MDR)=*0000000000000010=2*
#9：(MDR)→ACC，导致(ACC)=*0000000000000010=2*

取指令（#1~#4）
分析指令（#5）
执行取数指令（#6 ~ #9）

乘法指令



PC

主存地址	指令		注释
	操作码	地址码	
0	000001	0000000101	取数*a*至ACC
1	000100	0000000110	乘*b*得*ab* ,存于ACC中
2	000011	0000000111	加*c*得*ab*+*c* ,存于ACC中
3	000010	0000001000	将*ab*+*c* ,存于主存单元
4	000110	0000000000	停机
5	*0000000000000010*		原始数据*a=2*
6	*0000000000000011*		原始数据*b=3*
7	*0000000000000001*		原始数据*c=1*
8	*0000000000000000*		原始数据*y=0*

上一条指令取指后PC自动+1，(PC)=1；执行后，(ACC)=2

#1：(PC)→MAR，导致(MAR)=1

#3：M(MAR)→MDR，导致(MDR)=000100 0000000110

#4：(MDR)→IR，导致(IR)= 000100 0000000110

#5：OP(IR)→CU，指令的操作码送到CU， CU分析后得知，这是“乘法”指令

#6：Ad(IR)→MAR，指令的地址码送到MAR，导致(MAR)=6

#8：M(MAR)→MDR，导致(MDR)=*0000000000000011=3*

#9：(MDR)→MQ，导致(MQ)=*0000000000000011=3*

#10：(ACC)→X，导致(X)=2

#11：(MQ)*(X)→ACC，由ALU实现乘法运算，导致(ACC)=6，如果乘积太大，则需要MQ辅助存储

取指令（#1~#4）

分析指令（#5）

执行乘法指令（#6 ~ #11）