

题目 1. 现在一台电脑的处理器的寻址空间有 **32 bits** 的寻址空间，内存中的每个块的大小为 **32 bytes**，电脑的 cache 能够存储 **16KIB** 数据。

1. 请问该电脑的 cache 能够存储多少个块？
2. 假设该电脑的 cache 采用直接映射的方式，那么地址中 **TAG**、**Index**、**OFFSET** 的位宽分别是多少？
3. 如果采用的是 4 路组相联的方式，那么 **TAG**、**Index**、**OFFSET** 的位宽分别是多少？

1. 每个块的大小为 32 bytes. cache 总数据容量为 16 KIB.
故该电脑的 cache 能存储块数为: $\frac{16 \times 2^{10} \text{ bytes}}{32 \text{ bytes}} = 2^9 = 512 \text{ 个块}$

2. TAG 位宽: $32 - (9 + 5) = 18$
Index 位宽: 9
OFFSET 位宽: 5

3. TAG 位宽: $32 - (7 + 5) = 20$
Index 位宽: $9 - 2 = 7$
OFFSET 位宽: 5

题目 2. 现在有一个8bits寻址空间的计算机，内存中的每个块的大小为 8 bytes，计算机的 cache 能够存储 32B 数据。cache 采用两路组相联的方式，采用 LRU 策略。现在有以下访问序列：(Tag, Index, Offset均填入二进制)

有关Miss Type的说明：指3C模型中的三种失效类型，可以参加老师ppt 98页的内容。

Address	Tag	Index	Offset	Hit/Miss/Replace	Miss Type
0b00000100	0000	0	100	Miss	强制失效
0b00000101	0000	0	101	Hit	\
0b01101000	0110	1	000	Miss	强制失效
0b11001000	1100	1	000	Miss	强制失效
0b01101000	0110	1	000	Hit	-
0b11011101	1101	1	101	Replace	冲突失效
0b01000010	0100	0	010	Miss	强制失效
0b00000100	0000	0	100	Hit	-
0b11001000	1100	1	000	Replace	容量失效

↓ ↓ ↓
 Tag Index Offset

题目 3. 现在有一个32位字节寻址的 RISC-V 计算机，拥有 4 GiB 内存，一个 16 KiB 的 cache，每个 cache 块的大小为 32 byte 同时采用 LRU 策略。现在我们有如下的 C 代码, 假定第一次运行时cache为空：

```
#define SIZE_A 2048
```

```
typedef struct {  
    int x; // int 为 32 bits  
    int y[3];  
} node;
```

node大小: 16 byte
A大小: 2^{15} byte
cache大小: 2^{14} byte

```
int count(node *A, int x) { // 为简化问题，A的首地址恰好位于一个块的首地址
```

```
    int k = 0;  
    for (int i = 0; i < SIZE_A; i++) {  
        if (A[i].x == x) {  
            k++;  
        }  
    }  
    return k;  
}
```

```
}
```

在相同A在不同x下连续进行充分多次调用，回答下列问题：

1. 采用直接映射，对A[i].x的访问是否会产生cache失效？如果会，会出现哪些失效？命中率是多少？
2. 如果采用8路组相联，对A[i].x的访问是否会产生cache失效？如果会，会出现哪些失效？命中率是多少？
3. 如果采用全相联映射且将cache的策略改为MRU，对A[i].x的访问是否会产生cache失效？如果会，会出现哪些失效？命中率大约是多少？
4. cache容量满后，出现的失效一定为容量失效吗？如果不是，举例说明。
5. 通过增加块的数量cache容量一定能提高命中率吗？如果不是，举例说明。

1. 会, 三种失效均会出现. 命中率为 50%
2. 会, 三种失效均可能出现. 命中率为 50%
3. 会, 会出现强制失效和容量失效. 命中率为 50%
4. 不一定. 比如在直接映射中, 第一次访问前 1024 项 $A[0] \sim x$ 后 cache 容量满, 然后访问 $A[1024] \sim x$ (即第 1025 项), 会发生冲突失效, 与 $A[0] \sim x$ 和 $A[0] \sim x$ 所在块产生冲突.
5. 一定能.