

Runtime 面试题

iOS 技术交流群: 638302184

找到属于你的
技术圈子



微信扫一扫，关注我们

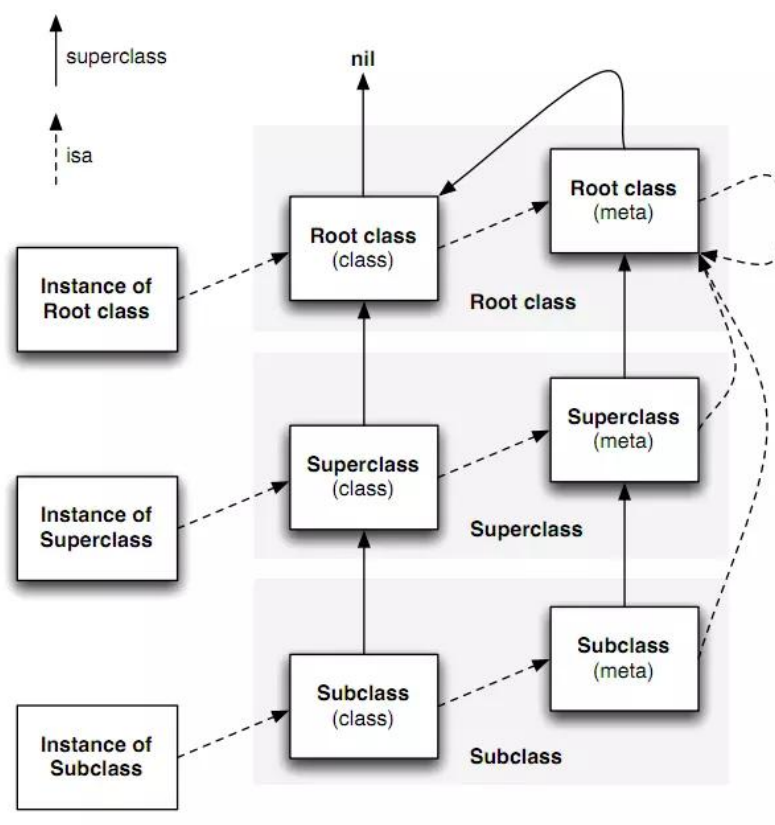


iOS开发者聚集地，结实人脉、学习技术
你想要的这里都有！

一、objc 对象的 isa 的指针指向什么？有什么作用？

指向他的类对象,从而可以找到对象上的方法

详解：下图很好的描述了对对象，类，元类之间的关系：



图中实线是 `super_class` 指针，虚线是 `isa` 指针。

1. `Root class (class)` 其实就是 `NSObject`，`NSObject` 是没有超类的，所以 `Root class(class)` 的 `superclass` 指向 `nil`。
2. 每个 `Class` 都有一个 `isa` 指针指向唯一的 `Meta class`
3. `Root class(meta)` 的 `superclass` 指向 `Root class(class)`，也就是 `NSObject`，形成一个回路。
4. 每个 `Meta class` 的 `isa` 指针都指向 `Root class (meta)`。

二、一个 NSObject 对象占用多少内存空间？

受限于内存分配的机制，一个 NSObject 对象都会分配 16byte 的内存空间。

但是实际上在 64 位 下，只使用了 8byte;

在 32 位下，只使用了 4byte

一个 NSObject 实例对象成员变量所占的大小，实际上是 8 字节

```
#import <Objc/Runtime>
Class_getInstanceSize([NSObject Class])
```

本质是

```
size_t class_getInstanceSize(Class cls)
{
    if (!cls) return 0;
    return cls->alignedInstanceSize();
}
```

获取 objc 指针所指向的内存的大小，实际上是 16 字节

```
#import <malloc/malloc.h>
malloc_size((__bridge const void *)obj);
```

对象在分配内存空间时，会进行内存对齐，所以在 iOS 中，分配内存空间都是 16 字节 的倍数。

可以通过以下网址：opensource.apple.com/tarballs 来查看源代码。

三、说一下对 `class_rw_t` 的理解？

`rw` 代表可读可写。

ObjC 类中的属性、方法还有遵循的协议等信息都保存在 `class_rw_t` 中：

```
// 可读可写
struct class_rw_t {
    // Be warned that Symbolication knows the layout of this structure.
    uint32_t flags;
    uint32_t version;

    const class_ro_t *ro; // 指向只读的结构体, 存放类初始信息

    /*
     * 这三个都是二位数组, 是可读可写的, 包含了类的初始内容、分类的内容。
     * methods中, 存储 method_list_t ----> method_t
     * 二位数组, method_list_t --> method_t
     * 这三个二位数组中的数据有一部分是从class_ro_t中合并过来的。
     */
    method_array_t methods; // 方法列表 (类对象存放对象方法, 元类对象存放类方法)
    property_array_t properties; // 属性列表
    protocol_array_t protocols; // 协议列表

    Class firstSubclass;
    Class nextSiblingClass;

    // ...
};
```

四、说一下对 `class_ro_t` 的理解？

存储了当前类在编译期就已经确定的属性、方法以及遵循的协议。

```
struct class_ro_t {
    uint32_t flags;
    uint32_t instanceStart;
    uint32_t instanceSize;
    uint32_t reserved;

    const uint8_t * ivarLayout;

    const char * name;
    method_list_t * baseMethodList;
    protocol_list_t * baseProtocols;
    const ivar_list_t * ivars;

    const uint8_t * weakIvarLayout;
    property_list_t * baseProperties;
};
```

五、说一下对 isa 指针的理解

说一下对 isa 指针的理解， 对象的 isa 指针指向哪里？ isa 指针有哪两种类型？

isa 等价于 is kind of

- 实例对象 isa 指向类对象
- 类对象指 isa 向元类对象
- 元类对象的 isa 指向元类的基类

isa 有两种类型

- 纯指针，指向内存地址
- NON_POINTER_ISA，除了内存地址，还存有一些其他信息

isa 源码分析

在 Runtime 源码查看 isa_t 是共用体。简化结构如下：

```
union isa_t
{
    Class cls;
    uintptr_t bits;
    # if __arm64__ // arm64架构
    # define ISA_MASK 0x000000fffffffff8ULL //用来取出33位内存地址使用(&)操作
    # define ISA_MAGIC_MASK 0x000003f000000001ULL
    # define ISA_MAGIC_VALUE 0x000001a000000001ULL
    struct {
        uintptr_t nonpointer : 1; //0:代表普通指针,1:表示优化过的,可以存储更多信息.
        uintptr_t has_assoc : 1; //是否设置过关联对象. 如果没设置过,释放会更快
        uintptr_t has_cxx_dtor : 1; //是否有c++的析构函数
        uintptr_t shiftcls : 33; // MACH_VM_MAX_ADDRESS 0x100000000 内存地址值
        uintptr_t magic : 6; //用于在调试时分辨对象是否未完成初始化
        uintptr_t weakly_referenced : 1; //是否有被弱引用指向过
        uintptr_t deallocating : 1; //是否正在释放
        uintptr_t has_sidetable_rc : 1; //引用计数器是否过大无法存储在ISA中. 如果为1,那么引用计数会存储在一个叫做SideTable的类的I
        uintptr_t extra_rc : 19; //里面存储的值是引用计数器减1

        # define RC_ONE (1ULL<<45)
        # define RC_HALF (1ULL<<18)
    };
    # elif __x86_64__ // arm86架构,模拟器是arm86
    # define ISA_MASK 0x00007fffffffffff8ULL
    # define ISA_MAGIC_MASK 0x001f800000000001ULL
    # define ISA_MAGIC_VALUE 0x001d800000000001ULL
    struct {
        uintptr_t nonpointer : 1;
        uintptr_t has_assoc : 1;
        uintptr_t has_cxx_dtor : 1;
        uintptr_t shiftcls : 44; // MACH_VM_MAX_ADDRESS 0x7fffffe00000
        uintptr_t magic : 6;
        uintptr_t weakly_referenced : 1;
        uintptr_t deallocating : 1;
        uintptr_t has_sidetable_rc : 1;
        uintptr_t extra_rc : 8;

        # define RC_ONE (1ULL<<56)
        # define RC_HALF (1ULL<<7)
    };
    # else
    # error unknown architecture for packed isa
    # endif
};
```

六、说一下 Runtime 的方法缓存？存储的形式、数据结构以及查找的过程？

cache_t 增量扩展的哈希表结构。哈希表内部存储的 bucket_t。

bucket_t 中存储的是 SEL 和 IMP 的键值对。

- 如果是有序方法列表，采用二分查找
- 如果是无序方法列表，直接遍历查找

cache_t 结构体

```
// 缓存曾经调用过的方法，提高查找速率
struct cache_t {
    struct bucket_t *_buckets; // 散列表
    mask_t _mask; // 散列表的长度 - 1
    mask_t _occupied; // 已经缓存的方法数量，散列表的长度使大于已经缓存的数量的。
    //...
}

struct bucket_t {
    cache_key_t _key; //SEL作为Key @selector()
    IMP _imp; // 函数的内存地址
    //...
}
```

散列表查找过程，在 objc-cache.mm 文件中

```
// 查询散列表, k
bucket_t * cache_t::find(cache_key_t k, id receiver)
{
    assert(k != 0); // 断言

    bucket_t *b = buckets(); // 获取散列表
    mask_t m = mask(); // 散列表长度 - 1
    mask_t begin = cache_hash(k, m); // & 操作
    mask_t i = begin; // 索引值
    do {
        if (b[i].key() == 0 || b[i].key() == k) {
            return &b[i];
        }
    } while ((i = cache_next(i, m)) != begin);
    // i 的值最大等于mask, 最小等于0。

    // hack
    Class cls = (Class)((uintptr_t)this - offsetof(objc_class, cache));
    cache_t::bad_cache(receiver, (SEL)k, cls);
}
```

上面是查询散列表函数，其中 cache_hash(k, m) 是静态内联方法，将传入的 key 和 mask 进行 & 操作返回 uint32_t 索引值。do-while 循环查找过程，当发生冲突 cache_next 方法将索引值减 1。

七、使用 `runtime Associate` 方法关联的对象，需要在主对象 `dealloc` 的时候释放么？

无论在 MRC 下还是 ARC 下均不需要，被关联的对象在生命周期内要比对象本身释放的晚很多，它们会在被 `NSObject -dealloc` 调用的 `object_dispose()` 方法中释放。

详解：

```
1. 调用 -release :引用计数变为零
   对象正在被销毁，生命周期即将结束。
   不能再有新的 __weak 弱引用，否则将指向 nil。
   调用 [self dealloc]

2. 父类调用 -dealloc
   继承关系中最直接继承的父类再调用 -dealloc
   如果是 MRC 代码 则会手动释放实例变量们 (iVars)
   继承关系中每一层的父类 都再调用 -dealloc

>3. NSObject 调 -dealloc
   只做一件事：调用 Objective-C runtime 中 object_dispose() 方法

>4. 调用 object_dispose()
   为 C++ 的实例变量们 (iVars) 调用 destructors
   为 ARC 状态下的 实例变量们 (iVars) 调用 -release
   解除所有使用 runtime Associate 方法关联的对象
   解除所有 __weak 引用
   调用 free()
```

八、实例对象的数据结构？

具体可以参看 `Runtime` 源代码，在文件 `objc-private.h` 的第 127-232 行。

```
struct objc_object {
    isa_t isa;
    //...
}
```

本质上 `objc_object` 的私有属性只有一个 `isa` 指针。指向 类对象 的内存地址。

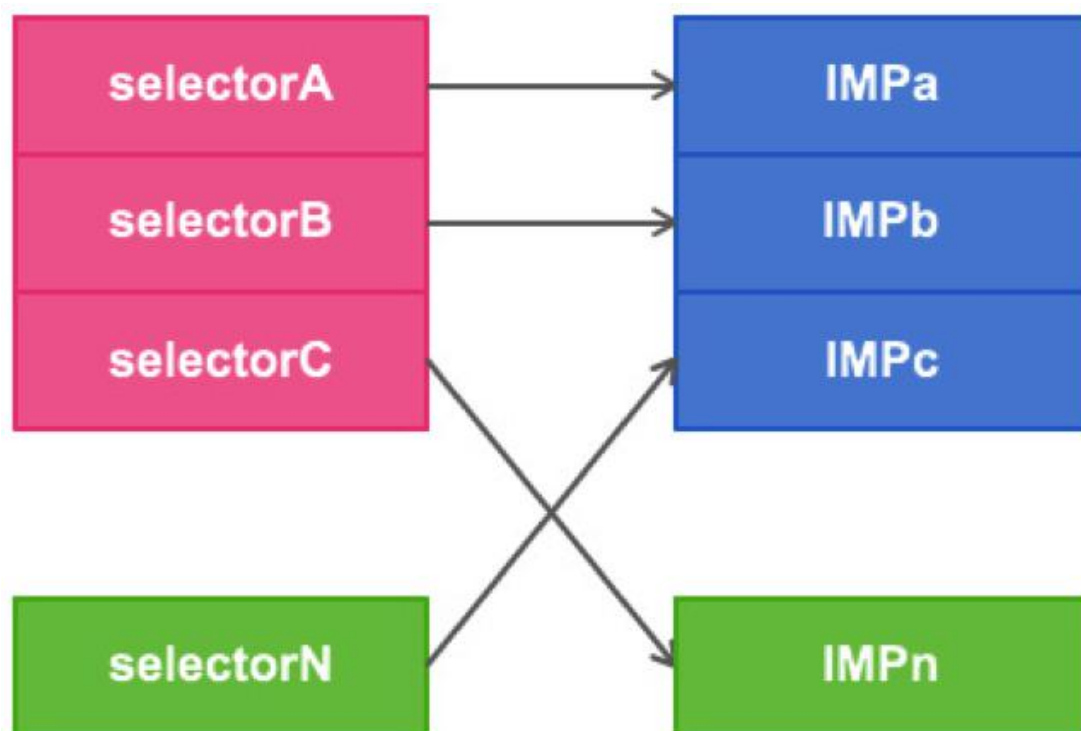
九、什么是 `method swizzling`（俗称黑魔法）

简单说就是进行方法交换

在 `Objective-C` 中调用一个方法，其实是向一个对象发送消息，查找消息的唯一依据是 `selector` 的名字。利用 `Objective-C` 的动态特性，可以实现在运行时偷换 `selector` 对应的方法实现，达到给方法挂钩的目的。每个类都有一个方法列表，存放着方法的名字和方法实现的映射关系，`selector` 的本质其实就是方法名，`IMP` 有点类似函数指针，指向具体的 `Method` 实现，通过 `selector` 就可以找到对应的 `IMP`。

换方法的几种实现方式

- 利用 `method_exchangeImplementations` 交换两个方法的实现
- 利用 `class_replaceMethod` 替换方法的实现
- 利用 `method_setImplementation` 来直接设置某个方法的 `IMP`



十、什么时候会报 `unrecognized selector` 的异常？

`objc` 在向一个对象发送消息时，`runtime` 库会根据对象的 `isa` 指针找到该对象实际所属的类，然后在该类中的方法列表以及其父类方法列表中寻找方法运行，如果，在最顶层的父类中依然找不到相应的方法时，会进入消息转发阶段，如果消息三次转发流程仍未实现，则程序在运行时会挂掉并抛出异常 `unrecognized selector sent to XXX`。

十一、如何给 Category 添加属性？关联对象以什么形式进行存储？

查看的是 关联对象 的知识点。

详细的说一下 关联对象。

关联对象 以哈希表的格式，存储在一个全局的单例中。

```
@interface NSObject (Extension)

@property (nonatomic,copy ) NSString *name;

@end

@implementation NSObject (Extension)

- (void)setName:(NSString *)name {

    objc_setAssociatedObject(self, @selector(name), name, OBJC_ASSOCIATION_COPY_NONATOMIC);
}

- (NSString *)name {

    return objc_getAssociatedObject(self,@selector(name));
}

@end
```

十二、能否向编译后得到的类中增加实例变量？能否向运行时创建的类中添加实例变量？为什么？

不能向编译后得到的类中增加实例变量；

能向运行时创建的类中添加实例变量；

- 1.因为编译后的类已经注册在 `runtime` 中,类结构体中的 `objc_ivar_list` 实例变量的链表和 `instance_size` 实例变量的内存大小已经确定，同时 `runtime` 会调用 `class_setvarlayout` 或 `class_setWeakIvarLayout` 来处理 `strong weak` 引用.所以不能向存在的类中添加实例变量。
- 2.运行时创建的类是可以添加实例变量，调用 `class_addIvar` 函数. 但是在调用 `objc_allocateClassPair` 之后， `objc_registerClassPair` 之前,原因同上。

十三、类对象的数据结构？

具体可以参看 `Runtime` 源代码。

类对象就是 `objc_class`。

```
struct objc_class : objc_object {
    // Class ISA;
    Class superclass; // 父类指针
    cache_t cache;      // formerly cache pointer and vtable 方法缓存
    class_data_bits_t bits; // class_rw_t * plus custom rr/alloc flags 用于获取地址

    class_rw_t *data() {
        return bits.data(); // &FAST_DATA_MASK 获取地址值
    }
}
```

它的结构相对丰富一些。继承自 `objc_object` 结构体，所以包含 `isa` 指针

- `isa`: 指向元类
- `superClass`: 指向父类
- `Cache`: 方法的缓存列表
- `data`: 顾名思义，就是数据。是一个被封装好的 `class_rw_t` 。

十四、`runtime` 如何通过 `selector` 找到对应的 `IMP` 地址？

每一个类对象中都一个方法列表, 方法列表中记录着方法的名称, 方法实现, 以及参数类型, 其实 `selector` 本质就是方法名称, 通过这个方法名称就可以在方法列表中找到对应的方法实现.

十五、runtime 如何实现 weak 变量的自动置 nil？知道 SideTable 吗？

runtime 对注册的类会进行布局，对于 weak 修饰的对象会放入一个 hash 表中。用 weak 指向的对象内存地址作为 key，当此对象的引用计数为 0 的时候会 dealloc，假如 weak 指向的对象内存地址是 a，那么就会以 a 为键，在这个 weak 表中搜索，找到所有以 a 为键的 weak 对象，从而设置为 nil。

更细一点的答案：

1. 初始化时：runtime 会调用 objc_initWeak 函数，初始化一个新的 weak 指针指向对象的地址。
2. 添加引用时：objc_initWeak 函数会调用 objc_storeWeak() 函数，objc_storeWeak() 的作用是更新指针指向，创建对应的弱引用表。
3. 释放时，调用 clearDeallocating 函数。clearDeallocating 函数首先根据对象地址获取所有 weak 指针地址的数组，然后遍历这个数组把其中的数据设为 nil，最后把这个 entry 从 weak 表中删除，最后清理对象的记录。

SideTable 结构体是负责管理类的引用计数表和 weak 表，

详解：参考自《Objective-C 高级编程》一书

1. 初始化时：runtime 会调用 objc_initWeak 函数，初始化一个新的 weak 指针指向对象的地址。

```
{
    NSObject *obj = [[NSObject alloc] init];
    id __weak obj1 = obj;
}
```

当我们初始化一个 weak 变量时，runtime 会调用 NSObject.mm 中的 objc_initWeak 函数。

```
// 编译器的模拟代码
id obj1;
objc_initWeak(&obj1, obj);
/*obj 引用计数变为0，变量作用域结束*/
objc_destroyWeak(&obj1);
```

通过 objc_initWeak 函数初始化“附有 weak 修饰符的变量（obj1）”，在变量作用域结束时通过 objc_destroyWeak 函数释放该变量（obj1）。

2. 添加引用时：objc_initWeak 函数会调用 objc_storeWeak() 函数，objc_storeWeak() 的作用是更新指针指向，创建对应的弱引用表。

objc_initWeak 函数将“附有 weak 修饰符的变量（obj1）”初始化为 0 (nil) 后，会将“赋值对象”（obj）作为参数，调用 objc_storeWeak 函数。

```
obj1 = 0;
objc_storeWeak(&obj1, obj);
```

也就是说：

`weak` 修饰的指针默认值是 `nil`（在 Objective-C 中向 `nil` 发送消息是安全的）

然后 `objc_destroyWeak` 函数将 0（`nil`）作为参数，调用 `objc_storeWeak` 函数。

```
objc_storeWeak(&obj1, 0);
```

前面的源代码与下列源代码相同。

```
// 编译器的模拟代码
id obj1;
obj1 = 0;
objc_storeWeak(&obj1, obj);
/* ... obj的引用计数变为0, 被置nil ... */
objc_storeWeak(&obj1, 0);
```

`objc_storeWeak` 函数把第二个参数的赋值对象（`obj`）的内存地址作为键值，将第一个参数 `__weak` 修饰的属性变量（`obj1`）的内存地址注册到 `weak` 表中。如果第二个参数（`obj`）为 0（`nil`），那么把变量（`obj1`）的地址从 `weak` 表中删除。

由于一个对象可同时赋值给多个附有 `__weak` 修饰符的变量中，所以对于一个键值，可注册多个变量的地址。

可以把 `objc_storeWeak(&a, b)` 理解为：`objc_storeWeak(value, key)`，并且当 `key` 变 `nil`，将 `value` 置 `nil`。在 `b` 非 `nil` 时，`a` 和 `b` 指向同一个内存地址，在 `b` 变 `nil` 时，`a` 变 `nil`。此时向 `a` 发送消息不会崩溃：在 Objective-C 中向 `nil` 发送消息是安全的。

3. 释放时，调用 `clearDeallocating` 函数。`clearDeallocating` 函数首先根据对象地址获取所有 `weak` 指针地址的数组，然后遍历这个数组把其中的数据设为 `nil`，最后把这个 `entry` 从 `weak` 表中删除，最后清理对象的记录。

当 `weak` 引用指向的对象被释放时，又是如何去处理 `weak` 指针的呢？当释放对象时，其基本流程如下：

1. 调用 `objc_release`
2. 因为对象的引用计数为 0，所以执行 `dealloc`
3. 在 `dealloc` 中，调用了 `_objc_rootDealloc` 函数
4. 在 `_objc_rootDealloc` 中，调用了 `object_dispose` 函数
5. 调用 `objc_destructInstance`
6. 最后调用 `objc_clear_deallocating`

对象被释放时调用的 `objc_clear_deallocating` 函数：

1. 从 `weak` 表中获取废弃对象的地址为键值的记录
2. 将包含在记录中的所有附有 `weak` 修饰符变量的地址，赋值为 `nil`

3.将 `weak` 表中该记录删除

4.从引用计数表中删除废弃对象的地址为键值的记录

总结:

其实 `Weak` 表是一个 `hash` (哈希) 表, `Key` 是 `weak` 所指对象的地址, `Value` 是 `weak` 指针的地址 (这个地址的值是所指对象指针的地址) 数组。

十六、`objc` 中向一个 `nil` 对象发送消息将会发生什么?

如果向一个 `nil` 对象发送消息, 首先在寻找对象的 `isa` 指针时就是 0 地址返回了, 所以不会出现任何错误。也不会崩溃。

详解:

如果一个方法返回值是一个对象, 那么发送给 `nil` 的消息将返回 `0(nil)`;

如果方法返回值为指针类型, 其指针大小为小于或者等于 `sizeof(void*)`, `float`, `double`, `long double` 或者 `long long` 的整型标量, 发送给 `nil` 的消息将返回 0;

如果方法返回值为结构体, 发送给 `nil` 的消息将返回 0。结构体中各个字段的值将都是 0;

如果方法的返回值不是上述提到的几种情况, 那么发送给 `nil` 的消息的返回值将是未定义的。

十七、`objc` 在向一个对象发送消息时, 发生了什么?

`objc` 在向一个对象发送消息时, `runtime` 会根据对象的 `isa` 指针找到该对象实际所属的类, 然后在该类中的方法列表以及其父类方法列表中寻找方法运行, 如果一直到根类还没找到, 转向拦截调用, 走消息转发机制, 一旦找到, 就去执行它的实现 `IMP`。

十八、isKindOfClass 与 isKindOfClass

下面代码输出什么？

```
@interface Sark : NSObject
@end

@implementation Sark
@end

int main(int argc, const char * argv[]) {
    @autoreleasepool {
        BOOL res1 = [(id)[NSObject class] isKindOfClass:[NSObject class]];
        BOOL res2 = [(id)[NSObject class] isKindOfClass:[NSObject class]];
        BOOL res3 = [(id)[Sark class] isKindOfClass:[Sark class]];
        BOOL res4 = [(id)[Sark class] isKindOfClass:[Sark class]];
        NSLog(@"%d %d %d %d", res1, res2, res3, res4);
    }
    return 0;
}
```

答案：1000

详解：

在 isKindOfClass 中有一个循环，先判断 class 是否等于 meta class，不等就继续循环判断是否等于 meta class 的 super class，不等再继续取 super class，如此循环下去。

[NSObject class]执行完之后调用 isKindOfClass，第一次判断先判断 NSObject 和 NSObject 的 meta class 是否相等，之前讲到 meta class 的时候放了一张很详细的图，从图上我们也可以看出，NSObject 的 meta class 与本身不等。接着第二次循环判断 NSObject 与 meta class 的 superclass 是否相等。还是从那张图上面我们可以看到：Root class(meta) 的 superclass 就是 Root class(class)，也就是 NSObject 本身。所以第二次循环相等，于是第一行 res1 输出应该为 YES。

同理，[Sark class]执行完之后调用 isKindOfClass，第一次 for 循环，Sark 的 Meta Class 与[Sark class]不等，第二次 for 循环，Sark Meta Class 的 super class 指向的是 NSObject Meta Class，和 Sark Class 不相等。第三次 for 循环，NSObject Meta Class 的 super class 指向的是 NSObject Class，和 Sark Class 不相等。第四次循环，NSObject Class 的 super class 指向 nil，和 Sark Class 不相等。第四次循环之后，退出循环，所以第三行的 res3 输出为 NO。

isMemberOfClass 的源码实现是拿到自己的 isa 指针和自己比较，是否相等。

第二行 isa 指向 NSObject 的 Meta Class，所以和 NSObject Class 不相等。第四行，isa 指向 Sark 的 Meta Class，和 Sark Class 也不等，所以第二行 res2 和第四行 res4 都输出 NO。

十九、Category 在编译过后，是在什么时机与原有的类合并到一起的？

1. 程序启动后，通过编译之后，Runtime 会进行初始化，调用 `_objc_init`。
2. 然后会 `map_images`。
3. 接下来调用 `map_images_nolock`。
4. 再然后就是 `read_images`，这个方法会读取所有的类的相关信息。
5. 最后是调用 `reMethodizeClass:`，这个方法是重新方法化的意思。
6. 在 `reMethodizeClass:` 方法内部会调用 `attachCategories:`，这个方法会传入 `Class` 和 `Category`，会将方法列表，协议列表等与原有的类合并。最后加入到 `class_rw_t` 结构体中。

二十、Category 有哪些用途？

- 给系统类添加方法、属性（需要关联对象）。
- ³⁵ 对某个类大量的方法，可以实现按照不同的名称归类。

二十一、Category 的实现原理？

被添加在了 `class_rw_t` 的对应结构里。

Category 实际上是 `Category_t` 的结构体，在运行时，新添加的方法，都被以倒序插入到原有方法列表的最前面，所以不同的 Category，添加了同一个方法，执行的实际上是最后一个。

拿方法列表举例，实际上是一个二维的数组。

Category 如果翻看源码的话就会知道实际上是一个 `_catrgory_t` 的结构体。

--

例如我们在程序中写了一个 `Nsobject+Tools` 的分类，那么被编译为 C++ 之后，实际上是：

```
static struct _catrgory_t_OBJC_$_CATEGORY_NsObject_$_Tools __attribute__((used,section))("__DATA,__objc_const"))
{
    // name
    // class
    // instance method list
    // class method list
    // protocol list
    // properties
}
```

Category 在刚刚编译完的时候，和原来的类是分开的，只有在程序运行起来后，通过 Runtime，Category 和原来的类才会合并到一起。

`memmove`，`memcpy`：这俩方法是位移、复制，简单理解就是原有的方法移动到最后，根根新开辟的控件，把前面的位置留给分类，然后分类中的方法，按照倒序依次插入，可以得出的结论就就是，越晚参与编译的分类，里面的方法才是生效的那个。

二十二、_objc_msgForward 函数是做什么的，直接调用它将会发生什么？

_objc_msgForward 是 IMP 类型，用于消息转发的：当向一个对象发送一条消息，但它并没有实现的时候，_objc_msgForward 会尝试做消息转发。

详解：_objc_msgForward 在进行消息转发的过程中会涉及以下这几个方法：

1. List itemresolveInstanceMethod:方法 (或 resolveClassMethod:)
2. List itemforwardingTargetForSelector:方法
3. List itemmethodSignatureForSelector:方法
4. List itemforwardInvocation:方法
5. List itemdoesNotRecognizeSelector: 方法

具体请见：请看 Runtime 在工作中的运用 第三章 Runtime 方法调用流程：

二十三、[self class] 与 [super class]

下面的代码输出什么？

```
@implementation Son : Father
- (id)init
{
    self = [super init];
    if (self) {
        NSLog(@"%@", NSStringFromClass([self class]));
        NSLog(@"%@", NSStringFromClass([super class]));
    }
    return self;
}
@end
```

NSStringFromClass([self class]) = Son

NSStringFromClass([super class]) = Son

详解：这个题目主要是考察关于 Objective-C 中对 self 和 super 的理解。

self 是类的隐藏参数，指向当前调用方法的这个类的实例；

super 本质是一个编译器标示符，和 self 是指向的同一个消息接受者。不同点在于：super 会告诉编译器，当调用方法时，去调用父类的方法，而不是本类中的方法。

当使用 self 调用方法时，会从当前类的方法列表中开始找，如果没有，就从父类中再找；而当使用 super 时，则从父类的方法列表中开始找。然后调用父类的这个方法。

在调用[super class]的时候，runtime 会去调用 objc_msgSendSuper 方法，而不是 objc_msgSend；


```
OBJC_EXPORT void objc_msgSendSuper(void /* struct objc_super *super, SEL op, ... */)

/// Specifies the superclass of an instance.
struct objc_super {
    /// Specifies an instance of a class.
    __unsafe_unretained id receiver;

    /// Specifies the particular superclass of the instance to message.
#if !defined(__cplusplus) && !__OBJC2__
    /* For compatibility with old objc-runtime.h header */
    __unsafe_unretained Class class;
#else
    __unsafe_unretained Class super_class;
#endif
    /* super_class is the first class to search */
};
```

在 `objc_msgSendSuper` 方法中，第一个参数是一个 `objc_super` 的结构体，这个结构体里面有两个变量，一个是接收消息的 `receiver`，一个是当前类的父类 `super_class`。

`objc_msgSendSuper` 的工作原理应该是这样的：

从 `objc_super` 结构体指向的 `superClass` 父类的方法列表开始查找 `selector`，找到后以 `objc->receiver` 去调用父类的这个 `selector`。注意，最后的调用者是 `objc->receiver`，而不是 `super_class`！

那么 `objc_msgSendSuper` 最后就转变成：

```
// 注意这里是从父类开始msgSend，而不是从本类开始
objc_msgSend(objc_super->receiver, @selector(class))

/// Specifies an instance of a class. 这是类的一个实例
__unsafe_unretained id receiver;

// 由于是实例调用，所以是减号方法
- (Class)class {
    return object_getClass(self);
}
```

由于找到了父类 `NSObject` 里面的 `class` 方法的 `IMP`，又因为传入的入参 `objc_super->receiver = self`。`self` 就是 `son`，调用 `class`，所以父类的方法 `class` 执行 `IMP` 之后，输出还是 `son`，最后输出两个都一样，都是输出 `son`。