

全国普通高中化学创新教育研究会编

北京教育科学研究院编

高中化学

创新  
教学设计

第三本

新大纲  
新理念  
新思维  
新模式  
新课型  
新方法

典库

高中化学实验改进设计（十七）

化学教育编辑部

# 目 录

如何做好氢氧化钴(Ⅱ)的生成实验 .....	( 员)
化学发光及其演示实验 .....	( 圆)
常见塑料的鉴别实验 .....	( 缘)
臭氧生成和其性质综合实验 .....	( 愿)
“玻璃棒点灯”实验原理 .....	( 愿)
一组有趣的“彩旗”变色实验 .....	( 怨)
如何进行快速高质量铝蚀 .....	( 员)
乳化现象与表面活性剂的作用演示实验 .....	( 圆)
自制鞋袜防臭剂 .....	( 员)
五种气体的快速制法 .....	( 员)
两个可供课外活动使用的实验 .....	( 员)
“木炭具有吸附作用实验的改进”的异疑和改进 .....	( 圆)
回收莫尔法测氯实验中的硝酸银 .....	( 圆)
钴的络合物的颜色互变实验 .....	( 圆)
对无氰彩色镀锌实验课 .....	( 圆)
用鸡蛋做实验 .....	( 圆)
螺旋铜丝系列实验 .....	( 圆)
纸上斑点反应在化学教学中的应用 .....	( 猿)

三组分盐水体系相图在中学化学中的应用 .....	(猿)
实验改进三则 .....	(猿)
锌碘化合实验的改进 .....	(猿)
从废铁料出发进行的系列制备实验(一) .....	(猿)
从废铁料出发进行的系列制备实验(二) .....	(源)
化学趣味实验(一) .....	(源)
化学趣味实验(二) .....	(源)
溶解和结晶 .....	(缘)
鸡蛋游泳 .....	(缘)
课外实验几则 .....	(缘)
指导学生开展家庭化学实验的几点做法 .....	(缘)

## 高中化学实验改进设计 (十七)

如何做好氢氧化钴(II)的生成实验

氢氧化钴(II)是粉红色的。但将 10% 的氢氧化钠溶液加入钴(II)盐溶液制备氢氧化钴(II)时,所得沉淀却是蓝色的。振荡放置,又逐步转变为淡蓝色,灰红色和棕色。整个实验过程,很难观察到粉红色,效果不够理想。

为什么会出现上述现象呢?这是由于在水溶液中,钴(II)离子与水合子络合,生成了六水合钴(II)络离子 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ,当加入氢氧化钠溶液时,因为钴(II)络离子中水分子的影响,钴(II)离子只能先与一个氢氧根原子团结合生成蓝色的含 $[\text{Co}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^{+}$ 的沉淀,继续滴加氢氧化钠溶液,配位水分子进一步脱出,才逐渐生成氢氧化钴(II)。新生成的 $[\text{Co}(\text{OH})_2]_n$ 夹杂在含 $[\text{Co}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^{+}$ 的沉淀中,使蓝色变淡,呈灰红色。接着, $[\text{Co}(\text{OH})_2]_n$ 又被氧化,变为棕色的 $[\text{Co}(\text{OH})_3]_n$ 沉淀。

为了制得较纯的粉红色氢氧化钴(II),上饶师专化学系、尹鑫妹、王典伦老师曾采用以下方法,取得良好效果。即:

(1) 将 10% 的氯化钴(II)溶液和 10% 的氢氧化钠溶液分别加热至沸。这样做的目的有两点:一是使六水合钴(II)络离子 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 中的水分子易脱出,以利于钴(II)离子与氢氧根原子团结合,二是将溶解在氯化钴(II)和氢氧化钠溶液中的氧气赶出,使生成的氢氧化钴(II)不易被氧化。

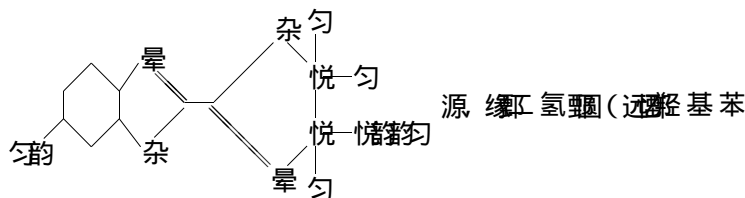
(2) 将 10% 的氢氧化钠溶液 10 毫升,趁热加入 10 毫升已煮沸的 10% 的氯化钴(II)溶液中,立即出现蓝色沉淀,振荡,瞬时变为粉红色沉淀。颜色鲜艳,纯净,效果甚好。

## 化学发光及其演示实验

美国高中化学教科书简要地介绍了化学发光；即在试管内进行一种化学反应时，试管内有光产生，而且这种反应不同于一般的化学反应之处就是不放热，产生的能量以可见光形式表现出来，称为“冷光”。

早在本世纪 20 年代生物化学工作者就研究了许多能够发光的生物，其中对萤火虫、海萤、海洋细菌三种生物的深入细致研究。他们发现这些发光生物的无细胞提取液在适当的条件下能够发光，但当时尚未了解其发光的全部机理，只是认识到这是一种荧光素与一种荧光素酶形成了一种中间体，这种中间体在有分子氧存在的条件下能生成一种发光物质，但当时对萤火虫荧光素的性质尚不了解。1907 年制得了萤火虫荧光素酶的结晶。1929 年麦克埃利等人又分离出荧光素，1935 年怀特等人推导了萤火虫荧光素的结构，通过合成确定了 1-构型荧光素可以发光。此外业已得知，非生物的化学发光物质如 2-氨基邻苯二甲酰肼（鲁米诺），在弱碱性存在条件下可引起化学发光。在过去十年里，化学发光已发展成为对生物系统进行化学分析的唯一灵敏工具。并且，已经知道自然界里有许多令人惊奇的生物发光。除萤火虫外还有某些细菌、原生动物、蠕虫和真菌类生物都显示生物发光。据估计栖居于海水深处的各种生物占 90% 以上都能生物发光。研究表明，许多形式的生物发光的基本成分都是荧光素和荧光素酶。不同种属的生物荧光素酶都是一些分子量在 10 万道尔顿范围的蛋白质，属于生物大分子，它们的组成因不同种属而异。从不同生物来源提取的荧光素是很少相同的，例如以下三种不同生物体的荧光素结构式分别为：

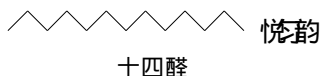
### (1) 萤火虫荧光素



并噻唑基酞(圆乙) 噻唑基酞酸

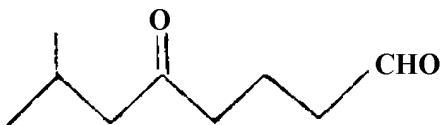
萤火虫荧光素在 腺苷(三磷酸腺苷)、 酰基及氧存在时被萤火虫荧光素酶作用, 荧光素被氧化发射冷光 (缘园—远园纳米)。

(圆) 细菌荧光素



在有辅酶 云晕匀 (还原型黄素单核苷酸) 条件下细菌荧光素可被细菌荧光素酶作用, 长链脂肪醛被氧化发射冷光 (源园纳米)。

(猿) 蚯蚓荧光素



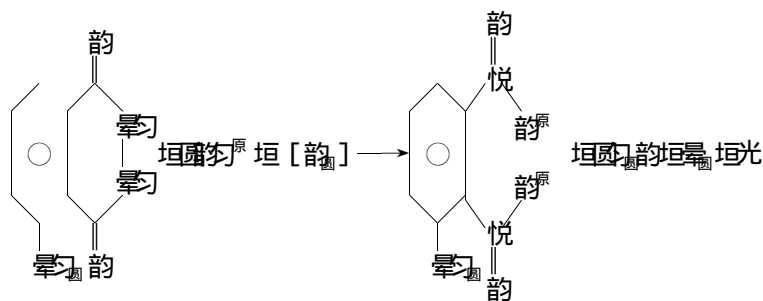
缘原氧化 原苑原甲基辛醛

许多“荧光素(底物)——荧光素酶反应”体系的发光需要有分子氧、过氧化物或金属离子存在。这已经成为对于 腺苷(还原型辅酶 I)、过氧化物酶以及葡萄糖等进行高度灵敏分析的基础。但是需要的“荧光素(底物)——荧光素酶反应”体系的制剂必需从一种自然界相应的生物种中提取, 生物发光物质的提取操作繁锁, 成本极高, 结果只有发展合成化学发光物质来代替“荧光素(底物)——荧光素酶反应”体系的制剂。

第一个有效取代天然化学物质的就是鲁米诺, 当它在分子氧和强碱条件下, 或在水中, 在有碱及氧化剂(氧气或过氧化物)的条件下就能够发生化学发光。鲁米诺产生化学发光的最大发射效率是在 责苑—员的碱性环境中, 这个条件对生物化学反应是不适宜的, 而且它的发光比天然发光体系所产生的量子数要小 园—猿倍。尽管如此, 由于鲁米诺价格便宜, 因此在化学发光实验中广为应用。

两种化学发光的物质发光的机理, 可用以下反应方程式说明:

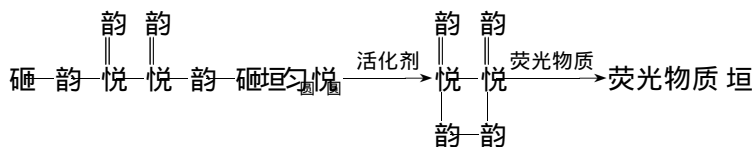
(员) 鲁米诺化学发光反应方程式是:



猿氨基酸邻苯二甲酰肼 猿氨基酸邻苯二甲酸根离子

鲁米诺在碱性溶液中被氧化剂氧化生成氮气和处于激发态的猿氨基酸邻苯二甲酸根离子，它由激发态转变为基态发射光子引起化学发光。

(圆) 普通草酸酯化学发光反应方程式是：



圆韵垣韵垣韵

草酸二酯 (激发态)  $\longrightarrow$  荧光物质 垣光  
(基态)

草酸二酯在过氧化氢溶液中，和一种活化剂（如水杨酸锂或三乙胺）存在下能够分解产生一种极不稳定的本酮物质（员 圆杂环丁烷二酮），它继续分解产生两个二氧化碳分子，并将能量传递给荧光物质，使荧光物质处于激发态，再经衰变发射光子引起化学发光。草酸二酯化学发光与大多数的化学发光反应不同，它是由于加入不同的荧光物质来决定呈现不同颜色的化学发光。

化学发光的演示实验：以下介绍两个实验方法：

实验（一）

仪器：托盘天平、烧杯（员圆毫升、圆毫升各员只），表面皿圆个（称固体药用），玻璃棒圆根，量筒（圆毫升、员毫升各员个）。

药品：氢氧化钠（颗粒）源克、鲁米诺 园缘克、缘次氯酸钠溶液，蒸馏水 员升。

方法：

在 员升烧杯中，将 源克颗粒状的氢氧化钠溶入 员升水中。加入 园缘克鲁米诺，搅拌至固体溶解。用量筒量取上述混和好的溶液 缘毫升，倒入一只 缘毫升烧杯内，迅速加入 缘次氯酸钠溶液，当溶液混和时出现瞬间（员秒钟）闪光，再加入 缘次氯酸钠溶液又出现发光，直至鲁米诺全部消耗完。此实验溶液最好现用时配制。

实验（二）

仪器：托盘天平、带塞广口瓶 员个、表面皿 远个（称药用）、锥形瓶（缘毫升）员只。

药品：牛血红蛋白 源克、磷酸三钠 猿克、鲁米诺 园缘克、过硼酸钠 源克、冰糖 猿克、蒸馏水 远毫升。

## 常见塑料的鉴别实验

今天，塑料已在我们的衣食住行各个方面都起到重要的作用，塑料制品已广泛用于各种家用电器、日用制品、办公用品和儿童玩具。对高中同学来说，学习了化学课中有关高分子化合物，对塑料有了一定的认识，但对在日常生活中常见的各种塑料制品，又似乎并不熟悉，根本无法区分它们究竟是聚乙烯还是聚苯乙烯……。广州师范学院化学系李林英、民航广州中专黄醒权老师本实验的目的是应用简单的实验方法，对日常见到的塑料制品进行“定性”的鉴定，使同学们在知识性和实用性方面都得到一定的收获。

原理

日常生活中常见的塑料制品一般为聚苯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、有机玻璃（聚甲基丙烯酸甲酯）、聚氯乙烯、硝酸纤维和醋酸纤维等塑料制成。这些不同类型的塑料在有机溶剂中具有不同的

溶解性，根据文献介绍和我们的试验，这几种常见塑料在三氯甲烷等有机溶剂中的溶解性如下表所示。

常见塑料在有机溶剂中的溶解性（常温）

	三氯甲烷	乙酸乙酯	二甲苯	环己酮
聚苯乙烯	✓	✓	✓	✓
聚氯乙烯	×	×	×	✓
有机玻璃	✓	✓	×	✓
硝酸纤维	×	✓	×	✓
醋酸纤维	✓	✓	×	✓
聚乙烯	×	×	×	×
聚丙烯	×	×	×	×

✓——可溶    ×——不溶

根据上表可拟出鉴定常见塑料类型的实验流程图如下：（见右栏上图）

### 仪器

点滴板或小表面皿、酒精灯、带橡皮头的吸管、玻棒等。

### 试剂

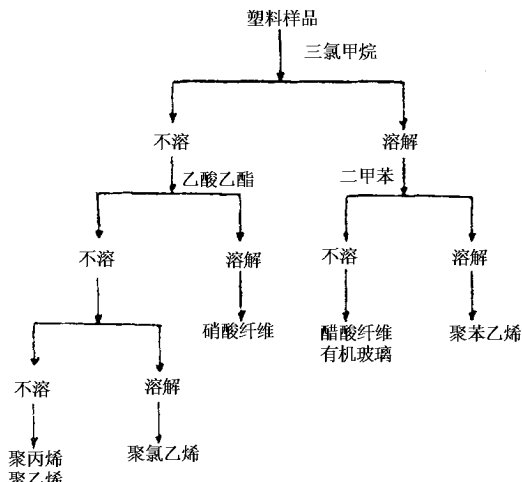
三氯甲烷、乙酸乙酯、二甲苯、环己酮等（均使用三级试剂或工业品）。

鉴定常见塑料类型的实验流程图：

### 实验方法

按照实验流程图所列顺序，取少许塑料样品（二三颗小米粒大小的样品即可）于点滴板的孔中，用吸管吸取三氯甲烷数滴于样品上，放置一二分钟后用玻棒轻轻搅动，观察塑料颗粒是否溶解。如果搅动时互相粘连，表示已开始溶解；如果搅动时互不粘连，极易分开，表示不溶解。然后，按顺序重新取样，照上述方法再做乙酸乙酯、环己酮等有机溶剂的溶解性试验，一直到得出结果。

也可以用另外一种更简便的试验方法：按照实验流程图的顺



序，直接在塑料制品的表面滴上一滴三氯甲烷，放置一二分钟后，细心观察其表面是否开始溶解。如呈粘液状或呈被腐蚀的痕迹，表示已开始溶解；如果表面没有变化则表示不溶解。然后，按顺序照上述方法再做乙酸乙酯、环己酮等有机溶剂的溶解性试验，一直到得出结果。

### 说明

(1) 聚乙烯和聚丙烯塑料的性能比较接近，聚乙烯的熔融温度稍低（ $105^{\circ}\text{C}$ ~ $135^{\circ}\text{C}$ ）、较柔软一些、硬度不及聚丙烯；聚丙烯的熔融温度高一些（ $160^{\circ}\text{C}$ ~ $180^{\circ}\text{C}$ ）、比聚乙烯硬。制造塑料产品时，往往把二者按一定的比例混合使用。一般地说，聚乙烯制品的外观粗糙一些、柔软一些；聚丙烯制品的外觀光洁一些、硬度高一些。

(2) 醋酸纤维和有机玻璃对一般有机溶剂的溶解性虽然是基本相近，但实际上有机玻璃在三氯甲烷中极易溶解，几乎是一碰到三氯甲烷就立即开始溶解。而醋酸纤维对三氯甲烷来说，其溶解速度则慢一些。此外，从外观上也可以把二者区分出来：有机玻璃的透明度比醋酸纤维好得多，因为有机玻璃在各种塑料中可以说是透明度最高的一种了，其透明度和玻璃相仿，所以才被称为有机玻璃。还有一个简单的办法：把少许样品用镊子夹着在酒

精灯焰中燃烧，如果是醋酸纤维则在燃烧时发生分解反应，放出醋酸，我们会嗅到醋酸的气味，而有机玻璃在燃烧时则没有醋酸的气味产生。

### 臭氧生成和其性质综合实验

原理：当潮湿的白磷在空气中缓慢氧化时，可生成臭氧、磷酸和亚磷酸。

臭氧化学反应活性很高，可将  $\text{I}_2$  氧化为  $\text{IO}_3^-$ ，把  $\text{I}^-$  氧化而析出  $\text{I}_2$

实验方法和现象：

将新切开的白磷数小块置于盛有少量水和碎玻璃的试管底部，使白磷半面沉入水中，半面露在空气中，然后套入带有湿润的碘化钾试纸和用硫化氢熏黑的硝酸铅试纸的胶塞，盖紧。几分钟后，便有臭氧生成，碘化钾淀粉试纸显蓝色，用硫化氢熏黑的硝酸铅试纸，由黑色变白色。

圆底烧瓶的均匀的一圆底烧瓶的均匀

$\text{I}_2$  (黑色) 均匀杂——圆底烧瓶的均匀 (黑色)

$\text{I}_2$  均匀—— $\text{I}_2$  (白色) 均匀的

实验优点：

操作简便，省时易行，内容新颖，把制法和性质的实验处于同一装置中进行，便于观察，是一个带有创新的综合性实验。

### “玻璃棒点灯”实验原理

浓硫酸与高锰酸钾混合时，并没有氧气放出，只有放热现象。

玻璃棒点酒精灯的原理应该是：浓硫酸与高锰酸钾混合后，有高锰酸产生，高锰酸在浓硫酸的脱水作用下，反应生成氧化性很强的七氧化二锰。

圆酒精的均匀灼(浓)——圆酒精的均匀灼

圆酒精的分解——圆酒精的均匀灼热

七氧化二锰碰到酒精或其它易燃物时会立即发生剧烈反应，放出的热量使酒精燃烧。

圆酒精的均匀灼灼——圆酒精的均匀灼↑圆酒精的灼热

圆酒精的均匀灼灼——圆酒精的均匀灼灼↑

总而言之，玻璃棒点酒精灯不是高锰酸钾与浓硫酸作用的热引燃酒精。而是七氧化二锰遇到酒精发生的剧烈反应引起的，反应时伴有星火产生。

### 一组有趣的“彩旗”变色实验

圆仪器装置(见下图)

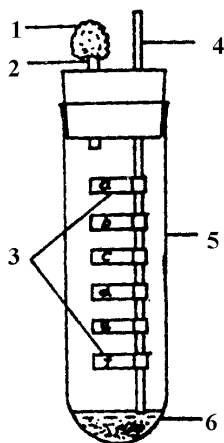
圆实验方法

下面以圆杂气体的性质实验为例，说明“彩旗”变色的实验方法。

(圆)在大试管中加入圆-猿块豆粒大的云藻，然后把大试管固定在铁架台上。

(圆)“彩旗”的制作：先备好圆试纸、醋酸铅试纸和一些滤纸条(长缘宽)。按图中葬遭槽位置贴好滤纸条，并分别滴上员-圆滴试液，藻位置贴上圆试纸，枣位置贴上醋酸铅试纸。这样便制成了“彩旗”，然后小心地把“彩旗”插到大试管中。

(猿)“彩旗”变色：通过长玻璃管向大试管内滴加员-圆圆自煤轴蕴盐酸，便产生圆杂气体，可观察到自下而上“彩旗”逐渐变色。约圆分钟后，变为六色“彩旗”。实验结果见下表。





(圆) 实验时,可在短玻璃管的上口放一碱性棉球,用以吸收尾气,防止污染。

### 如何进行快速高质量铝蚀

传统的铝蚀是在铝表面上涂漆,待干后再进行腐蚀,实践证明,该法既费时效果又差。上海市长宁区少科协徐祥发老师在员年缘月份举行的长宁区科技节化学实验竞赛时,采用装璜的贴塑代替油漆,其效果令人满意,现介绍如下:

(员) 制液:称取悦的缘的猿放入烧杯加水员加热,搅拌至溶,然后加入圆的云藻为了防止云藻水解,可加少许匀搅拌均匀。

(圆) 洁净铝片:先用洗涤精后用清水洗净揩干,再用砂皮或员擦洗,揩干。

(猿) 贴塑使用与铝蚀:根据铝片大小裁取与它大小相等的白纸一张,贴塑两张。把需要的字画画在白纸上,取其中一张贴塑,放在下面,用钉书钉将两者钉上,再用剪刀细心地将字或画剪下来,剥去贴塑上的纸,正确地将粘胶面贴在铝片的正面上,而反面可用另一张贴塑将它贴上,目的为了保护。然后将腐蚀液倒入塑料分盆中,把正面铝片朝下,反面铝片朝上,放入腐蚀液中,瞬间则可看到铝与腐蚀液接触处有红棕色的铜吸附和释放出气泡。过几分钟可用镊子夹住铝片,用试管刷(实践证明它软硬适中,用牙刷则太硬)轻刷铜的沉淀物,经过圆猿欠处理,约经员-员分钟,即可取出,将带贴塑的铝片洗净揩干。

(源) 用砂皮将铝片暴露处擦亮,最后剥下贴塑。快速高质量的凸版铝蚀品诞生了!

实验关键为贴塑要贴牢,其保证点为:

① 铝片要干燥,贴塑的胶粘少碰触,最好不碰触。② 腐蚀液室温为好,否则反应剧烈,适得其反。③ 刷去吸附铜要轻,尽量少影响贴塑。

## 乳化现象与表面活性剂的作用演示实验

表面活性剂常规演示实验介绍不多，大连大学化学化工系陈颖、辽宁师范大学化学系张德凤老师作了补充：

### 员 表面活性剂、乳化现象

在水中加入少量能使水的表面张力降低的物质（称为表面活性剂）。它可使与水基本不相混溶的油（如石油）以小油滴（直径为 园缘 缘皂）的形式稳定地分散在水中，这种溶液称为乳化溶液。例如我们用肥皂洗手、用合成洗涤剂去油污都是乳化现象的实例，牛奶中含有脂肪（油）、水、蛋白质等，为什么常温下油水不分层呢？是在蛋白质（表面活性剂）作用下形成了乳液。表面活性剂分子中含有亲水、亲油的基团，如十二烷基磺酸钠（合成洗涤剂）、高级脂肪酸钠（肥皂）都含有亲水基团（羟基、磺酸基）和亲油基团（链烃），如图 员所示。含有双亲官能团（碳原子数大于 愿）的有机化合物，一般都可作为表面活性剂。

### 圆 实验

（员）高级脂肪酸钠（肥皂），（圆）十二烷基磺酸钠（合成表面活性剂）

#### （员）试剂和器具

大试管（圆支），胶塞，试管架，石油（员皂皂，中性表面活性剂“韵孕”（员 圆滴），碱性染料罗丹明月

#### （圆）操作

①在两支大试管中，各加约 缘皂皂水（目量）和微量罗丹明月染料，呈红色水溶液。再各加 缘皂皂石油。

②在其中一支试管中，加 员 圆滴中性表面活性剂 韵孕，盖紧胶塞，激烈振荡两分钟，放在试管架上静止，观察现象。

#### （猿）实验结果与讨论

在没有加入表面活性剂 韵孕的试管中，分为两层，上面油层

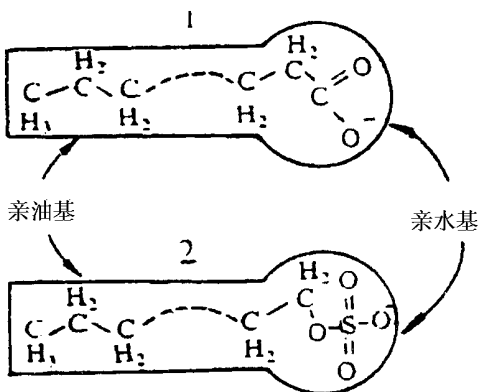


图 1 表面活性剂模式图

(无色) 下面水层 (红色); 而加入 醋酸的试管中, 没有出现油水分离现象。形成了乳液, 呈红色。乳化现象的产生是由于溶于水的表面活性剂, 形成球状或层状的分子集合体 (称微胞或胶束 “皂膜” 或 “皂膜”), 亲油基团取向微胞内侧 (图 1), 加入石油在振荡的情况下, 少量油进入微胞中心部位, 形成乳胶粒子 (乳液), 粒子直径可达 1 微米, 表面活性剂分子按一定方式排列, 亲水基团朝取向外侧, 表面活性剂起桥梁作用, 使油水形成稳定乳液。

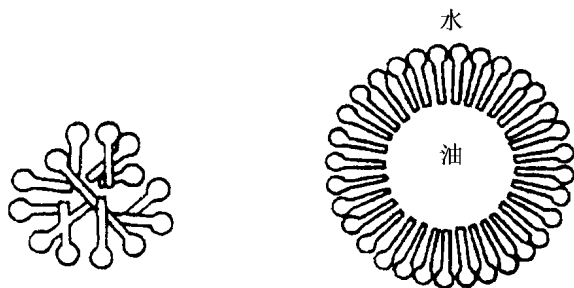


图 2 胶束 (左) 和乳液粒子 (右) 示意图

致谢: 王彤教授提出指导, 深表谢意。

## 自制鞋袜防臭剂

青少年的活动量大，出脚汗多。汗水和温度构成了一个极适合微生物滋生、繁殖和腐败的条件，从而在鞋内产生令人难闻的恶臭气体。目前市场上出售的一些防臭剂大都价格较高，中学生只好望洋兴叹。安徽阜南师范学校王守春老师介绍的防臭剂，具有原料易得、制作方便、花钱不多，效果明显的特点，学生完全可以利用已学过的化学知识自己制造。

### 防臭剂（见下表）

原料	酒精	福尔马林	甘油	香精	蒸馏水
规格	含 10% 的酒精	含 10% 的福尔马林	工业品	化妆品用的香精	工业品或自制
作用	杀菌	杀菌、防腐	抑制酒精挥发	掩盖臭味	溶剂
配方（重量比）	100g	10g	10g	10g	100g
制作方法	将五种物质按照配方混和，搅拌均匀即得防臭剂，将其装入密闭的容器内，置于阴凉处。				
使用方法及效果	将鞋袜洗净、晾干，然后喷入防臭剂 10 毫升，晾干后即可穿用，每喷一次可保持一周无臭味。				

### 防臭鞋垫（见下表）

原料	硫酸铜	碱性绿	硫代硫酸钠	蒸馏水	鞋垫
规格	工业品	工业品	工业品	工业品或自制	腈纶织物
作用	杀菌	杀菌	还原剂	溶剂	制防臭鞋垫
配方	1g	0.5g	1g	100g	一双
制作方法	将 1g 硫酸铜、碱性绿完全溶解于盛有 100g 水的搪瓷盘中待用；按配方将硫酸铜、硫代硫酸钠完全溶解于盛有 100g 水的搪瓷盆中，并浸入鞋垫；把盛有鞋垫的盆放入 50℃ 左右的热水中闷盖约 10 分钟后取出鞋垫，将鞋垫用冷水冲洗后再浸入碱性绿溶液中；把盛有鞋垫的盆放入蒸锅，加热煮沸 10 分钟，闷盖 10 分钟后，取出鞋垫晾干即得防臭鞋垫。				
使用方法及效果	将鞋垫放入鞋中使用，能有效地防臭。				