

电子图书



信息技术的结晶

人类文明的载体

网络的基本资源

中学化学实验大全（下册）

第八章 金属元素及其化合物的实验

一、碱金属及其化合物

(一) 钠的性质

目的：认识钠的一些物理性质和化学性质。

用品：镊子、白瓷板、小刀、广口瓶、U形管、坩埚钳、玻璃管、滤纸、燃烧匙。

钠、石蜡、酚酞、铝箔、浓盐酸、硫酸铜溶液、氯化铁溶液、硝酸银溶液。

原理：金属钠呈银白色，它的化学性质非常活泼。

操作：

1. 钠的外观 用镊子取出较厚的钠块，用滤纸吸去煤油，放在白瓷板上，可以采用下面三种方法观察钠的金属光泽。

(1) 在白瓷板上用刀切去外皮，观察断面。

(2) 截取一根 15 厘米长的薄壁玻璃管，一端熔光，一端保留锋口。在白瓷板上将钠块的外皮切除后移置于洁净的滤纸上。左手用镊子夹住钠块，右手将玻璃管锋利的一端按在钠块中央，如同钻孔一样边旋边下压，使截切下来的金属钠进入玻璃管内，再用玻璃棒将它推至管的中部并压紧，玻璃管的两端用棉花塞紧（图 8-1）。这样制得的样品能保留数天。因被空气里的氧气氧化，钠块的两端先生成白色的氧化钠，而中间部分仍光亮如镜，以后氧化层逐渐向中心扩展，直至钠块全部氧化。{ewl
MVIMAGE,MVIMAGE,!2T000043_0002_1.bmp}

(3) 取两支口径和长短不等的试管，使小的能套在大的中间并可自由滑动。在白瓷板上切下一小块除去外皮的金属钠，将它放入大试管里后浸在热水中加热。待试管里钠熔化后立即将小试管套入并轻轻挤压，使熔化的钠充填在两管壁间。从热水中移出，待冷凝后往试管壁间的空隙里注入熔化的石蜡。这样制得的样品（图 8-2）能使钠的真面目保留更长的时间。

{ewr MVIMAGE,MVIMAGE,!2T000043_0002_2.bmp}

2. 钠跟非金属的反应

(1) 钠跟氧气的反应：镊取一块钠，用滤纸把煤油吸净后置于白瓷板上，切下黄豆大小一块钠，放入洁净的燃烧匙内。（留在白瓷板上的钠块任其暴露在空气里，待操作）。将燃烧匙放在酒精灯上加热，钠块很快地熔成小球（钠的熔点 97.81°C ），并着火燃烧。移去酒精灯，钠在燃烧匙内继续燃烧（火焰呈黄色，熔球呈亮红色），直至钠全部烧毕。生成物是黄色小球状固体，主要成分为过氧化钠。实验完毕，观察暴露在空气里的钠块断面，已变暗，是氧化钠。

(2) 钠跟硫的反应：取一只广口瓶，在瓶底铺一厚层细砂。同前操作，将钠块镊入刚加热过的燃烧匙内，待钠熔化时加入少量硫粉，迅速把燃烧匙插至广口瓶底，浅埋在细砂里。反应起初较缓慢，逐渐加剧，不久就会着火燃烧，火星飞溅。

其它实验方法：用硬质试管或瓷坩埚代替燃烧匙或将钠放在洁净的石棉网上，用酒精灯加热，也能做这个实验。避免使用金属燃烧匙，生成物就不

会混有金属杂质的颜色。

3. 钠跟水的反应 这个实验有多种方法，可根据不同要求选择。

(1) 取一只 250 毫升的烧杯，加水 100 毫升，滴入 1~2 滴酚酞溶液。镊取绿豆大小一块金属钠，用滤纸吸净其表面的煤油，然后投入烧杯里，用表面皿将烧杯盖好，或用一个短颈漏斗倒罩在烧杯口上。溶液变为红色。

另切黄豆大小一块钠，用铝箔包好，并在铝箔上刺些小孔，用镊子夹住，如图 8-3 所示放到试管口下面，以排水法收集气体。待试管中气体已收集满时，小心地取出试管，移近酒精灯点燃以检验反应中生成的气体。{ewr MVIMAGE,MVIMAGE, !2T000043_0003_1.bmp}

(2) 取一只 250 毫升广口瓶，加水 150 毫升，滴入 2~3 滴酚酞溶液。同前操作，把一只漏斗倒罩在瓶口上，再在漏斗颈上套一支小试管，用向下排空气法收集反应生成的气体。装置如图 8—4 所示。也可如图 8—5 用排水法收集氢气。

(3) 采用大 U 形管、短颈球形漏斗、带尖嘴玻璃管的橡皮塞{ewl MVIMAGE,MVIMAGE, !2T000043_0004_1.bmp}{ewr MVIMAGE,MVIMAGE, !2T000043_0004_2.bmp}皮塞（玻璃管中段用胶管连接，胶管内放有玻璃珠）等装配成图 8-6 所示实验装置。将滴有酚酞溶液的水从球形漏斗中装满 U 形管（此时单孔塞不必装上），然后切取黄豆大小一块金属钠，用铝箔包好并刺些小孔，从 U 形管右端开口放入水中，迅速塞紧单孔塞。钠跟水反应产生的氢气使 U 形管内的水压入球形漏斗（注意单孔塞必须塞紧，以防被气体冲出）。待反应完毕，轻轻挤压胶管内玻璃珠，将氢气排入套在尖嘴玻璃管上的小试管里。

{ewl MVIMAGE,MVIMAGE, !2T000043_0004_3.bmp}

(4) 向试管里加入半管水，滴入 2~3 毫米厚的一层煤油。切取 3~4 毫米见方的一小块金属钠，将它镊入试管内。钠在煤油里下沉，但浮于水面，钠块顶部仍露在煤油层上面。通过放大镜从试管侧面观察实验现象。此法比金属钠直接投入水中发生的反应缓慢得多。

4. 钠跟酸的反应 往试管里加入 1/3 容积的浓盐酸，切取绿豆大小一块金属钠，用滤纸吸去煤油后投入试管中。氢气放出并氯化钠的小晶体向试管的底部下沉。

5. 钠跟盐溶液的反应往三只盛水的小烧杯里分别加入 5 毫升硫酸铜、氯化铁和硝酸银溶液。切取三块绿豆大小金属钠，用滤纸吸去煤油后逐一镊入上述三种溶液里并迅速用表面皿将烧杯盖好。观察发生的现象。看到烧杯中分别产生淡蓝色的氢氧化铜、红褐色的氢氧化铁、棕黑色的氧化银沉淀，并有气体放出。

注意事项：

1. 镊子、刀和白瓷板上切忌沾水。

2. 钠块上的煤油必须吸净，否则燃烧时会产生少量黑烟，使用的燃烧匙应是洁净的，以免混有杂质的颜色，钠开始燃烧后要迅速移去酒精灯，防止燃烧过于剧烈，钠和硫粉的用量也不可过多。

3. 钠与盐酸反应的实验，宜用浓度 37%、密度 1.19 克/厘米³ 盐酸。既利于生成物氯化钠析出，又使反应不致于太猛烈。

4. 钠与盐溶液反应的实验，如是饱和盐溶液，也有生成金属的反应发生。

5. 不用的钠残渣应焚毁。

(二) 过氧化钠的性质

目的：认识过氧化钠的不稳定性和氧化性。

用品：玻璃棒、蒸发皿、滴管、球形干燥管。

过氧化钠、酚酞、硫粉、盐酸、石灰石。

原理：过氧化钠中含有过氧离子 (O_2^{2-})，它具有不稳定性和氧化性。

这些性质可以通过它跟水、硫和二氧化碳等实验表现出来。

操作：

1. 过氧化钠跟水的反应 在一支干燥的试管里放入一小匙过氧化钠，向试管里滴入 3 毫升水，待有较多的气体放出时用带火星的木条伸向管口，木条复燃，证明是氧气。反应完毕，滴入几滴酚酞溶液，溶液变红色，呈碱性。

2. 过氧化钠跟硫的反应 往蒸发皿里加入 1~2 克过氧化钠，再加入等体积的硫粉，用玻璃棒轻轻地混和均匀并堆成小丘状。将蒸发皿置于固定在铁架台上的铁圈内，用长滴管向混和物上滴 1~2 滴水后迅速离开。混和物猛烈燃烧，发出耀眼的火花和烟雾。

3. 过氧化钠跟二氧化碳的反应 在平底烧瓶里放几块小石灰石，干燥管底部垫上一薄层石棉绒，也可用玻璃绒，再加入 1~2 厘米厚过氧化钠，要装得疏松些。如图 8-8 装置。向烧瓶里注入 2N 盐酸 20 毫升，迅速将放有过氧化钠的干燥管连同单孔塞装在烧瓶上。

手摸干燥管球部，待感觉到发热时用带火星的木条伸向管口，检验所放出的气体。反应完毕后取出干燥管中的固体，加入盛有稀盐酸的试管中，如有二氧化碳气体放出，（按二氧化碳气体检验方法进行）证明固体中另一生成物是碳酸钠。{ewr MVIMAGE,MVIMAGE,!2T000043_0007_1.bmp}

注意事项：

1. 用保存完好的过氧化钠（市售品是淡黄色小颗粒状固体），如发现已变质（呈白色），则不能再用。

2. 在混和过氧化钠和硫粉时，动作要轻而迅速，以防爆炸或过氧化钠吸湿引起燃烧。

3. 在制取二氧化碳时，稀盐酸的浓度以 2N 为宜。因二氧化碳的产气速度与产气量受盐酸浓度控制。

4. 过氧化钠不要事先装好，以防变质。

其它实验方法：

1. 将钠块放入坩埚中加热制取过氧化钠，用刚制得的产物跟水反应，实验效果更好。

2. 过氧化钠跟二氧化碳的反应，可用大试管代替烧瓶，用半截试管加上带短玻璃管的单孔塞代替干燥管。

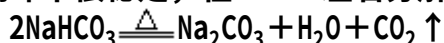
(三) 碳酸钠和碳酸氢钠的热稳定性

目的：比较碳酸钠和碳酸氢钠的热稳定性，并学会鉴别它们的方法。

用品：试管、小烧杯、酒精灯。

无水碳酸钠、碳酸氢钠、澄清石灰水。

原理：碳酸钠很稳定，加热到熔点（857℃）以上才缓慢地分解。碳酸氢钠却不很稳定，在 150℃左右分解放出二氧化碳，温度越高分解越快。



利用它们热稳定性的差异，可以鉴别这两种物质。

操作：在两支干燥的试管里各放入约占试管容积 1/6 的无水碳酸钠和碳酸氢钠，按图 8-9 装置两套仪器，并往烧杯里倒入半杯澄清的石灰水。同时开始加热，不久盛碳酸氢钠的试管口处有水珠出现，导管口有连续的气泡冒出，澄清的石灰水变成浑浊。盛碳酸钠的试管内，除刚加热时因空气受热而从导管口逸出几个气泡外，没有变化。实验终止时先移去烧杯后再熄灭酒精灯。{ewl MVIMAGE,MVIMAGE,!2T000043_0008_1.bmp}

(四) 钾的性质

目的：通过钾的性质实验并与钠的性质实验相比较，认识碱金属的通性。

用品：试管、小刀、镊子、酒精灯。

钾、滤纸。

原理：碱金属单质都具有银白色光泽，并具有密度小、硬度小、熔点低，导电性强的特点，是典型的轻金属。

碱金属的化学性质都很活泼，表现出很强的金属性、还原性。钾的化学性质比钠还活泼。

钾在空气里燃烧时火焰呈浅紫色，生成物是黄色的过氧化钾 (K_2O_2) 和橙黄色的超氧化钾 (KO_2) 混和物。

钾跟水的反应比钠更剧烈，常使生成的氢气燃烧并发生轻微爆炸。

操作：

1. 钾的外观采用与钠的性质实验同样的方法。

2. 钾的燃烧从钾块上切取绿豆大小一粒，用滤纸吸干煤油后，放入玻璃燃烧匙内后用酒精灯加热，钾熔化，燃烧时火焰呈浅紫色，生成物呈黄色。

3. 钾跟水的反应将绿豆大小一块金属钾用滤纸吸干煤油后投入盛水（滴有酚酞溶液）的烧杯里，立即用表面皿盖好，观察实验现象并与钠跟水的反应进行比较。

注意事项：钾块表面的氧化层中含有过氧化钾，它和金属钾接触时会发生反应而引起轻微的爆炸。因此切下的钾块表皮不能接触金属钾，可以用水或酒精处理掉。

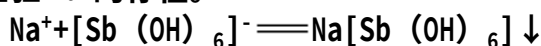
(五) 钠离子和钾离子的检验

目的：了解钠离子和钾离子的鉴定方法。

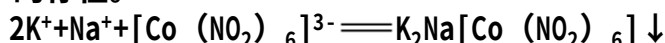
用品：试管、滴管。

氯化钠溶液 (0.1 摩/升)、氯化钾溶液 (0.1 摩/升)、锑酸钾、钴亚硝酸钠、醋酸。

原理：利用 $[\text{Sb}(\text{OH})_6]^-$ 跟 Na^+ 反应，生成白色晶状沉淀 $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ 来检验 Na^+ 的存在。



利用 $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ 跟 K^+ 反应，生成亮黄色沉淀 $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ 来检验 K^+ 的存在。



生成物是难溶于水的钴亚硝酸钠钾，在一定浓度范围内溶液的浑浊程度与钾的含量成正比，因此这个反应可应用于土壤速效钾的比浊测定。

操作：

1. Na^+ 的检验 在试管中加入 5 毫升 0.1 摩/升 NaCl 溶液，再往试管中滴加锑酸钾 $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ 饱和溶液，生成白色晶状沉淀。如果没有沉淀产生，可以用玻璃棒摩擦试管内壁，放置几分钟后再进行观察。

2. K^+ 的检验 在试管中加入 5 毫升 0.1 摩/升钴亚硝酸钠 $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ 溶液，滴入 2 滴 6 摩/升醋酸溶液，再往试管中滴加 0.1 摩/升 KCl 溶液，溶液变浑浊，生成亮黄色沉淀。

注意事项：

1. 检验 Na^+ 时溶液应保持中性或弱碱性。在酸性条件下会产生白色无定形锑酸沉淀。沉淀的特征是颗粒状结晶，较重，能较快沉到试管底部，或在试管壁上结晶。

2. 检验 K^+ 时，应在中性或弱酸性溶液中进行，因为碱和强酸都能使 $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$ 分解，妨碍鉴定。滴加醋酸使溶液呈微酸性以利于鉴定。 NH_4^+ 具有类似反应，故氯化钾试剂必须纯。

(六) 碱金属化合物的焰色反应

目的：认识焰色反应并学会利用焰色反应检验碱金属离子的方法。

用品：酒精灯。

铂丝、碳酸锂、碳酸钠、碳酸钾、蓝色钴玻璃。

原理：当金属（或它的化合物）在火焰上灼烧时，原子中的电子就被激发，在从较高能级（激发态）跳回低能级时会放出能量，这些能量以一定波长的光的形式发射出来。原子的结构不同，发出光的波长就不同，焰色也各异。

离子	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Rb ⁺	Cs ⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	Ba ²⁺
焰色	红	黄	浅紫	紫	紫红	橙红	红	黄绿

操作：把铂丝的一端熔入玻璃棒，另一端弯成环状，平时保存在试管内（如图 8—10 所示）。使用时先用浓盐酸浸渍铂丝，再用蒸馏水冲净，在酒精灯无色火焰中灼烧，观察火焰是否有颜色。如果火焰显色，则应重复上述操作，直至火焰不再显色为止，这表示铂丝已洁净。

用洁净的铂丝分别蘸取碳酸锂、碳酸钠、碳酸钾溶液，放在无色火焰上灼烧，观察火焰的颜色。

再用洁净的铂丝分别对蘸些水后粘上碳酸锂、碳酸钠、碳酸钾粉末，放在无色火焰上灼烧，观察火焰的颜色。

注意事项：

1. 观察钾的焰色时，要隔着蓝色钴玻璃去观察。因蓝色钴玻璃可以滤去火焰本身和钠杂质所产生的黄色光。
2. 钠的焰色反应灵敏度很高，因此盐酸、蒸馏水以及其它试剂中的微量钠都有反应，必须要求火焰的黄色显著，才能确定钠的存在。
3. 应将沾有试剂的铂丝放在煤气灯氧化焰上灼烧。

其它实验方法：

1. 如果没有铂丝，可用废灯泡中的电极丝或 300 瓦的电热丝（镍铬丝）。
2. 最好用煤气灯，火焰近于无色。酒精喷灯、酒精灯也可以，但酒精要纯。
3. 预先削好六支铅笔，露出的铅笔芯（石墨）顶端要削成平铲状。在酒精喷灯上灼烧，烧尽铅笔芯表面的有机物。冷却后分别蘸取锂盐、钠盐和钾盐的溶液或固体粉末，放在火焰上灼烧。
4. 在烧杯中燃烧酒精，将碱金属和碱土金属化合物的粉末撒在火焰上。
5. 在透明胶片上用水基彩色笔均匀地涂上天蓝色，或用天蓝色染料配成溶液泡胶片晾干，都可代替蓝色钴玻璃。

(七) 从草木灰中提取钾盐

目的：学习从草木灰中提取钾盐的方法

用品：玻璃棒、过滤器、蒸发皿。

草木灰、铂丝、蒸馏水、盐酸、氯化钡溶液、硝酸银溶液、稀硝酸。

原理：大田作物的秸杆、柴草树木的根枝茎叶燃烧后剩下的灰分，统称为草木灰，草木灰中含有碳酸钾、硫酸钾和氯化钾，俗称“三钾盐”，以碳酸钾为主。

利用这三种钾盐都易溶于水的性质，通过溶解、过滤、蒸发、冷却等操作，可从草木灰中得到“三钾盐”的固体混和物。再依据它们水中溶解度的大小顺序：碳酸钾>氯化钾>硫酸钾，运用分步结晶的操作可依次析出硫酸钾、氯化钾、硫酸钾。

操作：

1. 从草木灰中提取“三钾盐”在 250 毫升烧杯里放入半烧杯（10 克左右）草木灰，加热水到高于灰表面 1—2 厘米处，边浸泡边搅拌（最好实验前一天浸泡）。

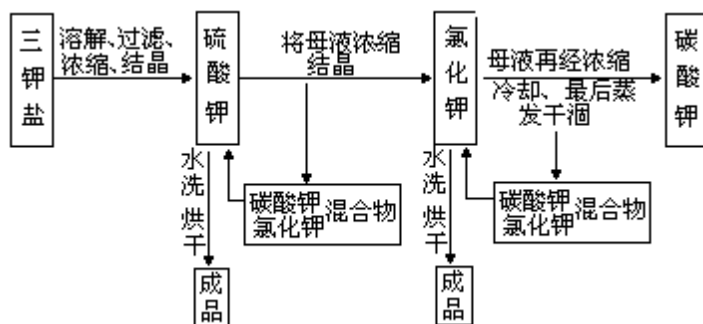
准备一个过滤器，将烧杯里上层的草木灰浸出液缓缓倾入过滤器内过滤。如果滤液浑浊，再过滤一次，直至滤液澄清。

将滤液倒入蒸发皿内，边加热边搅拌。当蒸发到只剩少量液体时，停止加热。

静置片刻，观察蒸发皿内有白色晶体（“三钾盐”）出现。

用焰色反应检验钾离子。取少量制得的晶体，放入试管里并加入蒸馏水。待全部溶解后将溶液分装在三支试管里：在第一支试管里滴加盐酸；在第二支试管里滴加氯化钡溶液，再滴加盐酸；在第三支试管里滴加硝酸银溶液，再滴加稀硝酸，分别检验碳酸根离子、硫酸根离子、氯离子。

2. “三钾盐”的分离三钾盐的分离步骤以流程图的形式表示如下：



注意事项：

1. 所用草木灰以向日葵杆、大豆或蚕豆的秆荚、棉子壳的灰烬为好。
2. 所制得的三钾盐因含有碳化的有机物有些发黑，经煅烧可以变白。
3. 分步结晶的次数根据具体要求而定。

二、碱土金属及其化合物

(一) 镁的性质

目的：认识镁的化学活泼性。

用品：砂纸、集气瓶、石棉网、酒精灯。

镁条、镁粉、酚酞、盐酸、石灰石、硫酸。

原理：镁是比较活泼的金属，是强还原剂，它能跟非金属、二氧化碳、酸等物质起反应。

操作：

1. 镁在空气里燃烧 取一段 15 厘米长的镁条，用砂纸把镁条表面的氧化膜擦净，观察镁的色泽。再用坩埚钳夹住镁条的一端，将另一端放在酒精灯火焰上加热，点燃后迅速移出火焰并让燃烧后的灰烬落在洁净的石棉网上。这时生成氧化镁。

将少量生成物放入盛有水的试管里，振荡后滴入一滴酚酞溶液，溶液变红，呈碱性。

2. 镁跟二氧化碳的反应 取一只 250 毫升集气瓶，在瓶底铺一层细砂。用石灰石和 6 摩/升盐酸在启普发生器内制取二氧化碳，并将发生器的导管伸入集气瓶底部。待二氧化碳气体盛满后，慢慢抽出导管并用玻璃片盖住瓶口，待用。

取一根 20 厘米长的镁条，用砂纸擦去其表面的氧化膜。在火焰上点燃镁条，迅速放入盛有二氧化碳的集气瓶里，由瓶口逐步伸入瓶底。镁条在二氧化碳里继续剧烈燃烧，生成物（呈灰黑色粉末状，系白色氧化镁和黑色碳的混和物）有的落在瓶底，有的被吸附在瓶的内壁上。

3. 镁跟水、酸的反应

(1) 镁跟水的反应：取一小段镁条，用砂纸擦去其表面氧化膜，放入盛有少量水的试管里，几乎无反应。然后将试管加热，镁条表面上有细微的氢气放出，滴入 2 滴酚酞，溶液变红色，呈碱性。

(2) 镁跟酸的反应：取少量镁粉，加入盛有 5 毫升 1 摩/升的盐酸或在硫酸的试管里，反应剧烈，放出氢气，在试管口上点火，有氢气燃烧的火焰。

注意事项：

1. 镁与二氧化碳的反应，镁条要稍长些，并可卷成螺旋状。镁条燃毕后可将集气瓶里的细砂倒出，加入少量稀盐酸以溶去瓶壁上的氧化镁，反应中析出的碳粒则清晰可见。

2. 镁跟水的反应宜缓慢加热，以利于观察氢气的放出。

其它实验方法：

1. 镁在空气里燃烧的实验，可将镁粉装在胡椒粉瓶里，轻轻撒在火焰上；或在涂有胶水的白纸上洒满镁粉，干燥后作为镁条的代用品，但燃烧时会因纸和胶水的不完全燃烧而出现一些黑色物质（游离碳）。

2. 镁跟二氧化碳反应的实验，可在烧杯里放入几小块石灰石并加入 20 毫升 6 摩/升盐酸，待二氧化碳充满烧杯后，将燃着的镁条伸入二氧化碳气体里。

(二) 氢氧化镁的生成和性质

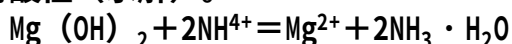
目的：认识氢氧化镁的制取方法和性质。

用品：试管。

氯化镁溶液（0.2 摩/升）、氢氧化钠溶液（2 摩/升）、盐酸、氯化铵饱和溶液。

原理：实验室里用强碱跟镁盐溶液反应来制取氢氧化镁。

$\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$ 氢氧化镁是中强碱，能跟酸反应生成盐和水。氢氧化镁难溶于水，但易溶于氯化铵溶液中，因为氯化铵溶液具有酸性（水解）。



操作：

1. 氢氧化镁的生成在试管里加入 5 毫升 0.2 摩/升氯化镁溶液，再滴加 2 摩/升氢氧化钠溶液，直至不再析出白色沉淀为止。

2. 氢氧化镁跟酸的反应将上述试管里的上层清液倾去，白色的氢氧化镁沉淀用蒸馏水洗涤后取出一半，加入另一支试管待用。再向试管里滴加 2 摩/升盐酸溶液，振荡，沉淀溶解。

3. 氢氧化镁跟铵盐溶液的反应向另一支加入氢氧化镁沉淀的试管里滴加氯化铵饱和溶液，振荡，沉淀溶解。

(三) 镁盐的性质

目的：认识氯化镁的性质。

用品：小烧杯、玻璃棒。

氯化镁、澄清石灰水、碳酸钠溶液。

原理：氯化镁（六水合氯化镁）是无色、易溶的晶体，有吸潮性。它跟澄清的石灰水反应生成氢氧化镁沉淀。它跟碳酸钠溶液反应生成胶状的碱式碳酸镁沉淀。 $2\text{Mg}^{2+} + 2\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow$

操作：取少量氯化镁晶体置于小烧杯里，加入 10~15 毫升水，用玻璃棒轻轻搅拌，待晶体溶解后将氯化镁溶液加入两支试管里。在第一支试管里注入少量澄清的石灰水，有白色沉淀生成。在第二支试管里滴加 1 摩/升碳酸钠溶液，有白色胶状沉淀生成。

注意事项：

1. 所用的石灰水应是新配制的、澄清的。

2. 碳酸钠溶液不能滴加过量，否则会生成 $[\text{Mg}(\text{CO}_3)_2]^{2-}$ 络离子使沉淀重新溶解。

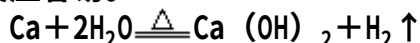
(四) 钙及其化合物的性质

目的：认识钙的化学活泼性及几种钙的化合物的性质。

用品：铁坩埚、小烧杯、玻璃片。

钙、酚酞、蒸馏水、氧化铜、盐酸、氯化钙溶液、硫酸钠饱和溶液。

原理：钙是银白色金属，化学性质比较活泼，跟冷水反应较慢，但跟热水反应容易。



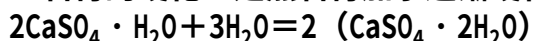
钙具有还原性。例如：



钙的重要化合物有氧化钙、氢氧化钙、氯化钙、碳酸钙、硫酸钙等，有关实验在第七章有所涉及，这里补充三个实验：“液体+液体=固体”实验是用氯化钙浓溶液和氢氧化钠浓溶液相混和，生成氢氧化钙白色固体。

“人造岩石”实验是用氯化钙饱和溶液和硫酸钠饱和溶液相混和，生成岩石状硫酸钙固体。

“石膏的硬化”是熟石膏加水逐渐硬化的实验。



操作：

1. 钙跟水的反应 取两小块金属钙，分别放入盛有冷水和热水（加热近沸）的试管里，均能发生激烈的反应，使酚酞溶液显红色。

2. 钙跟氧化铜的反应 取 2 克金属钙和 2 克氧化铜，混匀后放入铁坩埚里，加热。钙跟氧化铜剧烈反应，反应完毕，将铁坩埚里的产物倒入盛有 50 毫升 6 摩/升盐酸的烧杯中，用玻璃棒搅拌溶液，氧化钙被溶解，烧杯底部沉积有紫红色的铜粉。

3. “液体+液体=固体” 在两只小烧杯里分别加入 20 毫升氯化钙饱和溶液和 20 毫升氢氧化钠饱和溶液，将氯化钙溶液倒入氢氧化钠溶液中，澄清的溶液混和后立即生成白色固体，即使将烧杯倒置，固体都不会掉落。

4. “人造岩石” 分别取 20 毫升氯化钙饱和溶液和 20 毫升硫酸钠饱和溶液，放入两只小烧杯里。将氯化钙溶液倒入硫酸钠溶液中，迅速加以搅拌。溶液混和后变成坚硬的岩石状白色固体。

5. 石膏的硬化 在烧杯里放少量水，用药匙将熟石膏粉慢慢加入水中，并调成糊状，然后将石膏浆倒在玻璃片上。取几枚硬币，在它们的表面上涂很薄的一层凡士林，逐一地按压在石膏上。数小时后取出硬币，石膏上留下硬币的印纹。

(五) 硬水的软化

目的：了解硬水软化的基本原理；学习硬水软化的方法。

用品：烧杯、玻棒、滴管、酒精灯、铁架台。

氢氧化钙、盐酸、石灰石、澄清石灰水、蒸馏水、肥皂液、碳酸钠、磷酸三钠、磺化煤、离子交换柱。

原理：溶有较多量 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 的水称为硬水，根据所含盐类的不同，硬水又分为暂时硬水（含有 HCO_3^- ）和永久硬水（含有 SO_4^{2-} 、 Cl^- ）。

1 升水里含有 10 毫克氧化钙（或相当于 10 毫克氧化钙）称为 1 度（ 1° ）。氧化镁 1 毫克折算成 1.4 毫克氧化钙。硬度大于 30° 的是最硬水。

暂时硬水经过煮沸以后，碳酸氢盐分解生成不溶性的碳酸盐。生成的碳酸镁会发生水解反应，生成更难溶的氢氧化镁。硬度可降至 8° 以下，但仍在 $3^\circ \sim 4^\circ$ 以上。

药剂软化法和离子交换法是硬水软化的主要方法。

药剂软化法常用的药剂有石灰、纯碱或磷酸三钠等。通过反应可生成 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 等几乎不溶于水的物质，使 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 除去。

离子交换法是用离子交换剂软化水的一种现代方法。离子交换剂有天然或人造沸石、磺化煤和离子交换树脂等。磺化煤是用烟煤、褐煤经发烟硫酸或浓硫酸处理后的一种黑色颗粒状物质。当硬水通过磺化煤时，硬水里的 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 会跟磺化煤的 Na^+ 起离子交换作用，从而使硬水软化。磺化煤的 Na^+ 耗毕，可用 8~10% 食盐溶液再生，恢复软化硬水的功能。离子交换树脂是一种高分子聚合物，由固定的树脂本体和带有活性离子的交换基团两部分所组成。阳离子交换树脂和阴离子交换树脂可分别用盐酸（2 摩/升）和氢氧化钠（8%）溶液再生。

操作：

1. 制备暂时硬水 称取 2 克氢氧化钙固体，放入盛有 100 毫升蒸馏水的烧杯里，搅拌使之溶解，然后通入二氧化碳气体。开始时因生成白色的碳酸钙沉淀而使溶液浑浊，继续通入二氧化碳，直至溶液重新达到透明，过滤后就得到含有碳酸氢钙的暂时硬水（硬度约为 60° ）。直接往澄清的石灰水里通入二氧化碳也可制备暂时硬水。

2. 制备永久硬水 将 2 克硫酸钙固体，放入 200 毫升蒸馏水里，搅拌使之溶解，然后过滤除去不溶部分，则得到含有硫酸钙的永久硬水（硬度约为 90° ）。

3. 制备肥皂液 用 10 克肥皂片溶解于 100 毫升 80% 酒精溶液中，静置几天后倾出上层澄清的肥皂液，装入试剂瓶里备用。

4. 水的硬度 在三支试管里分别加入 5 毫升蒸馏水、5 毫升暂时硬水和 5 毫升永久硬水，然后用滴管往试管里滴入肥皂溶液，边滴边记数边振荡试管，第一支试管内液体表面最先出现稳定的泡沫，后两支试管因盛有的硬水内分别含有碳酸氢钙和硫酸钙，须待其中的钙离子完全与肥皂（主要成分是硬脂酸钠）反应生成沉淀（硬脂酸钙）后，才出现定形的泡沫。从滴数的多少可比较它们的硬度。

5. 暂时硬水的软化 在两支试管里各加入 5 毫升暂时硬水，将其中的一支放在酒精灯上加热，使溶液煮沸几分钟，冷却。然后往两支试管里滴加肥

皂溶液，振荡，观察试管内出现稳定泡沫的先后，并以产生稳定泡沫所需肥皂溶液的滴数之差，来比较其硬度。

6. 药剂软化法软化硬水 在两支试管里分别加入 5 毫升暂时硬水和 5 毫升永久硬水，再加入 0.1 克碳酸钠或磷酸三钠，振荡。同样以肥皂溶液检验经软化处理后水的硬度。并以所用肥皂溶液的滴数来比较药剂处理前（已有记录）、后水的硬度变化。

7. 离子交换法软化硬水 将离子交换柱（ $\Phi 50 \times 500$ 毫米的玻璃管）固定在铁架台上（图 8-11）。柱内装有离子交换剂（磺化煤或 732 型阳离子交换树脂，事先在蒸馏水中浸泡 24 小时），柱的下方放一只小烧杯。从高位瓶中将硬水从交换柱上方流入柱内，使硬水慢慢地流经离子交换剂。待柱内充满水后，手捏交换柱下端乳胶管中的玻璃珠，缓缓放水至小烧杯里。取 5 毫升经离子交换剂处理过的水，用肥皂溶液检验其硬度，并与未处理的硬水作比较。{ewl MVIMAGE,MVIMAGE,!2T000043_0022__1.bmp}

注意事项：离子交换柱内装入的离子交换剂体积以 3/4 为宜。硬水流入柱内时要缓慢，充满水后柱内应不留有气泡。