

高等农业学校二年制专修科
无机化学及分析化学
實 驗

(試用本)

土壤肥料
农作物
植物保护 专业适用

河南省农林厅教材編輯委员会
河南人民出版社

高等农業学校二年制專修科
無机化學及分析化學實驗
(試用本)

土壤肥料
农作物專業适用
植物保护
河南省农林厅教材編輯委员会編

河南人民出版社出版(郑州市行政区經五路)
河南省書刊出版業營業許可証出字第一号
地方国营洛陽印刷厂印刷 河南省新华書店發行

豫总書号: 1380

787×1092 1/32 · 印張·64,000字
1959年1月第1版 1959年1月第1次印刷

印数 1—2,086册

統一書号: k7105.185

定价: (8) 0.30元

前 言

在党的建設社会主义总路綫的光輝照耀下，我省早已出現了工农业生产为中心的全面大跃进的新形势和已經掀起群众性的技术革命和文化革命的高潮，各地均先后开办了农业大学、中等农业技术学校、初級农校以及“紅专”学校。为适应这一新的革命形势的需要，我省农业教育工作必須从教学計划、教学大綱、教学內容、教学組織、教学方法等各方面进行根本的改革才能保証貫徹实现党的“鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义的总路綫”，实现勤工俭学、勤俭办学、教育与生产相結合的教育方針，培养出又“紅”又“专”的技术队伍。

为此，我們于今年三月中旬組織了农业技术学校、农林干校的126名教职員分为14个专业小組到71个县(市)178个农业生产合作社，1307个生产单位进行了參觀和調查研究工作，总結出340个先进生产經驗和高額丰产典型，收集了3193种参考資料現已編写出十六种专业教学計划、155种教学大綱和教科書，陸續出版，供各地教学試用。由于我們水平不高，時間短，和有关方面研究的不够。难免有不妥之处。望各地在試用中多多提出意見，并可随着农业生产发展的需要加以修改。

河南省农林厅教材編輯委员会

1958年8月26日

目 录

实 驗 一	仪器的清洁和玻管的加工以及物质不灭 定律和测定镁的当量.....	(1)
实 驗 二	氢和氧.....	(5)
实 驗 三	化学反应速度和化学平衡.....	(8)
实 驗 四	溶解现象和溶解度.....	(10)
实 驗 五	溶液的导电度和化学活度 以及同离子效应.....	(11)
实 驗 六	胶体溶液的制备及性质.....	(13)
实 驗 七	氧化—还原反应.....	(15)
实 驗 八	金属电动序、钠、镁、铝和铁.....	(17)
实 驗 九	半微量定性分析的基本操作.....	(20)
实 驗 十	第 I 组阳离子的分析.....	(22)
实 驗 十一	第 II—I 组阳离子混合物的分析.....	(24)
实 驗 十二	第 III 组阳离子的分析.....	(29)
实 驗 十三	第 III—I 组阳离子混合物的分析.....	(32)
实 驗 十四	第 IV—I 组阳离子混合物的分析.....	(33)
实 驗 十五	第 V—I 组阳离子混合物的分析.....	(37)
实 驗 十六	氯、溴、碘.....	(41)
实 驗 十七	硫.....	(43)
实 驗 十八	氮、磷.....	(44)
实 驗 十九	碳、硅、硼.....	(48)
实 驗 二十	阴离子混合物的分析.....	(50)

实验二十一	固体样品的一般分析方法	(52)
实验二十二	分析天平的使用	(56)
实验二十三	硫酸盐中 SO_4^{2-} 离子的测定	(59)
实验二十四	铁的测定	(60)
实验二十五	磷肥——过磷酸钙或磷矿 石中磷的测定	(62)
实验二十六	容量分析基本操作	(65)
实验二十七	溶液的配制	(69)
实验二十八	酸鹼溶液的比較滴定	(71)
实验二十九	酸鹼溶液的标定	(72)
实验三十	溶液中酸量的测定	(73)
实验三十一	純碱总鹼量的测定	(75)
实验三十二	水的硬度的测定	(76)
实验三十三	KMnO_4 溶液的配制和标定	(77)
实验三十四	铁矿石中铁的测定(高錳酸鉀法)	(79)
实验三十五	I_2 与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的配制 ·比較滴定和标定	(81)
实验三十六	砷的测定	(83)
实验三十七	土壤中氯的测定(沉淀法)	(84)
实验三十八	铁的测定(比色法)	(85)
实验三十九	氮和銨盐的测定	(87)

实验一 仪器的清洁和玻管的加工以及物质不灭定律和测定镁的当量

1. 仪器用品的点驗和清洁 按照无机化学及分析化学所规定的仪器用品单，領取、清点和检查，如发现不符和損毁时，可即逕行补換，然后签名于仪器用品单上，自己妥为保存。在教师指导和說明下，对領取的仪器加以認識。

所有仪器应經常保持清洁。玻璃仪器須先用清水冲洗并用試管刷刷去污垢，必要时可用洗液洗去油脂，再用淨水洗滌，最后用少量蒸餾水洗两三次，直至器壁无凝集的水珠为止。其他非玻璃用具，可用乾淨布紙擦淨。

清洁后的仪器，可安放在指定的柜中。

洗液的配制方法：取烧杯一只注水 20 毫升，放入重鉻酸鉀 ($K_2Cr_2O_7$) 8 克，在酒精灯上加热。溶解后，离火冷却，最后慢慢加入浓硫酸 175 毫升即成。洗液用过后不要傾去，应倒入广口瓶中盖好作第二次用。直到全部洗液由赤色变成綠色失去氧化能力，方才傾棄。

2. 玻管的截断、抽細和弯曲

(一) 切断 平放玻管在桌上，用三角銼或扁銼对准需要切断的地方，連續向前銼出一道細痕，然后用两手的姆指抵住細痕的相对面，其余各指握在管上(图1.a)，再以姆指稍用力向前一推，即可折断，如果不能折断，可繼續銼深。如玻管較粗，应将玻管全周銼出細痕，再行折断(图1.b)。

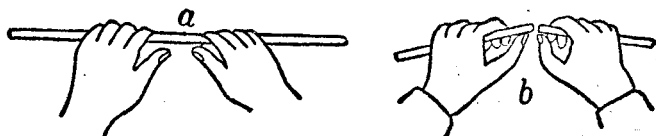


图1 玻管的切断

折断后玻口断处,应放在火焰上灼热,使其平滑。烧过的玻管,須放在石棉网上冷凉,不得放在桌面或怕热的器物上。

(二) 弯曲 两手持玻管两端,把准备弯曲的部位放在火焰上灼烧,并不断的转动玻管,使它均匀受热(图2),等玻管红热时,按照需要弯曲的形状和角度轻轻弯折即可。

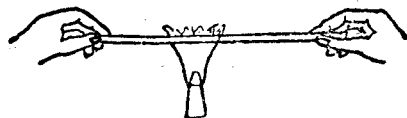


图2 玻管的弯曲

(三) 抽细 把玻管抽细,这是实验上一个很重要的操作。

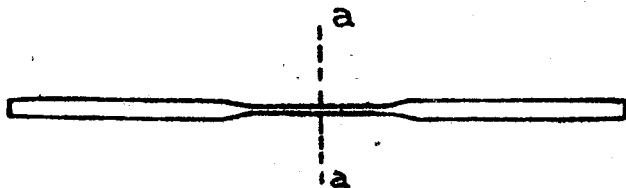


图3 玻管的抽细

把要抽细的部分,放在酒精灯上加热,待它变软时,两手相向缓慢用力,冷凉后在最细的地方截断,就可得到两小段玻璃管(如图3)。

把玻璃管烧得很柔软时,迅速地把两端向外伸长,然后把粗的两端截去,就得到一段细长的毛细管。

仪器：

10毫升刻度量筒、漏斗、锥形瓶。

药品：

硝酸银溶液、盐酸溶液。

3. 物质不灭定律

实验步骤：

(一) 用小锥形瓶取 5 毫升硝酸银溶液，放在天平上称量，其重为 A_1 克。

(二) 用另一小锥形瓶取 5 毫升盐酸溶液，放在天平上称量，其重为 A_2 克。

(三) 把上面盛有硝酸银和盐酸溶液的小锥形瓶合并称量，其重为 $A_1 + A_2$ 克。

(四) 最后，把两个锥形瓶中溶液加以混和，即见有白色沉淀产生，说明已经起了化学变化。再放天平上称量，其重量仍为 $A_1 + A_2$ 克，与混和前的重量相同。

问题：

(一) 根据实验的结果，自己给物质不灭定律下一定义。

(二) 写出硝酸银和盐酸溶液的反应方程式来。

4. 用置换法测定镁的当量

实验药品和仪器：

约 0.3 克的镁条、稀硫酸。

如图 4 所示测定当量的仪器装置（铁架、铁环与铁夹、50 毫升滴定管、试管、二个带导气管的塞子、漏斗、橡皮管等）。气压计、温度计、10 毫升刻度量筒、漏斗。

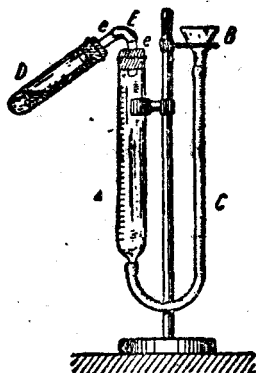


图 4 测定镁的当量实验装置

实验步骤:

(一) 取小镁带一条, 放在分析天平上称量, 精确到 0.001 克。

(二) 从塞子 D 上把试管打开, 并移动漏斗, 使滴定管中的水平面保持在零刻度上或稍低。

(三) 在一只量筒中量出 5 毫升稀硫酸, 用一小漏斗将酸注入试管内。用手将试管持成一稍微倾斜的位置, 把镁条放在它的干燥内壁上, 勿使镁条与硫酸接触。

(四) 用塞子将试管 D 盖紧。移动漏斗, 使漏斗与滴定管的水达到同一水平。观察并记录下滴定管中的水面, 准确到 0.1 毫升。

(五) 将镁条摇入硫酸中, 观察氢气的发生和水自滴定管中的排出。反应终止后, 将试管冷至室温, 然后重新将滴定管和漏斗中的水面达到同一水平, 观察并记录滴定管中水平面的位置。

(六) 观察并记录当时实验室内的温度和气压。

记录:

- (1) 镁的重量多少克。
- (2) 反应前滴定管中的水平面, 为 A_1 毫升。
- (3) 反应后滴定管中的水平面, 为 A_2 毫升。
- (4) 温度 t° 。
- (5) 压力 P, 为毫米汞柱高。

计算:

(一) 氢的体积 V (在温度 t° 和压力 P 时):

$$V = A_2 - A_1 \approx \text{毫升}。$$

(二) 依下式将氢的体积换算成在 0°C 和 760 毫米汞柱压力下的体积。

$$V_0 = \frac{V(P-h) 273.2}{760 T},$$

(上式中 T 为绝对温度, h 为在该温度下的水蒸汽压)。

(三) 计算置换出氢气的重量：已知在标准情况下，1克分子的氢所占的体积为 22.4 升。

(四) 依照公式算出镁的当量：

$$\text{镁的当量 } X = \frac{G}{g}$$

(式中 G 代表所取用的镁的重量，g 代表置换出的氢的重量)。

实验二 氢 和 氧

仪器：

天平、铁架和铁夹、广口瓶、毛玻璃片、玻璃水槽、铁镊子、磁蒸发皿、燃烧勺、尖嘴玻璃管。

药品：

氯酸钾、二氧化锰、硫磺、镁带、铁丝、酚酞酒精溶液、钠、锌、高锰酸钾溶液。

实验步骤：

1. 氧气的制取和性质

(一) 在天平上称取 5 克氯酸钾和约 0.8 克二氧化锰，在

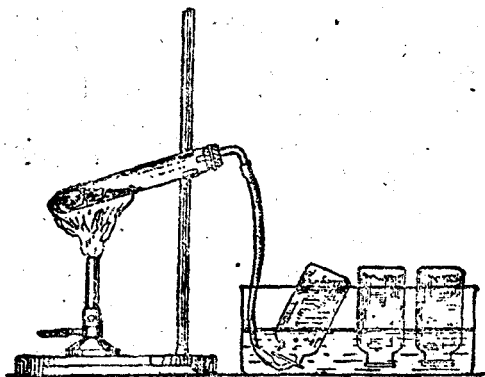


图 5 制取氧气并用排水取气法收集

磁蒸发皿中混合后，放进干净的大试管中，用铁夹固定在铁架上。如图5所示。

(二) 用广口瓶三个装满水，小心用一片毛玻璃从瓶口边缘滑过盖住瓶子，使内面不含有气泡。然后用手紧抵玻片，将瓶子倒立于水中，在水内把玻片取开，把导气管伸进瓶内去。

(三) 将试管均匀加热后，再在混合物上部集中加热。证明有氧气放出时，然后将导气管放进瓶中，收集氧气，至瓶中尚留有少许水时，即用玻片将瓶口盖妥，从水中取出。收集三瓶结束后，先将导气管自水中取出，再移开灯火。

在一支铁制的小燃烧匙中放入少许硫块，用灯火将它引燃，然后放入第一氧气瓶中，它的燃烧强度及火焰的颜色比在空气中如何？燃烧所得的产物是二氧化硫。写出反应方程式来。

将一片已燃着的木炭放进第二瓶中，燃烧后的产物是二氧化碳。写出反应方程式来。将瓶中注入净水，用力摇荡。它的水化物为碳酸。写出反应方程式。

2. 氢气的制取和性质

将仪器按图6装置稳妥后，从试管上将塞子拔下，在试管中放入一些锌粒，并注入稀硫酸(1:5)于试管中。将带导管的塞子塞好，观察气体发生。为检查空气是否已全部从试管中排出，可在拔尖的玻璃管上复以一支倒置的试管，放置半分钟，取下将管口移向酒精灯，如平静地燃烧并伴有轻微“拍”的声音，即证明其中已无空气存在。这时可在尖管的口

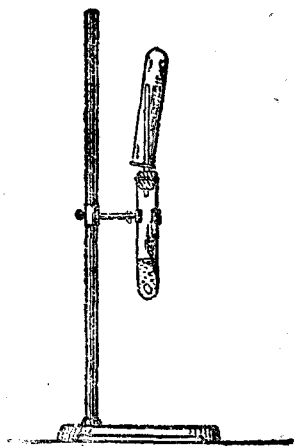


图6 制取少量氢气的实验装置

端点燃，氢气即自行燃烧。

实验氢的还原性，仪器装置可按图7所示。将装有氧化铜的试管用铁夹夹在铁架上，略微倾斜。打开导管上的夹子，使氢

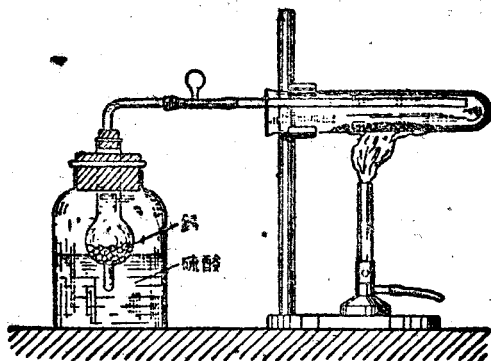


图7 氢气还原氧化铜的实验装置

气通入装有氧化铜的试管中。检查过放出的氢气的纯度后，开始把装有氧化铜的试管加热。结果管壁有水珠出现，氧化铜由黑色变成赤色，写出反应式。因此，证明氢气具有还原的性质。

3. 原子态氢的生成和性质

在硫酸溶液(1:5)中加入几滴高锰酸钾溶液。将此溶液分别注入二个同样大小的试管中(至试管1/2处)。在一个试管中投入锌块，在另一试管中通入氢气，比较两试管中溶液颜色发生变化的速度。试解释褪色速度不同的原因。

4. 水与金属的作用

将满盛水的试管倒置于有水的烧瓶中，用玻璃棒夹一小粒金属钠，即有气体发生，等试管中的水排出后，将试管口向下取出，以燃着的火柴点燃，有轻微的爆声。钠与水作用生成氢和氢氧化钠；以酚酞滴入溶液中，则溶液变成红色；证明溶液具有碱性。

5. 过氧化氢的漂白作用

取半試管一品紅溶液，向內滴加过氧化氢溶液，观察溶液的颜色由紅色轉变无色，解释过氧化氢漂白作用的原理。

实验三 化学反应速度和化学平衡

仪器：

有秒針的表或停表、20 毫升量筒、100°C 溫度計、鉄架和鉄环、酒精灯、200 毫升烧杯、石棉网、試管和試管架。

葯品：

氯化鉀、硫酸(1:200)、硫代硫酸鈉(1N和1:200 稀溶液)三氯化鉄(1N和飽和溶液)、硫氰化鉀溶液(1N 和飽和溶液)。

实验步驟：

1. 反应物的浓度与反应速度的关系

(一) 取三只試管，在第一只試管中加入 5 毫升稀(1:200) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液和 10 毫升水；在第二只試管中加入 10 毫升稀(1:200) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液和 5 毫升水；在第三只試管中加入 15 毫升稀(1:200) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液。

(二) 再取試管三只，在每只試管中加入 5 毫升稀(1:200) 硫酸。將 5 毫升稀(1:200) 硫酸加入第一只盛有硫代硫酸鈉溶液的試管中，立刻看表(至秒)記下時間。少时溶液开始变混时，再看表，記下時間，求出溶液变混所需的時間。同法在第二只和第三只盛有 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的試管中各加 5 毫升稀(1:200) 硫酸，各求出溶液变混所需的時間。

(三) 將結果填入下表中：

試管組別	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (毫升)	H_2O (毫升)	H_2SO_4 (毫升)	溶液变混所需 時間(秒)
1				
2				
3				

(四) 根据实验结果作一结论说明反应速度与反应物浓度的关系。

2. 温度与反应速度的关系

所用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 与 H_2SO_4 的浓度同上面实验。

(一) 取三只试管, 在每只试管中各加入 10 毫升 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液。另取三只试管, 在每只试管中加入 10 毫升硫酸。每只盛有 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 的试管和另一只盛有 H_2SO_4 的试管组成一组, 即六只试管共分三组。

第一组试管混合后立即看表, 准确地记下加酸后到呈现浑浊所需的时间, 并记下室温。

(二) 取一只烧杯加水后把第二组试管插入杯中, 加热烧杯中的水, 使其温度较室温高 10°C , 然后将二只试管中的溶液混合, 求出溶液变浑所需时间。

(三) 同法用第三组试管进行实验, 但将烧杯中的水加热至比室温高出 20°C 。

(四) 将上面结果填入下表中:

试管号	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ (毫升)	H_2SO_4 (毫升)	温度 $^\circ\text{C}$	溶液变混所需 时间(秒)
1				
2				
3				

(五) 根据实验结果, 找出反应速度与温度的依赖关系。

3. 物质浓度对化学平衡的影响

取 10 毫升稀 FeCl_3 溶液和 10 毫升硫氰化钾溶液放在小烧杯中, 生成了 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$, 使溶液呈深红色。

写出可逆反应方程式和平衡常数表示式。

将所生成的溶液平分到四只试管中, 在第一只试管中加入少量 FeCl_3 溶液(浓), 在第二支试管中加入少量 KSCN 溶液(浓),

在第三只試管中加入少量 KCl 晶体，第四只試管則留作比較。然后比較四只試管中溶液的顏色。用质量作用定律解释所得的結果。

实验四 溶解現象和溶解度

仪器：

普通化学天平、鉄架与鉄夹、乳鉢、瓷蒸发皿、漏斗、試管及試管架、玻璃棒、100 毫升烧杯、比重計、1000 毫升和 100 毫升的量筒、量瓶(100毫升)。

藥品：

硝酸鉀、氯化鈉、醋酸鈣、胆矾、浓盐酸、浓硫酸。

实验步驟：

1. 固体物质溶解度与温度的依賴关系

(一) 將水注入于一只試管内(約 $1/4$)，把少量已研成粉末的 KNO_3 加入其中，攪动直至盐完全溶解。注意管内溶液的冷却現象。再加 KNO_3 并攪动直到試管底上留下少量的盐，再攪也不溶解时为止。把試管加热并繼續加入 KNO_3 使热的溶液也达到飽和。將溶液煮沸，然后讓它冷至室溫。試对 KNO_3 在冷水与热水中的溶解度作一結論。

(二) 在另一試管中注入一些水并加入少量 $NaCl$ 。加热使盐溶解。当全部溶解后，再加 $NaCl$ 使达到飽和溶液为止。把这热溶液傾入另一試管中冷却。观察有少量 $NaCl$ 析出。利用 $NaCl$ 溶解度的数据来解释这个現象。

(三) 取一試管，加入飽和的醋酸鈣 $Ca(CH_3COO)_2$ 溶液，并加热，观察有晶体析出，利用 $Ca(CH_3COO)_2$ 的溶解度來說明

这一现象。

2. 无水盐及其水合晶体的溶解热效应

(一) 将水 10 毫升注入一小烧杯中，用温度计测其水温，记下。然后称量 10 克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 放入烧杯中，以温度计缓慢搅动。注意硫酸铜溶解时液体温度的变化，记下水及溶液的温度。

(二) 称出 4 克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 并在瓷蒸发皿内灼烧，用玻璃棒搅拌，结晶水在加热过程中逐渐汽化， $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 由蓝色变成白色。写出它的反应方程式来。

冷却后将灼烧过的硫酸铜，在研钵内研细，预备 10 毫升的水放在小烧杯内，用温度计测过水温后，将研细的 CuSO_4 粉末加入小烧杯内，观察温度的变化，并记下水和溶液的温度。试解释五水硫酸铜及无水硫酸铜的溶解热的不同。

实验五 溶液的导电度和化学活度以及同离子效应

仪器：

蓄电池、安培表、炭棒电极、试管及试管架、200 毫升烧杯。

药品：

盐酸 (1N 溶液)、硫酸 (1N 溶液)、醋酸 (1N 溶液)、苛性钠 (1N 溶液)、氢氧化铵 (1N 溶液)、盐酸 (0.1 N 溶液)、醋酸 (0.1 N 溶液)、金属锌 (颗粒状)、氯化钙溶液、氢氧化钾 (2N 溶液)、氢氧化铵 (2N 溶液)。

实验步骤:

1. 比较溶液的导电度以测定酸及碱的相对强度

(一) 依照图 8 装好仪器。在三个烧杯中分别注入 100 毫

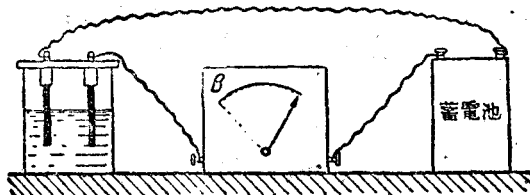


图 8 测定导电度的仪器装置

升 1N 的盐酸、硫酸及醋酸溶液。将炭棒电极放入装盐酸的烧杯内，将电极浸入盐酸溶液内，并记下安培表指针的偏度。然后将电极冲洗干净依次浸入装有硫酸及醋酸的烧杯内，浸入的深度要相同。同时记下安培表的示度。

比较所试各酸的导电度，并对它们的相对强度做出结论。

(二) 将电极用蒸馏水浸洗后，同样方法测出 1N 的苛性钠及氢氧化铵溶液的导电度，比较这些碱的电离度。

2. 同当量浓度酸碱溶液化学活度的比较

(一) 取二只试管，在其中一只试管内注入 5 毫升 0.1N HCl 溶液，而在另一只内注入相同量的 0.1N CH_3COOH 溶液。在每只试管内投入一块相同大小的锌块。观察氢气的放出，并记下哪一只试管内的氢气放出较强烈。解释此现象。

(二) 在两只试管中各注入少量氯化钙溶液。其中一只注入 2N KOH 溶液，另一只注入同体积的 2N NH_4OH 溶液。观察氢氧化钙沉淀的析出，并记下在两只试管中沉淀量的不同。解释所用的两种碱对氯化钙呈显不同作用的原因。

3. 同离子效应

(一) 取一些氯化钴晶体 ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 溶于少量的