

4633.8/22



孙志宽

4 中学化学
课外活动
参考资料

福建教育出版社

中 学 化 学

課 外 活 动 参 考 資 料

孙志宽 编

福 建 教 育 出 版 社

中学化学课外活动参考资料

编者：孙志宽

出版：福建教育出版社

发行：福建省新华书店

印刷：福州第二印刷厂

787×1092毫米 32 开本 2.875 印张 60 千字

1983年7月第一版 1983年7月第一次印刷

印数：1——7,400

书号：7159·844 定价：0.27元

前 言

《光明日报》在有关开展课外活动的短评中指出：“从德、智、体全面发展的要求出发，课外活动在整个教育活动中是必不可少的一种教育，它与课堂教学同样重要。”（《开展课外活动不要囿于传统观念》1981年3月2日）而课外活动的天地非常广阔，形式又是多种多样，从启迪学生的兴趣中，可以培养他们各方面的才能。

当前，许多学校已逐步摆脱“题海战术”，从片面追求升学率的束缚中解放出来，开始重视对学生智力的发展和能力的培养，逐步开展了配合课堂教学和适合学生兴趣的各种课外活动，但常反映缺乏资料。这本小册子，是编者从事中学化学教学二十多年中，组织学生开展课外活动所收集和积累的资料的一部分，内容有联系工业方面的，有为农业服务方面的，有应用化学原理使“废”变“宝”的，有对催化剂的选择进行研究的，等等。总之，所选择的内容大多是围绕当前教材，密切配合课堂教学。仪器药品易得的小实验，可供中学有计划的开展化学课外活动用。

限于编者水平，有不妥或错误之处，请批评、指正。

编 者

1983.4

目 录

一、盐类大晶体的形成·····	(1)
二、氯酸钾分解制氧催化剂的选择与研究·····	(5)
三、自制植物酸碱指示剂·····	(13)
四、从食盐制备纯氯化钠·····	(17)
五、氧气、二氧化碳和一氧化碳对血红蛋白的作用·····	(21)
六、用海带制碘·····	(26)
七、简易印像法·····	(30)
八、苏尔伟制碱的实验·····	(35)
九、侯德榜制碱法中母液循环的实验·····	(39)
十、用杜隆—培蒂比热法测定原子量·····	(44)
十一、由硫酸铵制取氯化铵·····	(49)
十二、氨氧化的催化剂的选择与研究·····	(54)
十三、自制晒图纸和晒制蓝图·····	(60)
十四、铁的锈蚀及防锈实验·····	(64)
十五、从废定影液提取金属银及制取硝酸银·····	(73)
十六、用酒精和粘土制取乙烯·····	(77)
十七、土壤有效养分的化学速测·····	(80)

一、盐类大晶体的形成

〔活动目的〕

使学生认识溶解过程是一个物理—化学过程和溶解平衡是一个动态平衡，并扩大有关形成大晶体的条件的知识。

〔活动建议〕

安排在初三学过“溶液”一章“物质的结晶”以后进行，组织活动小组成员轮流观察和记录晶体成长情况和最后的重量。

〔实验用品〕

纯净的胆矾($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)、明矾($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)和硫酸钠，500毫升烧杯数只、玻璃棒、棉线、酒精灯、温度计($0^\circ \sim 100^\circ \text{C}$)、铁架台、铁圈、石棉网。

〔化学原理〕

原来处于溶解平衡状态的饱和溶液，当温度降低时，溶解平衡被破坏，而在较低温度下建立新的平衡时，过剩的溶质就会结晶析出，而温度缓慢地下降时，在“静止”状态下就会形成大晶体。

〔实验步骤〕

一、在一只500毫升的烧杯中加300毫升蒸馏水，在酒精灯上加热到 60°C ，然后加入120克胆矾，使其溶解，并成为饱和。

二、再在此溶液中放进一根事先洗净的棉线，棉线一端固定在玻璃棒上，玻璃棒则横放在烧杯的边缘上，另一端则伸到溶液里，但不要碰到烧杯底壁（如图1—1）。然后把烧杯放在无灰尘的地方（烧杯上盖一张纸片）。

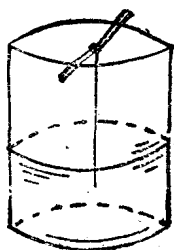


图1—1 棉线挂在盐溶液中

三、第二天，在棉线上可以看到一些硫酸铜的晶体，选择一个晶形比较完整的最大的晶体留在线上，其余的晶体剔入溶液里。

四、再把溶液加热到 60°C ，添加适量的胆矾，使溶液达到饱和，然后把带有结晶的棉线再放入溶液中。这样重复若干次，就可以结晶出很大的晶体。最后一次可把晶体干燥后称重并记下重量。

用同样的方法，制出明矾和硫酸钠的大晶体，并比较它们晶体的几何形状。

〔参考资料〕

一、三种晶体的几何形状

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 属三斜晶系

$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 属八面体

$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 属单斜晶系

二、三种盐类在水中的溶解度

溶解度 盐类	温度 ℃	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$		14.3	17.4	20.7	25	28.5	33.3	40	/	55	/	75.4
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	3	4	5.9	8.4	11.7	17	24.7	40	71	109	/	
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	5	9	19.4	40.8	/	/	/	/	/	/	/	/
Na_2SO_4					48.8	46.7	45.3	/	43.7	/	42.5	

三、晶体生长的条件

晶体生长必须要有一个核心，这样才能使粒子一层一层地有规则地建筑起来，这个核心就称晶核，或称晶种（结晶的种子）。晶种的多少和晶体形成的大小很有关系，如果开始建筑的晶核多了，每一个产生的晶体的体积就不会很大，如果开始晶种很少，过剩的溶质都能集中在少数的建筑上，当然这样所产生的晶体就会大，因此，要获得大的晶体，开始的晶种一定要少。

四、晶种的来源

晶种的来源一般有二个，一是从外界加入，例如我们常常把一定数目的现有小晶体加到要结晶的溶液中，使晶体生长，加入的小晶体愈完整，则生长出来的结晶也愈完美。有时对某些不容易生长完美晶体的物质，我们还可以加入另外一种有相同晶状物质（即类质同晶体）的完美的晶种以得到漂亮完美的大结晶。另外，外界灰尘的落入结晶液内，有时也可成为结晶生长的起点，因此，为了防止这种情况发生，必须把结晶液放

置在很少灰尘的地方，并在结晶器上加上盖，以防灰尘落入。第二个来源，就是由结晶液自身产生，如果结晶液超过饱和浓度（过饱和溶液），结晶液随时有产生结晶种子的趋势，如果在不安定的状态下（例如温度突然变化或器皿振动）尤其可以产生新的结晶种子，如果在结晶液内已经有了少数结晶种子，那只要能让它在安定的情况下缓慢地结晶，则粒子常常就在现有的晶种上作一层一层的叠积，不须再另找新的晶种。

五、大晶体生长的条件

1. 结晶液必须纯净

如果结晶液中含有杂质时（或灰尘的落入），这些杂质可以吸附到晶面上，这样就会使晶面的生长受到影响而缓慢下来，而不受影响的其他晶面的生长，则相对地生长得快些，因此使产生的晶体发生歪缺而不完整。所以配制溶液的水必须用蒸馏水，使用的结晶皿也要非常清洁，而且要在容器口盖上纸片。

2. 温度必须渐变

大多数物质的溶解度都是随温度而变化的，由于温度的变化，容易产生新的结晶种子而妨碍晶体的完整长大，因此，制取大而完整的晶体时，温度最好保持稳定或缓慢的下降。

3. 结晶速度必须缓慢

结晶速度愈慢，所产生的晶体就愈大愈完整。为了防止晶体过快的形成，结晶液的浓度不宜过大，制造溶液时的温度不宜过高，所以可采取缓慢冷却溶液（或饱和溶液）或在一定温度下缓慢蒸发溶剂的措施。

4. 结晶容器必须静置

为了使溶液的粒子向着一个品种上建筑，要避免不必要的振动（振动，可能产生新的品种，影响大晶体的生成），为此，结晶容器必须静置。如果要搬动结晶容器，则必须十分小心。

〔讨论与研究〕

1. 在晶体成长的过程中，为什么不能落入灰尘？如何防止？溶液中为什么不能有杂质？如何防止？

2. 要形成大晶体，为什么结晶速度不能快？如何防止结晶速度过快？

3. 要形成完整的大晶体需要有哪些条件？

4. 你们在这次活动中所制得的晶体重量是多少？结晶是否完整？不完整的原因是什么？

二、氯酸钾分解制氧催化剂 的选择与研究

〔活动目的〕

使学生理解催化剂能降低化学反应所需要的能量（活化能）。

比较几种不同的催化剂对氯酸钾分解的速度并从中找出最优的催化剂。

通过活动培养学生学习化学和研究化学的兴趣。

〔活动建议〕

安排在初三学过“氧气的实验室制法”及学生做过“氧气

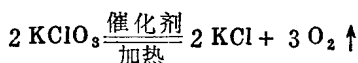
的制取”实验以后进行。为了安排好活动时间，第一个试验可以由参加活动小组的成员共同进行，其他几种催化剂的试验可以由1~2人做一个，同时展开，分别进行，集中试验结果。

〔实验用品〕

硬质试管，单孔橡皮塞、导管、集气瓶、水槽、酒精灯、铁架台、铁夹、玻璃片、木条、氯酸钾、二氧化锰、三氧化二铁、三氧化二铬、氧化铜、氧化镁、玻璃粉。

〔化学原理〕

要使纯净的氯酸钾分解，温度要在氯酸钾的熔点（356℃）以上，400℃时则完全分解。如果使用催化剂，则可降低氯酸钾的分解温度，这是因为催化剂能降低化学分解反应所需要的活化能的缘故。



〔实验步骤〕

一、取研细的氯酸钾粉末3克和二氧化锰粉末1克，在纸上均匀混和。

二、将上述混和好的粉末，装入带有导管的硬质试管（事先应检查装置是否漏气）中，然后把橡皮塞塞紧试管口，小心加热，先把试管中的空气排除掉以后，再用排水集气法收集一瓶（250ml）氧气，并计算自产生气体开始，直到收集满一瓶为止所需的时间。把结果记录在下表中。

三、用同样的方法，把氯酸钾和二氧化锰的用量比改为3：2和3：3进行试验，也把结果记录在下表中。

四、再分别用 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 CuO 、 MgO 、玻璃粉代替

MnO_2 作催化剂进行试验，氯酸钾和各种催化剂的用量比，可以用3:3；3:2；3:1三种比量进行对照试验，最后了解每种催化剂的最优用量比和几种催化剂中的最优催化剂。

不同催化剂对氯酸钾分解速度的比较

催化剂种类	KClO_3 与催化剂的用量比	制一瓶氧气的时间	最佳用量
MnO_2	3:1		
	3:2		
	3:3		
Fe_2O_3	3:1		
	3:2		
	3:3		
Cr_2O_3	3:1		
	3:2		
	3:3		
CuO	3:1		
	3:2		
	3:3		
MgO	3:1		
	3:2		
	3:3		
玻璃粉	3:1		
	3:2		
	3:3		

〔参考资料〕

一、原料的处理

1. 氯酸钾必须是纯净的，如果不纯，可能会发生爆炸。
2. 检查氯酸钾是否纯净的简单方法：把小量的氯酸钾放入试管中加热，如有微小爆炸声或产生闪光现象，说明里面混有可燃物，不能用来制取氧气。
3. 氯酸钾提纯：可用重结晶的方法。即把不纯的氯酸钾溶于热水中，趁热过滤，将滤液迅速冷却，即可得到细小的氯酸

钾晶体，最后把晶体滤出，用蒸馏水淋洗、干燥后即可使用。

氯酸钾在水中的溶解度

0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°
3.3	5	7.4	10.5	14	19.3	24.5	—	38.5	—	57

4. 氯酸钾应事先把它研细。把粗氯酸钾晶体放在乳钵中或蒸发皿中，用干净的角度压研即可，不要用力磨擦，更不要用研杵！以防爆炸。

5. 制氧用的催化剂二氧化锰，也应该是纯净的。最好事先把二氧化锰在坩埚中加强热焙烧，使其中的可燃物杂质除掉。如果是利用废干电池中的二氧化锰，则应先把黑色粉末溶于水，把可溶性杂质滤去，剩下的黑色粉末，放在小铁锅里用强火炒一下，直到不冒火星，再灼烧五分钟即可。

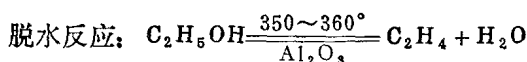
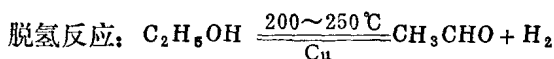
二、催化剂的特点

1. 催化剂在化学反应前后，本身的组成和质量并不改变，而仅仅由于它的存在，使化学反应速度发生改变（或加快或减慢）。

2. 如属可逆反应，则催化剂同时能改变（加快或减慢）正、逆反应的速度，改变的倍数也相同。故催化剂不能改变化学平衡状态而只能改变（缩短或延长）到达平衡的时间。

3. 催化剂具有选择性。即一个反应有它的独特的催化剂。如不同的反应常需要不同的催化剂，当然，有时一个反应也可以有不同的催化剂，但其中一定有一种对这个反应来说是属于最优催化剂。如氯酸钾的受热分解，可以用 MnO_2 作催化剂，也可以用 Fe_2O_3 、也可以用 Cr_2O_3 等，但最优的催化剂，目前

认为还是 MnO_2 。同一种或几种反应物，为选用不同的催化剂，有时可能产生不同的反应，得到不同的产物。例如乙醇在 $200\sim 250^\circ\text{C}$ 时用铜作催化剂，则能还原为乙醛和氢气（也叫脱氢反应）；在 $350\sim 360^\circ\text{C}$ 时用 Al_2O_3 作催化剂，则反应产生乙烯和水（也叫脱水反应）。



三、化学反应与活化能

当物质发生化学反应时，反应物的分子转变为生成物的分子，仅是原子之间的重新组合，而原子内部并没有发生变化，要破裂原物质，建立新物质，使原子重新组合，就必须要有足够的能量。分子在运动时，尽管可以互相碰撞亿兆次，由于没有足够的能量来破裂原物质分子，因此并不发生化学反应，如果

某些分子确实是具有比一般分子的能量高，那种分子间碰撞，就能破裂原物质的分子而建

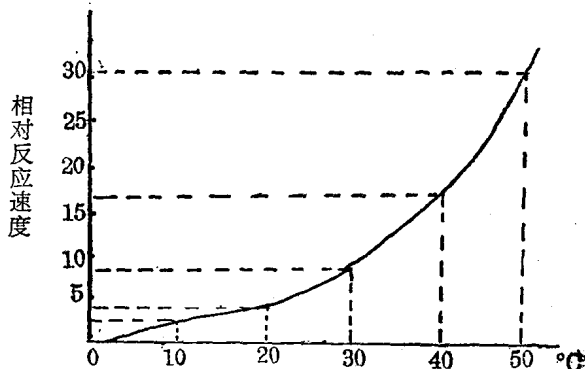


图 2—1 温度对反应速度的影响，每升高 10°C ，反应速度常约增大一倍

立新的分子，这种具有比一般分子能量高的分子，化学上称为“活化分子”，比一般分子高出的那部分能量叫做“活化能”。每一个反应都有它自己特有的活化能，在一定温度下，活化能愈大，则活化分子的数目就愈少，化学反应就愈慢；活化能愈小，则活化分子的数目愈多，化学反应就愈快。因此，如果加热时分子接受了一定的能量，这样就可增加活化分子的数目，因而就会加快化学反应速度。一般说，温度每升高 10°C ，反应速度将增大一倍。因为温度的升温，使“活化分子”的数目增加了一倍，如图2—1。在反应中，如果使用催化剂，则可降低反应的活化能，也就是可以增加活化分子的数目，因而可以加快反应的速度。见下表。

有无催化剂时活化能的区别

化 学 反 应	无催化剂时的活化能 千卡/摩	有催化剂时的活化能 千卡/摩
$2\text{HI} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{I}_2$	42.5	$\begin{cases} 14(\text{Pt}) \\ 25(\text{Au}) \end{cases}$
$2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{H}_2$	78	$\begin{cases} 39(\text{W}) \\ 32 \sim 40(\text{Mo}) \\ 38 \sim 42(\text{Fe}) \end{cases}$
$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$	60	15(Pt)

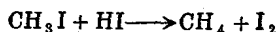
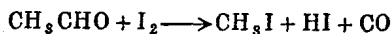
如某种催化剂能降低反应的活化能愈多，则活化分子数目增加得愈多，那反应速度就愈快。例如甲醛在 518°C 时分解，据测它的反应活化能为4500卡/摩，如用碘蒸气作催化剂，则活化能可降低3250卡/摩，因此活化分子数大大增加，故反应速度将增加近一倍。由此可见，催化剂的选择和研究就很有意义。

四、催化剂的催化作用

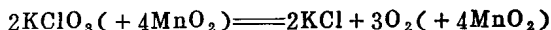
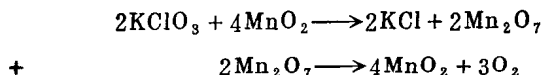
催化反应一般分为多相催化和单相催化两类。

催化剂跟反应物属不同的相时，这种催化反应叫多相催化作用。多相催化作用主要是催化剂提供了吸附表面，使反应物分子被吸附在催化剂的表面上，从而能有效地降低活化所必须的能量，这样就可产生较多的有效碰撞机会，同时，还因为由于吸附而引起的浓度增加，使每单位时间内可以发生更多次的碰撞，因此可以增大化学反应速度。例如，氢气和氧气在常温下，没有明显的反应，但金属铂具有吸附气体特别是吸附氢气的特性，因此，当有铂存在的情况下，氢气和氧气在常温下就能反应。

催化剂跟反应物同处于均匀的气相或液相时，这种催化作用叫单相催化作用或叫均相催化作用。单相催化作用的催化剂好象起着“载体”一样的作用，它能和反应物作用生成一种中间产物，然后又分解或再反应，生成原来的催化剂。例如，乙醛分解为甲烷和一氧化碳，当有碘蒸气存在时，甲醛先和碘反应生成中间产物 CH_3I 和 HI ， CH_3I 和 HI 再反应生成甲烷和碘，其反应方程式如下：



至于二氧化锰在氯酸钾的分解中的催化作用，一般认为是先产生七氧化二锰的中间产物，然后七氧化二锰再分解为二氧化锰和氧气，其反应方程式表示如下：



催化剂有正催化剂、负催化剂和助催化剂之分。所谓正催化剂，就是指能加快反应速度的催化剂，一般催化剂多指正催化剂。所谓负催化剂，就是指能降低反应速度的催化剂，如在食用油脂里加入0.01~0.02%的没食子酸正丙酯，就可以有效地防止油脂的酸败，这里的没食子酸正丙酯就是一种负催化剂。所谓助催化剂，就是在催化剂以外再加另一种或几种物质，这种物质能增强催化剂的催化作用。其所以有增强催化剂的催化作用，是由于这种分子或原子加到催化剂的表面层上，常能破坏催化剂表面上质点的正规排列，因而增加活性中心而大大提高催化剂的性能的缘故。例如工业上合成氨所用的催化剂还原铁粉，大约每2000个原子中约有一个活性中心可催化 N_2 及 H_2 的作用，但如果加有少量的氧化铝和氧化钾做助催化剂，活性中心即可增多四倍，所以助催化剂在化工生产中同样是非常重要的。

〔讨论与研究〕

1. 催化剂的定义为什么不能说成“凡是能加快反应速度而本身不参加反应的物质”？
2. 为什么使用催化剂（一般指正催化剂）后，一般能使化学反应速度大大加快？
3. 你能否找出使氯酸钾分解放出氧气的除了上述表格中应用过的催化剂？（粘土、红土、硅藻土等都可）。