

竺际舜 编 著

化学 探究性 小实验



HUAXUE TANJIUXING XIAOSHIYAN



科学出版社

化学探究性小实验

竺际舜 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共收录 21 个化学探究性小实验,这些实验集探究性、趣味性于一体,可操作性强,旨在激发学生在化学学习实践过程中的兴趣,展现奇思妙想和精巧创意,以学生的终身发展为本,培养其实践能力与创新精神,助其永葆好奇之心。书中每一个实验都配有相应的高清视频,只需用手机扫一扫对应的二维码,即可独立播放。本书还推荐两个进阶性专题,可为教师、学生做实验设计提供指导。

本书可供中小学生、中小学科学或化学教师、大学化学师范专业师生、各类中小学化学竞赛参赛者、化学爱好者等阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

化学探究性小实验 / 竺际舜编著. —北京: 科学出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-03-057122-9

I. ①化… II. ①竺… III. ①无机化学—化学实验—高等学校—教学参考资料 IV. ①O61-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 074258 号

责任编辑: 朱 灵

责任印制: 谭宏宇 / 封面设计: 殷 靓

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

http: //www. sciencep. com

南京展望文化发展有限公司排版

上海叶大印务发展有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 5 月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2018 年 5 月第一次印刷 印张: 3

字数: 65 000

定价: 30.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

为配合《无机化学》教学及中学化学教学,上海师范大学竺际舜编著了本书。

本书共收录了 21 个化学小实验,这些实验集探究性、趣味性于一体,可操作性强,旨在激发学生在化学学习、实践过程中的兴趣,展现奇思妙想和精巧创意,以学生的终身发展为本,培养其实践能力与创新精神,助其永葆好奇之心。本书可供《无机化学》教学及中学化学教学时使用,教师和学生均可参照有关视频进行实际操作。本书中的 21 个视频画质高清,操作简便,只需用手机扫一扫对应的二维码,即可独立播放。最后另附的两个进阶性专题,可为教师、学生做实验设计提供指导。

感谢上海市科技艺术教育中心张平老师,以及南京师范大学包建春教授、华东师范大学王程杰副教授、上海师范大学影视中心摄制组和配音汤雯莲在本书编写和视频制作过程中鼎力相助。上海师范大学杨海峰教授参与了本书 21 个小实验的研讨,并给予了悉心指导和教研经费资助。科学出版社从本书的策划到审稿、编辑、出版做了大量的工作,谨致诚挚谢意。

因编著者的水平有限,书中难免有不当之处,敬请同行和读者批评指正。

编著者

2017 年 10 月

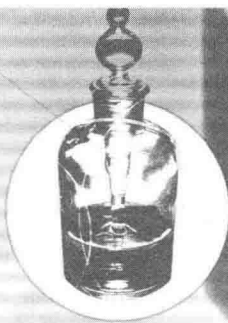
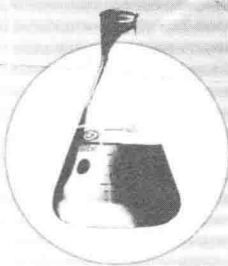
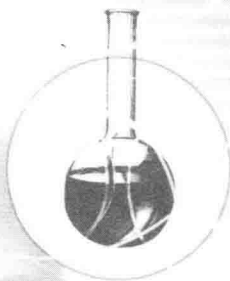
目 录

前言	i
探究性小实验	1
人造“鬼火”	2
用微波炉做极性、非极性分子的鉴别	3
晶体化学暖袋	5
焯变引发的冷胀热缩——橡皮筋的胀缩	6
化学振荡反应	8
碘时钟实验	9
示温涂料	11
氢、氧燃料电池	13
法老的“飞蛇”	14
氢气喷泉实验	16
淀粉遇碘都显蓝色吗?	17
滴水生火和吹气生火	19
自制敏感微型地雷	20
硅烷气体的自燃	21
铝条表面染色	22



液态合金	23
铜变“银”、银变“金”	25
六价铬检测饮酒者呼气中乙醇含量	26
随温变色	27
制作硫化混凝土	29
能自燃的铁粉	30
进阶性专题一 非金属元素	32
非金属单质的结构和性质	33
分子型氢化物	36
含氧酸	44
非金属含氧酸盐的某些性质	52
p 区元素在周期性变化上的某些特殊性	67
进阶性专题二 金属元素	73
概述	74
金属的物理性质	77
金属的化学性质	78
金属的提炼	81
合金	85
主要参考文献	89

探究性小实验





实验探究

人造“鬼火”

目的：了解磷及磷化氢的一些性质。

操作：

1. 按图 1 所示，搭建实验装置。

2. 在圆底烧瓶内注入约 30 mL 浓度为 30%~40% 的氢氧化钠(NaOH)溶液，再放入几片白磷。

3. 将少量液化气(丁烷气)或天然气经导管通入烧瓶，将烧瓶中的空气赶尽，以避免后面实验时烧瓶中发生爆燃(也可在圆底烧瓶内滴入几滴乙醚，乙醚蒸发时即可将空气赶走)。

3. 点燃酒精灯把烧瓶内溶液加热到适当的温度(加热到有气泡连续产生即可)，产生的气体经过导管逸出水面，气泡到空气中即自行着火燃烧，燃烧时产生火光并形成白色烟雾，烟雾呈一个个圆圈状。

注意：实验完毕后，需用水把烧瓶充满，赶出磷

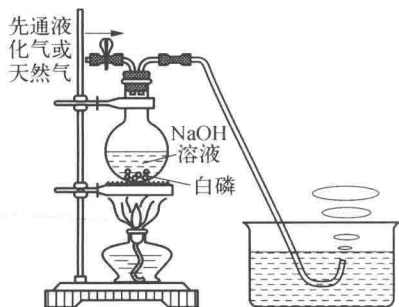


图 1 白磷与 NaOH 溶液
反应实验装置

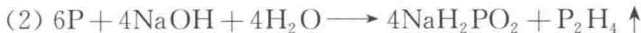
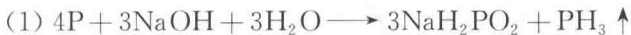


实验 1
人造“鬼火”

化氢气体,以免在打开瓶塞时磷化氢与空气接触在瓶内燃烧。

说明:

1. 磷与 NaOH 作用可用以下反应式表示:



2. 由于生成少量的 P_2H_4 而引起自燃,这可解释磷火(“鬼火”)现象:



实验探究

用微波炉做极性、非极性分子的鉴别

目的: 了解极性、非极性分子的鉴别方法及微波炉加热的原理。

操作:

1. 用 50 mL 量筒量取 50 mL 蒸馏水,倒入一个 100 mL 的小烧杯中,用量程为 100°C 的温度计测量并记录其温度值。将该小烧杯放入家用微波炉中,关上炉门后看好表的秒针,用微波炉的最大功率加热 20 s,再用温度计测量并记录其加热 20 s 后的温度,将该小烧杯再次放入微波炉中,关上炉门后再用微波炉的最大功率加热 20 s,再用温度计测量并记录其第二次加热



实验 2

用微波炉做极性、非极性分子的鉴别



后的温度。将有关数据记录于表 1 中。

2. 将上述的蒸馏水依次换成大豆油、苯、四氯化碳(各 50 mL), 重复上述操作, 及时将各次实验的有关数据记录于表 1 中。

表 1 用微波炉鉴别极性、非极性分子实验的数据记录表

物质 (50 mL)	加热前的 温度/℃	微波炉中加热 20 s 后的温度/℃	再次加热 20 s 后的温度/℃	结论
蒸馏水				
大豆油				
苯				
四氯化碳				

注意:

1. 在做大豆油、苯、四氯化碳等测试实验前, 要擦干小烧杯中的水渍, 微波炉内也要擦干净, 以免杂质升温而影响实验结果。

2. 家用微波炉的最大功率为 500~1 000 W, 做本实验时不管微波炉的大小都应选择用微波炉的最大功率来加热。如选用 800 W 微波炉选其最大功率加热 20 s, 可使 50 mL 水升温 26~35℃。如选用 1 000 W 微波炉加热, 50 mL 被测试液每次加热时间可选 15 s。

说明:

1. 微波是一种电磁波, 通常是指波长为 $1\ \mu\text{m}\sim 1\ \text{mm}$, 频率为 300 MHz~300 GHz 的超高频电磁波。

2. 自然界的绝大多数物质由分子组成, 分子有极性分子和非极性分子之分。极性分子如水分子在自然状态下做杂乱无章的运动, 排列也无规则。但当其处在电场中时, 水分子就会发生重排, 即极性分子带正电荷的一端趋向负极, 带负电荷的一端趋向正极, 水分子发生转动, 排列变得有序化。随着电场变化频率的提高, 分子转动的速度会加快。而微波的电磁场频率最高达 $3\times 10^5\ \text{MHz}$, 因此, 其间水分子的转动会非常快, 产生的热量也大, 从而使水可

在很短的时间内达到沸点。对于非极性分子(如苯、四氯化碳)而言,在微波中就不会有上述水分子这样的运动,所以将苯、四氯化碳这类物质置于微波炉内加热是无效的。

至于大豆油的分子其极性如何,不妨通过实验给出的数据,请同学们自己分析后给出结论。



实验探究

晶体化学暖袋

目的: 体验晶体析出或溶解时的热效应。

操作:

1. 称取 175 g 的乙酸钠(CH_3COONa)放入烧杯中,再注入 50 mL 水。
2. 加热至近沸点,尽量使烧杯中的乙酸钠全部溶解;如有固体残留物,就趁热过滤。
3. 静置该溶液并冷却至室温,用玻棒摩擦烧杯内壁,或投入几小粒乙酸钠颗粒。立即有大量晶体析出,烧杯内物质的温度随之升高。
4. 如反复加热、溶解、冷却、析出晶体,放热现象可反复出现。

注意:

1. 热水中固体一定要全部溶解,否则在冷却过程中不断会有晶体析出。



实验 3
晶体化学暖袋



2. 固体溶解后,要等它完全冷却后再引发结晶。

3. 热溶液不能放在冷水浴中冷却,不然也会有晶体提前析出,一定要进行自然冷却。

说明:

1. 在较高温度下配成的上述饱和溶液,冷却时已变为过饱和溶液。硫酸钠、乙酸钠、硫代硫酸钠等都会产生这一状况。

2. 由于晶体析出通常要求溶质在溶液中形成结晶中心(晶核),每一种晶体都有一定的排列顺序,要形成结晶中心,就要使原来做无序运动的溶质质点,按照这种晶体的晶格次序排列起来,不同的物质实现这种有规则排列的难易程度不一样,有些晶体要经过相当长的时间才能自行产生结晶中心,因此,有些物质的过饱和溶液还是比较稳定的。过饱和溶液处于不平衡的状态或亚稳状态,在过饱和溶液中,投入一小颗溶质的晶体(或投入晶型相同的其他物质),可使过量的溶质在短时间内结晶出来,成为饱和溶液,如用力振荡或充分搅动过饱和溶液,或摩擦容器的器壁,也可以达到同样的目的。



实验探究

熵变引发的冷胀热缩——橡皮筋的胀缩

目的: 了解一个简易而有趣的关于熵变(ΔS)的小实验。

操作:

1. 把 3~5 根橡皮筋双股串成一串,将其一端在墙上找个挂钩挂上,在另一端系上一个重物(如砝码),放手后使重物把橡皮

筋拉长到原来长度的 3~4 倍。待重物稳定后,用笔在墙上画一个重物高度的记号。

2. 打开电吹风,将电吹风上下移动,用热风使被拉紧的橡皮筋均匀受热升温(图 2)。片刻后橡皮筋由于受热升温而变得短了些,即遇热的橡皮筋会收缩变短而把砝码提高了。再冷却至室温,橡皮筋又恢复到原来长度。

还有一个更容易做的实验:取一段橡皮筋或一个橡皮圈,将其拉长后,使之与嘴唇皮接触,然后慢慢让其自动收缩,这时,嘴唇上即感到有些凉意。这也说明橡皮筋收缩时会吸热。

注意: 如果没有电吹风,可选用水蒸气加热等其他方法。但不宜用火直接加热。

说明:

1. 上述实验说明橡皮筋收缩这个过程是在吸热条件下自发地进行的,之所以能进行是因为这时焓变(ΔH)虽然为正值,但熵增加了,使 $\Delta S > \Delta H$ 。我们知道,橡胶是一种由大量异戊烯单元组成的长链状高分子化合物。当将橡胶拉长、拉紧时,杂乱而纠缠在一起的大分子链就趋向平行,而使排列变得比较有序,于是熵随之减小;反之,把橡胶放松,则混乱程度就增大,也就是说,这时熵就增大了。

2. 由异戊烯单元组成的长链状高分子结构见图 3。

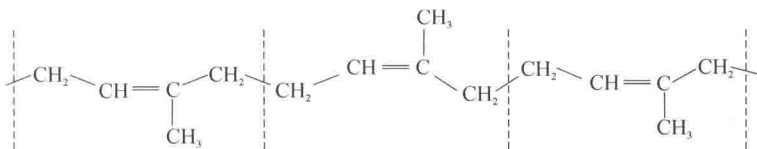


图 3 异戊烯单元组成的长链状高分子结构图



实验 4
熵变引发的冷
胀热缩

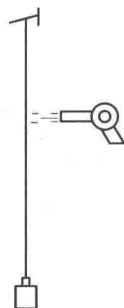


图 2 橡皮筋的
胀缩



化学振荡反应

目的: 了解化学振荡反应。

操作:

1. 配制下列三种溶液:

A 液: 102.5 mL 30% H_2O_2 用水稀释至 250 mL。

B 液: 10.7 g KIO_3 , 10 mL 2 mol/L H_2SO_4 用水稀释至 250 mL。

C 液: 3.9 g 丙二酸 $[\text{CH}_2(\text{COOH})_2]$, 0.845 g MnSO_4 , 0.075 g 淀粉, 用水稀释至 250 mL(淀粉用少量水先溶解, 再加热至沸)。

2. 实验演示时, 取一个 200 mL 烧杯, 用三个量筒分别量取 A、B、C 溶液各 50 mL, 同时倒入烧杯混合即可。刚开始混合溶液呈无色透明状, 片刻后溶液呈透明的琥珀色, 再过片刻溶液变为深蓝色, 之后, 深蓝色溶液又恢复为无色透明状……该溶液颜色在蓝色、琥珀色、无色三者间反复变化(可呈现二十多个周期)。

注意: 实验中各试剂的称量要准确, 表演时溶液温度在 20~35℃为宜。

说明:

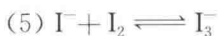
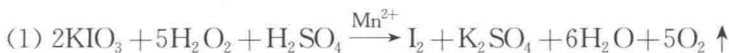
1. 化学家自 19 世纪以后陆续发现, 有一些化学反应中的某些组分或中间产物的浓度能够随时间发生有序的周期性变化, 即所谓化学振荡现象。在化



实验 5
化学振荡反应

学振荡反应发现的初期,人们感到难以理解。他们认为这种魔术一般的“古怪行为”是在跟热力学第二定律开玩笑。这正像一个大城市的千百万居民都能在同一时间做同一个体操动作一样,令人不可思议。在振荡反应中分子及离子的无序碰撞怎么会自发地走向有序?自20世纪60年代以来,人们提出了自催化振荡、产物活化、环境温度起伏和反应序列存在反馈等理论模型试图解释该现象,然而均未能全面和深入地揭示出自组织过程的本质,直到耗散结构理论的提出,这个问题才得以圆满解决。

2. 有关的化学反应见下式:



实验探究

碘时钟实验

目的:了解碘时钟实验。

操作:

1. 配制下列三种溶液:

溶液 A: 称取 0.9 g 碘酸钾溶于温水中,再稀释



实验 6
碘时钟实验



至 500 mL。

溶液 B: 称取 0.45 g 无水亚硫酸钠, 溶解、稀释至 500 mL。

溶液 C: 称取 5 g 可溶性淀粉置于小烧杯中, 注入 25 mL 冷水, 搅拌成悬浊液。将其注入 300 mL 沸水中。冷却后慢慢倒入 12.5 mL 浓硫酸, 最后稀释至 500 mL。

2. 取一个 400 mL 烧杯, 依次注入 200 mL 水、50 mL A 液、50 mL C 液、50 mL B 液, 略搅拌后静置观察。开始的 10 s 左右, 混合的溶液仍呈无色透明状, 约 10 s 后溶液会在瞬间突变为深蓝色。

另外, 还可做浓度对反应速度影响的对比实验。

取两个 400 mL 大烧杯, 分别配制如下混合液:

D 液: 200 mL 水中加入 50 mL A 和 50 mL C。

E 液: 225 mL 水中加入 25 mL A 和 50 mL C。

在 D 液和 E 液中同时加入 50 mL B 液, 室温下 D 液约 10 s 后变蓝色, 而 E 液约 20 s 后变蓝色。由此可见, 在温度一致情况下, 浓度大的反应体系其反应速度就较快。

当然, 还能做温度对反应速度影响的对比实验。

准备三份 E 液(方法见上)。一份冰水浴(近 0°C)、一份维持室温、另一份加热到近 50°C , 用三个量筒各量取 50 mL B 液, 同时将三份 B 液分别加入到上述三份 E 液中。结果接近 50°C 的溶液先出现蓝色, 0°C 溶液最后出现蓝色。这说明温度升高时, 通常促使反应速度加快。

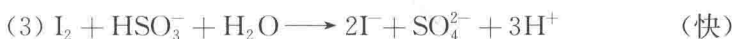
注意: 溶液温度高低对显色定时的长短有较大影响, 通常温度控制在 $0\sim 50^{\circ}\text{C}$, 温度不能过高, 否则碘与淀粉不会发生显色反应。

说明:

1. 其实像上述能定时变色的实验有好多个, 人们把这一类实

验统称为“时钟实验”。较著名的有“碘时钟实验”“金色时钟实验”“橙蓝时钟实验”等。

2. 碘时钟实验的化学反应式为：



从以上反应式可知,由于反应(1)(2)较慢,产生的 I_2 马上被(3)所消耗,所以不会呈蓝色。当 HSO_3^- 耗尽后, I_2 不再被消耗,所以就突然呈现出蓝色了。如果 IO_3^- 浓度小于 HSO_3^- 的 $1/3$, 则该反应就不会再呈现蓝色了。



实验探究

示温涂料

目的：了解一种示温涂料的制备及其变色机制。

操作：

1. 烧杯中取 20 mL 5% 硝酸汞溶液,用滴管向硝酸汞溶液中滴加 10% KI,开始有橙色的碘化汞沉淀生成,再继续滴加 KI 溶液至沉淀消失。此时溶液中生成了大量四碘合汞根离子,溶液呈澄清的浅黄色。

2. 将上述溶液分为两份,一份滴加 2% 硝酸银溶液,加到不再产生黄色沉淀为止;另一份滴加 5% 硝酸铜溶液,滴到不再产生红色沉淀为止。



实验 7
示温涂料