

HUAXUE

中学化学课堂实验

SHIYAN

ZHONGXUE

3

KETANG

中学化学课堂实验

. 3 .

金立藩 马经德 编著

上海教育出版社

中学化学课堂实验

3

金立藩 马经德 编著

上海教育出版社出版发行

(上海永福路123号)

鲁通书店经销 江苏太仓印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张6.5 插页2 字数141,000

1987年8月第1版 1987年8月第1次印刷

印数1—2,800本

统一书号: 7150·3981 定价: 1.25元

内 容 提 要

本书是我社出版的《中学化学课堂实验》丛书(共四册)中的第三册,是根据高级中学课本《化学》(甲种本第二册)中的演示实验和学生实验编写而成的。本书详细分析实验操作方法和成败关键,对有些实验介绍其他简易方法,还根据课本内容补充若干演示实验,供教学时选用。使用高级中学课本《化学》(乙种本)的教师也能从本书得到帮助。

本书供中学化学教师参考。

目 录

第四篇 高中二年级化学课堂实验

第一章 化学键和分子结构1

1. 离子键和离子晶体(1)
2. 共价键和原子晶体(6)
3. 配位键和配位化合物(11)
4. 极性分子、非极性分子和分子晶体(15)

第二章 氮族.....18

1. 氮气跟镁反应(18)
2. 氮气跟氢气反应(19)
3. 氮气跟氧气反应(24)
4. 氨的化学性质(29)
5. 氨的实验室制法(39)
6. 铵盐的化学性质(41)
7. 氨的制备和性质 铵离子的检验(44)
8. 硝酸的生成(47)
9. 硝酸的性质(49)
10. 硝酸的实验室制法(55)
11. 硝酸盐的性质(56)
12. 硝酸和硝酸盐的性质(59)
13. 磷的性质(61)
14. 磷酸和磷酸盐(64)

第三章 化学反应速度和化学平衡.....68

1. 浓度对化学反应速度的影响(68)
2. 压强对化学反应速度的影响(75)
3. 温度对化学反应速度的影响(76)
4. 催化剂对化学反应速度的影响(79)
5. 固体反应物表面积的大小对反应速度的影响(82)
6. 浓度对化学平衡的影响(83)
7. 压强对化学平衡的影响(86)
8. 温度对化学平衡的影响(88)
9. 化学反应速度 化学平衡(91)
10. 实验习题(95)

第四章 硅 胶体100

1. 硅 二氧化硅(100)
2. 硅酸 硅酸盐(102)
3. 制备胶体(105)
4. 胶体的性质(109)
5. 胶体的性

质(2) (115)

第五章 电解质溶液117

1. 强电解质和弱电解质(117)
2. 电离平衡(119)
3. 电离度和电离常数(121)
4. 盐类的水解(124)
5. 电解质溶液(127)
6. 中和滴定(129)
7. 中和热的测定(139)
8. 原电池(144)
9. 金属的腐蚀和防护(147)
10. 原电池金属的电化腐蚀(154)
11. 离子的移动(158)
12. 电解(163)
13. 电镀(168)
14. 电解 电镀(172)

第六章 镁 铝177

1. 镁和铝的性质(177)
2. 铝的重要化合物(183)
3. 铝和氢氧化铝的化学性质(185)
4. 硬水的软化(188)
5. 分子量的测定(193)
6. 实验习题(198)

化学键和分子结构

1. 离子键和离子晶体

目的：初步了解离子键的形成和离子晶体的结构。

类型：演示实验(选做)。

实验用品：磁性示教板、示教纸片、集气瓶、玻璃片、酒精灯、氯气发生器、石棉铁丝网、铁架台、铁圈、小刀、量筒、天平、砝码、细口瓶、橡皮泡、氯化钠晶体模型、氯化铯晶体模型。

氯气、钠、镁、铝、稀盐酸。

(一) 准备

1. 制作磁性示教板 取一张长约 80 厘米、宽约 60 厘米的白铁皮，在四周装上木框，钉上挂钩，做成小黑板状。把小磁

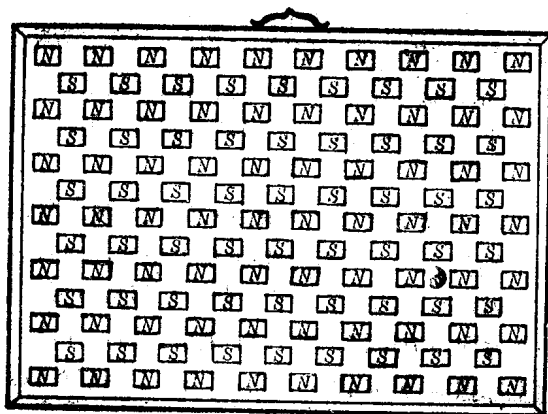


图 4-1-1 磁性示教板上磁铁块的排列

铁按 N 极和 S 极相间隔的形式排在白铁皮的一面,如图 4-1-1 所示。每块小磁铁约 1.5 厘米见方,厚约 1 厘米^①,在上述大小的示教板上大约能排列 300 块小磁铁。在小磁铁外糊上不反光的白色塑料膜或白布。

根据需要,剪成各种形状的示教纸片。在示教纸片反面用塑料胶带贴上回形针、或图钉、或订书钉。使用时,把画好的示教纸片向磁性示教板上一贴就牢。不用时可以随手拿去,再用再贴,操作简便。例如,演示装配制取氯气装置的方法时,把纸片剪成单个仪器的形状,如铁架台、酒精灯、带有长颈漏斗和导管的双孔塞等等。在磁性示教板上贴上画有铁架台的纸片,再依次粘贴酒精灯、铁圈、石棉铁丝网、铁夹、盛有二氧化锰的圆底烧瓶、带有长颈漏斗和玻璃导管的双孔塞,用来说明装配仪器时是自下而上的。然后在玻璃导管口依次贴上短橡皮管和直角玻璃导管、配有双孔塞的集气瓶、导管、盛有吸收尾气的碱液的烧杯,说明装配时应该从左到右。象这样边讲边贴,很直观。演示完毕后拿下示教纸片,又可以做另一个示教演示,能大大节省讲课的时间。

一般磁性示教板的缺点是质量太大,搬动不方便。可以做如下改进,示教板上不装小磁铁,使贴在示教纸片背面的回形针带上磁性。这样示教纸片也能随意粘贴,但准备时比较麻烦。

2. 制作磁性示教纸片 在硬纸片的正面画上图或写上字,并涂上颜色,在背面用塑料胶带粘上小铁件如回形针(图 4-1-2)。把磁性较强的磁铁棒的一端(N 极或 S 极)紧贴回形针向一个方向用力摩擦,不要来回擦,使回形针带上磁性。用 S 极向上摩擦时,回形针的上端成 N 极,下端成 S 极。使用

^① 小磁铁可以用磁性材料厂的废磁铁制成。

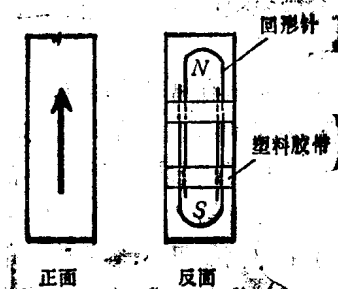


图 4-1-2 磁性示教纸片示意图

时可以把它任意粘贴在铁皮制成的示教板上。但是它的磁性往往不能持久,在使用前必须用磁铁摩擦,保证它有较强的磁性。这种示教纸片也能够制成活动的。例如要讲清楚一种操作中手指的动作,可以把纸片分别剪成手掌和手指的形状,钉上细线连接起来。并在每一活动的部位的背面,用塑料胶带粘上一只事先用磁铁摩擦过的有磁性的回形针,要使 N 极跟 S 极相对。演示时把纸片贴在示教板上,手指能够任意移动,讲解时既直观又生动。

制作磁性示教板或磁性示教纸片虽然要花一些时间,但是制好后能反复使用许多次。用过的纸片保存在纸盒里,需要时随用随取,能节省以后的备课时间。

(二) 操作

1. 离子键的形成 重复或回忆初中化学第二章第五节离子化合物和共价化合物中钠在氯气里燃烧的实验。本书第一册 137—139 页介绍过几种实验方法,可以选其中一种来演示,也可以用下述简易方法。在石棉铁丝网上放一块黄豆大小的揩干净金属钠。加热使钠熔化成小球后,停止加热,立

即把盛有氯气的集气瓶罩在上面(图4-1-3)。钠在氯气里燃烧,产生黄色火焰,现象很明显。瓶的内壁上出现白色的固体微粒,这是氯化钠。

为了说明这个反应里有离子键形成,可以在黑板或磁性示教板上排列出钠原子的电子层结构($1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$)的图形和氯原子的电子层结构($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$)的图形,象高中化学课本(甲种本)第二册第2页上用方框和箭头所表示的那样。在说明钠原子的电离能很小,容易失去电子,而氯原子很容易结合电子时,把钠原子的 $3s$ 电子的箭头移到氯原子的 $3p$ 轨道上,注意箭头的方向要相反。指出这时钠带上一个单位正电荷,变为钠离子(Na^+),氯带上一个单位的负电荷,变成氯离子(Cl^-),如课本(甲种本)第2页下面的图所示。

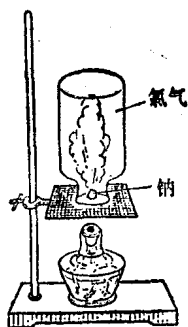


图4-1-3 加热后的钠在氯气里燃烧

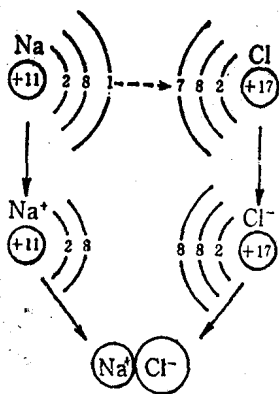


图4-1-4 氯化钠的形成

为了更形象地说明氯化钠的形成,可以在磁性示教板上排列出图4-1-4。指出钠离子跟氯离子之间除了静电引力而相互吸引外,还有两个离子的核之间以及电子之间的相互排斥作用。当引力跟斥力达到平衡时,阴、阳离子之间就形成稳

定的化学键。象这样阴、阳离子间通过静电作用所形成的化学键,叫做离子键。

2. 离子的电荷 取相同式样的 100 毫升细口瓶三只。第一只瓶里盛蒸馏水 100 毫升, 其他两只各盛稀盐酸溶液 100 毫升。另取橡皮泡三只, 第一只里放金属钠 23 毫克, 第二只和第三只橡皮泡里分别放 24 毫克镁和 27 毫克铝。事先要除去这些金属表面上的氧化物。把三只橡皮泡依次套在细口瓶上, 然后掀起橡皮泡, 使三种金属落入瓶里 (图 4-1-5)。反应中生成的氢气会使橡皮泡鼓起, 氢气的体积比是 1:2:3。这里, 三种金属都是 0.001 摩尔原子, 从置换出来的氢气体积比, 可以得出钠、镁、铝三种离子的电荷比也是 1:2:3。

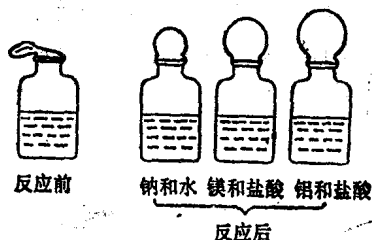


图 4-1-5 比较钠、镁、铝离子的电荷

3. 展示晶体模型 展示氯化钠和氯化铯的晶体模型。这种模型可以自制, 用橡皮泥、小木球或泥巴制成小圆球, 大小比例要相称。钠离子半径是 0.97×10^{-10} 米, 铯离子半径是 1.47×10^{-10} 米, 氯离子半径是 1.81×10^{-10} 米, 制作时钠、铯、氯离子的直径可以放大到约是 2、3.3 和 3.6 厘米。用铁丝把小圆球串起来, 制成高中化学课本 (甲种本) 第二册第 5 页上图 1-1 和 1-2 所示的模型。然后涂上各色油漆, 钠离子涂黄色、铯离子涂红色、氯离子涂绿色。

(三) 问题和讨论

为什么说在氯化钠晶体中不存在 NaCl 这样一个一个的分子?

从氯化钠的晶体结构看出, 每一个钠离子的周围有六个氯离子, 每一个氯离子周围有六个钠离子, 不能说某一个钠离子跟某一个氯离子结合成分子。

2. 共价键和原子晶体

目的: 初步了解共价键的形成和原子晶体的结构。

类型: 演示实验(选做)。

实验用品: 幻灯机、电源、涂胶涤纶纸片、硬纸片框架、绘图用钢笔(或小楷毛笔)、透明颜色水、黑墨水、调色盘、图钉、集气瓶、塑料片(或木片)、照相机用闪光灯、金刚石晶体模型、石墨晶体模型。

氯气、氢气。

(一) 准备

1. 制作幻灯片 可以用磁性示教板或自制幻灯片演示共价键的形成。幻灯片有单片式、叠加式、抽动式或拨动式, 还有黑白片和彩色片, 以适合不同的需要。单片式是在一张幻灯片上只画一幅图形。例如, 把启普发生器的三个部件(上部的大球形漏斗、下部的玻璃球和玻璃半球组成的容器、玻璃球旁侧的导气管和活塞)的分开图形以及完整的启普发生器画在同一张幻灯片上。使用时边放映边讲解。叠加式是把几张涤纶纸画片组合在一张幻灯片上。例如, 把启普发生器的三个部件分别画在三张涤纶纸上, 放映时, 先展示葫芦形的底座, 在合适的位置处覆盖上画有大球形漏斗的涤纶纸片, 再覆

盖上画有导气管和活塞的涤纶纸片，用来说明装配启普发生器的顺序和方法。抽动式是在一个硬纸片框架上装一张固定的涤纶纸片和一张能抽动的涤纶纸片。例如，在画在固定涤纶纸片上的导管内部，画上向右倾斜的条纹，在能抽动的涤纶纸片的适当位置上画向左倾斜的条纹。放映时，抽动涤纶纸片就能显示液体或气体在导管里流动的状态，非常生动。拨动式是在两张涤纶纸片中间嵌上装有手柄的能拨动的画片。例如，画上电子、离子或原子，移动图形，表示它们的移动方向和位置。

本实验要说明共价键的形成，可以用拨动式的幻灯片。取一张长约15厘米、宽约11厘米的涤纶纸片，画上所需的图后，固定在硬纸片框架上。把需要活动的图画在另一张涤纶纸片上，粘上硬纸片制成的手柄，用图钉把手柄固定在框架上，制成拨动式幻灯片。拨动手柄，图会移动。

2. 绘制幻灯片的画面 制作幻灯片的第一步是绘制画面。确定图形和大小以后，在白纸片上画出底稿，再勾上墨线。把涤纶纸片蒙在底稿上，用小号绘图钢笔或小楷毛笔按图勾出墨线。线条画得粗些、浓些，放映时比较清晰。等墨线干后着色。用洁净的笔蘸取透明颜色水，把它放入调色盘或放在玻璃片上，加适量清水调和后用。上色时应由浅逐渐加深，使色彩均匀。如果上色不合意，可以用蘸水的脱脂棉花抹去颜色，抹净后再上色。用到几种色彩时最好用几支笔。如果用一支笔，蘸用一种颜色后要洗清，再蘸第二种。有时所涂的颜色不匀或不深，可以把盛颜色水的瓶子浸在温水中温热，摇匀后再用。到色彩干后，把涤纶纸片装在硬纸片框架上备用。

(二) 操作

1. 同种原子间共价键的形成 共价键的形成可以从两

个氢原子形成氢分子说起。通常,当一个氢原子和另一个氢原子接近时,它们相互作用而生成氢分子。把图 4-1-6 制成幻灯片能来说明氢分子的形成。(a) 是两个氢原子的电子云分布图,它们的 $1s$ 电子自旋方向相反。(b) 是两个氢原子的电子云部分重叠以后,两核间的电子云密集,形成稳定的氢分子。

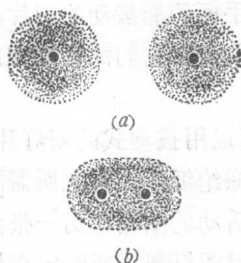


图 4-1-6 氢分子的形成

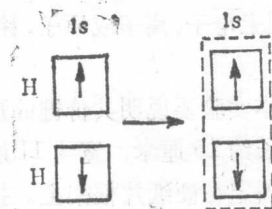


图 4-1-7 两个氢原子形成共价键

为了说明形成氢分子时电子不是从一个氢原子转移到另一个氢原子上,而是两个氢原子共用一对电子,可以放映图 4-1-7 的幻灯片。这个图说明两个自旋方向相反的电子形成一个共用电子对,这个共用电子对填充在两个氢原子的 $1s$ 轨道里,在两个氢原子核周围运动。这样两个氢原子的 $1s$ 轨道都充满,它们都有氦原子的稳定结构。

同样,把高中化学课本(甲种本)第二册第 9 页上氯分子和氮分子电子层结构图形画成幻灯片,说明氯原子和氮原子各自两两结合成分子时形成的共价键。前者形成单键,后者形成三键。

2. 两种原子结合成分子时共价键的形成 要说明氯气跟氢气结合成分子时共价键的形成,可以重复高中化学课本(甲种本)第一册第 27 页上氯气跟氢气化合的实验。本书第二

册第25页介绍过引起氯、氢混和气体爆炸的几种方法,可以任选一种来演示。用镁条引爆有时不易成功,所以实验时,氯气和氢气的纯度要高,不能混有少量空气、氧气或其他杂质,以免使活化中心物质发生断链反应。另外氯气的体积应略多于氢气。镁条燃烧时发出的紫外光线不够强烈也是引爆失败的原因之一。集气瓶的玻璃壁比较厚,普通钠玻璃又会吸收紫外光线,所以用玻璃壁较薄的试管做这个实验容易成功。我们试验用照相机上用的闪光灯照射,效果良好。

放映高二化学课本(甲种本)第9页上氯化氢的形成和第10页上水分子形成的图形,说明氯化氢分子中有一个共价键,水分子中有两个共价键。

3. 共价键的饱和性和方向性 用幻灯片放映硫原子和氢原子的电子层结构(图4-1-8)。说明两个氢原子各有一个未成对的1s电子,硫原子有两个未成对的3p电子,在自旋方向相反的情况下相互重叠,结合成两个共价键。

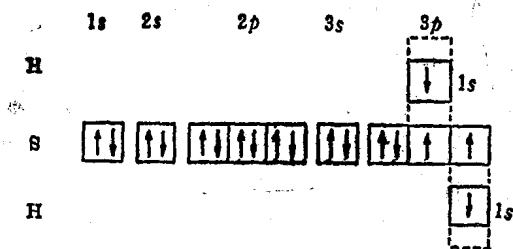


图4-1-8 一个硫原子跟两个氢原子形成共价键

为了更形象地说明共价键的饱和性和方向性,可以照高中化学课本(甲种本)第二册第11页图1-5硫化氢分子的成键制成幻灯片,上课时放映。

用黑墨水在涤纶纸片上画上硫原子的最外层两个 $3p$ 电子云(图 4-1-9), 把 p 电子云涂成蓝色。把涤纶纸片固定在硬纸片框架上。用框架另一面的上下两边贴住一张空白的涤纶纸片, 制成夹套。

另在两张小的涤纶纸上画两个球状, 涂上红色, 表示氢原子的 $1s$ 电子云。把涤纶纸粘在硬纸条制的手柄上, 嵌在幻灯片的夹套里, 并用图钉固定在框架的两旁, 如图 4-1-9 所示。

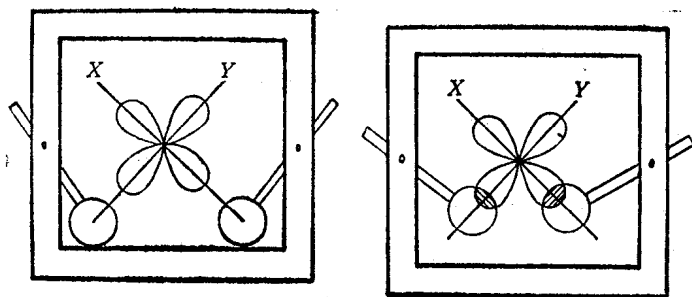


图 4-1-9 一个硫原子的两个不成对

$3p$ 电子和两个氢原子的 $1s$ 电子

图 4-1-10 硫化氢分子的成键

演示时, 拨动手柄, 使两个氢原子的 $1s$ 电子云分别沿 X 轴和 Y 轴向硫原子的 p 电子云靠近, 最后使部分电子云重叠。红蓝两色的重叠处呈紫色(图 4-1-10)。这个图既能说明共价键的形成, 又能说明共价键的饱和性和方向性, 以及成键的键角。

4. 展示晶体模型 展示金刚石和石墨的晶体模型。这些模型都能自制。金刚石跟石墨的晶体结构不同, 所以性质不同。金刚石中碳原子的价电子全部形成共价键, 构成空间网状结构。而石墨是层状结构的。在每一层里碳原子排成六边形, 每个碳原子都跟其他三个碳原子以共价键结合, 构成平面

网状结构。第四个电子形成比较复杂的键,可以在层内移动。

(三) 注意事项

1. 制作幻灯片用的涤纶纸片有涂胶的和不涂胶的,不涂胶的涤纶纸片不能着色。

2. 幻灯片也可以用玻璃片制作。在玻璃片上涂一层1—4%的松香酒精溶液,阴干后就能在上面勾墨线和着色。

3. 市上有专供涂幻灯片用的透明颜色水出售。如果颜色水遇冷冻结或颜色不深,可以把瓶子浸入温水中温热,摇和后再用。

(四) 问题和讨论

1. 形成离子键后,离子带有电荷。形成共价键后,原子带不带电荷?

启发学生从相同原子和不同原子间形成共价键后,共用电子对是不是偏离以及偏离的程度来说明。

2. 课本上说“石墨的每个碳原子最外电子层的四个电子中,有三个电子形成单键。第四个电子形成比较复杂的键,可以在层内移动”。到底是怎样复杂的键?这个电子怎么移动?

在石墨晶体里,同一层中每一个碳原子都以 σ 键跟其他三个原子结合,各个碳原子的第四个电子形成大 π 键,这些电子可以在整个碳原子平面上活动,使每个键都有双键的特征。这些共价键把同一层中的原子极紧密地结合在一起,但是层跟层之间的作用力弱,容易滑动。所以石墨有导电性,柔软,有润滑作用。

3. 配位键和配位化合物

目的:初步了解配位键和形成配位键的条件。