



## 中学化学中的两种硬度

江苏省滨海中学 224500 石其俊

化学是一门使人类生活更加美好的基础学科,在课程改革的推动下,新的化学教材增加了化学与生活、化学与可持续发展、化学与环境保护的内容。例如人教版九年级化学教材就新增加硬水、软水、水的硬度等概念,解释了用自来水洗衣物为什么既浪费肥皂又洗不干净。此外,在介绍碳单质时较为详实地讲到了金刚石是天然存在的最硬的物质,而石墨很软有滑腻感等知识,目的是使学生建立微观结构决定性质,性质又决定用途的理念。在高中化学教材中讲到金属的物理性质时,直接列表给出了14种金属的硬度值,使固体硬度的概念由定性比较上升到定量量度。下面我们对化学中的两种硬度做进一步探讨,以期对教学工作有所帮助。

### 一、水的硬度

#### 1. 硬水和软水

自然界中的水都不是纯水,即使是经过净化

的自来水蒸干后也会留下杂质的痕迹。在化学上,把含有较多可溶性钙、镁化合物的水叫做硬水,不含或含较少可溶性钙、镁化合物的水叫软水。更确切地说就是含有较多钙、镁离子的水叫硬水,反之叫软水。如果水中的可溶性钙、镁化合物是 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,煮沸时因生成 $\text{CaCO}_3$ 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀可除去 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 离子,这种硬水叫暂时硬水,如果含其他可溶性钙镁的盐,煮沸时不能除去 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ,则称为永久硬水。其实天然水中可溶物更多的是钠盐和钾盐,那么人们为什么唯独对 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 另眼看待呢?原因主要是在生产、生活中使用硬水会给人们带来麻烦。例如,用硬水烧锅炉会因生成水垢多消耗燃料,水垢出现裂缝使锅炉内管道受热不均,轻者管道变形损坏,重者引起锅炉爆炸。此外水中的 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 对酿造、印染、制药等行业都是有危害的,所以工业用水常常要除掉 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 。在北

► 教师活动:实验现象背后原因是什么呢?

学生活动:思考、回答——甲管中属于吸氧腐蚀,消耗氧气,压强减小;乙管中压强增多,可能生成 $\text{H}_2$ 等。

教师活动:我们把活泼金属在酸性较强的环境中,正极析出氢气的一类电化学腐蚀,称为析氢腐蚀。

学生活动:图8实验过程中发现:U型管内液面高度最终有所下降趋于等高。

教师活动:实验发生“意外”了吗?实验结果出现偏差可能和哪些因素有关?

学生活动:思考、设计实验(增大图8胶头滴管b内醋酸的浓度),观察现象(此时图8中U型管内明显左高右低)。

得出结论:在酸性较强环境中,发生析氢腐蚀;而在酸性较弱环境下,先发生析氢腐蚀,后发生吸氧腐蚀。

设计意图:实验的魅力在于实验结果的不可

预测性,在探究过程中可能会出现一些“意外”,与所预期的有所差别,当理论和实际不相符时,学生会质疑、猜想,教师若能适时启发学生打破常规,积极思考,主动探究,寻求真知,那么学生学科核心素养必将得到发展。

### 四、结论与启示

发展学生核心素养是课堂教学活动的高级目标,而运用信息差理论进行教学是实现这一目标的一种途径。“信息差”的存在创设了课堂活动的情境主题,不仅能充分调动学生课堂学习的兴趣,并为探究活动的提供问题素材。填补“信息差”的过程,引导学生积极思考,设计合理的方案进行探究活动,将宏观现象与微观行为联系起来,结合反应原理分析化学变化的过程与结果,注重培养学生严谨崇真的科学精神,最终建立符合化学变化的本质规律的模型,并能用于分析解决更多的实际问题,从而实现学生核心素养的发展。

(收稿日期:2017-04-15)

方,如果有机会去居民小区烧暖气的锅炉房参观一下,就会对硬水的软化有更深体会。

## 2. 硬度的标准

为了定量表示水的硬度,将所测得的钙、镁折算成CaO的质量。通常把1L水中含有10 mg CaO称为1度,在这一规定中CaO和MgO的质量为什么不同呢?由 $n(\text{CaO}) = 10 \text{ mg}/56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.179 \text{ mmol}$ , $n(\text{MgO}) = 7.14 \text{ mg}/40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.179 \text{ mmol}$ 可知,10 mg CaO和7.14 mg MgO中 $\text{Ca}^{2+}$ 和 $\text{Mg}^{2+}$ 的物质的量相同,又因 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 都是+2价阳离子,在用化学方法除去 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 时必然消耗等量的软化剂,可以说10 mg CaO与7.14 mg MgO是等效的,彼此相当的。在计算时,水的硬度是 $\text{Ca}^{2+}$ 产生的硬度和 $\text{Mg}^{2+}$ 产生的硬度之和。例如,经测定1L某水样中含100 mg CaO和35.7 mg MgO,则水的总硬度等于 $\frac{100}{10} + \frac{35.7}{7.14} = 15$ (度)。从另一角度来看,水的总硬度又等于暂时硬度和永久硬度之和,一般来说,自然界的水硬度不超过30度,习惯上认定超过8度的水为硬水,低于8度的水为软水。锅炉用水必须软化,软化后不得超过1度。

除上述标准外,还可将水中 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 折算成 $\text{CaCO}_3$ 的质量(mg)计量,例如自来水中 $\text{CaCO}_3$ 不得超过450mg/L。

## 3. 软化不是净化

在生产上,硬水的软化有石灰纯碱法、磷酸盐法和离子交换法等,但无论哪种方法都是水中 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 减少了, $\text{Na}^+$ 增多了,只是因为钠盐总是可溶的,不会形成水垢,即使含量超过2 g/L,仍然可以作为锅炉用水,所以软化不是净化,软水也不是纯水。

## 二、固体的硬度

### 1. 摩氏硬度

物质对外来机械作用的抵抗程度称为硬度,它是固态物质的一种物理性质。怎样定量比较物质的硬度呢?早在1822年奥地利矿物学家摩氏就选择了10种比较常见的矿物做为硬度的10个等级来计量物质的硬度,这10种矿物由软到硬的顺序是:①滑石②石膏③方解石④萤石⑤磷灰石⑥正长石⑦石英⑧黄玉⑨刚玉⑩金刚石,凡排在

后面的矿物都能用其尖端在前面的矿物上划出刻痕来。在测定某种物质的硬度时,将被测物和上述标准物互相刻划,就得出被测物的硬度值。例如锌片和方解石相互刻划时,锌片上留下刻痕,当用锌片和石膏相互刻划时,石膏上留下痕迹,说明锌比石膏硬、比方解石软,其硬度值应在2和3之间,约为2.5。利用这种方法我们可以得出手指甲的硬度约为2,Cu和Al为3,Fe等于4,钢在5和5.5之间,玻璃为6,由于硬度大于7的物质是比较少见的,所以在测定常见物质的硬度时,可以不用上述的标准物,只要用指甲、钥匙、铁钉、小刀、碎玻璃片就可以了。

### 2. 布氏硬度

上面所谈的摩氏硬度又叫刻划硬度,因为测定方法简便,所以在地质工作中被广泛采用,在化学教材中也常做为比较物质软硬的标准(如高中课本的金属硬度表)。但摩氏硬度是以天然矿物为等级,而这些矿物的硬度差并不一致,因此不能精确地表示硬度的绝对大小。在工业生产中又常采用布氏硬度做为计量标准。布氏硬度是通过仪器用3000N的力把一个经淬火的钢球压入被测物中,再根据压痕的直径计算出来的,压痕越大,硬度越小,所以布氏硬度又称压入硬度,能更精确地表示金属材料的硬度。

### 3. 硬度与微观结构的联系

物质的宏观性质是微观结构的反映,结构决定性质。

不同类型的晶体,其硬度常常有很大的区别。原子晶体是由原子通过共价键结合而成的,分子晶体是由分子通过分子间作用力结合而成的,由于共价键比分子间作用力高1-2个数量级,所以原子晶体比分子晶体硬得多,摩氏硬度值都在7-10之间,而分子晶体的磷的硬度只1左右。在已知物质中,金刚石的硬度最大,这是由于碳原子半径小,共价键的键能大,方向性强,破坏这样的共价键或使键角扭曲会受到极大的阻力。

离子晶体的硬度一般也比较大,根据库仑定律,离子间的静电力与离子电荷的乘积成正比,与核间距的平方成反比,所以当离子电荷相同时,离子半径之和越大,硬度越小。如MgO的硬度为6.5,CaO仅4.5。当离子半径之和相近时,离

## “笑气”知多少

浙江省湖州市第二中学 313000 朱凯丰

“笑气”即一氧化二氮( $N_2O$ )，是在 1772 年由英国化学家约瑟夫·普利斯特里发现。1798 年，普利斯特里的雇员戴维在无意中吸了这种气体后，不由自主地大声发笑并手舞足蹈，所以叫做“笑气”。

1844 年，美国牙科医生韦尔斯吸入“笑气”后让助手给他拔牙，牙拔下了却并不感到疼痛。从此，“笑气”作为麻醉剂进入医院。在手术麻醉时，“笑气”被用在全身麻醉中，人体吸入“笑气”后，进入肺内吸收，此时由于肺泡内的浓度高于血液，因此肺泡会与肺部表面的细胞进行气体交换，“笑气”从而进入血液，随后血液中的“笑气”会输送到身体各部位，从而进入大脑，达到让人放松的作用——主要是镇痛，其次是镇静。

吸入“笑气”是一种较为传统的麻醉形式，在牙科医院拔牙、基层医院产妇分娩时还会用到，它属于一种全身麻醉的麻醉形式。但是近年来“笑气”在大型医院很少用到了，这是因为使用“笑气”最主要的风险就是缺氧，若不搭配氧气，或麻醉过程中没控制好，“笑气”浓度过高而氧气浓度过低，就会引起缺氧。如果缺氧，轻者可致昏迷，重者丧命。现在医院临床中有更安全更有效的麻醉方式。

然而，在医学领域慢慢被淘汰的“笑气”近年来却成了追求刺激的年轻人的新宠，一些娱乐场所里吸“笑气”成为了新的时尚，有些是从容器里吸“笑气”，还有些是把笑气灌进气球里吸，一个小气球，拇指食指捏住，想吸的时候吸一口，像吸烟一样，这就是所谓的“嗨气球”。据报道，福州一名 25 岁的小伙，在美国读研究生期间，吸食了两个多月的“笑气”后，双脚无法动弹，被送回福州后还一度昏迷。经抢救，虽已脱离生命危险，但神经系统的损害并未完全恢复。

“笑气”本身并不会对人体产生危害，一些戒毒所中，吸毒人员戒毒过程中会用一氧化二氮作为替代药物。目前“笑气”还没被列入新型毒品目录，也不在公安部公布的麻醉药片及精神药品品种目录中。但是“笑气”进入血液后会导致人体缺氧，长期吸食可能引起高血压、晕厥，甚至心脏病发作。长期接触此类气体还可引起贫血及中枢神经系统损害等。如果超量摄入，甚至会导致昏迷、神经损伤、中风、癫痫和慢性抑郁症，最严重的会因窒息，造成严重缺氧而当场死亡。如果发生这样的状况，应该迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，尽快送到医院就医。

(收稿日期: 2017 - 02 - 10)

► 子电荷越高，硬度越大，如  $MgO$  的硬度大于  $NaF$  ( $3/2$ )，由于上述原因，在离子晶体中  $Al_2O_3$  (刚玉) 的硬度最大。

金属晶体的硬度决定于金属键的强弱，由于金属原子的半径和未成对电子数差别很大，所以各种金属的硬度有着明显的不同。从高中教材查得钠的硬度仅为 0.4，用小刀可以轻易地切割，与钠同样只有 1 个最外层电子，半径比 Na 大的 Cs，硬度应比 Na 小，事实与上述推测一致，其硬度仅为 0.2。VIB 族元素未成对电子数量多(6 个)，其中 Cr 的原子半径最小，因此在金属中 Cr 的硬度

最大，与刚玉相当。

具有层状结构的过渡型晶体，如滑石、石膏、云母、石墨在相互刻划时，层与层之间容易滑动，所以硬度很小。石墨在纸上能留下黑色划痕，可用来制铅笔。铅笔芯的硬度可用掺入黏土的比率来调节，硬度用 H、B 表示，最软的是 6B，最硬的是 6H，考试涂卡时，用 2B 铅笔效果最佳。

中学化学中的两种硬度，其内涵和外延完全不同，好在运用硬度概念表述问题时，由于语言环境的不同不会造成混淆。

(收稿日期: 2017 - 04 - 15)