



中学化学小丛书

水和溶液

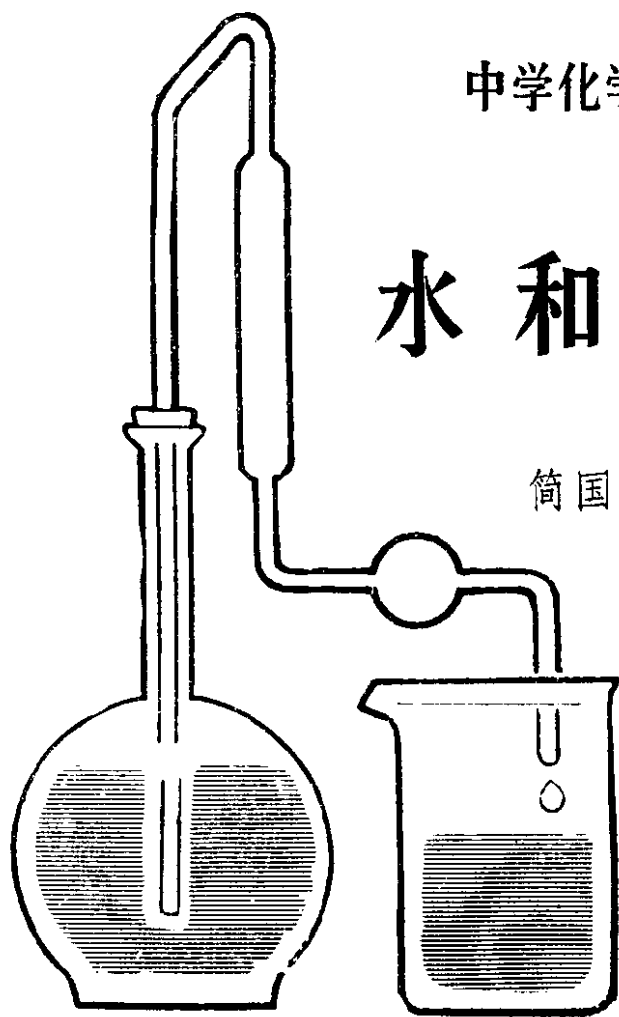
简国才编

中国青年出版社

中学化学小丛书

水和溶液

简国才 编



中国青年出版社

内 容 提 要

《水和溶液》是中学化学小丛书的第二册，内容紧密结合中学教材，又扩展和延伸了许多必要的内容。它深入介绍了有关溶液的基础知识，突出分析了教材的重点、难点，还介绍了一些溶液计算的技巧和简便方法。

水溶液是最常见、最重要的溶液，为了更好地理解水溶液的各种性质，本书也用不少篇幅介绍了水的各种基础知识。

最后简略介绍了稀溶液和胶体的基础知识。

本书可作为中学生和自学青年的学习参考书。

封面设计：韩 琳

水 和 溶 液

简 国 才 编

*

中国青年出版社出版

楼台印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092 1/32 5.25印张 90千字

1984年8月北京第1版 1984年8月北京第1次印刷

印数1—20,500册 定价0.48元

中学化学小丛书总目

- | | |
|-----|------------|
| 第一册 | 物质结构和元素周期律 |
| 第二册 | 水和溶液 |
| 第三册 | 化学反应和化学平衡 |
| 第四册 | 电解质溶液和离子反应 |
| 第五册 | 氧化还原反应 |
| 第六册 | 元素和化合物 |
| 第七册 | 有机化学(上) |
| 第八册 | 有机化学(下) |

前 言

化学是中学的一门重要基础课，为了满足中学生对课外读物的迫切要求，帮助他们在课堂学习的基础上继续深入钻研，系统复习和巩固课堂知识，适当地开拓知识领域，我们约请张学铭、简国才等几位从事化学教学工作多年的教师编写一套《中学化学小丛书》，并成立了编写小组。

这几位教师承担任务之后，认真学习了教育部新制定的教学大纲和人民教育出版社新出版的化学教材。经多次研究，确定了七个专题，写成八册。各册自成系统，从纵的方面深入探讨，延伸和加深了课本的有关内容；各册之间又相互呼应，密切联系。整套小丛书概括了中学化学的所有重要内容。

为了兼顾自学青年学习化学的要求，帮助读者提高自学能力，掌握学习化学的方法，编写中注意根据化学这门课程的特点：从实验出发，联系实际，从具体抽象出理论；再从抽象到具体，应用理论深入解释一些实际问题。

内容的安排注意由浅入深，对重点、难点内容作了深入浅出的分析和讨论。

为了帮助读者理解有关内容、培养分析问题、解决问题的能力，还举了少量例题，提出了一些问题。个别问题难度比较

大,但是对化学有兴趣、肯钻研的中学同学是完全有能力加以解答的。

限于我们的水平,这套书虽几经修改,仍然难免存在缺点和错误。希望广大读者批评、指正。

中国青年出版社

自然科学编辑室

1983年四月

目 次

一 水..... 1

你真的了解水吗?(1) 水和生命(1) 水在自然界的循环(3)
水的物理状态(6) 水的物理性质(6) 水的密度(7) 水的蒸发(8) 水的沸腾(12) 水的凝固(14) 冰的升华(15) 水的比热(16) 为什么水有“反常”的物理性质?——水分子的缔合(18) 水分子为什么会缔合?(22) 水的化学性质(25) 水的热稳定性和水的分解(26) 水的电离(28) 水和金属、非金属的作用(29) 水和氧化物的作用(31) 水的催化作用(32) 水解(33) 水合作用(34) 重水(35) 溶剂中的“金质奖章获得者”(38) 小结(41)

二 溶液的形成.....42

溶液的重要性(42) 分散系(43) 溶液、浊液和溶胶(44) 溶剂和溶质(46) 溶液的特征(47) 溶解过程是一个物理化学过程(48) 溶解的热效应(51) 溶解过程体积的变化(52) 物质的结晶(53) 结晶水和结晶水合物(54) 小结(56)

三 溶解度.....57

饱和溶液和不饱和溶液(57) 什么是溶解度?(58) 溶解速度(59) 溶解平衡(60) 为什么不同物质的溶解度有大有小?(62) 温度对溶解度的影响(65) 溶解度曲线(67) 过饱和溶液(69) 从溶解度曲线看溶液的饱和程度(70) 气体的溶解度(72) 物质的溶解性(74) 利用物质在同一溶剂里溶解性不同分离物质(76) 利用物质在不同溶剂里溶解性不同萃取物质(78) 有关溶解度的计

	算(79) 有关溶解度计算题中三种比较简单的类型(81) 温度改变导致溶解度变化的有关计算题(82) 有关结晶水合物溶解度的计算(87) 小结(91)	
四	溶液的浓度	93
	为什么要研究溶液的浓度(93) 百分浓度(95) 摩尔浓度(98) 当量浓度(101) 其他的浓度表示法(107) 各种浓度间的换算(110) 有关溶液稀释的计算(112) 溶液的配制(117) 溶液的渗透压(119) 小结(124)	
五	稀溶液的通性	125
	稀溶液性质的改变(125) 非电解质溶液的依数性(126) 溶液的蒸气压降低(126) 溶液的沸点升高(129) 溶液的凝固点降低(131) 利用依数性测定分子量(133) 电解质溶液的依数性(136) 小结(138)	
六	胶体	139
	胶体的重要性(139) 各种各样的胶体(140) 丁达尔现象(141) 布朗运动(142) 胶体粒子的电性(144) 胶体粒子的电泳现象(145) 渗析(146) 憎水溶胶和亲水溶胶(148) 胶体的凝聚(149) 胶体的制备(152) 溶胶性质的广泛应用(154) 土壤胶体的吸附作用(157) 洗涤过程的吸附作用(158) 小结(160)	

一 水

你真的了解水吗？

一看到“水”这个标题，你的脑子里可能就会掠过这样的念头：我们每天和水打交道，我们的生活缺水就不行，工农业生产也都离不开水。这儿为什么还要专门费笔墨来写水呢？

真的，对于水的一般常识，你确实了解得不少了。但是，如果从化学的角度来提出问题，就可能还有一些更重要的知识是你所不了解的。

比如说，我们的生活为什么不能缺水？水对生命起什么作用？比如说，水的密度和三态变化有些什么特点？为什么有这些特点？比如说，水不能燃烧，为什么却能从水获得一种理想的能源？比如说，水为什么是一种最好的溶剂？

水是一种又普通又特别的物质。你了解水的普通的一面，却未必了解它还有特别的一面。

现在，就让我们从化学的角度，来讲讲水的知识。

水和生命

生命起源于水。温暖的海洋是生命的摇篮，地球上的生

物就是从海水里发展起来的，以后才有一部分生物转移到了陆地上。到现在仍然有80%以上的动植物生长在海洋里。

水是生命组成的重要成分。就拿人体来说，人体重量几乎有三分之二是水分。少年儿童身上水的成分还要大一些，在30公斤的身体里有25公斤的水，固体物质只有5公斤。我们身体里的水，大约有70%在细胞里，20%在组织液里，10%在血浆里。我们身体里的各种体液里，如血液、淋巴液、脑脊液里含水在90%以上。在身体的各个器官里，脑子含水最多，占81%，腺和脏器含有73-80%的水。肌肉和皮肤里水的含量也有70%，脂肪组织里含水10-30%，就连骨头里也有23%的水，牙质里含水最少，是10%。至于绿色植物，它们含的水分就更高了。含水量最多的是蔬菜和水果，它们的含水量几乎达到90%。

水和空气、阳光一样，是维持生命必不可少的物质。生物通过水从外界环境把各种营养物质吸收、输送到机体的各个部分，又通过水把代谢的废物排泄到体外。维持生命的新陈代谢过程就是通过水这个介质来完成的。水对生物还起着散失热量、调节体温的作用。在炎热的夏天，人体要排出大量的汗水来调节体温，这时候，为了维持体内水分的平衡，就要多喝水来补充失去的水分。一旦缺少了水，哪怕时间不太长，植物也会枯萎，人们就更会感到干渴难熬；如果时间再长一些，体内的新陈代谢还要发生障碍，直接威胁着生命。

可见，水是生命产生和存在的前提。地球如果丧失了自己宝贵的水，生命也就不复存在，地球本身也就会变得象月球

那样荒漠而死寂了。

水在自然界的循环

水在自然界里分布很广。除了前面所说的动植物体内有水外,地球表面积的四分之三是水域,包括海洋、湖泊和江河。在陆地的地层里,还有大量的地下水,地下水和地面水脉络相通,可以说在整个地球面上包着一层水圈。在大气里还有以气体状态存在的水——水蒸气。更不能忘记,在极地和高山,还有以固体状态存在的水——冰和雪。

地面水、地下水和空气中的水蒸气,它们并不是各自孤立的,它们之间是在不断地变化着的。这就是水在自然界的循环。

水怎样在自然界里循环呢?

太阳所辐射的热使大量的水蒸发。除了在海洋、湖泊、江河等水域自由的水面上直接形成水蒸气以外,植物的活动对于蒸发过程也有很大的作用。例如,一棵成年的大树,在一昼夜间从土壤里吸取再从叶面蒸腾的水就多达一吨或几吨。据估计,在整个地球上,每年有近 4×10^7 吨的水被蒸发。随着工业、农业的发展,这个数目还在日渐增大。

水蒸气不断地升入空中,被风携带,散在广阔无边的“空气的海洋”里。

空气的温度越高,水能以水蒸气的形态留在空气里的分量就越大。在一定的温度下,这个分量是有一定的最大限度的。当空气里含的水蒸气达到了这个最大限度,我们就说它

已经饱和了。含有饱和水蒸气的空气往上升，上层的温度比较低，这时候空气里的水蒸气就要凝结成水滴。这种空气里的小水滴就是云。云在空气里如果继续往上升，升到一定高度的时候，温度低到 0°C 以下，这种以云的形态存在的小水滴就要结成冰晶。有时空气里的水蒸气到了 0°C 以下的高空才达到饱和，这时候它就会直接结成冰晶。在适当的条件下，这些小水滴或小冰晶互相碰撞，结合成了大水滴或大冰晶，因而变得很重，以致不能再漂浮在空气里，只好迅速降落。在降落途中遇到热空气层，可能又要蒸发掉一部分，或者使冰晶化成了水滴。降落到地面的水滴或冰晶就是雨或雪。

以雨雪形式落到地面上的水，一部分在地面直接蒸发，又开始了水的第二次循环；一部分汇集到一起，形成了千万条小溪流，然后流入江河湖泊，最后注入大海；另一部分渗入地下，成了地下水。

大海、湖泊、江河里的地面水，也有一部分又会重新变成水蒸气，开始了水的第二次循环。但是也有一部分沉在海洋底部的冷水层，却成了静水，暂时不参加循环了。

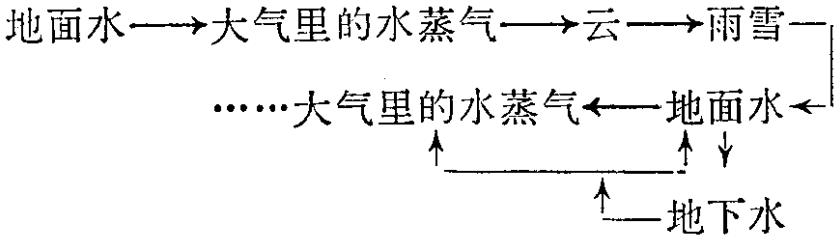
渗入地下的地下水又怎么样呢？它们的去向一般有三条途径：一部分地下水留在表层的土壤里，会通过前面说的植物的蒸腾作用，或者通过毛细管作用不断上升到地面，又蒸发到大气里去。一部分地下水，特别是在山地的地下水，在地下还在继续以渗透的形式流动，或者甚至以地下河的形式流动，到了某一处遇到地面的裂隙，就会以泉水的形式又流出地面，汇入到地面水里去。也有一部分地下水储存在地下不透水的岩

层间,就暂时脱离了水在自然界的整个循环,直到人们以掘井等方法把它开发出来,才重新参加循环。

暂时脱离水在自然界的循环的,还有一部分是以终年不化的冰雪的形式,或者留在永久冻土带的冻土层里,或者留在极地和高山上。极地和高山上的冰雪也不都是终年不化的。在夏季,极地和高山上的冰雪也有一部分会融化。在我国的西北地区,融雪水是一种重要的灌溉和饮用水源。

另外,自然界里还有一部分水却以固态形式和许多种矿物结合在一起,成为所谓“结晶水”。这些水也长期被禁锢在地底下,除非人们把这些矿物开采出来,这些水才能重见天日,参加到在自然界的循环里来。

虽然有一部分水不参加循环,但是总的说来,自然界里的水是在不断地沿着下面的路线循环的:



水在生物界里也在不断地循环。

人和动物通过食物和饮用水的形式,耗去大量的水分。同时,通过排泄又会向自然界送入许多水。植物也是这样,一方面不断地通过自己的根从土壤里吸收水分,另一方面又通过茎、叶的表面不断把水蒸发到空气里去。这种一方面吸入另一方面又排出的过程往复不断地进行,就构成了水在生物界里的循环。

正是水在自然界里的循环,形成了各种天气变化,并且为人类和各种生物的生存提供了必要的条件。

也正是水在生物界里的循环,保证了生物机体新陈代谢的正常进行。

水的物理状态

上面讲过的水蒸气、雨、雪、冰等都是水的不同的物理状态。它们都是自由状态的水。

除了以自由状态的形式存在以外,前面说过,水还可以以化合状态存在于矿物里,这就是结晶水。例如石膏晶体里就含有结晶水。

一些晶体的结晶形状就跟结晶水的存在有关系。结晶水的分子数量和矿物的其他成分的分子数量之间常成简单的比例。如石膏里每分子硫酸钙和 2 分子结晶水相结合,蓝矾里每分子硫酸铜和 5 分子结晶水相结合,纯碱里每分子碳酸钠和 10 分子结晶水相结合。

水的物理性质

纯水是无色、无臭、无味的透明液体,当水层比较厚的时候就会呈现出淡蓝绿色,这是由于水里悬浮的细小固体粒子散射光线而造成的。

纯净水几乎不导电,但是存在于自然界里的水一般是不纯的,总是溶解着这样那样的盐类或者其他杂质,这种不纯的水是可以导电的。

关于水的其他物理性质，如密度、沸点、凝固点、比热等，我们将在下面分节叙述。

水的密度

水的密度和大多数物质不一样，不是随着温度的降低而增大，而是在 4°C 的时候具有最大值，这个最大值是 1克/厘米^3 。高于 4°C 或者低于 4°C 的时候，水的密度都比这个值小，如图 1 上半部分所示。这是一种耐人寻味的现象，产生这种“反常”现象的原因，在后面我们还要专门解释。

水还有一个特性，就是它在结冰的时候体积增大，密度变小；而绝大多数物质凝固的时候密度总是增大的。在 0°C 的时候液体水的密度是 0.99987克/厘米^3 ，而 0°C 的冰密度是 0.917克/厘米^3 。因为冰比同温度下水的密度小，所以它能浮在水面上。

水的密度的这种奇特的变化方式，对严寒地区具有重要意义。正是由于冰和 0°C 的水的密度比 4°C 水的密度小，才使得湖泊和池塘能从顶部向下结冰，上面厚厚的冰层变成了下层水的保温层，才使得下层的水能保持 4°C 左右的水温。如果水也象大多数物质那样， 4°C 以下以及凝

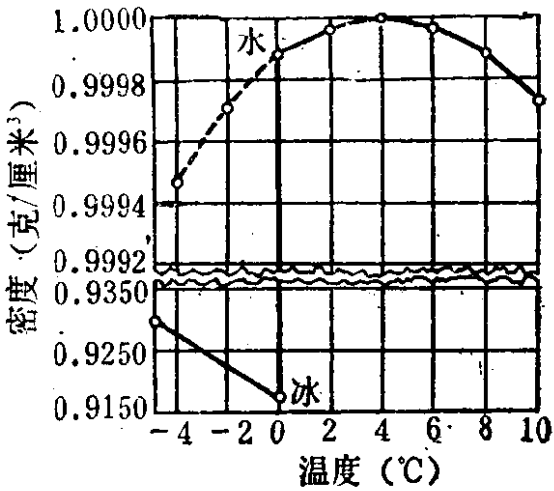


图 1. 水的密度随温度而变化。

固的时候体积缩小,密度增大,那么,河流、湖泊、池塘里的水面受冷后由于密度大的水将往下沉,上下对流的结果将使底层的水也达到 0°C 而结冰,这样,在严冬季节地面水域都会一冻到底,水里的各种生物也就失去了生存的条件,这该是多么严重的后果啊!

不过,在特殊条件下,也有水下结冰的现象。1895年初冬,在河水还没有封冻的时候,波兰铺设在维斯拉河底的自来水管就因结冰而堵塞了。这种冰能在水下形成是因为在晴朗的天气里,在同大气进行热交换的时候,水下大幅度降温的结果。这种辐射热交换有两个必备的条件:一是要有晴朗的天气,而且水面是露天的,还没有被冰封住,同水下的辐射热交换就容易进行。二是河水的水流是湍急的。在具备这两个条件的地方,水下结冰就很容易发生。在工业建设、水利施工中要考虑水下结冰带来的危害。

水的蒸发

在日常生活中,我们常会看到这样的现象:放在一个开口容器里的水,它的体积会逐渐减小以致干涸。我们说这些水蒸发了。

但是蒸发是怎么回事呢?这是因为水和其他液体一样,它的分子都在作不规则的运动。其中有少数分子的运动速度比较大,因而动能比较大,如果这些分子在水的表面,就足以克服水的内部分子的吸引力而进入空间,成为水蒸气分子。这种蒸发现象可以持续不断地进行下去,直到全部液态水都

变成水蒸气分子为止。

在水里的分子往外蒸发的同时，水面上的水蒸气分子也可能被水面分子吸引或者受到外界压力的抵抗而重新回到水里，又重新凝结成水。

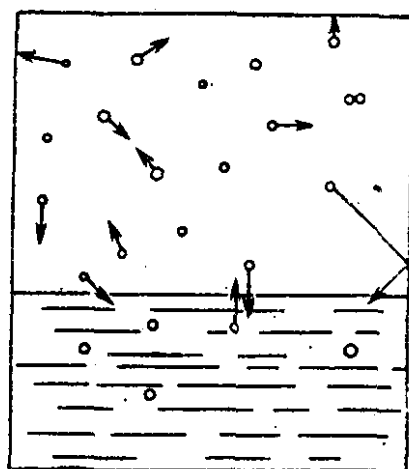


图 2. 水的蒸发和凝结示意图。

如果在一个密闭的容器里放一些水，这时候容器里的水就开始蒸发。如图 2 所示，一开始蒸发速度比较大，液面有所降低。但是过了一段时间，好象蒸发停止了，液体不再减少了。这就是我们前面提到过的，空气里的水蒸气已经达到了饱和状态。

这时候蒸发是不是真的停止了呢？不是的。

原来，最初在这个密闭容器里，蒸发和凝结两个过程都同时进行着，这时候容器的空气里水蒸气很少，从液面上跑出来的水蒸气分子可以自由自在地游逛，从液体蒸发出来的水蒸气分子多，从空气里回到液体里的水蒸气分子少。随着空气里水蒸气分子的增多，回到液体里的水蒸气分子就增多了，也就是凝结的速度加快了。在一定的温度下，单位时间里（比如 1 秒钟）从液体里跑出来的分子数和回到液体里的分子数逐渐趋于相等，液体里和空气里的水分子数也就不再变化了，这就出现了一种表面上看起来好象是蒸发停止的静止状态。实际上，这时候液体里还是不断有水分子蒸发，空气里也有水分子