

自然科学小丛书

溶液世界



15

北京出版社

自然科学小丛书

溶 液 世 界

张 学 铭

北 京 出 版 社

《自然科学小丛书》

编辑者：北京市科学技术协会

主编：茅以升

副主编：高士其 徐剑平 鲁刚

编委：秦元勋 沈克琦 王珺

李鉴澄 袁见齐 汪振儒

谢础 吴佑寿 陈正仁

褚圣麟

化学分科委：王珺 王夔 沈克敏

孟广俊 郑冲 操汉瑞

自然科学小丛书
溶 液 世 界

张 学 铭

*

北京出版社出版

(北京崇文门外东兴隆街51号)

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印刷

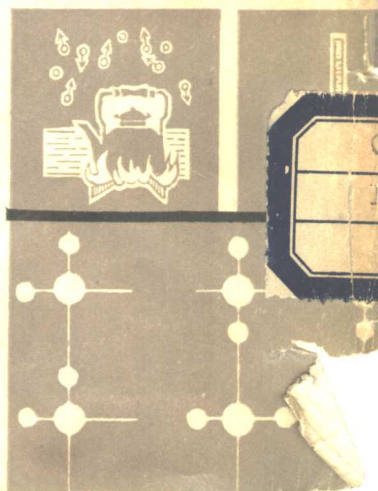
*

787×1092毫米 32开本 2.5印张 38,000字

1980年2月第1版 1980年2月第1次印刷

印数 1—30,000

书号：13071·91 定价：0.21元



编辑说明

为了帮助广大青年、学生和工农群众学习自然科学知识，更好地为社会主义现代化建设服务，我们编辑了《自然科学小丛书》。

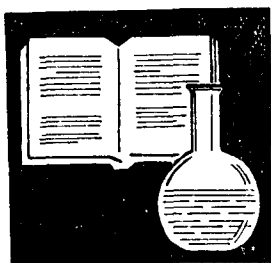
这套小丛书是科学普及读物，它以马克思主义、列宁主义、毛泽东思想为指导，用辩证唯物主义和历史唯物主义的观点，结合生产斗争和科学实验的实际，介绍自然科学基础知识。在编写上，力求做到深入浅出，通俗易懂，适合具有初中文化水平的广大读者阅读。

由于我们水平有限，又缺乏编辑科学普及读物的经验，难免有缺点和错误，恳切希望读者批评指正。

目 录

- 一 认识溶液 (1)
从死海谈起(1) 盐在哪里?(3) 浓度与
密度(5) 当溶液蒸发的时候(7)
- 二 溶解的奥秘 (9)
千差万别的溶解度 (9) 相似者相溶 (11)
在晒盐场上 (15) 溶解度的功绩 (17)
- 三 溶液在运动中 (22)
不平静的“液”(22) 水合作用 (24) 5 加
5 不等于10 (27) 亨利的发现 (29)
- 四 多种多样的浓度表示法 (33)
摩尔浓度 (33) 当量浓度 (36) 其他浓度
(38)
- 五 蒸气压的科学 (41)
为什么水在 0°C 结冰 100°C 沸腾? (41) 在珠
穆朗玛峰上 (45) 溶剂的自动转移 (46)
拉乌尔的论文 (49)

六	奇妙的渗透	(52)
	膀胱膜的功能(52) 水渗向何方(53) 生理 盐水的浓度(55) 范霍夫的贡献和难题(57)	
七	溶液世界	(60)
	导电的溶液(60) 又是一个动态平衡(63) 光柱与电泳(67) 胶粒上的电荷(69) 高 分子溶液(72) 形形色色的分散体系(74)	



一 认识溶液

从死海谈起

在亚洲西部，有个面积约一千平方公里的湖泊，叫做死海。

一提起湖泊，人们很容易想到我国的鄱阳湖、洞庭湖、太湖这些风景秀丽的鱼米之乡。可是，在死海里，却看不见一条活鱼，找不到一根水草，就连它的四周岸边都是寸草不生的。水里没有鱼，岸边不产米，哪里还谈得上鱼米之乡呢！

死海的奇迹，还不只是没有生物。传说这里还曾发生过这样一个有趣的历史故事。大约在一千九百多年前，有一位罗马军的统帅带兵路过死海，想在这里处决几个被俘的奴隶。他便命令部下给奴隶们带上手铐脚镣，然后把他们扔进海里。可是，奇怪的事情发生了，这些被扔进海里的奴隶一个也不下沉，反倒被波浪推送着又回到岸边来了。一连扔了几次，结果都

是这样。这一下可把人们惊呆了，统帅大人更是惶恐万状。他想，莫非是死海上的“神灵”要保佑这些奴隶？于是，他不敢怠慢，赶紧下令把俘获的奴隶都释放了。

果真死海上会有什么“神灵”吗？当然没有。故事是毫无根据地编造吗？也不是。因为现在的死海，人跳进去即使不会游泳，也照样不会下沉。去那里旅游的人，总爱躺在海上看书、看报并且摄影留念。那么，这种奇怪的现象是怎么回事呢？

其实，这类现象对于我们并不陌生。比如，把鸡蛋放在清水里，它就沉在下面；而腌鸡蛋的时候，把它放进浓盐水里，它总是漂浮着。



如果你有兴趣的话，还可以动手做个实验，来仔细观察一下鸡蛋沉浮的过程。先把鸡蛋放进一个盛水的杯子里，然后逐渐地往杯子里添加食盐，同时用筷子不断搅拌。这时你会发现，当食盐加得很少时，鸡蛋并不浮起来，只有继续加盐，达到一定程

度时，鸡蛋才开始浮了起来，以至最后部分地露出液面（图1）。

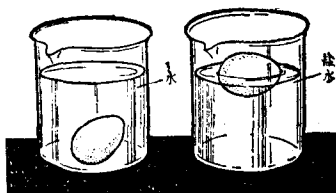


图1 鸡蛋的沉浮

死海里的水也是浓盐水，人在死海里不会下沉，跟鸡蛋在浓盐水里不会下沉，是一个道理。可是，为什么浓盐水就有这么大的力量，能把人举在水面上呢？这就跟溶液的性质有关。

盐 在 哪 里？

在一杯水里，如果我们放进一勺食盐的话，就会看到，盐粒逐渐地消失在水中，这个过程就叫溶解。食盐溶解后，呈现在我们面前的，仍是一杯澄清、透明的液体，这种液体就叫溶液。象食盐这种被溶解的物质叫做溶质；而象水这种能溶解溶质的物质叫做溶剂。溶质并不限于是固体，也可以是液体或气体；溶剂也不限于是水，酒精、汽油、苯、四氯化碳等也可以作溶剂。

凡是溶液不论是有色还是无色，都是均匀、澄清、透明的。当食盐在水里溶解以后，你所看到的盐水，就是一种均一状态的液体，再也分不出哪是盐，哪是水了。

盐在哪里？为什么盐水里有盐，却又看不到它的存在呢？这是因为物质都是由分子、原子或离子这些极小的微粒组成的。只有当它们“大队人马”集结在一起的时候，我们才能看到它们的存在。而当它们在水里分散开来，单独行动的时候，由于微粒太小，人的眼睛已经无法察觉了。

溶液就是溶质微粒均匀地分散在溶剂当中而形成的，因此，从外观上看，它是均匀、澄清、透明的液体。

如果抓一把泥土放进水里，情况就完全不同了。这样得到的液体是浑浊的，如果仔细观察，就会看到，在这种液体里悬浮着许多固体的小颗粒，时间长了小颗粒还会沉降下去。这种不均匀的液体就不是溶液，而叫悬浊液。

在喷洒敌敌畏的时候，要先把敌敌畏跟大量水混合起来。这样得到的液体也是不均匀的，如果仔细观察，就会看到，在这种液体里分布着许多液体的小油珠，时间长了小油珠还会浮上来。这种不均匀的液体也不是溶液，而叫乳浊液。

悬浊液和乳浊液又通称为浊液。溶液与浊液的显著不同，就在于溶液具有始终如一的均匀性。正因为如此，盐水和纯水在外观上是难以区别的。要区别它

们，只能用实验的方法。

浓度与密度

平常我们所接触的天然水，不用说是湖水、海水，即便是看上去很洁净的井水、泉水，也都不是纯水，而是水溶液。这是由于水在同土壤、岩石以及大气的接触中，必然会溶解一些可溶性物质。据测定，每升天然水里平均含有1~2克可溶性物质，而且成分是多种多样的。所以，天然水不仅是溶液，还是一种成分复杂的溶液。

在咸水湖或海水里，都含有较多的盐分，其中有大家所熟悉的食盐，即氯化钠(NaCl)，还有氯化镁(MgCl_2)、氯化钾(KCl)、硫酸镁(MgSO_4)、溴化钠(NaBr)等多种无机盐。各种湖水和海水中，无机盐的含量也不完全一致，因地区不同、季节不同而有所区别。

在化学上，我们把溶液中溶质含量的多少，也就是溶液浓稀的程度，叫做溶液的浓度。溶液浓度的表示方法是很多的。譬如说，在100克食盐溶液中，含有5克食盐，那么它的浓度就是5%。这是用溶质质量占溶液重量的百分之多少来表示浓度的一种方法，叫做重量百分浓度，是最常用的一种浓度表示法。

一般咸水湖里所含无机盐的浓度在 2%—3% 之间，平均浓度是 2.4% 左右；海水的浓度一般在 3%~4% 之间，平均浓度是 3.5% 左右，盐浓度高的红海可达 4.2%。而死海里的盐浓度相当于海水的七、八倍，咸水湖的十倍左右，它的盐浓度高达 25% 以上。因此，死海里的水，已经不是一般的天然水，而是高浓度的盐溶液了。

好奇的旅行家们初到死海时，总想尝尝这里水的滋味，当他们用舌头舔一下水的时候，得到的却是一阵刺痛的感觉。在这种高浓度的盐溶液里，几乎一切生物都是无法生存的，只有那种被人称作“嗜盐菌”的微生物，是这里的唯一幸存者。

人在死海里不会下沉，就是跟海水的盐浓度有关。当水里溶解了一些物质，而变成溶液时，液体的许多性质就要随之改变。拿密度来说，水在 4℃ 时，密度是 1 克/毫升，而溶有无机盐的水溶液，它的密度都大于 1 克/毫升，而且浓度愈高，密度愈大。

著名的阿基米德原理告诉我们，当一个物体浸在液体里的时候，如果物体的密度比液体大则下沉，比液体小则漂浮。人体的密度大约在 1.05~1.09 克/毫升之间，它大于一般天然水的密度(1~1.03 克/毫升)，而小于死海海水的密度(1.172 克/毫升以上)。因

此，那些不会游泳的人，在死海里也可以自由自在地躺着，不必担心下沉了。

当溶液蒸发的时候

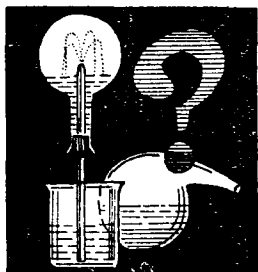
现在，我们已经明白了，死海上那些令人感到惊奇的现象，是由于死海里的水，它的盐浓度高、密度大所造成的，没有什么值得大惊小怪的。可是，当你打开地图一看，又会出现一个新的问题：从地理上看，死海并非一潭死水，它是跟约旦河息息相通的，含盐量很低的河水日夜不停地流入死海，为什么死海的水的浓度不会降低呢？据计算，每天流入死海的淡水约有500万立方米，可是多少年来，死海的盐浓度并没有降下来。这不又是一个死海上的奇迹吗？

其实，这个现象也不奇怪。先从你熟悉的事情来说吧。有一杯糖水，放几天后，由于蒸发作用，只剩下半杯了。这时，你如果尝一下，就会觉得糖水比原来甜得多。这就说明，溶液在蒸发的时候，并不是溶质和溶剂一起跑掉了，跑掉的只是水分。从日常生活中，我们知道，气温愈高，空气愈干燥，蒸发得也就愈快。死海是世界陆地上最低的地方，这里的气候正是具有特别干燥和酷热的特点。

1947年，有个牧童在死海的西北岸山谷里寻找一

头山羊。当他把小石块扔进一个山洞里的时候，意外地听到一种打破坛罐的声音。进去一看，果然在山洞里有许多坛坛罐罐，有的坛罐里还保存着一些用皮革和纸质的卷轴。后来经考古学家研究，卷轴上抄写的“圣经”已有两千多年的历史了。死海卷轴经历了这么长久的年代而没有腐烂，正说明了这个地区的气候是异常干燥的。所以，尽管每天有河水不断流入死海，可是水分大量地被蒸发掉了，它的盐浓度却没有什麼改变。

如果水分蒸发得更快些，浓度还会有所提高。不过，浓度的提高是有一定限度的。无论水分蒸发得多快，盐溶液的浓度也不会是30%、40%……这样不断地提高上去。为什么加速蒸发只减少溶剂不减少溶质，而且浓度的提高都有个限度呢？要回答这个问题，就让我们来探索一下物质溶解的奥秘吧。



二 溶解的奥秘

千差万别的溶解度

在化学实验室里，常常见到 98% 的浓硫酸，可是，谁也没有见过 98% 的浓盐酸或是 98% 的食盐水。这是为什么呢？原来，物质的溶解性是有很大的差别的。除了少数物质如水与酒精可以无限混溶外，大多数物质在一定的溶剂中的溶解，都是有一定限度的，这就是化学上常说的溶解度。

我们可以做这样一个实验。在三个杯子里都盛有 100 克水，然后分别加入重量不等的三种物质：200 克蔗糖、40 克食盐、0.5 克熟石灰。经过充分搅拌后，结果你会发现：量最大的蔗糖全部溶解，溶液澄清透明；量不大的食盐大部溶解，底部还有少量未溶的固体；量最小的熟石灰却大部未溶。这就看出，在同样多的水里，各种物质的溶解量是有很大的差别的。经

实验测定，在 25°C 时，100 克水里，蔗糖的最大溶解量是 210 克，食盐则是 36 克，熟石灰却只有 0.12 克。

物质的溶解度，通常就是指在一定温度下，100 克溶剂里最多溶解的克数。对气体来说，因为用体积计量比较方便，通常是以一定的温度下，1 体积（升或毫升）溶剂中最多溶解的体积数来表示。

我们知道，水是最方便、最常用的溶剂，因此，在提到溶解度时，一般就是指在水里的溶解度。如果用的是其他溶剂，如酒精、汽油、苯、乙醚、四氯化碳等等，都要加以注明。

物质的溶解度虽然千差万别，但绝对不溶的物质，在自然界是没有的。石灰石 (CaCO_3) 看起来象是不溶于水，而实际上它在纯水中的溶解度也有 0.0013 克。一般所说的不溶物，就是指溶解度在 0.01 克以下的物质。

当溶液中的溶质，已经溶解到最大限度的时候，这种溶液就叫饱和溶液。例如，在 25°C 时，100 克水里溶解了 36 克食盐，那么得到的这 136 克食盐水，就是饱和溶液。它的浓度还不到 26.5%，这就是食盐水的最高浓度。在这种情况下，你再加食盐用力搅拌，也无济于事了。这样，当然不可能得到 98% 的食盐水。

对盐酸来说也是如此。盐酸是氯化氢 (HCl) 气体的水溶液。在常温下，1 升水里最多溶解 440 升氯化氢气体，这时溶液的浓度只有 37%。在一般情况下，这也就是盐酸的最高浓度了。因此，要想制得 98% 的浓盐酸，也是不可能的。

相似者相溶

物质的溶解度如此千差万别，这究竟是什么原因呢？这里面有什么规律呢？这是化学家们历来就十分关心的一个问题，也是至今还未完全解决的一个难题。

人们从研究中发现，不仅各种不同物质在水里的溶解度差别很大，而且同一种物质，在不同的溶剂中，其溶解度也大不相同。

就拿碘 (I_2 紫黑色固体) 这种物质来说吧，它很难溶于水，但在四氯化碳 (CCl_4 无色液体) 中，却溶解得比较多。据实验测定， $20^\circ C$ 时，碘的溶解度在水里只有 0.029 克，而在四氯化碳里是 2.46 克，相当于它在水中溶解度的 85 倍。

为什么难溶于水的碘却易溶于四氯化碳呢？碘跟四氯化碳有什么亲近关系？跟水为什么就疏远呢？从元素组成上看， I_2 、 CCl_4 和 H_2O 三者之间毫无共同之