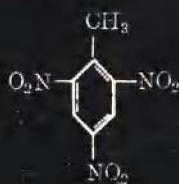
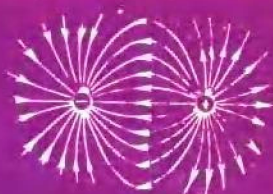


· 中学生课外读物丛书 ·

化学世界

奇妙的溶液等篇



赵士久 编

上海科学技术出版社

中学生课外读物丛书

化 学 世 界

(奇妙的溶液等篇)

赵士久 编

上海科学技术出版社

中学生课外读物丛书

化学世界

(奇妙的溶液等篇)

赵士久编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 江苏泗阳印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张2.875 字数57000

1991年3月第1版 1991年3月第1次印刷

印数: 1—5,500

ISBN 7-5323-2146-0/G·351

定价: 1.00元

编辑出版说明

本《丛书》是一套为广大中学生提供的课外读物。第一批先编辑出版数学、物理、化学三门学科的分册。目的是为了引导学生开展思维,拓广知识视野,充实数、理、化各门学科本身的知识及这些知识在实际中的应用。但所涉及的基本知识不超过全日制中学数、理、化教学大纲所规定的范围。

本《丛书》的特点是知识性与趣味性相结合。注意揭示数、理、化知识本身内在的联系与规律;重视联系实际应用,联系邻近学科,使学生学到的知识能融会贯通;同时适当介绍学科领域里的新进展,以帮助学生开阔眼界。

本《丛书》的体例不拘泥于章节编排,而以专题篇目的面貌出现。各篇内容既有相对联系的系统性,又有相对的独立性,既体现生动活泼,又注意科学严谨,适合广大初、高中学生阅读。

在组织编写本《丛书》的过程中得到上海市教育局教研室有关同志的热忱指教和协助,在此表示衷心致谢。由于编写出版时间仓促,《丛书》中的缺点及不当之处在所难免,欢迎广大读者提出批评指正。

本书适合初中三年级文化程度的读者阅读。

目 录

一、奇妙的溶液	1
1. 神通广大的溶液	1
2. 溶解与熔化	2
3. 硫氰化钾致冷	4
4. 过饱和溶液	5
5. 溶解度曲线图中的点、线、面.....	7
6. 夏天喝冰冻汽水更解渴	9
7. 饮用水的净化	11
8. 漫话结晶水	12
9. 能指示晴、雨的变色纸.....	14
10. 制取艳丽的胆矾大晶体.....	15
11. 结晶水合物析出的计算.....	17
12. 风化和潮解.....	19
13. 怎样使物质纯净些.....	21
14. 溶液稀释的计算.....	22
15. 百分比浓度计算中常见错误分析.....	24
思考题(一).....	26
二、酸、碱、盐	28
1. 关于电解质和非电解质的问答	28
2. 石蕊试纸的发明者	30
3. 为什么果导能作酸碱指示剂	31

〔 I 〕

4. 自制酸碱指示剂	32
5. 稀硫酸溅到衣服上没关系吗?	34
6. 硫酸——化学工业之母	35
7. 酸和酸的家族	36
8. “茶”变墨水	33
9. 生活中的酸碱反应	39
10. 金属与酸反应产生氢气的量	41
11. 醋除水垢	43
12. 铁锈与酸洗	44
13. 溶液的酸碱性和 pH 值	46
14. “自动充气”	48
15. 自制叶脉书签	49
16. 玻尔多液的故事	51
17. 烧碱和纯碱都是碱吗?	52
18. 食用盐与健康	54
19. 利用差值法进行化学反应计算	56
20. 酸、碱、盐溶解性口诀	58
21. 没有雷电人类就不能生存	59
22. 肥料之王——尿素	60
23. 如何鉴别常见化肥	61
24. 从硝土中提取硝酸钾	63
25. 生石灰的妙用	64
26. 简易温度比色纸	66
27. 一道容易搞错的计算题	67
28. 巧用金属活动性顺序表	69
29. 湿法冶金术的先驱	71
30. 黑火药和中国雪	73

31. 如何除去杂质·····	74
32. 选择最佳的实验方法·····	77
思考题(二)·····	79
附录(部分答案与提示)·····	81

奇妙的溶液

1 神通广大的溶液

人类至今发现，只有地球上存在生命，在广袤无垠的宇宙还未发现第二个有生命存在的“星球”。虽然人们还在探索、寻找宇宙中的“外星人”，但是可以得出一个结论，只有地球上具有生命存在的必需条件：空气和水。

宇航员从宇宙飞船上观察地球，看到地球是一个晶莹的蓝色星球。地球的表面四分之三是被水覆盖着，真可以把地球叫做“水球”。

地球上的自然水都不是纯净的水，由于水有极强的溶解其他物质的本领，所以自然水严格讲都是溶解有各种物质的溶液。

生命离不开水。从本质上讲是生命离不开溶液。有生命的物体都要进行新陈代谢，与外界交换物质。而这种交换就是通过水溶液进行的。植物生长需要的养料都是先溶解于水变成溶液，才被植物吸收到体内，然后进行光合作用，合成淀粉、脂肪和蛋白质等有机物质。因此，滴水全无的沙漠是不毛之地。沙漠中只要有水，就出现生机盎然的绿洲。动物吃食物，也是在体内发生很多化学反应，使营养成分变成溶液，才被体内吸收；新陈代谢的废物也是通过溶液排出体外的。可以这

么说,没有溶液就没有生命。

其实,我们生活在一个溶液的世界里。农业生产需要大量的水,工业生产也离不开水。据统计,每生产一吨纸浆,需耗用300~700吨水;每生产一吨化学纤维,则需要1300~1500吨水。纺织工业的染色整理都需要水,有的食品工业简直就是生产水溶液,例如啤酒工业,各种汽水、可乐的饮料工业,烹调用食醋和酱油……

人们可以绝食几十天,但一天也离不开水。进医院抢救的病人,首先使用的是打针(注射药水)和接生理盐水(0.9%的氯化钠溶液);就是吃药片,也是进入人体先转化为溶液,再被人体吸收。

为什么那么多的变化要在溶液中进行?当物质溶解于水后,溶质分子或离子就分散到水分子之间,便于自由移动及相互反应。例如,当用固体氢氧化钠与无水硫酸铜粉末混和研磨时,很难发现有蓝色氢氧化铜生成。当将这两种物质分别溶解于水,再混和时,立即生成蓝色的氢氧化铜沉淀。

因此,很多变化和反应都在溶液中进行。溶液真可称得上神通广大。

2 溶解与熔化

溶解与熔化是两个截然不同的概念。

溶解是溶质分子或离子在溶剂分子的作用下,离开溶质的表面,向溶剂中扩散的过程。而熔化则是物质受热后从固态转变为液态的过程。物质溶解时,溶质分子或离子的扩散,是物理过程,需吸收热量($Q_{物}$);同时,溶质分子或离子和水分

子作用,形成水合分子或水合离子的过程,这是化学过程,这种过程放出热量($Q_{\text{化}}$)。当 $Q_{\text{物}} > Q_{\text{化}}$, 物质溶解时会吸热;当 $Q_{\text{物}} < Q_{\text{化}}$, 物质溶解时会放热。而物质的熔化过程则总是一个吸热过程。熔化一定包含物质状态的变化,是一个物理过程。固体物质被加热到一定温度时,开始熔化,在熔化过程中虽然吸收热量,但温度保持不变,直至全部变为液体为止。请注意,物质熔化尽管变成液态,但其中是一点也没有水的成分的。

把带有六个结晶水的氯化钙晶体 ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 放入蒸发皿中,再把蒸发皿放在铁架台的铁圈上,用酒精灯加热,并不断用玻璃棒搅拌。加热一会儿,我们就会发现蒸发皿中白色固体氯化钙全部变成无色的液体。这时,我们能否认为氯化钙晶体发生熔化了呢?回答是否定的。当对氯化钙晶体进行加热时,结晶水会悄悄地从晶体中分解出来。形成的水很快把氯化钙溶解,成为氯化钙溶液,这就是出现无色液体的原因。只有对溶液继续加热,让水分蒸发掉,剩下无水氯化钙的白色粉末,然后再加强热,才会出现真正的熔化现象,形成熔融状态的氯化钙。

从晶体受热的变化看,对于不含结晶水的晶体,温度达到熔点时,就会出现熔化现象。而对于含结晶水的晶体(类似于氯化钙)来说,一般是先失去结晶水,然后是加热发生熔化。至于由 Na_2SiO_3 、 CaSiO_3 和 SiO_2 等熔化在一起所得到的玻璃,由于它没有一定的熔点,而是在某一温度范围内逐渐软化,因此玻璃就不是晶体。

综上所述,在实验分析过程中,一定要全面的考虑,对具体问题作具体的分析,不要被表面现象所迷惑。

3 硫氰化钾致冷

我们已经知道,硝酸铵溶解于水时,由于吸收的热量大于放出的热量,所以溶液的温度降低,因此硝酸铵晶体能用来致冷。这里再介绍一种叫做硫氰化钾(KCNS)作为致冷剂的物质。它的晶体由于在水中的溶解度较大,致冷得到的温度较低,致冷后的溶液又较容易加热蒸发回收,因此硫氰化钾比硝酸铵的致冷效果更佳。

下面是两者的对照实验:

致冷:取两个干净的50毫升烧杯,各注入10毫升蒸馏水,实验时水温为 23°C 。考虑到溶质在降温过程中的溶解度变化,如 0°C 时,硝酸铵的溶解度为118.3克,硫氰化钾的溶解度为177克的关系,因此实验时硫氰化钾的用量稍多些。在一个烧杯中放入8克硝酸铵晶体,另一个烧杯中放入12克硫氰化钾晶体,用玻璃棒搅拌之,待晶体快要全部溶解时,立即用温度计测定两烧杯中溶液的最低温度,实验数据列表如下:

致冷系	水温 ($^{\circ}\text{C}$)	溶剂(水) (毫升)	溶质 (克)	最终溶液 (毫升数)	致冷最低温度 ($^{\circ}\text{C}$)	温度变化 ($^{\circ}\text{C}$)
硝酸铵	23	10	8	18	0	23
硫氰化钾	23	10	12	20	-7	30

从温度变化看,硫氰化钾致冷的温度变化(30°C)要比硝酸铵致冷的温度变化(23°C)高出 7°C 。硝酸铵用量再多,也很难再降低致冷的温度,这是物质的本性决定的。

[4]

回收：把上述致冷后的硫氰化钾溶液转移到蒸发皿中，放在铁圈上用酒精灯加热。开始时可看到有大量水蒸气冒出，几分钟后，水蒸气明显减少。这时可停止加热，由于硫氰化钾在高温时溶解度很大，等溶液冷却后，即可析出硫氰化钾无色晶体。此晶体加水能再次致冷，可一直循环反复使用。这是硫氰化钾致冷的一个很突出的优点。而硝酸铵溶液加热蒸发回收时，却很容易分解，甚至会爆炸，最后很难得到硝酸铵的晶体。

通过上述实验，人们可以清楚看到某些化学物质的致冷效果，但实际生产生活中并不是采用这种办法来致冷的。当然，也有人曾设想它们的实际应用，用太阳能直接加热蒸发硫氰化钾溶液，来回收硫氰化钾晶体，这样就有可能实现在野外向人们提供一种简易制冷的方法。

4 过饱和溶液

溶液按溶质是否达到溶解度分成饱和溶液和不饱和溶液，这是我们学习溶液知识后已懂得的。那么，什么叫过饱和溶液呢？先让我们做个实验：

取一个洁净的试管，注入 2 毫升水，再加入 3.4 克醋酸钠晶体 ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)。用酒精灯焰加热，边加热边振荡，直到晶体全部溶解为止。

将上述试管静置在试管架上，试管口盖一纸片，防止灰尘掉入。待其自然冷却，不要去摇动或振动试管。

醋酸钠在 20°C 时的溶解度为 46.5 克。根据分子式可以计算出在 3.4 克醋酸钠晶体中含溶质为：

$$3.4 \times \frac{\text{CH}_3\text{COONa}}{\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}} = 3.4 \times \frac{82}{136}$$

$$= 2.05(\text{克})$$

其中含水为 $3.4 - 2.05 = 1.35(\text{克})$ 。

根据溶解度可计算出, 20°C 时在 $(1.35 + 2)$ 克水中 溶解 醋酸钠最多为:

$$\frac{46.5}{100} = \frac{x}{1.35 + 2}, \quad x = 1.56(\text{克}).$$

溶液中醋酸钠(2.05克)在 20°C 时, 它的最大溶解量为 1.56克, 应该有晶体析出。

但是我们却发现, 静置的自然冷却的醋酸钠溶液中并未见晶体析出, 仍是无色透明的溶液。

如果用玻棒去摩擦试管内壁, 或是往溶液中投入一颗细小的醋酸钠晶体, 溶液中立即析出醋酸钠晶体。这说明上述溶液是不稳定的, 属于一种特殊现象, 我们把呈这种状态的溶液叫做过饱和溶液。

过饱和溶液是溶液浓度高于此温度下饱和溶液所具有的浓度, 但又不会自发析出溶质的溶液。除了醋酸钠外, 硫代硫酸钠、硫酸钠都容易形成过饱和溶液。

过饱和溶液存在的原因是, 这种溶液中溶质不容易形成结晶中心(叫晶核)。要结晶, 必须在溶液中形成结晶中心, 才能使溶液中溶质质点在结晶中心周围按次序排列集成晶体析出。

在工业生产和科学实验中, 经常要防止过饱和溶液形成。人们经常向溶液中加入晶种(细小的晶体)作为结晶中心, 以利于晶体的形成。制蔗糖时就需要加入糖晶种, 使蔗糖尽快结晶, 以利生产正常进行。

天空中的水蒸气所形成的云,也可看作是水作溶质,空气作溶剂的气体溶液。有时大地久旱干裂,可天上白云飘飘,就是不下雨。有些云即使到了零度以下,还是不结冰,这是过饱和现象。科学家在这种云层中撒上碘化银的细小晶体作为结晶中心,很快就形成大量的冰晶体下落,下落过程中变成雨。人工降雨原理就在于此。

通过上述介绍,你一定会体会到“知识就是力量”。过饱和溶液与人工降雨还有密切关系呢。

5 溶解度曲线图中的点、线、面

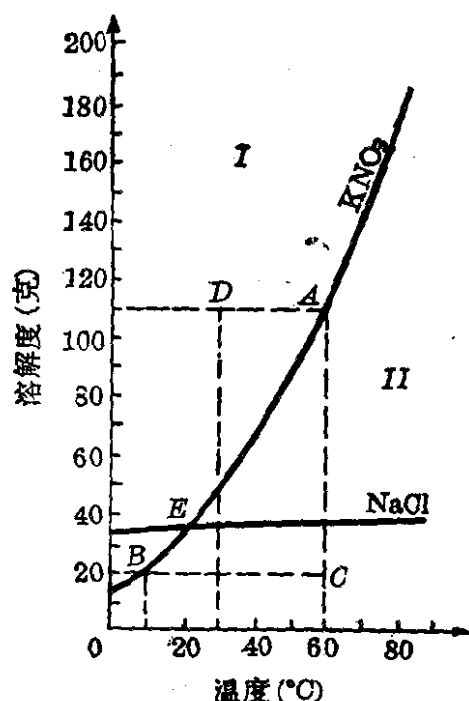
溶解度曲线是反映物质的溶解度随温度变化的一种曲线。它是根据实验测得的某物质在不同温度下的溶解度数值,以直角坐标中的纵坐标表示溶解度(以克作单位),横坐标表示温度($^{\circ}\text{C}$)的作图方法绘制出来的。溶解度曲线中的点、线、面都有其特殊的意义和用途。下面以硝酸钾和食盐的溶解度曲线为例,结合初中化学教材,与同学们一道讨论一些问题。

(1) 点: 溶解度曲线所在的直角坐标平面上的每一个点都有特定的意义。例如, 曲线上任意一点可表示在该温度下 KNO_3 和 NaCl 的溶解度, 还可表示该温度时饱和溶液的组成。如图中 A 点表示 60°C 时 KNO_3 的溶解度为 110 克, 即在 60°C 时, 100 克水中最多可溶解 110 克固体硝酸钾, 得到的是 210 克 $(100 + 110)\text{KNO}_3$ 饱和溶液。

曲线中的 B 点表示 10°C 时, KNO_3 的溶解度为 20 克, 即该温度时, 100 克水中最多可溶解 20 克 KNO_3 , 得到的是

120 克 KNO_3 的饱和溶液。

直角坐标平面上的 C 点, 对 KNO_3 来说, 表示在 60°C 时



100 克水中只溶解了 20 克 KNO_3 , 所得的溶液为不饱和溶液。若要使该不饱和溶液成为饱和溶液, 还需加入 90 克(即 $110 - 20$) KNO_3 固体。

直角坐标平面上的 D 点, 对 KNO_3 来说, 表示在 30°C 时, 100 克水中溶解了 110 克 KNO_3 (假设有这种可能性), 此时的溶液为过饱和溶液。过饱和溶液是不稳定的, 从中可析出 KNO_3 晶体 65 克(即 $110 - 45$)。

E 点为 KNO_3 和 NaCl 两条溶解度曲线的交点。表示在 22°C 时, KNO_3 和 NaCl 的溶解度相等, 均为 36 克。

(2) 线: 溶解度曲线是由无数个点组成的, 每一种物质都有一条对应的溶解度曲线。

溶解度曲线表示温度的变化对物质溶解度的影响。从图中可以看出, KNO_3 的溶解度曲线的斜率变化较大, 表示温度的变化对其溶解度的影响较大; 而 NaCl 的溶解度曲线的斜率变化较小, 表示温度的变化对其溶解度的影响较小。

通过溶解度曲线, 还可以比较不同物质溶解度的大小。从图中可以看出, 当温度高于 22°C 时, KNO_3 的溶解度大于 NaCl 的溶解度; 当温度低于 22°C 时, KNO_3 的溶解度则小于 NaCl 的溶解度; 当温度等于 22°C 时, KNO_3 和 NaCl 的两条溶解度曲线相交, 此温度时两者的溶解度相等。

运用溶解度曲线，可以找出由不饱和溶液转化为饱和溶液的方法。如图中 C 点，可看作 60℃ 时，20 克 KNO_3 溶于 100 克水中所形成的溶液是不饱和溶液，要使上述不饱和溶液变饱和，从图中可以直观地判断：当溶剂量保持不变时，主要有两种方法：(1) 温度保持不变(仍为 60℃)，可加入 90 克(即 $110 - 20$) KNO_3 使之饱和。(2) 溶质质量保持不变，仍为 20 克，将温度降低到 10℃，也可使溶液达到饱和。

若保持温度和溶质不变，还可以根据溶解度曲线所提供的数据，进行蒸发溶剂质量的计算。从溶解度曲线中可以看出：在 60℃ 时，100 克水中最多能溶解 110 克 KNO_3 。那么，要溶解 20 克 KNO_3 ，则需水 $\frac{100 \times 20}{110} = 18$ (克)，即蒸发 82 克($100 - 18$)溶剂，同样可使上述溶液达到饱和。

(3) 面：溶解度曲线将坐标平面分为几个区域。对 KNO_3 的溶解度曲线而言，Ⅰ 区域表示过饱和区，处在该区的溶液为过饱和溶液。Ⅱ 区域表示不饱和区，处于该区域内的溶液均为不饱和溶液。

综上所述，溶解度曲线在溶液知识中占有十分重要的地位。因此，掌握溶解度曲线的绘制和其中点、线、面的意义，对于学好溶液知识是非常有用的。

6 夏天喝冰冻汽水更解渴

在酷暑季节，人们选用各色冷饮、饮料，以求清凉解渴。但是你考虑过没有，应选择什么样的品种才解渴呢？如为解渴需要，你就应选饮汽水、啤酒等液体饮料，尤以冰冻的汽水更

佳(啤酒虽好,但有的人不习惯喝它)。在炎热的夏天,吃冰砖能起到暂时降温的作用,但吃完后并不感到解渴,因为冰砖这一类冷饮,其主要成分是乳酯品加蔗糖,水分并不多。人们感到口渴,主要是天热流汗较多,需不断补充水分,同时需降低体内温度。冰砖之类不能同时起到这两种作用。

汽水主要是水,加极少量的添加物(包括果味、色料等),压入二氧化碳气体即可。所以喝汽水,不仅可补充体内所需水分,而且汽水里的二氧化碳被人喝进体内后,并不被肠胃吸收,而是很快又从口腔排出。在这过程中,带出一定的体内热量,使人感到舒服。要是饮用冰冻的汽水,更是给人以舒适凉爽的感觉。我们知道,二氧化碳气体在水中溶解的多少,与水的温度有关。温度高,气体溶解得就少,温度低,气体溶解得就多。未打开的汽水瓶里的二氧化碳量在灌装时是一定的,但当打开汽水瓶时,如果周围温度高,二氧化碳就迅速大量逸出;而在冰冻的情况下,二氧化碳相对就不易从汽水瓶中逸出,冰汽水里的二氧化碳含量就多。所以,人们喝了以后,能更多带走人体内的热量。你知道这个道理后,就不要以为冰汽水瓶打开后,没有大量气泡冒出是汽水的质量问题了,当然充气不足或漏气又是另外一回事了。

人们为了适应自己的口味和需要,常自制汽水。工厂里,在高温季节,供应的是盐汽水,以防暑降温。在家里,也可动手做做各种味道的自制汽水。

自制汽水并不复杂。选用一只 1000 毫升洁净的容器(大号汽水瓶类更佳),加上 2 克碳酸氢钠(小苏打),2 克柠檬酸,25 克蔗糖(先溶解好)及少许果味料汁,最后充满冰水或冷开水,即成自制汽水了。