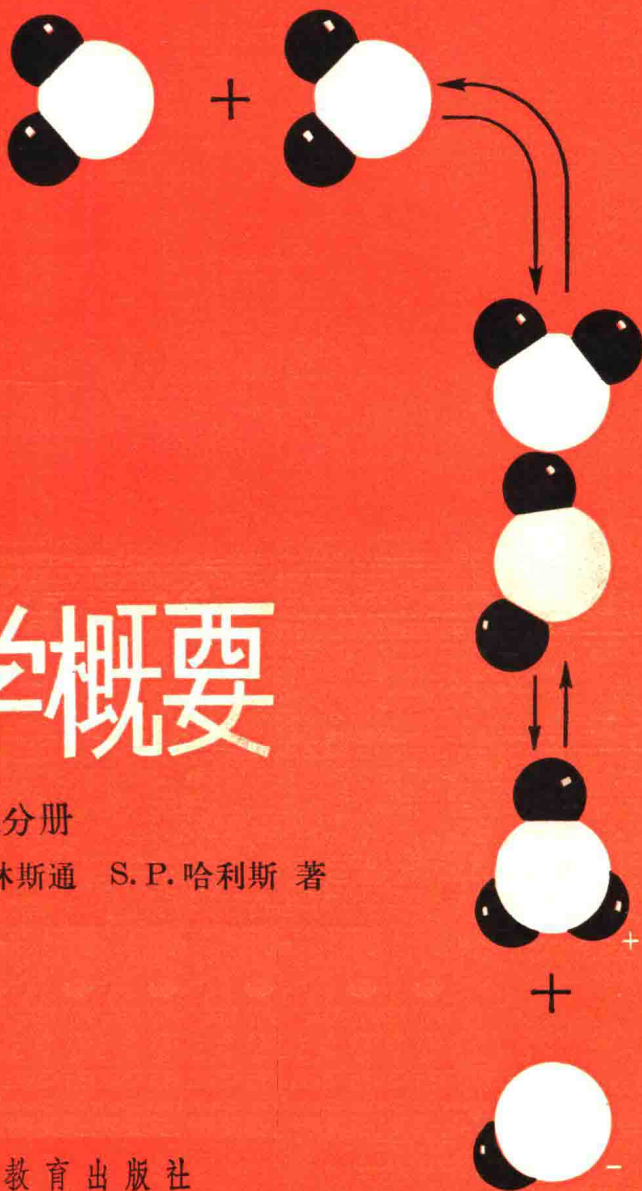


卷



化学概要

第二分册

[美] A. W. 格林斯通 S. P. 哈利斯 著

文化教育出版社

化学概要

第二分册

[美] A. W. 格林斯通 著
S. P. 哈利斯

陈伯涛 等译 赵继周 等校

文化教育出版社

内 容 简 介

本书是美国中学化学课本之一,内容包括化学概念和结合元素、化合物的技术知识。但更着重于化学的基本概念,对化学概念的叙述比较细致,注意学生对概念的应用,有它的特点。

本书分六篇,共三十五章,译本分三册出版。第一分册包括第一篇原子的行为,共十一章。第二分册包括第二篇物质在溶液里的行为、第三篇核微粒的行为,共十一章。第三分册包括第四篇非金属、第五篇金属、第六篇碳化合物的化学,共十三章。

本书可供中学生阅读,供中学化学教师和有关人员参考。

Concepts in Chemistry

Arthur W. Greenstone

Sidney P. Harris

1975, 3rd edition

化 学 概 要

第 二 分 册

[美] A. W. 格林斯通 S. P. 哈里斯 著

陈伯涛 等译 赵继周 等校

*

文化教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 9.75 字数 180,000

1981年2月第1版 1981年10月第1次印刷

印数 1—16,000

书号 7057·027 定价 0.72 元

译者序

本书是根据美国 A. W. Greenstone 和 S. P. Harris 合著的 *Concepts in Chemistry* (第三版, 1975) 一书翻译的。这本书的特点是突出了概念, 用了全书一半以上的篇幅(1—3 篇)讲述化学概念, 并把这些知识应用于元素部分; 反映了现代科学成就; 使用了启发式的教学方法和编入了多种型式的练习, 以启发学生的思维。

原书编有大量彩色插图, 译本中除保留少数以及删去少数外, 其余都改为黑白图。此外, 原书在每章之后都向教师和学生介绍了几本补充读物, 由于这些书籍在国内难于找到, 我们就把它们略去了。

原书共六篇, 分三十五章。译本分三册出版, 第一分册为第一篇, 第二分册为第二、三篇, 第三分册为四、五、六篇。三个分册总计约为六十五万字。参加第二分册翻译工作的有陈伯涛、林树昌、迟兴婉、徐志英、谭梦志、黄佩丽、郭金雪、迟锡增、李启隆、甄渭先、邵振忠、赵慧春、姜德宽等同志, 最后由赵继周、陈维杰同志负责校阅。由于我们的水平所限, 错误难免, 衷心地欢迎读者批评指正。

译、校者于北京师范大学化学系

1981年1月

目 录

第二篇 物质在溶液中的行为

第十二章 溶液的性质	1
溶液和溶解度	2
浓度的表示法	12
溶剂性质的变化	19
第十三章 溶液中的粒子	36
水溶液的电学性质	36
电离和离解	42
离子在溶液中的行为	48
第十四章 溶液中的离子反应	61
酸类	61
碱类	67
H^+ 和 OH^- 离子	71
盐类	86
第十五章 酸 碱 盐	100
酸的制备	101
碱的制备	107
盐的制备	113
滴定	120
第十六章 关于反应分类的技能	129
化合反应	129
分解反应	130
置换反应	131
复分解反应	133
第十七章 化学反应的控制	138

反应和反应速度·····	139
可逆反应和不可逆反应·····	146
平衡的控制·····	151
第十八章 氧化和还原·····	169
氧化-还原反应·····	169
氧化数·····	177
金属的活动性·····	186
化学电池·····	192
第十九章 关于氧化-还原反应的方程式的配平技能·····	206
电子互换的实质·····	206
比较复杂的氧化-还原方程式·····	210
第二十章 胶体·····	214
胶体的性质·····	214
胶体体系的制备和保持·····	222
带电的胶体颗粒·····	226

第三篇 原子核的行为

第二十一章 原子核·····	235
放射性的发现·····	236
放射性同位素·····	244
辐射的检出法·····	251
核反应的方程式·····	262
第二十二章 核反应的能量·····	272
核裂变的能量·····	272
核反应堆的能量·····	280
粒子加速器·····	287
核聚变·····	294
附录 在水中的溶解度表·····	304

第二篇 物质在溶液中的行为

中世纪的科学家求物体的质量时，是把物体的质量跟已知质量相平衡。当平衡建立的时候，仪器是不动的，也就是静态的。另一类平衡，象马戏演员走钢丝绳时借助于一根长竿来保持平衡。这时候，物体不断地在变换位置，所以平衡过程是动态的。在这一篇里，你们会发现溶液中的质点是处于肉眼所看不见的化学平衡状态。

第十二章 溶液的性质

海洋里的水不是纯水，它是含有氯化钠和许多其它矿物质的溶液。因为是盐溶液，海水只有很少的实际用途，它既不能作为饮用水，也不能用来灌溉庄稼。当海水脱盐后——即除去了盐分——它就具备了普通水维持生命的性质。

在美国，水源是有限的，并且人们消耗水比自然界补偿的还要快。这就是为什么联邦政府要花成百万元的钱来发展一

个经济实用的海水脱盐方法的原因。随着人口不断增长,如何供应足够的水,将成为后代的一个生死攸关的问题。

溶液和溶解度

数百万年前海洋里的水含盐比现在少。雨水逐渐把地壳的盐类和其它矿物质冲洗进入海洋,使海水变得更咸。由于一切物质的粒子都处于不断运动中,矿物质和海水便搀和成完全混匀的东西。

如果我们检查这样一种混和物样品(即今日的海水),它的每一部分的味道和外表都相似。所以海水是真正均一的物质。

假如我们取一海水样品,再加些盐进去,缓慢搅拌后,盐会“消失”并且水样又变为均一。这个水样的外表和以前一样,但味道较咸。显然,海水必然是混和物而不是化合物。它含有不同重量比的盐,而在化合物中组成总保持不变。

象海水这类含有两种或更多物质的均一混和物,就称它为**溶液**。溶液里混和在一起的物质,叫做溶液的**组分**。溶液的一种组分被说成溶解在另一种组分里。这种溶解可以由于单纯的物理混和,也可以借助于化学反应。不论是那一种情况,溶解都可以改变组分的性质,并且溶液可以由物质三态的任意态组成,甚至两种固体也可以形成溶液。

气态和固态溶液

空气是**气态溶液**的一个例子。它是几种气体互溶的混和

物。氧气、氮气、二氧化碳气和水蒸气合起来占有空气的绝大部分，但在种类上它们只是空气组分的少数。空气中每一种纯物质的含量通常是一定的，但是有时也有变化。例如空气中水蒸气含量(空气的湿度)每天都在变化。由于气体分子彼此间有小的吸引力，所以它们可以按任意比混和在一起。许多气态溶液是很有用的，其中包括汽车汽化器里的汽油蒸气和空气的混和物以及工业上用的水煤气，即一氧化碳和氢气的混和物。

某些我们最熟悉的固体也是溶液，就是说，它们不是化合物而是均一的混和物，如焊锡和银货币。焊锡是锡和铅互溶的混和物。银货币是银和铜的溶液。你们回想一下，在许多固体里，正离子是按一定的几何构型或空间格子排列的。当不同元素的离子大小相近和电子结构类型相同时，例如黄铜中的铜离子和锌离子就是这样，它们常常互相置换而形成比较坚硬的固态溶液 (图 12-1)，即使一定的空间格子仍然存在，但每种金属元素的离子占据哪些晶格结点，却没有一定的排列或顺序。另一方面，某些钢的合金结构不是均一的，它们是由各组分的不相连的小晶体组成的，所以钢不是固态溶液。

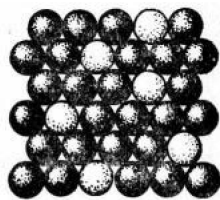


图 12-1 黄铜是固体溶液。由大小差不多的铜离子和锌离子随意排列在晶格点上。

液态溶液

液态溶液到处都可见到。气体和固体可以溶解在液体中，

两种液体也可以互溶。例如，苏打水是由二氧化碳气体溶解在水中形成的，盐溶液则是固体溶解在水中的代表。至于两种液体，如醇和水能按任意比均匀地互相溶混，是可溶混的；而煤油和水，相互间很难溶解，是不溶混的。

液体可以溶解不同的物质形成液态溶液。例如，晶体碘放在醇中就能溶解，但同样的碘却难溶于水。四氯化碳对洗衣服很有用，因为它能溶解许多不溶于水的脂肪和油类。中学化学教学使用的大多数溶液都是以水为一个组分的液态溶液。因此我们将比较详细地研究水或水溶液的性质。

没有水溶液，任何方式的生命都不存在，至少在这个行星上是这样。任何动物，包括人，在从食物获得能量以前，应首先消化食物，而后把它溶解在血液的血浆（主要是水分）里。绿色植物以土壤里的矿物质为食物，但是除非这些矿物质先溶解在水里，否则植物是不能利用它们的。固体溶解在液体里，我们称固体为溶质，液体为溶剂。因此，盐溶解在水里就可看成是溶质溶解在溶剂里的一个例子。

溶解度

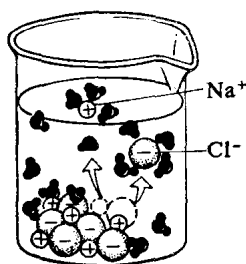
盐溶解于水，但脂肪不溶。把一块糖放进一杯热茶里，可以完全溶解；但放进一杯冰凉的茶里，就有一些糖不溶解而下沉到杯子的底部。

当你们打开苏打水瓶的盖子时，二氧化碳气体开始逸出。如果让瓶子敞口放一段时间，气体几乎完全跑掉；苏打水就走味了。你们可能也已发现热会影响二氧化碳从苏打水瓶口跑出去的速率。如果瓶子热，二氧化碳气体跑得更快。由于气体

比较易溶于冷的液体里，所以升高液体的温度便使已溶解的气体更多地从溶液里跑出去。物质溶解的能力，叫做溶解度。除温度外，溶解度也被溶剂和溶质粒子的化学本质所确定。此外，对于气体溶解在液体里的溶解度而言，压强是一个重要因素——在任一给定温度下，溶解度随压强的增大而增加。

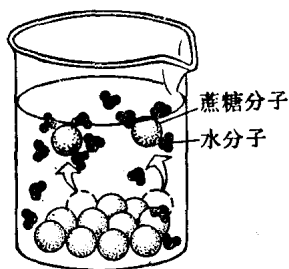
你们已经注意到四氯化碳和水作为油脂的溶剂是存在着差别的。油脂不溶解在水里，但溶解在四氯化碳和其它“洗液”里。相反，盐溶解在水里但不溶在四氯化碳里。水和四氯化碳是可溶混的吗？如果你们试着将两者混和，较重的四氯化碳便沉到容器的底部，二者不相混和。因为四氯化碳是非极性化合物，它的电荷均匀地分布在它的每个分子里。另一方面，水分子是极性的。每个水分子的氧端带的负电荷比氢端多。油脂或脂肪分子象四氯化碳分子一样，是非极性的。根据以上各点，可以推论：离子化合物通常溶解在极性物质里，例如氯化钠溶于水；非极性的物质溶解在其他非极性的物质里，例如脂肪溶于醚。极性分子和非极性分子彼此常不互相溶解。电子结构越相似的任何两种物质，它们形成溶液的机会就越多。

尽管对溶解过程还不是完全了解，但化学家们相信对于溶液为什么是由相似粒子所形成的这一点，他们还是多少知道一些。当离子型物质与极性水分子接触时，每个水分子负的一端被吸引指向阳离子(图 12-2a)。这样，阳离子就被水分子所包围。同样，阴离子吸引水分子正的一端，因此，阴离子也被水分子所包围。这些被水分子包围的离子，叫做水合离子。(如果液体不是水，就称溶质的离子被溶剂化了。)离子变



a

图 12-2a 氯化钠溶解在水里，离子变成水合的：每一钠离子(+) 被水分子负的一端包围，每一氯离子(-) 被水分子正的一端包围。



b

图 12-2b 糖溶解在水里，分子变成水合的：每一个糖分子都以氢键跟水分子群键合。

成水合离子时，放出水合能。当水合能大于晶格能时，晶格中的键将被破坏，并且水合离子会自由地移动分开。

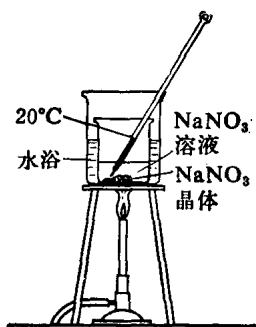
当分子型的物质溶解在水里时，如糖和乙醇，这些溶质分子很可能也变成水合的。换句话说，每一糖分子或乙醇分子被水分子群所包围。水合过程如图 12-2b 所示。水分子中的每一氢原子作为两个氧原子之间的连结键——这两个氧原子一个来自水分子，一个来自糖分子或乙醇分子。这里是特殊类型键合的另一例子，这种键合称为氢键。

溶解度的限度

如果你们在室温下把糖块放在装有水的烧杯里，并把相等重量的砂糖放入另一烧杯里，便可发现颗粒较小的砂糖溶解得快。如果把水加热，可以加速糖块的溶解，搅拌热水还能进一步增大溶解速率。很明显，固体溶解在液体里的速率受

三个因素的影响:溶质粒子的大小、热量和搅拌。试用下列实验来更精确地确定加热和搅拌对溶解速率的重要性。

把 96 克粉末状硝酸钠放入装有 100 克水的烧杯里,并搅



拌溶液,硝酸钠(NaNO_3)开始溶解。用水浴使硝酸钠溶液温度保持在 20°C ,如左图所示。继续搅拌溶液直到看不出进一步溶解。烧杯中所有硝酸钠都溶解了吗?

如果没有都溶解,逐渐加热溶液,同时搅拌。(决不允许温度计触到受热的烧杯底部。)在什么温度下,所有溶质都溶解了呢?如果在 30°C 时都溶解,则保持这个温度并加入更多的硝酸钠。再搅拌溶液。如果多加的硝酸钠沉到杯底,你们该如何使它溶解呢?

显然,100克 20°C 的水仅能溶解一定量的硝酸钠。实验证明:在 20°C 时,100克水里能溶解硝酸钠的最大量是88克。所以原来的96克硝酸钠中剩下8克在烧杯底没有溶解。升高水的温度将会提高溶解度的限度。在 30°C 时,96克硝酸钠都溶解了。在一定温度下,当某溶液含有它尽可能溶解的那样多的溶质时,这一溶液是饱和的。在一定温度下,一溶液含有少于它能溶解的溶质的量时,这溶液是不饱和的。

固体在一定量的溶剂里形成饱和溶液,所溶解的量越多,这个溶质就越易溶。表12-1中列有 20°C 时,几种溶质在100克水里所能溶解的量。注意有些固体,象硝酸钠,是非常易溶

表 12-1 每 100 克水所溶解的溶质的量

化 合 物	量 在 20°C 时(克)	化 合 物	量 在 20°C 时(克)
AgCl	0.00015	NaCl	36.0
AgNO ₃	222.0	NaNO ₃	88.0
Ce ₂ (SO ₄) ₃	8.69	NH ₄ Cl	37.2
KI	144.0	PbI ₂	0.068
LiOH	12.8		

的。另外一些，象碘化铅(PbI₂)，是微溶的。而氯化银(AgCl)这样的物质，它的饱和溶液所含溶质是可忽略的或说是不溶的。

不要认为任何溶液一旦饱和就不再发生变化了。如果你们把比较大的硝酸钠晶体放入它的饱和溶液里，晶体的重量保持不变。但是经过一段时间，晶体形状有所改变。这是为什么呢？因为离子不断地离开固体晶格并进入溶液。每有一个离子溶解，必有另一离子离开溶液并成为晶格结构的一部分。虽然整个体系看起来是不变的，但是离子的溶解和离子从溶液中的析出，这两个过程都以相同的速率不断地发生。为了证实这点，把一粒晶形完整的晶体去掉一个角，再放进滤过的饱和溶液里。加盖防止溶液蒸发。过一段长时间后，发现重新形成了完好的晶体。这一晶体显得较小，因为离子已重新分布。固体跟它的饱和溶液接触，是一个体系处于动态平衡中的另一例子。在饱和溶液里，溶解的溶质跟未溶解的溶质处在动态平衡中。

溶解度曲线

固体物质的溶解度怎样随温度而变化，这可用图 12-3 方便地表示，它指出：在不同温度下能溶于 100 克水的不同固体的量。察看在恰低于 20°C 时，100 克水能溶解 36 克 NH_4Cl 或 NaCl 。换句话说，在大约 20°C 时，这两者的饱和溶液都在 100 克水中含有 36 克溶质。在这个温度下，饱和的碘化钾溶液应含有多少克 KI 呢？

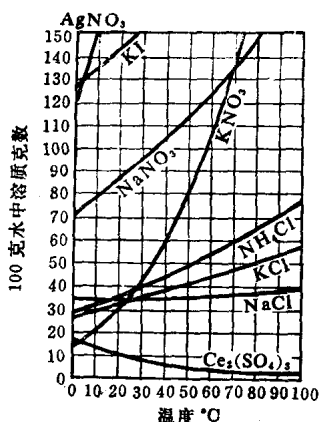


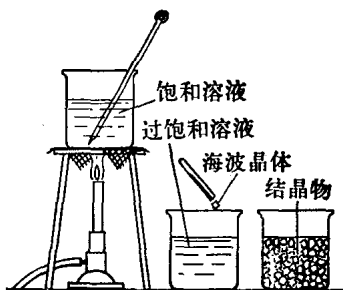
图 12-3 溶解度曲线指出，大多数化合物的溶解度随温度的升高而加大。

在图 12-3 中，每一条直线或曲线都指出一种固体在不同温度下的溶解度。这就叫**溶解度曲线**。研究个别曲线以及把它跟别的曲线相比较，可以告诉我们许多东西。例如，氯化钠的溶解度曲线是逐渐倾斜的，它说明温度对氯化钠的溶解度没有很大影响。比较陡的 KNO_3 曲线表明，很小的温度变化能引起该物质溶解度的很大变化。也可看出在所示温度范围内， KNO_3 比 NaCl 易溶得多。注意：图中有一种化合物，温度升高时溶解度反而变小。它是哪种化合物呢？

过饱和

如果你们是摄影爱好者，就知道在盛有硫代硫酸钠溶液的瓶里偶尔会有晶体出现。为了了解为什么发生这种现象，试做下面的实验。

把照相用的硫代硫酸钠(海波 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 300克加到 100 克水里, 并加热混和物到 45°C , 有少量硫代硫酸钠晶体留在烧杯底。硫代硫酸钠溶液是饱和的, 它与剩余的固体硫代硫酸钠达到平衡状态。



把温度升高到 75°C , 加入足量的硫代硫酸钠晶体, 使溶液在这较高的温度下保持饱和。再把温度进一步升高到 80°C , 使加入的固体确已溶解。为了使热溶液确保清晰, 需要进行过滤。

把清晰的溶液盖上盖子, 以免落入灰尘, 并让溶液静置, 至少冷却到 45°C 。这时很可能不发生变化。迅速摇动盛有溶液的烧杯, 如果还没有什么现象发生, 再往溶液里投入一小粒硫代硫酸钠晶体。是否有大量的硫代硫酸钠迅速结晶出来, 并与这种化合物的饱和溶液保持平衡状态?

只要溶液不受任何扰动, 就能保持清晰。即便冷到 45°C 以下, 也没有硫代硫酸钠沉到烧杯底。显然, 这没有扰动的冷溶液所含的硫代硫酸钠, 远多于原来在 45°C 制备饱和溶液时的 300 克。一种溶液含有的溶质浓度高于该温度下饱和溶液通常所溶有的溶质浓度, 就叫做过饱和溶液。正如你们的实验所指出: 过饱和溶液是很不稳定的。

浓溶液和稀溶液

看看你们化学实验室里盛溶液的瓶子的标签, 有的标着

浓硫酸，有的标着稀硫酸。浓硫酸名副其实地含有较大量的溶于水里的溶质，它约含有 95% 重量的 H_2SO_4 和 5% 重量的水。另一方面，稀硫酸的制备是把极少量的浓硫酸小心地逐渐注入水里。也可以看到一些装有氢氧化钠和另外一些氢氧化物——被认为是碱的瓶子，这些碱也制成了浓的和稀的溶液。

“浓”和“稀”这两个名词，指的是在溶液里溶质和溶剂的相对量。相对溶剂的量来说，所含溶质的量大的溶液叫做浓溶液；所含溶质量小的溶液，叫做稀溶液(图 12-4)。

饱和溶液一定是浓溶液吗？再参看表 12-1。就碘化钾(KI)饱和溶液来看，在 $20^{\circ}C$ 时每 100 克水里含有 144 克溶质。这是既是浓溶液又是饱和溶液的例子。另一方面，就氯化银($AgCl$)饱和溶液来看，在 $20^{\circ}C$ 时 100 克水里仅含有 0.00015 克溶质。这个溶液虽然是饱和的，但它却是稀的。进一步研究表 12-1 里的其它化合物，可以看出，有些饱和溶液是浓的，而另一些则是稀的。

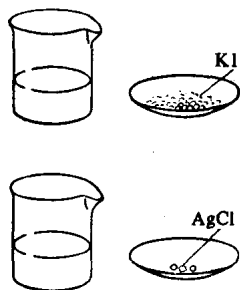


图 12-4 溶解度大的饱和碘化钾溶液是浓溶液，几乎不溶的氯化银饱和溶液是稀溶液。

问题和习题

1. (a) 列出影响任何固体溶解度的三个因素。
(b) 温度对气体溶解度的影响和对大多数固体溶解度的影响有什么区别？