

RAOZHENG YINGYONG HUAXUE



高职高专“十一五”规划教材

染整应用化学

李淑华 顾晓梅 主编



化学工业出版社

BAIYANG YAOYONG JIAOXUE

第 11 卷 第 1 期

染整应用化学

第 11 卷 第 1 期



RAOZHENG YINGYONG HUAXUE

高职高专“十一五”规划教材

染整应用化学



化学工业出版社

· 北京 ·

内 容 提 要

本书内容按照“必需够用”的原则进行整合,将专业基础课准确导向专业技术,实现“工学结合”的理念。介绍了染整专业后续课程中所涉及的化学知识,强化了染化料的配制、分析测试和染整工艺质量控制等过程中的重要职业技能的培养。

本书体系是将基础的化学知识与实践操作有机融合,通过“项目引领和任务驱动”来设计和编排教学内容。全书共分为六个教学项目和综合训练项目,每个项目都是用化学知识指导实践,同时由实践操作获取相应的化学知识,从而保障各个教学项目的顺利开展。

本书既可作为高职院校染整技术、轻纺等专业的教材,也可作为专科层次其他相关专业的教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

染整应用化学/李淑华,顾晓梅主编. —北京:化学工业出版社,2010.5
高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-07930-5

I. 染… II. ①李…②顾… III. 染整-化学-高等学校:技术学院-教材 IV. TS190.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第040646号

责任编辑:旷英姿 陈有华
责任校对:洪雅姝

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 刷:北京市振南印刷有限责任公司
装 订:三河市宇新装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张9½ 彩插1 字数212千字 2010年5月北京第1版第1次印刷

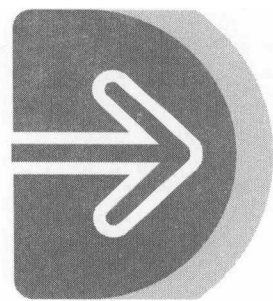
购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:20.00元

版权所有 违者必究



前言

根据国家示范性高职院校的建设要求,基于工作过程系统化的项目化教材不断推陈出新,为了适应新形势下的教学需要编写了本书。本书基于培养染整企业及相关行业所需要的染化料的配制、分析测试等方面的人才这一目的而编写的。

本书内容按照“必需够用”的原则进行整合,将专业基础课准确导向专业技术,实现“工学结合”的理念。介绍了染整专业后续课程中所涉及的化学知识,强化了染化料的配制、分析测试和染整工艺质量控制等过程中的重要职业技能的培养。

本书体系是将基础的化学知识与实践操作有机融合,通过“项目引领和任务驱动”来设计和编排教学内容。全书共分为六个教学项目和综合训练项目,每个项目都是用化学知识指导实践,同时由实践操作获取相应的化学知识,从而保障各个教学项目的顺利开展。

本书理论知识和实践操作采用了不同的字体进行编排,在项目中穿插了一些做一做、练一练、分析与思考、课外充电等小栏目,并用方框标出来,便于启发学生思维、加深印象、巩固提高。

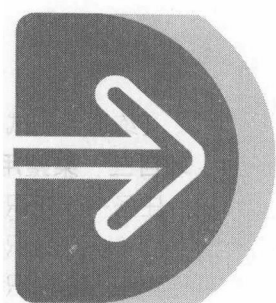
本书由南通纺织职业技术学院李淑华和顾晓梅主编,全书由李淑华统稿。参加编写的还有南通纺织职业技术学院周林芳,盐城纺织职业技术学院李萍。

在编写过程中,得到了南通纺织职业技术学院、盐城纺织职业技术学院领导和相关老师的支持和帮助,在此谨向他们表示谢意。

鉴于编者水平所限,书中难免有疏漏之处,衷心希望专家和使用本书的师生批评指正。

编者

2010年3月



目 录

项目一 染整加工中溶液的配制	1
任务一 知识准备	1
一、稀溶液的依数性	1
二、胶体溶液	5
任务二 溶液浓度的表示方法	9
任务三 溶液的配制	12
一、玻璃仪器的洗涤与干燥	12
二、分析天平称量	13
三、电子天平称量	15
【实践操作】 电子天平的使用	18
四、容量瓶的使用	19
五、移液管和吸量管的使用	20
六、一般溶液的配制	21
【练习与测试】	22
项目二 染整加工液中酸碱含量的测定	24
任务一 知识准备	24
一、酸碱平衡	24
二、溶液的 pH 值计算和测定	27
【实践操作】 纺织品水萃取液 pH 值的测定	30
任务二 染整加工液中酸含量测定	31
一、滴定分析法概述	31
【实践操作】 滴定分析基本操作练习	33
二、数据处理	38
三、测定原理	43
【实践操作】 HAc 含量的测定	49
任务三 染整加工液中碱含量测定	50
一、强酸滴定强碱	50
二、强酸滴定一元弱碱	50
三、多元碱的滴定	51
任务四 染整加工液中酸碱含量的快速测定	52
一、快速测定法举例	52
二、快速测定法的步骤	52
【实践操作】 工业 Na_2CO_3 总碱量的测定	54

【练习与测试】	56
项目三 染整用化学试剂中氯化物含量的测定	59
任务一 知识准备	59
一、溶度积常数	59
二、溶度积和溶解度的关系	59
三、溶度积规则	60
四、分步沉淀及沉淀的转化	60
任务二 沉淀滴定法	61
一、沉淀滴定法（银量法）	61
二、银量法的分类	61
任务三 沉淀滴定法标准滴定溶液的制备	64
一、 AgNO_3 标准溶液的配制与标定	64
二、 NH_4SCN 标准溶液的配制与标定	64
【实践操作】 水样中氯化物含量的测定（莫尔法）	65
【练习与测试】	66
项目四 染整加工液中氧化剂与还原剂含量的测定	67
任务一 知识准备	67
一、氧化还原反应	67
二、常用的氧化剂的性质	69
三、常用的还原剂的性质	74
任务二 电导仪的使用	76
一、原电池	76
二、电极电势	77
三、电导率的测定	80
【实践操作】 醋酸溶液电导率的测定	81
任务三 氧化剂和还原剂含量的测定	82
一、氧化还原滴定曲线	82
二、滴定终点的确定	82
三、常用的氧化还原滴定法	83
【实践操作】 氧漂液中 H_2O_2 含量的测定	85
四、碘量法的应用	88
【实践操作】 保险粉含量的测定	89
【练习与测试】	91
项目五 染整用水硬度的测定	93
任务一 知识准备	93
一、配合物的组成和命名	93
二、EDTA 与金属离子的配合物	96
任务二 染整用水总硬度的测定	100
一、配位滴定基本原理	100

二、金属指示剂	105
三、水硬度的表示	107
【实践操作】 染整用水总硬度的测定	108
任务三 染整用水的软化	109
一、水中杂质对染整加工的危害	109
二、水的软化方法	110
【实践操作】 水的纯化及纯度检测	112
【练习与测试】	113
项目六 染料浓度的测定	116
任务一 知识准备	116
一、吸光光度法	116
二、吸收曲线与最大吸收波长	119
三、光吸收的基本定律	120
任务二 水溶液中染料浓度的测定	122
一、显色反应和显色条件的选择	122
二、测量条件的选择	123
三、722 型分光光度计的使用	124
【实践操作】 水溶液中染料浓度的测定	127
【练习与测试】	128
综合训练实施方案	130
附录	133
附录 I 常见难溶电解质的溶度积常数 $K_{sp}^{\ominus}$ (298.15K)	133
附录 II 标准电极电势 (298.15K)	134
附录 III 一些氧化还原电对的条件电极电势 (298.15K)	135
附录 IV 常用的缓冲溶液	136
附录 V 配离子的稳定常数 $K_f^{\ominus}$ (298.15K)	136
附录 VI 常用化学试剂的级别	137
附录 VII 一些化合物的相对分子质量	137
附录 VIII 常用酸碱溶液相对密度及质量分数	139
练习与测试参考答案	141
参考文献	143
元素周期表	

项目一 染整加工中溶液的配制

【知识与技能要求】

1. 理解稀溶液的依数性与浓度间的定量关系及在测定非电解质摩尔质量方面的应用；
2. 了解分散系统的分类及基本特征。了解胶体的性质与胶体结构的关系；
3. 掌握溶液的各种浓度的表示方法和有关计算，能熟练进行一般溶液的配制；
4. 熟练掌握分析天平、电子天平、移液管和容量瓶的使用。

任务一 知识准备

人们都知道，纯水在 1atm (101.325kPa) 下，100℃时就沸腾，0℃就会结冰。而生活在淡水中的鱼类不能生活在海水中。这些现象是由什么原因引起的呢？

一、稀溶液的依数性

溶质溶于溶剂形成溶液，溶液的性质已不同于原来的溶质和溶剂。溶液的颜色、体积、导电性、酸碱性等，与溶质的本性有关，溶质不同，则性质各异。而稀溶液的另一性质，与溶质本性无关，仅与溶液中所含的溶质的粒子数有关。这些性质包括蒸气压下降、沸点升高、凝固点下降和溶液的渗透压，这些性质统称为稀溶液的依数性。

1. 蒸气压下降

在一定温度下，将纯液体放在密闭容器中，液体能不断蒸发成蒸气，同时生成的蒸气也不断凝聚成液体，当单位时间内，脱离液面变成气体的分子数等于返回液面变成液体的分子数，达到蒸发和凝聚的动态平衡。此时，与液态平衡的蒸气称为饱和蒸气。饱和蒸气所产生的压力称为饱和蒸气压，通常又称蒸气压。

在一定温度下，纯液体的饱和蒸气压是一个定值，它与液体的本性有关，随着温度的升高而增大，如图 1-1 所示。显然，越易挥发的液体，它的蒸气压就越大。如 20℃时水的蒸气压为 2.33kPa，25℃时水的蒸气压为 3.24kPa；20℃时酒精的蒸气压为 5.85kPa，25℃时酒精的蒸气压为 7.97kPa。

当液体中溶解有不挥发的溶质时，溶液的蒸气压便下降，即在一定温度下，溶有难挥发性溶质的溶液的蒸气压总低于纯溶剂的蒸气压。纯溶剂蒸气压与溶液蒸气压的差值称为溶液蒸气压下降值。溶液越浓，所含溶质分子越多，溶液的蒸气下降得就越多。稀溶液的蒸气压下降值 (Δp) 和溶质的摩尔分数成正比。溶液的蒸气压下降只与溶剂中所含的溶质的粒子数有关，而与溶质的性质无关。

2. 沸点升高

当液体的蒸气压随着温度升高而增大到与外界大气压相等时，液体就会沸腾，沸腾时

的温度称为该液体的沸点，用 T_b 表示。液体的沸点随外界压力而变化。若降低液面的压力，液体的沸点就降低。在通常情况下，没有注明压力条件的沸点都是正常沸点。水的正常沸点是 100°C ，若将水面的压力减到 3.2kPa 时，水在 25°C 就能沸腾。在提取和精制对热不稳定物质时，常采用减压操作进行蒸馏，降低蒸发温度，达到分离和提纯的目的。

如果在纯溶剂中加入难挥发的溶质，溶液的蒸气压就要下降，其根本原因是溶液的蒸气压低于纯溶剂的压力，如图 1-2 所示。

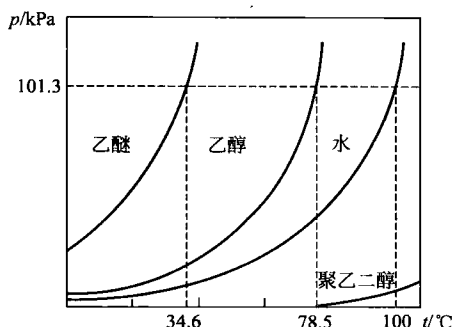


图 1-1 几种液体蒸气压与温度的关系

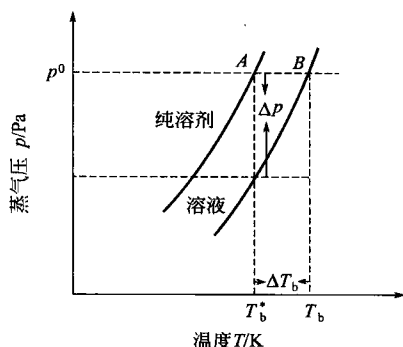


图 1-2 溶液的沸点升高

由图 1-2 可以看出，在纯溶剂的沸点 T_b^* 下，即纯溶剂的蒸气压等于外界压力时，溶液的蒸气压则小于外界压力而不沸腾。要使溶液在此压力下沸腾，必须将温度升高到 T_b ，溶液的沸点升高值可表示为： $\Delta T_b = T_b - T_b^*$ 。

溶液的沸点总是高于纯溶剂的沸点。例如在常压下，海水的沸点高于 100°C 。在实验工作中常常利用沸点上升现象，如用较浓的盐溶液来做高温热浴。

实验结果证明，含有不挥发性溶质的稀溶液的沸点升高的数值与溶液中溶质的质量摩尔浓度 (b_B) 成正比，即

$$\Delta T_b = T_b - T_b^* = K_b b_B \quad (1-1)$$

式(1-1)中， K_b 为沸点升高常数，它只与温度和溶剂的性质有关，而与溶质的性质无关。由此可见溶液的沸点升高只与溶液所含溶质的微粒数有关。表 1-1 列出了常见物质的 K_b 和 T_b^* 值。

表 1-1 几种溶剂的 K_b 和 T_b^* 值

溶 剂	水	甲醇	乙醇	丙酮	氯仿	苯	四氯化碳
$K_b / \text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$	0.52	0.83	1.19	1.73	3.85	2.57	2.11
T_b^* / K	373.15	337.66	351.48	329.3	334.35	353.1	349.87

3. 溶液的凝固点降低

在一定的压力下，物质的液相和固相的蒸气压相等时，两相共存时的温度称为该物质的凝固点，用 T_f 表示。在常压下， 0°C 时，水和冰的蒸气压相等，两相共存， 0°C 即为水的凝固点，也称为水的冰点。若在水中加入难挥发的溶质，溶液的蒸气压就会下降，在

0℃时,溶液的蒸气压必然低于冰的蒸气压,溶液和冰两相不能共存,于是冰就会融化,只有降低温度,促使冰的蒸气压和溶液的蒸气压相等,冰和溶液处于两相平衡状态,此时的温度就是溶液的凝固点,所以溶液的凝固点低于纯溶剂的凝固点,如图 1-3 所示。溶液的凝固点降低值可以表示为: $\Delta T_f = T_f^* - T_f$ 。

实验结果表明,含有不挥发性溶质的稀溶液的凝固点降低的数值与溶液中溶质的质量摩尔浓度 (b_B) 成正比,即

$$\Delta T_f = K_f b_B \quad (1-2)$$

式(1-2)中, K_f 为凝固点降低常数,它与溶剂性质有关而与溶质性质无关。表 1-2 列出一些溶剂的 K_f 值和 T_f^* 值。

表 1-2 几种溶剂的 K_f 和 T_f^* 值

溶剂	水	醋酸	苯	萘	环己烷	樟脑
T_f^*/K	273.15	289.75	278.68	353.4	279.65	446.15
$K_f/K \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$	1.86	3.90	5.10	7.0	20	40

利用沸点升高和凝固点降低与溶质的质量摩尔浓度的关系可以测定溶质分子的摩尔质量。由于凝固点降低常数比沸点升高常数大,实验误差小,而且在达到凝固点时,溶液中有晶体析出,现象明显,容易观察,因此常常利用凝固点降低来测定溶质分子的摩尔质量。

【练一练】 在 25.00g 苯中溶入 0.245g 苯甲酸,测得凝固点下降 0.2048K。凝固时析出固态的苯,求苯甲酸在苯中的化学式。

溶液的凝固点降低的性质,在工农业生产和日常生活中具有广泛的应用。例如在严寒的冬天,在汽车的水箱中加入甘油或防冻液,可以防止水箱中的水结冰,避免水箱冻裂。冬天下雪后,在马路上撒上盐或融雪剂,可以防止道路结冰。凝固点降低的性质也可以用来鉴定物质的纯度,物质越纯,凝固点的降低越少。例如保险丝由 Pb、Bi、Sn、Cd 四种金属组成的易熔合金,其熔点只有 343K,比其中最易熔化的 Sn 的熔点 (505K) 还低得多。

【做一做】

- (1) 测定纯溶剂水的凝固点
- (2) 测定溶液的凝固点

4. 渗透压

在日常生活中我们常常遇到这样一些情况,用浓度过大的农药喷洒植物,常常发生烧苗现象;人在淡水中游泳,常常会眼睛红肿、发涩。这些现象与动植物的细胞膜的渗透

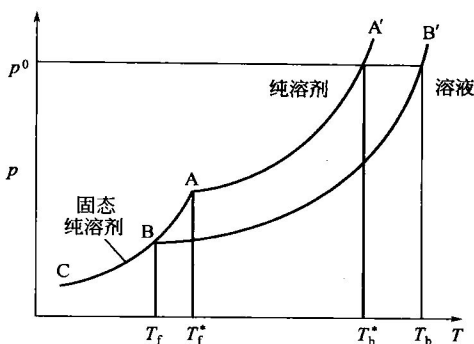


图 1-3 溶液的凝固点降低

有关。

渗透一般要通过半透膜才能进行，动植物的细胞膜、动物的肠衣都是很好的半透膜，它对物质的透过具有选择性，只允许溶剂分子通过不允许溶质分子通过。如图 1-4 所示，若一定温度下，在一个中间用半透膜隔开的容器中，两侧分别装有相同高度的蔗糖溶液和纯水，经过一段时间后，会发生什么现象呢？

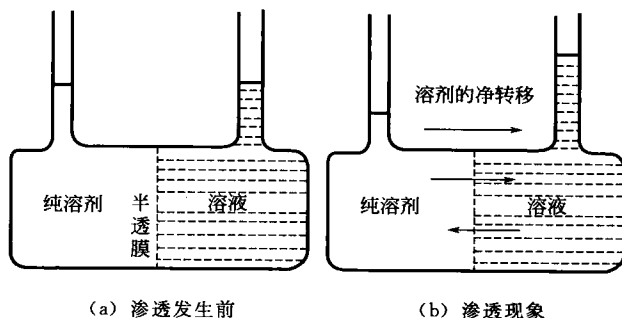


图 1-4 渗透现象

水分子可以自由通过半透膜，但蔗糖分子则不能通过半透膜。由于单位体积内蔗糖溶液中含有的水分子比纯水少，因此在单位时间内，从纯水中穿过半透膜进入蔗糖溶液的水分子数，比从蔗糖溶液中穿过半透膜进入纯水的水分子多。结果表现为水不断通过半透膜进入蔗糖溶液，使蔗糖溶液的浓度逐渐减小而液面逐渐升高。这种溶剂分子透过半透膜自动扩散到溶液的一边，使溶液一侧液面升高的现象称为渗透。

要使两侧液面相等，必须在溶液一侧增加一定的额外压力。在一定条件下，当溶液一侧所施加额外压力为 Π 时，两液面可持久保持同一水平，即达到渗透平衡， Π 称为溶液的渗透压。

1886 年，荷兰物理学家范特霍夫在大量实验的基础上总结出稀溶液的渗透压与浓度、温度的关系：

$$\Pi V = n_B RT \quad (1-3)$$

$$\Pi = c_B RT \quad (1-4)$$

式(1-3)和式(1-4)中， Π 表示渗透压； V 为溶液的体积； n_B 是溶质的物质的量； c_B 为溶液中溶质的物质的量浓度； R 为气体常数； T 为热力学温度。从上式可以看出，一定温度下，难挥发性非电解质稀溶液的渗透压与溶液中溶质的浓度有关，与溶质的本性无关。

动植物的细胞膜大多具有半透膜的性能。若土壤溶液的渗透压高于植物细胞的渗透压，则植物细胞中的水分就会往外渗透，导致植物枯萎，因此盐碱地不利于植物生长。同样海水鱼和淡水鱼不能交换生活环境，如果淡水鱼生活在海水里，会引起鱼体细胞萎缩，海水鱼生活在淡水中，会引起鱼体细胞膨胀。

膜技术的发展无论从应用还是从理论方面越来越受到人们的关注，具有非常广阔的前景。

综上所述稀溶液的蒸气压下降、沸点升高、凝固点下降、渗透压等性质只与溶液的浓度有关，而与溶质的本性无关。因此这些性质统称为稀溶液的通性或依数性。

二、胶体溶液

1. 分散系

在生产实践、科学实验和日常生活中，我们经常遇到一种或几种物质以极小的颗粒分散到另一种物质中的体系。分散系在自然界中广泛存在，如矿石分散在岩石中，形成各种矿石；水滴分散在空气中形成云雾。分散系中被分散的物质称为分散质（或分散相）；起分散作用的物质称为分散介质。分散体系通常有两种分类方法。

(1) 按分散相粒子的大小分类

① 分子分散体系 分散相粒子的直径在 1nm 以下的体系。分散相与分散介质以分子、原子或离子状态均匀地分散在另一种均相物质中，这种分散系称为溶液。对于溶液来讲，溶质就是分散质，溶剂就是分散介质，溶质和溶剂之间无相界面存在，是均匀的单相，通常把这种体系称为真溶液，如 NaCl 溶液。真溶液中溶质和溶剂不会自动分离成两相，是热力学稳定系统。

② 粗分散体系 当分散相粒子大于 100nm ，在显微镜下可以观察到，甚至目测也是混浊不均匀的，放置后会沉淀或分层，这种分散体系称为粗分散体系。

粗分散系主要包括悬浊液和乳浊液。悬浊液是固体分散质以微小颗粒分散在液体物质中形成的分散系，如混浊的泥水。乳浊液是液体分散质以微小的液滴分散在另一个液体物质中形成的分散系，如牛奶。

悬浊液、乳浊液与溶液不同的地方，主要是均匀性和稳定性。悬浊液和乳浊液都是混浊的、不均匀、不透明，放置后分散质和分散介质会发生分离而使分散系遭破坏；而溶液均匀、澄清、不混浊，而且非常稳定，能长时间放置而不析出溶质。

③ 胶体分散体系 分散相粒子的直径在 $1\sim 100\text{nm}$ 之间的体系。胶体分散体系外观上是透明的，与真溶液差不多，但实际上分散相与分散介质已不是一相，存在相界面，胶体分散系是高度分散的多相体系，因此胶体粒子有自动聚结的趋势，是热力学不稳定体系。胶体不是一种特殊类型的物质，而是物质以一定分散程度存在的一种状态。例如把 NaCl 分散在苯中就可以形成溶胶。

(2) 按分散相和介质的聚集状态分类

胶体分散体系及粗分散体系也可以按分散相和介质的聚集状态分类，并常以分散介质的相态命名，见表 1-3。

表 1-3 胶体分散体系及粗分散体系按聚集状态分类

分散介质	分散质	名称	实 例
液态	气	泡沫	肥皂泡沫
	液	乳状液	牛奶、石油
	固	溶胶、悬浮体、软膏	金溶胶、涂料、牙膏
固态	气	固溶胶	浮石、泡沫塑料
	液		珍珠
	固		合金、有色玻璃
气态	液	气溶胶	油烟、云雾
	固		烟、粉尘

2. 胶体的性质

(1) 溶胶的动力性质

① Brown (布朗) 运动 1827 年, 植物学家 Brown 用显微镜观察到悬浮在液面上的花粉粉末不断地作不规则的运动, 这种现象叫做 Brown (布朗) 运动。1903 年由于发明了超显微镜, 用超显微镜可以观察到溶胶粒子也在不停地作布朗运动, 而且粒子越小, 布朗运动越剧烈, 其剧烈的程度随温度升高而增加。见图 1-5。



图 1-5 布朗运动轨迹示意图

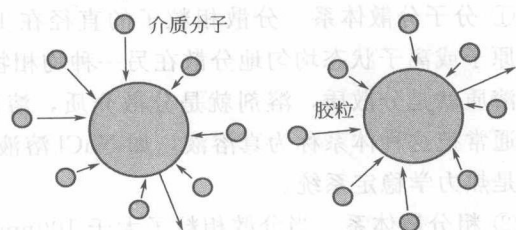


图 1-6 水分子对胶体粒子的冲击

胶粒粒子在胶体溶液中并不是完全处于被动状态, 胶体粒子自身也有热运动, 布朗运动是胶体粒子本身的热运动和分散介质的分子对它碰撞的总结果。见图 1-6。

② 沉降和沉降平衡 由于受自身的重力作用而下沉的过程, 称之为沉降, 它使质点集中。另一种则是布朗运动所产生的扩散作用, 它使质点在介质中均匀分布, 这是两个相反的作用。扩散与沉降综合作用的结果, 形成了下部浓、上部稀的浓度梯度, 若扩散速率等于沉降速率, 则系统达到沉降平衡, 这是一种动态平衡。

达到沉降平衡以后, 容器中不同高度处溶胶的浓度是不同的, 容器底部浓度最高, 随着高度上升, 溶胶浓度逐渐下降, 这种浓度分布与地球表面大气随高度的分布十分相似。

(2) 溶胶的光学性质

1869 年, Tyndall (丁达尔) 发现, 若令一束会聚光通过溶胶, 从侧面 (即与光束垂直的方向) 可以看到一个发光的圆锥体, 这就是 Tyndall 效应, 见图 1-7。

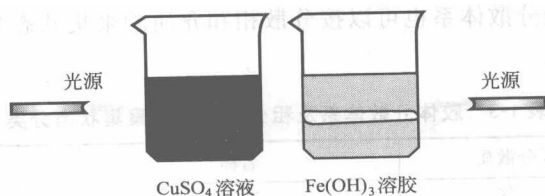


图 1-7 Tyndall 效应

其他分散体系也会产生一点散射光, 但远不如溶胶显著。Tyndall 效应实际上已成为判别溶胶与分子溶液的最简便的方法。

光是一种电磁波, 可见光的波长约在 400~750 nm 之间, 光与物质的作用与光的波长和物质的颗粒大小有关。当光线射入分散系中, 发生三种情况, 一是, 如果颗粒大于入射光波长, 光在粒子表面发生反射, 当光束通过粗分散体系, 由于粒子大于入射光的波

长,主要发生反射,使体系呈现混浊现象;二是,如果颗粒小于入射光波长,就发生散射,致使颗粒本身像一个新的光源,向各个方向发射光线,产生乳光,可以看见乳白色的光柱。三是,如果颗粒小于入射光的波长,由于溶质粒子体积太小,散射光相当微弱,光线通过真溶液时基本上发生透射,看不到丁达尔现象。对于溶胶,分散粒子有一定的体积,因此有较强的光散射作用,这就是 Tyndall 效应产生的原因。因此,可以利用是否有明显的 Tyndall 效应来鉴别溶胶和真溶液。

(3) 溶胶的电学性质

① 电泳 在外加电场下,胶体粒子在分散介质中,向带异性电荷的电极作定向移动,这种现象称为“电泳”。如图 1-8 所示。

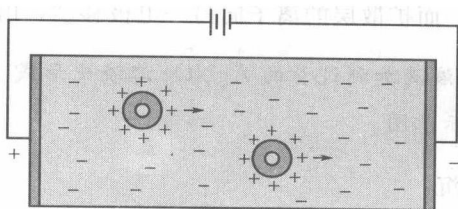


图 1-8 电泳现象

根据粒子所带电荷正负号,溶胶可向阳极或阴极移动,胶体的电泳证明了胶粒是带电的。这是由于胶体颗粒从介质中选择性地吸附某种离子。吸附阳离子的胶粒带正电,如 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶;吸附阴离子的胶粒带负电,如 As_2S_3 溶胶。

研究电泳现象不仅有助于了解溶胶粒子的结构及带电性质,在生产和科研实验中有许多应用。在医学上利用血清的“纸上电泳”可以协助诊断患者是否有肝硬化,利用电泳可以分离人体血液中的血蛋白、球蛋白;在农业上电泳技术可以用来遗传育种等。

② 电渗 在外加电场的作用下,分散介质通过多孔膜或极细的毛细管而定向移动的现象称为电渗。电渗表明分散介质也是带电的。

3. 胶体的结构

溶胶的许多性质与其内部结构有关,根据大量的实验事实,人们提出了胶粒的扩散双电层结构。下面以 AgI 胶体溶液为例来说明胶体的结构。

在搅拌下将极稀的 AgNO_3 溶液和 KI 溶液缓慢混合,并使 KI 过量,即可制得 AgI 溶胶。反应如下:



在形成 AgI 胶体溶液过程中, m 个 AgI 分子聚集在一起形成胶核, m 的大小可以在一定范围内波动,但要让胶粒的大小落在 100nm 范围内,见图 1-9。

由于胶核选择性地吸附与其本身组成相类似的过量的 I^- ,使胶核带上负电荷, I^- 为吸附离子,这称为第一吸附层。由于电荷异性相吸的原因,吸附的 I^- 外面有较多的 K^+ 与之靠近,在介质中一起移动,这称为第二吸附层。两层吸附层与胶核一起称为胶粒,因此胶粒是带电的。在吸附层外面,还有一部分 K^+ 疏散地分布在胶粒周围,形成一个扩散层,胶粒和扩散层组成胶团,整个胶团呈电中性。

从胶团的结构可以看出,胶粒是带电的,但整个胶团是电中性的。在外电场的作用

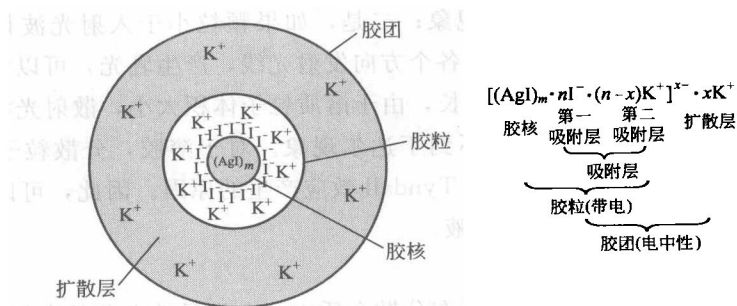


图 1-9 AgI 胶团构造示意图 (KI 为稳定剂)

下, 胶粒向某一电极移动, 而扩散层的离子向另一电极移动, 由此产生电泳现象。

【练一练】 将 KI 溶液滴加到过量的 $AgNO_3$ 溶液中形成 AgI 溶胶, 试画出该溶胶的胶团结构式及胶团的示意图。

4. 胶体的稳定性和聚沉

(1) 溶胶的稳定性

溶胶在热力学上是不稳定的, 胶体之所以具有一定的稳定性, 最主要的原因是胶粒带有电荷。一般情况下, 同一胶体溶液中的胶粒带有同种电荷, 因而相互排斥, 阻止了它们相互接近, 使胶粒很难聚集成较大的粒子而沉降。此外, 吸附层中的吸附离子能水化, 使胶粒被水合外壳包围, 也会阻止胶粒间的相互接近, 因此胶体有一定的稳定性。另一方面由于溶胶的粒子小, 布朗运动剧烈, 因此在重力场中不易沉降, 即具有动力稳定性, 这是使溶胶存在的最稳定的原因。稳定的溶胶必须同时具备聚结稳定性和动力稳定性。

(2) 胶体的聚沉作用

胶体的稳定性是相对的, 有条件的。因为胶粒具有很大的表面积, 有聚集成更大颗粒的倾向, 使胶粒聚集成较大的颗粒而沉降。使胶粒聚集成较大的颗粒而沉降的过程叫聚沉 (或称凝聚)。促使胶粒聚沉的方法很多, 如加热、辐射、加入电解质等。

① 电解质的聚沉作用 当往溶胶中加入过量的电解质后, 往往会使溶胶发生聚沉。这是由于电解质加入后, 电解质中与溶胶所带电荷相反的离子起作用, 迫使与胶粒电荷相反的离子进入吸附层, 使胶粒原来所带的电荷被部分或完全中和, 使它们失去保持稳定的因素。当胶粒运动时相互碰撞, 就会聚集成较大的颗粒而沉降。聚沉能力的大小取决于与胶粒带相反电荷的离子的电荷, 离子所带的电荷愈高, 聚沉作用愈强。

② 胶体体系的相互聚沉 把两种带有相反电荷的溶胶适量混合, 也会发生聚沉作用, 称为相互聚沉。当两者按适当的比例混合, 直至胶粒所带的电荷被完全中和, 溶胶会发生完全聚沉。如 As_2S_3 负溶胶与 $Fe(OH)_3$ 正溶胶按一定比例混合会发生聚沉。

溶胶的相互聚沉在日常生活中经常见到。如明矾的净水作用、不同牌号的墨水相混可能产生沉淀、医院里利用血液能否相互凝结来判断血型等都与胶体的相互聚沉有关。

③ 加热聚沉 加热可以加速胶粒的运动, 从而增加了胶粒相互碰撞的机会, 同时也削弱了胶粒的溶剂化作用, 使胶粒易聚集成较大的颗粒而聚沉。

④ 大分子化合物的聚沉作用 若在溶胶中加入足够数量的某些高分子化合物的溶液,

则由于高分子化合物吸附在溶胶的胶粒表面上,使其对介质的亲和力增加,从而有防止聚沉的保护作用。但是如果所加大分子物质少于保护憎液溶胶所必需的数量,则少量的大分子物质反而使憎液溶胶更容易为电解质所聚沉,这种效应称为敏化作用。例如,对 SiO_2 进行重量分析时,在 SiO_2 的溶胶中加入少量明胶,使 SiO_2 的胶粒黏附在明胶上,便于聚沉后过滤,减少损失,使分析更准确。

◎【分析与思考】 试解释下列现象:

- (1) 在江海的交界处易形成小岛和沙洲;
- (2) 加明矾会使混浊的泥水澄清;
- (3) 在适量明胶存在下,加电解质不会使溶胶聚沉。

任务二 溶液浓度的表示方法

溶液的浓度是指一定量的溶液(或溶剂)中所含的溶质 B 的量。在实际生产或科研中,根据使用的方便程度不同,对溶液的浓度规定了不同的标准,因此,同一种溶液,因不同的需要,可选择不同的浓度表达方法。经常使用到的几种浓度表示方法如下。

1. 物质的量浓度

用单位体积溶液中所含溶质 B 的物质的量 n_B 来表示的溶液的浓度,叫做溶质 B 的物质的量浓度。用符号 c_B 表示,即: $c_B = \frac{n_B}{V}$

式中, n_B 表示溶质的物质的量; V 代表溶液的体积。 c_B 常用的单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

例如: $c_{\text{NaCl}} = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 表示 1L 溶液中所含 NaCl 的物质的量为 0.1000mol。

2. 质量浓度

溶液中溶质 B 质量除以溶液的体积,称为溶质 B 的质量浓度。用符号 ρ_B 表示,常用单位是 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, 即: $\rho_B = \frac{m_B}{V_{\text{溶液}}}$

例如 25g NaCl 溶于水,配制成 1L 溶液,则其质量浓度为 $25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

3. 质量摩尔浓度

单位质量溶剂中所含溶质 B 的物质的量,称为溶质 B 的质量摩尔浓度。单位为 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$, 常以符号 b_B 表示,即: $b_B = \frac{n_B}{m_A}$

式中, n_B 表示溶质的物质的量; m_A 表示溶剂的质量。 b_B 常用的单位为 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$, 使用时应注明物质的基本单位。

如: $b_{\text{NaCl}} = 0.0100 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$, 表示: 1kg 水中所含 NaCl 的物质的量 0.0100mol, 若配制此溶液,则称取 0.5844gNaCl 溶于 1kg 水中即可。

质量摩尔浓度 b_B 的数值不随温度变化,对于溶剂是水的稀溶液 ($b_B < 0.1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$), b_B 与 c_B 的数值相差很小。