



中国科学院教材建设专家委员会规划教材
全国高等医药院校规划教材

供临床、护理、预防、口腔、影像、信息、营销等专业使用

医用化学学习指导

主 编 唐玉海 章小丽



科学出版社

中国科学院教材建设专家委员会规划教材
全国高等医药院校规划教材

供临床、护理、预防、口腔、影像、信息、营销等专业使用

医用化学学习指导

主 编 唐玉海 章小丽

副主编 李映苓 柳 波

编 委 (按姓氏笔画排序)

王丽娟 (西安交通大学)

王建华 (内蒙古医科大学)

乔 洁 (山西医科大学)

许 昭 (西安交通大学)

李映苓 (昆明医科大学海源学院)

李美红 (昆明医科大学)

李健军 (西安交通大学)

赵 楠 (昆明医科大学海源学院)

柳 波 (昆明医科大学)

姚家灿 (昆明医科大学)

贾 斌 (山西医科大学)

唐玉海 (西安交通大学)

章小丽 (昆明医科大学)

喻 芳 (昆明医科大学)

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书为全国高等医药院校规划教材唐玉海、章小丽主编的《医用化学》第2版的配套综合辅导教材,内容覆盖医学各专业医学化学大纲要求的基本概念、基本理论和基本方法。全书共19章。前8章主要介绍医用基础化学,后11章主要介绍医用有机化学。为了满足医学不同专业的需要,部分内容有所扩充。各章又分为基本要求、主要知识点、典型例题剖析、配套教材的习题答案等4个部分。

本书既可与《医用化学》第2版配套使用,作为医学各专业学生学习有机化学的综合辅导书,也可供理、工、农、林等专业学生和从事化学教学的教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

医用化学学习指导 / 唐玉海,章小丽主编. —北京:科学出版社,2016
中国科学院教材建设专家委员会规划教材·全国高等医药院校规划教材
ISBN 978-7-03-048779-7

I. ①医… II. ①唐… ②章… III. ①医用化学-医学院校-教学参考资料 IV. ①R313

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第131872号

责任编辑:胡治国 王 超 / 责任校对:刘亚琦

责任印制:赵 博 / 封面设计:陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

保定市中画美凯印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年6月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016年6月第一次印刷 印张:12

字数:283 000

定价:32.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

医用化学是一门重要的医学基础课程,多年的教学实践经验告诉我们,医学院校的学生对医用化学课程的理解并不感到困难,但在所学知识的综合运用方面常会遇到问题。衡量学生对一门课程掌握得如何,一个最重要的标志就是考察他们运用所学知识去解决问题的能力,只有通过大量的综合练习,掌握解题技巧和解题思路才能逐渐对本门课程的体系和知识结构形成逻辑思维,通过综合训练有助于学生巩固理论知识,使所学知识逐渐趋于网络化,直至成为永久知识。对于初学者来说,这一点尤为重要,这正是本书编写的目的。

本书为全国高等医药院校规划教材唐玉海、章小丽主编的《医用化学》第2版的配套综合辅导教材,内容覆盖医学各专业医学化学大纲要求的基本概念、基本理论和基本方法。全书共19章。前8章主要介绍医用基础化学,后11章主要介绍医用有机化学。为了满足医学不同专业的需要,部分内容有所扩充。各章又分为基本要求、主要知识点、典型例题剖析、配套教材的习题答案等4个部分。

本书可供临床、护理、预防、口腔、影像、信息、营销等专业学生学习医用化学的参考书,也可作为理、工、农、林等专业学生学习参考。本书作为一本指导性参考书,部分典型题有一定难度,目的是使学生通过典型题学习得到一些课外补充内容,学生可根据各自情况作相应的取舍。

本书由西安交通大学、昆明医科大学、山西医科大学、内蒙古医科大学等高等院校的唐玉海、李健军、王丽娟、许昭、章小丽、李美红、喻芳、柳波、李映苓、赵樵、姚家灿、乔洁、贾斌、王建华编写(排名不分先后);唐玉海、章小丽任主编;李映苓、柳波任副主编。本书在编写过程中得到西安交通大学、昆明医科大学、山西医科大学和内蒙古医科大学的大力支持,得到了科学出版社的帮助和指导。在编写过程中,西安交通大学医学院4061班的贺改燕研究生做了大量的文章修改工作,本书在编写过程中也选用了部分国内外同类教材的相关资料,在此一并致谢。

虽然编者对本书的出版做了大量的工作,但由于水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,望同行和广大读者不吝指正。

编 者

2015年12月于西安

目 录

前言	
第 1 章 溶液和溶胶	(1)
1.1 基本要求	(1)
1.2 主要知识点	(1)
1.3 典型例题剖析	(5)
1.4 习题详解	(6)
第 2 章 化学反应速率和化学平衡	(11)
2.1 基本要求	(11)
2.2 主要知识点	(11)
2.3 典型例题剖析	(13)
2.4 习题详解	(15)
第 3 章 电解质溶液	(19)
3.1 基本要求	(19)
3.2 主要知识点	(19)
3.3 典型例题剖析	(22)
3.4 习题详解	(24)
第 4 章 化学热力学基础	(30)
4.1 基本要求	(30)
4.2 主要知识点	(30)
4.3 典型例题剖析	(34)
4.4 习题详解	(37)
第 5 章 氧化还原反应和电极电位	(40)
5.1 基本要求	(40)
5.2 主要知识点	(40)
5.3 典型例题剖析	(42)
5.4 习题详解	(44)
第 6 章 原子结构和共价键	(49)
6.1 基本要求	(49)
6.2 主要知识点	(49)
6.3 典型例题剖析	(53)
6.4 习题详解	(54)
第 7 章 配位化合物	(59)
7.1 基本要求	(59)
7.2 主要知识点	(59)
7.3 典型例题剖析	(60)
7.4 习题详解	(62)
第 8 章 分析化学基础	(65)
8.1 基本要求	(65)
8.2 主要知识点	(65)
8.3 典型例题剖析	(68)
8.4 习题详解	(69)
第 9 章 链烃	(71)
9.1 基本要求	(71)
9.2 主要知识点	(71)
9.3 典型例题剖析	(79)
9.4 习题详解	(86)
第 10 章 环烃	(90)

10.1	基本要求	(90)
10.2	主要知识点	(90)
10.3	典型例题剖析	(94)
10.4	习题详解	(95)
第11章	醇、酚和醚	(97)
11.1	基本要求	(97)
11.2	主要知识点	(97)
11.3	典型例题剖析	(100)
11.4	习题详解	(102)
第12章	醛和酮	(104)
12.1	基本要求	(104)
12.2	主要知识点	(104)
12.3	典型例题剖析	(107)
12.4	习题详解	(109)
第13章	羧酸、取代羧酸和羧酸衍生物	(112)
13.1	基本要求	(112)
13.2	主要知识点	(112)
13.3	典型例题剖析	(119)
13.4	习题详解	(122)
第14章	对映异构	(126)
14.1	基本要求	(126)
14.2	主要知识点	(126)
14.3	典型例题剖析	(130)
14.4	习题详解	(134)
第15章	含氮和杂环化合物	(138)
15.1	基本要求	(138)
15.2	主要知识点	(138)
15.3	典型例题剖析	(143)
15.4	习题详解	(146)
第16章	油脂和类脂	(148)
16.1	基本要求	(148)
16.2	主要知识点	(148)
16.3	典型例题剖析	(150)
16.4	习题详解	(152)
第17章	糖类	(154)
17.1	基本要求	(154)
17.2	主要知识点	(154)
17.3	典型例题剖析	(157)
17.4	习题详解	(160)
第18章	氨基酸 多肽 蛋白质	(162)
18.1	基本要求	(162)
18.2	主要知识点	(162)
18.3	典型例题剖析	(167)
18.4	习题详解	(169)
第19章	核酸	(172)
19.1	基本要求	(172)
19.2	主要知识点	(172)
19.3	典型例题剖析	(174)
19.4	习题详解	(177)
附录		(179)
综合测试题		(179)
综合测试题答案		(183)

第1章 溶液和溶胶

1.1 基本要求

- 掌握溶液组成量度的常见表示方法及溶液的配制方法;掌握渗透现象产生的原因、条件及影响渗透压大小的因素;掌握溶胶的性质;掌握表面张力的概念。
- 熟悉渗透浓度的概念,胶团结构及胶粒带电情况。
- 了解渗透压在医学上的意义、高分子溶液对溶胶的保护作用等。

1.2 主要知识点

1.2.1 分散系的分类

分子分散系又称真溶液,其中分散相与分散介质以分子或离子的形式彼此混溶,没有界面,是均匀的单相,分子半径在 10^{-9}m 以下,分散相粒子相当于单个分子或离子的大小,如 CuSO_4 溶液。

胶体分散系是分散相粒子半径在 $10^{-9}\sim 10^{-7}\text{m}$ 的体系。分散相中的每一个粒子都是由许许多多分子或离子组成的集合体,比单个分子或离子要大得多。虽目测是均匀的,但实际上是多相不均匀体系。

粗分散体系中分散相粒子大于 10^{-7}m ,目测是浑浊不均匀体系,放置后会沉淀或分层。粗分散系统包括悬浊液和乳状液。悬浊液是指分散相以固体小颗粒分散在液体中形成的多相分散系统。乳状液是指分散相以小液滴分散在另一种液体中形成的多相分散系统。

1.2.2 物质的溶解度

1. 固体在液体中的溶解度 多数固体物质的溶解度随温度升高而增大。极少数物质如乙酸的溶解度,随温度升高反而减小。少数固体物质溶解度受温度的影响很小。

2. 气体在液体中的溶解度 气体的溶解度是指某气体在压强为 101kPa 和一定温度时溶解在 1 体积的溶剂中达到饱和状态时的体积。

气体在液体中的溶解,除与气体的本性、温度有关外,压力对气体的溶解度的影响也比较大。

(1) 分压定律:混合气体的总压力等于各组分气体分压力之和。 $p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$ 。

(2) 亨利定律:可用数学式表示: $c = Kp$ 。

3. 液体在液体中的溶解度

分配定律表示如下:

$$c_A/c_B = K$$

式中, K 为分配系数,它与溶质和溶剂的本性、温度及压力有关。

利用化合物在两种互不相溶或微溶的溶剂中溶解度或分配系数的不同,使化合物从一种溶剂内转移到另外一种溶剂中,这个过程称为萃取。

1.2.3 溶液的组成量度及计算

1. 物质的量浓度

物质的量浓度为 $c_B = n_B/V$ 。 n_B 可通过下式求算:

$$n_B = \frac{m_B}{M_B}$$

计算 c_B 时,应指明基本单元。

2. 质量浓度 物质 B 的质量浓度符号为 ρ_B , 定义为溶质 B 的质量 (m_B) 除以溶液的体积 (V), 即

$$\rho_B = \frac{m_B}{V}$$

ρ_B 与 c_B 之间的换算关系为

$$\rho_B = c_B \cdot M_B$$

3. 质量分数 物质 B 的质量分数表示为 ω_B , 定义为物质 B 的质量 (m_B) 与溶液的总质量 (m) 之比, 即

$$\omega_B = \frac{m_B}{m}$$

4. 体积分数 物质 B 的体积分数表示为 φ_B , 定义为相同温度和压力时, B 的体积 (V_B) 与溶液总体积 (V) 之比, 即

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V}$$

1.2.4 溶液的渗透压力

1. 渗透现象和渗透压 溶剂分子透过半透膜, 自动由纯溶剂一方扩散进入溶液, 或由较稀溶液扩散进入较浓溶液的现象, 称为渗透 (osmosis) 现象。

为了阻止渗透现象的发生, 可在溶液液面上施加一额外的压力, 这一压力的大小就等于溶液所具有的渗透压。渗透压用 Π 表示, 其单位为 Pa 或 kPa。

2. 渗透压与浓度、温度的关系

渗透压与浓度、温度的关系为

$$\Pi = c_B RT$$

上式只适用于难挥发性非电解质的稀溶液, 对于难挥发性电解质稀溶液必须引进一个校正系数 i (i 是溶质的一个分子在溶液中产生的颗粒数, 如 NaCl, $i \rightarrow 2$; CaCl₂, $i \rightarrow 3$), 此时, 公式修正为

$$\Pi = ic_B RT$$

通过测定溶液的渗透压, 可以计算溶质的相对分子质量。如果溶质的质量为 m_B , 摩尔质量为 M_B 。实验测得溶液的渗透压为 Π , 则该溶质的相对分子质量 (数值等于摩尔质量) 可通过下式求得

$$M_B = \frac{m_B RT}{\Pi V}$$

3. 渗透压在医学中的意义

(1) 渗透浓度: 渗透浓度指溶液中能产生渗透效应的各个溶质粒子 (分子或离子) —— 渗透活性物质的总浓度, 即渗透活性物质的物质的量除以溶液的体积, 用符号 c_{os} 表示, 单位为 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2) 等渗、低渗和高渗溶液: 临床上规定渗透浓度 c_{os} 在 $280 \sim 320 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为等渗溶液; 渗透浓度 $c_{os} < 280 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为低渗溶液; 渗透浓度 $c_{os} > 320 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为高渗溶液, 溶液是否等渗在医学上有重要的意义。临床治疗中大量输液时, 应用等渗溶液是一个基本原则。

(3) 晶体渗透压和胶体渗透压:血浆中含有低分子的晶体物质(如氯化钠、葡萄糖和碳酸氢钠等)和高分子的胶体物质(如蛋白质)。其中由低分子晶体物质产生的渗透压称为晶体渗透压;由高分子胶体物质产生的渗透压称为胶体渗透压。

人体内半透膜的通透性不同,晶体渗透压和胶体渗透压在维持体内水盐平衡功能上也不相同。

1.2.5 胶体溶液

1. 溶胶 溶胶的胶粒是由数目巨大的原子(或分子、离子)构成的聚集体。多相性、高度分散性和聚结不稳定性是溶胶的基本特性。

(1) 溶胶的光学性质:在暗室中,用一束聚焦光照射溶胶,在与光垂直的方向可以看到溶胶中有一束浑浊发亮的光带,这一现象称为丁铎尔现象。利用丁铎尔现象可以区别溶液、溶胶和粗分散系。

(2) 溶胶的动力学性质

1) 布朗运动:胶粒在介质中同样做着无规则的运动,像这种胶粒在分散介质中的无规则的运动,称为布朗运动。溶胶粒子越小,温度越高,布朗运动就越显著。

2) 扩散和沉降平衡:当溶胶中的胶粒存在浓度差时,胶粒将从浓度大的区域向浓度小的区域迁移,这种现象称为扩散。浓度差越大,扩散越快。分散系中分散质粒子在重力作用下,逐渐下沉的现象称为沉降,悬浊液(如泥浆)中的分散质粒子大且重,在重力作用下,很快沉降。而溶胶的胶粒小且轻,同时存在着沉降和扩散作用。一方面胶粒在布朗运动作用下向上扩散,而同时又受重力的影响发生沉降。当扩散与沉降这两个相反作用的速度相等时,即达到动态平衡,这种状态称为沉降平衡。

(3) 溶胶的电学性质:在电场作用下,带电粒子在分散介质中的定向移动称为电泳。

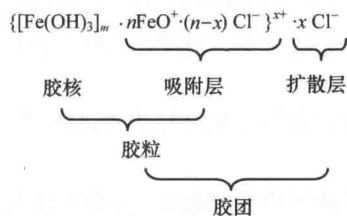
2. 溶胶胶团的结构 电泳和电渗说明胶粒带电,带电原因主要有两种,由此也决定了溶胶的特殊结构。

(1) 胶粒带电的原因

1) 选择性吸附:溶胶中的分散质颗粒具有较大的比表面积和较强的吸附作用,在电解质溶液中发生离子的选择性吸附,从而使溶胶粒子带上与被选择吸附的离子相同符号的电荷。

2) 表面分子解离:有些溶胶是通过表面基团的电离而带电的。

(2) 胶团结构: $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶的胶团结构简式为



3. 溶胶的相对稳定因素和聚沉 热力学认为,溶胶表面积很大,表面能很高,有自发聚沉的倾向,是热力学不稳定体系。然而,用正确方法制得的溶胶可以保存很长时间而不沉淀,这说明它又具有一定的稳定性。

1.2.6 表面活性剂和乳化剂

1. 表面张力与表面能 在一定条件下,表面能 E_s 与表面张力 σ 和表面积 A 有下列关系:

$$E_s = \sigma \cdot A$$

表面积的大小与物体颗粒大小有关。

对纯液体来说,一定温度下,其 σ 是一个常数,因此只能通过缩小表面积来降低表面能。例如,自由液滴常呈球形,小液滴能自发合并成大液滴;对于固体和盛放在固定容器内的液体,由于无法自动减小表面积,往往通过表面吸附作用使表面张力降低而达到降低表面能的目的。

2. 表面吸附现象 固体或液体表面吸引其他物质的分子、原子或离子聚集在其表面上的过程称为吸附,吸附作用可在固体表面上发生,也可在液体表面上发生。吸附分为固体表面的吸附、液体表面的吸附。

3. 表面活性剂

(1) 表面活性剂及结构特征:凡能显著降低相与相之间表面张力的物质称为表面活性剂。其结构特征为:既含有亲水性极性基团——亲水基或疏油基,如 $-\text{OH}$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{SH}$ 、 $-\text{SO}_3\text{H}$ 等;又含有疏水性非极性基团——疏水基或亲油基,如直链或带支链的有机烃基。

(2) 表面活性剂的分类:目前表面活性剂主要分以下几类:①阴离子表面活性剂;②阳离子表面活性剂;③两性离子表面活性剂;④非离子型表面活性剂。

(3) 表面活性剂的几种主要作用:①润湿作用;②乳化作用;③发泡和消泡作用。

(4) 乳状液:乳状液是一种液体以直径大于100nm的小液滴分散在另一种互不相溶的液体中所形成的粗分散系。其特点为不稳定,静置片刻,油和水便分成两层。乳状液的类型有两种,其一是油分散在水介质中形成水包油(O/W)型乳状液;其二是水分散在油介质中形成油包水(W/O)型乳状液。

1.2.7 高分子化合物溶液

1. 高分子化合物的概念 高分子化合物的相对分子质量在10 000以上。其包括天然存在的蛋白质、多糖及人工合成的高聚物如尼龙、有机玻璃、合成橡胶等。高分子化合物溶液与溶胶有本质的区别,其主要特征是分散粒子能自动分散到适宜的分散介质中形成均匀的溶液。其中分散相粒子是单个高分子,与分散介质之间没有界面,是稳定单相系统。

高分子化合物在形成溶液时,溶剂分子首先缓慢进入蜷曲的高分子化合物分子链空隙中,使高分子化合物链舒展开来,最后达到完全溶解。许多高分子化合物具有较多的亲水基团,如生物体内大量存在的多糖、蛋白质、核酸等高分子化合物,它们与水分子有较强的亲和力,在高分子化合物周围形成一层水化膜,这也是高分子化合物溶液具有稳定性的主要原因。

高分子化合物粒子具有许多亲溶剂基团,质点表面结合着一层溶剂。溶剂化后的粒子在溶液中成为一个运动单元,降低了运动速度,影响了溶液的黏度。

当高分子化合物为电解质时,粒子带有电荷。例如,蛋白质类高分子化合物,由于含有酸性基团($-\text{COOH}$)和碱性基团($-\text{NH}_2$),在水溶液中,因溶液pH的差异,蛋白质大分子可以带正电荷或负电荷。

大分子的这些特性,往往影响到高分子化合物溶液的性质。

2. 高分子化合物溶液的性质

(1) 稳定性:高分子化合物溶液属均相分散系,其稳定性与真溶液相似,在无菌溶剂不蒸发的情况下可以长期放置不沉淀。

(2) 黏度:液体的一部分流过其他一部分所受到的阻力称为黏度。高分子化合物溶液的黏度比一般溶液或溶胶大得多,高分子化合物溶液的高黏度与它的特殊结构有关。

(3) 盐析:在 高分子化合物溶液中,加入足够量的中性盐时,可使高分子化合物从溶液中析出,这就是盐析作用。

3. 高分子化合物溶液的保护作用 在一定量的溶胶中加入足量的高分子溶液,可以显著增强溶胶的稳定性,当受到外界因素作用时(如加入电解质),其不易发生聚沉,这种现象称为高分子化合物对溶胶的保护作用。

4. 凝胶 在一定条件下,使高分子溶质或胶体粒子相互连接,形成空间网状结构,而溶剂小分子充满在网架的空隙中,成为失去流动性的半固体状体系,称为凝胶。

1.3 典型例题剖析

1.3.1 人的肺泡气总压力为 101.325kPa, 37°C 时,它的组成用体积分数分别表示为: O_2 为 13.4%, CO_2 为 5.3%, N_2 为 75%, H_2O (蒸气) 为 6.3%, 试求各气体在肺泡中的分压。

解: $p_{O_2} = 101.325\text{kPa} \times 13.4\% = 13.6\text{kPa}$

$p_{CO_2} = 101.325\text{kPa} \times 5.3\% = 5.4\text{kPa}$

$p_{N_2} = 101.325\text{kPa} \times 75\% = 76.0\text{kPa}$

$p_{H_2O} = 101.325\text{kPa} \times 6.3\% = 6.4\text{kPa}$

1.3.2 配制 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CuSO_4 溶液 100ml, 需称取 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 多少克?

解: 设需称取 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 为 m 克, 已知 $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249.7\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则根据配制前后溶质的物质的量相等, 得

$$\frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = 0.1 \times 0.1$$

所以

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 2.497\text{g}$$

即需称取 2.497g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。

1.3.3 现有在水中的体积分数为 0.95 的乙醇, 若需 1L 体积分数为 0.75 的消毒酒精, 应如何配制?

解: 设需体积分数为 0.95 的乙醇为 V ml, 则

$$0.95V = 0.75 \times 1000$$

$$V = 789.5\text{ml}$$

配制方法是: 准确量取体积分数为 0.95 的乙醇 789.5ml, 加水稀释至 1000ml, 即可制得体积分数为 0.75 的消毒酒精。

1.3.4 将 36g 的 HCl 溶于 64g H_2O 中, 配成溶液, 所得溶液的密度为 $1.19\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$, 求 $c(\text{HCl})$ 为多少?

解: 已知 $m_1(\text{HCl}) = 36\text{g}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 64\text{g}$, $\rho = 1.19\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$, $M(\text{HCl}) = 36.46\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$,

$$m_2(\text{HCl}) = 1.19\text{g} \cdot \text{ml}^{-1} \times 1000\text{ml} \times \frac{36\text{g}}{(36 + 64)\text{g}} = 428.4\text{g}$$

由

$$n_B = \frac{m_B}{M_B}, c_B = \frac{n_B}{V}, c_B = \frac{m_B}{M_B \cdot V}$$

则

$$c(\text{HCl}) = \frac{m_2(\text{HCl})}{M(\text{HCl}) \cdot V} = \frac{428.4\text{g}}{36.46\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1.0\text{L}} = 11.75\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

1.3.5 用分析天平称取 1.2346g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 基准物质, 溶解后转移至 100.0ml 容量瓶中定容, 试计算 $c(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$ 和 $c(\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$ 。

解: 已知 $m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 1.2346\text{g}$, $M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294.18\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$M\left(\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\right) = \frac{1}{6} \times 294.18 = 49.03(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

$$c(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot V} = \frac{1.2346}{294.18 \times 100.0 \times 10^{-3}} = 0.04197(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$c\left(\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\right) = \frac{m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{M\left(\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\right) \cdot V} = \frac{1.2346}{49.03 \times 100.0 \times 10^{-3}} = 0.2518(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

1.3.6 分别计算 $0.278\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液和生理盐水 ($0.154\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl) 的渗透浓度。

解: $0.278\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液的渗透浓度为

$$0.278 \times 1000 = 278(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$$

生理盐水的渗透浓度为

$$0.154 \times 2 \times 1000 = 308(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$$

1.3.7 将 1.00g 血红素溶于适量纯水中, 配制成 100ml 溶液, 在 20°C 时测得溶液的渗透压为 0.366kPa , 求血红素的相对分子质量。

解: 根据

$$\Pi V = n_B RT = \frac{m_B}{M_B} RT$$

$$M_B = \frac{m_B RT}{\Pi V} = \frac{1.00 \times 8.314 \times 293}{0.366 \times 0.100} = 6.66 \times 10^4(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

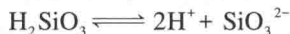
所以血红素的相对分子质量为 6.66×10^4 。

1.3.8 将渗透浓度为 $240\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的蛙肌细胞, (1) 置于浓度为 $200\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液中, 蛙肌细胞的形态将如何? (2) 若置于渗透浓度为 $200\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液中, 蛙肌细胞的形态又将如何?

答: (1) 置于浓度为 $200\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液中, 该溶液中 NaCl 为强电解质, 其渗透浓度为 $c_{\text{os}} = ic_B = 400\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, 若置于此溶液中, 水会从蛙肌细胞透过细胞膜向外转移, 所以细胞将会逐渐失水皱缩。

(2) 置于渗透浓度为 $200\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液中, 则水会从外界 NaCl 液中透过细胞膜向细胞内转移, 所以细胞将会逐渐肿大。

1.3.9 硅酸溶胶的胶粒是由硅酸聚合而成。胶核为 SiO_2 分子的聚集体, 其表面的 H_2SiO_3 分子可以离解成 SiO_3^{2-} 和 H^+ 。



H^+ 扩散到介质中去。写出硅胶结构式, 指出硅胶的双电层结构及胶粒的电性。

答: 硅胶的结构式: $[(\text{SiO}_2)_m \cdot n\text{SiO}_3^{2-} \cdot 2(n-x)\text{H}^+]^{2x-} \cdot 2x\text{H}^+$ 。

胶核表面的 SiO_3^{2-} 和部分 H^+ 组成带负电荷的吸附层, 剩余的 H^+ 组成扩散层, 由带负电荷的吸附层和带正电荷的 H^+ 组成的扩散层构成电性相反的扩散双电层。胶粒带负电荷。

1.3.10 什么是表面活性剂? 试从其结构特点说明它能降低溶液表面张力的原因。

答: 在水中加入某些溶质可使水的表面张力降低, 这种使水的表面张力降低的物质称为表面活性物质(表面活性剂)。这种物质大都有一个亲水基团($-\text{OH}$)和一个疏水基团($-\text{R}$), 且疏水基团大于亲水基团。当溶于水溶液中时, 由于表面活性剂的两亲性, 它就有集中在溶液表面的倾向(或集中在不相混溶两种液体的界面, 或集中在液体和固体的接触面), 从而降低了表面张力。

1.4 习题详解

1.4.1 分散系可分为几类? 分类依据是什么?

答:把一种(或多种)物质分散在另一种(或多种)物质中所得到的体系,称为分散系。其中被分散的物质(可以是固体、液体、气体)称为分散质;起容纳分散质作用的物质(可以是固体、液体、气体)称为分散剂。例如,氯化钠溶液是一种分散系,其中氯化钠是分散质,水是分散剂。液体分散系按其分散相直径的大小不同可分为真溶液、胶体分散系和粗分散系三类。

1.4.2 温度、压强如何影响气体在水中的溶解度?

答:气体物质的溶解度一般随温度的升高而降低。气体的溶解度还和压强有关。压强越大,溶解度越大,反之则越小。

1.4.3 什么是亨利定律?什么是气体吸收系数?

答:在一定温度下,气体溶解达到平衡时,气体在液体中的溶解度和气相中该气体的分压成正比。这一规律称为亨利定律。可用数学表达式表示: $c = Kp$ 。

气体吸收系数(a)是指在一定温度下,1体积的液体在该气体分压为 101.3kPa 下,所能溶解气体的体积。

1.4.4 亨利定律适应的范围是什么?

答:亨利定律只适用于压力不大(一般为 202.3~303.9kPa)和溶解度很小的气体。另外,亨利定律只适用于不与溶剂发生化学反应的气体,即溶质在气相和液相中的分子状态必须相同。

1.4.5 什么是渗透现象?什么是渗透压?产生渗透现象的条件是什么?

答:溶剂分子透过半透膜,自动由纯溶剂一方扩散进入溶液,或由较稀溶液扩散进入较浓溶液的现象,称为渗透现象。

用理想半透膜将溶液和纯溶剂隔开,为了阻止渗透现象的发生,可在溶液液面上施加一额外的压力,这一压力的大小就等于溶液所具有的渗透压。

产生渗透现象的条件是:①存在半透膜;②半透膜两侧存在渗透浓度差。

1.4.6 正常人血浆中每 100ml 含有 Na^+ 326mg、 HCO_3^- 164.7mg、 Ca^{2+} 10mg,它们的物质的量浓度(单位为 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)各为多少?

$$\text{解: } c(\text{Na}^+) = \frac{m(\text{Na}^+)}{M(\text{Na}^+)V} = \frac{326 \times 10^{-3}}{23 \times 0.1} \times 10^3 = 142(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$\text{同理, } c(\text{HCO}_3^-) = 27.0(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}), c(\text{Ca}^{2+}) = 2.5\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

1.4.7 20℃ 10.00ml 饱和 NaCl 溶液重 12.003g,将其蒸干后得 NaCl 3.173g,计算该 NaCl 溶液 $c(\text{NaCl})$ 、 $\omega(\text{NaCl})$ 和 $\rho(\text{NaCl})$ 。

解:(1) NaCl 饱和溶液的物质的量浓度为

$$c(\text{NaCl}) = \frac{n(\text{NaCl})}{V} = \frac{3.173/58.44}{10.00 \times 10^{-3}} = 5.43(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

(2) NaCl 饱和溶液的质量分数为

$$\omega(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{NaCl}) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{3.173}{12.003} = 0.2644$$

(3) NaCl 饱和溶液的质量浓度为

$$\rho = \frac{m_B}{V} = \frac{3.173}{10.00 \times 10^{-3}} = 317.3(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$$

1.4.8 298K 时,在 0.400kg H_2O 中加入质量分数为 0.95 的 H_2SO_4 溶液 0.100kg,测得混合后溶液的密度为 $1.13\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$,求该溶液的 $c(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 、 $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 、 $\rho(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 。

解: $m = 0.400 + 0.100 = 0.500(\text{kg})$

根据密度公式 $\rho = \frac{m}{V}$, 求出溶液体积为 $V = \frac{m}{\rho} = \frac{0.500}{1.13} = 0.442(\text{L})$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m \times \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.100 \times 0.950 \times 1000 = 95(\text{g})$$

所以,

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{95}{98} = 0.969(\text{mol})$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V} = \frac{0.969}{0.442} = 2.19(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$c\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right) = 2c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2.19 \times 2 = 4.38(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m} = \frac{95}{0.5 \times 1000} = 0.19$$

$$\rho(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V} = \frac{0.095}{0.442} = 0.215(\text{kg} \cdot \text{L}^{-1})$$

1.4.9 什么是等渗、低渗和高渗溶液? 当在 $0.342\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.154\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.0342\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液中分别加入少量血液时,各有什么现象发生? 为什么?

答:医学上的等渗、低渗及高渗溶液是以正常血浆的渗透浓度或渗透压为标准而确定的。临床上规定渗透浓度 c_{os} 在 $280 \sim 320\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为等渗溶液;渗透浓度 $c_{os} < 280\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为低渗溶液;渗透浓度 $c_{os} > 320\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为高渗溶液。当在 $0.342\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液中加入少量血液时,此时 NaCl 溶液渗透浓度为 $684\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$,为高渗溶液,血液中红细胞会失水皱缩;当在 $0.154\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液中加入少量血液时,此时 NaCl 溶液渗透浓度为 $308\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$,为高渗溶液,保持正常形态;当在 $0.0342\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液中分别加入少量血液时,此时 NaCl 溶液渗透浓度为 $68.4\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$,为低渗溶液,血液中红细胞会吸水肿胀,严重时甚至破裂。

1.4.10 $9.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液和 $12.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHCO_3 溶液是临床上常用的等渗溶液。试通过计算说明它们的下列混合溶液是等渗、低渗或高渗溶液中的哪一种。由此你能得到什么结论?

- (1) 100ml $9.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液与 200ml $12.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHCO_3 溶液混合;
- (2) 300ml $9.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液与 200ml $12.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHCO_3 溶液混合。

解: $9.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液:

$$c_{os} = ic_B = 2 \times \frac{\rho(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = 2 \times \frac{9.0}{58.5} = 308(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$12.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHCO_3 :

$$c_{os} = ic_B = 2 \times \frac{\rho(\text{NaHCO}_3)}{M(\text{NaHCO}_3)} = 2 \times \frac{12.5}{84} = 298(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$$

- (1) 100ml $9.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液与 200ml $12.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHCO_3 溶液混合:

$$c_{os} = \frac{0.1 \times 308 + 0.2 \times 298}{0.3} = 301(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$$

- (2) 300ml $9.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液与 200ml $12.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHCO_3 溶液混合:

$$c_{os} = \frac{0.3 \times 308 + 0.2 \times 298}{0.5} = 304(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$$

所以,任意两份不会发生化学反应的等渗溶液按任何比例混合,仍然得到等渗溶液。

1.4.11 试排出在相同温度下下列溶液渗透压由大到小的顺序:

- (1) $c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- (2) $c[(1/2)\text{Na}_2\text{CO}_3] = 0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- (3) $c[(1/3)\text{Na}_3\text{PO}_4] = 0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- (4) $c(\text{NaCl}) = 0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

解:利用 $\Pi = c_{os}RT$, 计算出各溶液的 c_{os} , 即可比较出它们的渗透压大小:

$$(1) c_{os} = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$(2) c_{os} = 3 \times c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 3 \times 1/2 \times 0.2 = 0.3 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$(3) c_{os} = 4 \times c(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 4 \times 1/3 \times 0.2 = 0.27 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$(4) c_{os} = 2 \times c(\text{NaCl}) = 0.4 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

所以, $\Pi_4 > \Pi_2 > \Pi_3 > \Pi_1$ 。

1.4.12 将 2.00g 蔗糖($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)溶于水,配制成 50.0ml 溶液,求溶液在 37°C 时的渗透压力。

解: $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 的摩尔质量为 $342.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \frac{m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})}{M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})} = \frac{2.00}{342} = 0.00585 (\text{mol})$$

$$c(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \frac{n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})}{V} = \frac{0.00585}{0.050} = 0.117 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$\Pi = ic_B RT = 0.117 \times 8.314 \times 310 = 302 \text{ kPa}$$

1.4.13 100ml 水溶液中含有 2.00g 白蛋白, 25°C 时此溶液的渗透压力为 0.717kPa, 求白蛋白的相对分子质量。

解:
$$M_B = \frac{m_B RT}{\Pi V} = \frac{2.0 \times 8.314 \times 298}{0.717 \times 0.1} = 6.9 \times 10^4 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

所以白蛋白的相对分子质量为 6.9×10^4 。

1.4.14 红细胞置于下列哪种溶液中将会引起溶血现象?

A. $9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液

B. $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液

C. $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液

D. $29 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液

解: 红细胞置于低渗溶液中将会引起溶血现象。所以, 求出渗透浓度, 可知, $9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液、 $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液为等渗溶液, $29 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液为高渗溶液, $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液为低渗溶液, 答案为 C。

1.4.15 什么是晶体渗透压? 什么是胶体渗透压? 它们的生理作用有何不同?

答: 由溶解于血浆中的低分子物质(如无机离子、尿素、葡萄糖等)所形成的渗透压称为晶体渗透压。细胞膜允许水分子通过, 不允许蛋白质通过, 对一些无机离子如 Na^+ 、 Ca^{2+} 等晶体物质大多严格控制, 不易通过。这就造成细胞膜两侧溶液的渗透压梯度, 从而导致渗透现象的产生。由于晶体比胶体溶质颗粒多, 形成的渗透压高, 因此血浆晶体渗透压对维持细胞内、外水分的正常交换和分布, 保持红细胞的正常形态有重要作用。由血浆蛋白这类高分子物质所形成的渗透压称为胶体渗透压。毛细血管壁只允许水分子和晶体物质通过, 不允许蛋白质等大分子通过, 因而毛细血管内、外水分的交流取决于胶体渗透压。

1.4.16 什么称为分散系、分散相、分散介质? 试举例说明。

答: 分散系是指一种或几种物质分散在另一种物质中所形成的体系。被分散的物质称为分散相, 容纳分散相的介质称为分散介质, 如生理盐水是 NaCl 被分散在水中所形成的分散系, NaCl 是分散相, 水是分散介质。

1.4.17 什么是表面能和表面张力? 两者有何关系?

答: 液体表层分子受力不均, 合力指向液体内部, 液体表面有自动缩小的趋势。克服液相内部分子的引力增大表面而做的功以势能形式储存在表面分子, 称为表面能; 作用在单位长度表面上的力称为表面张力, 两者为同一物理概念的不同表达。

1.4.18 表面能是怎样产生的? 通过什么途径和方法可降低体系的表面能?

答: 液体表面层分子受到液体内部分子吸引力较大, 受液体上方气体分子吸引力较小, 因而

液体表面层分子存在一个指向液体内部的合力,液体表面具有向内收缩的趋势。若增加新的液面,必须将液体内部的分子向液面转移,这就需要克服向内的合力而对它做功,这种功变为表面分子比内部分子多余的能量而储存在表面上,称为表面能。两种途径可降低表面能:一是缩小物体的表面积;二是降低表面张力或是两者都减小。

1.4.19 为什么溶胶是不稳定体系,而实际上又常能相对稳定存在?

答:溶胶是高度分散的多相分散系统,高度分散性使得溶胶的比表面大,所以表面能也大,它们有自动聚积成大颗粒而减少表面积的趋势,即聚结不稳定性,因而是热力学不稳定系统。但是,溶胶的胶粒存在剧烈的布朗运动,可使其本身不易发生沉降,是溶胶的一个稳定因素;同时带有相同电荷的胶粒间存在着静电斥力,而且胶团的水合双电层膜犹如一层弹性膜,阻碍胶粒相互碰撞合并变大。因此溶胶具有动力学稳定性。

1.4.20 为什么溶胶会产生丁铎尔效应?解释其本质原因。

答:溶胶的胶粒直径介于1~100nm,小于可见光的波长,当可见光照射溶胶时,胶粒对光散射而产生丁铎尔效应。

1.4.21 什么是渗析?渗析过度为什么会使溶胶体系破坏?

答:利用半透膜分离胶体中的杂质分子和离子,提纯精制胶体的过程称为渗析。渗析法净化溶胶时,长时间渗析,电解质除去过多,胶粒的外层电荷结构被破坏,影响溶胶的稳定性。

1.4.22 将 $0.02\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KCl 溶液 12ml 和 $0.05\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液 100ml 混合以制备 AgCl 溶胶,试写出此溶胶胶团结构式。

解:用 KCl 溶液和 AgNO_3 溶液制备 AgCl 溶胶的反应式为

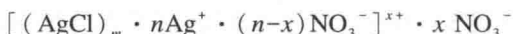


其中, KCl 和 AgNO_3 的物质的量分别为

$$n(\text{KCl}) = 0.02 \times 0.012 = 2.4 \times 10^{-4} (\text{mol})$$

$$n(\text{AgNO}_3) = 0.05 \times 0.100 = 5.0 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

由于 AgNO_3 过量,因此生成的 AgCl 溶胶为正溶胶,其胶团结构式为



1.4.23 溶胶与高分子溶液具有稳定性的原因是哪些?用什么方法可以分别破坏它们的稳定性?

答:溶胶相对稳定的原因有如下方面:①动力学稳定性;②胶粒表面水化层的保护作用;③胶粒带电。引起溶胶聚沉的因素很多,如加入电解质、溶胶的相互作用、加热、溶胶的浓度等。

1.4.24 什么是凝胶?凝胶有哪些主要性质?产生胶凝作用的先决条件是什么?

答:大分子溶液(明胶、琼脂等)或某些溶胶[H_2SiO_3 溶胶、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 溶胶]在适当条件下形成外观均匀并具有一定形状的弹性半固体。这种半固体称为凝胶。产生凝胶的先决条件:①浓度达到一定程度;②温度低到一定程度;③加入少量的电解质。

1.4.25 什么是表面活性剂?试从其结构特点说明它能降低溶剂表面张力的原因。

答:在水中加入某些溶质可使水的表面张力降低,这种使水的表面张力降低的物质称为表面活性物质(表面活性剂)。这种物质大都由一个亲水基团($-\text{OH}$)和一个疏水基团($-\text{R}$)组成,且疏水基团大于亲水基团。当溶于水溶液中时,由于表面活性剂的两亲性,它就有集中在溶液表面的倾向(或集中在不相混溶两种液体的界面,或集中在液体和固体的接触面),从而降低了表面张力。

1.4.26 乳状液有哪些类型?它们的含义是什么?

答:乳状液是一种液体的液滴分散在另一种不相溶的液体中所形成的粗分散体系。它有“水包油”和“油包水”两种类型。

第2章 化学反应速率和化学平衡

2.1 基本要求

掌握化学反应速率的定义和表示方法,掌握元反应、反应级数、有效碰撞和活化能等概念。

掌握反应速率方程和质量作用定律。

了解浓度、温度、催化剂对反应速率的影响,熟悉 Arrhenius 方程的有关计算。

掌握化学平衡及标准平衡常数,能利用标准平衡常数进行平衡组成的简单计算以及判断可逆反应进行的方向。

熟悉浓度、压力、温度等因素对化学平衡的影响。

2.2 主要知识点

2.2.1 化学反应速率

1. 化学反应速率及其表示方法 化学反应速率定义为单位时间内反应物浓度减少或生成物浓度增加的量。对于任意化学反应 $aA + bB \rightleftharpoons dD + eE$, 其反应速率可表示为

$$v = -\frac{1}{a} \frac{\Delta c_A}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta c_B}{\Delta t} = \frac{1}{d} \frac{\Delta c_D}{\Delta t} = \frac{1}{e} \frac{\Delta c_E}{\Delta t}$$

一定时间间隔内反应物或者产物浓度变化的平均值称为平均速率:

$$\bar{v} = \pm \frac{\Delta c_B}{\Delta t}$$

时间间隔趋于零时平均速率的极限值称为瞬时速率:

$$v = \pm \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta c_B}{\Delta t} = \pm \frac{dc}{dt}$$

2. 元反应和反应级数

(1) 元反应与复合反应:反应物分子经直接碰撞一步转化为产物的化学反应称为元反应;而经历一系列的步骤才转化为产物的反应称为复合反应。元反应是构成复合反应的基本单元,代表了反应所经历的具体途径。

参加元反应的反应物微粒(分子、离子、自由原子、自由基等)的数目称为反应分子数。已知的反应分子数有1、2和3,反应分子数只适用于元反应,不适用于复合反应。

(2) 质量作用定律:一定温度下,元反应的反应速率与各反应物浓度的幂次方的乘积成正比,称为质量作用定律。对于任意的元反应 $aA + bB \rightleftharpoons dD + eE$, 其反应速率与反应物浓度的关系为

$$v = kc^a(A)c^b(B)$$

质量作用定律仅适用于元反应。 k 为反应速率常数,数值上等于反应物的浓度均为单位浓度($1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)时的反应速率。

(3) 反应速率方程与反应级数

反应速率与反应物浓度的定量关系式称为反应速率方程。元反应的速率方程可根据质量作用定律直接书写;而复合反应的速率方程需通过实验确定。

反应速率方程中,各反应物浓度的指数之和称为反应级数。元反应的反应级数等于反应式