

科学版学习指导系列

• 医学类

基础化学

学习指导

刘永民 主编
朱琴玉 副主编
廖力夫 主审

于素华 朱卫华



科学出版社

www.sciencep.com

科学版学习指导系列·医学类

基础化学学习指导

刘永民 主编

于素华 朱卫华 朱琴玉 副主编

廖力夫 主审

内 容 简 介

本书为《科学版学习指导系列》之一。

本书是《基础化学》(医学类)(谢吉民主编)教材的配套教学指导书,依据现行教学大纲,根据医学院校基础化学教学的特点编写而成。本书共分为三部分。第一部分是基础部分,依据教学大纲,提出了对每章节的学习要求和内容提要,给出了疑难解析、例题分析和自测题。第二部分是综合测试题,有助于学生强化平时所学知识,并可作为考前复习参考书。第三部分是参考答案。

本书可供高等医学院校临床医学、基础医学、预防医学、儿科、影像、护理、口腔等专业本科及专科学生使用,也可供相关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学学习指导/刘永民 主编. —北京:科学出版社,2004

科学版学习指导系列·医学类

ISBN 7-03-013617-9

I. 基… II. 刘… III. 化学-高等学校-教学参考资料 IV. O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 063774 号

责任编辑:杨向萍 / 责任校对:张 琪

责任印制:安春生 / 封面设计:魏寿明

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>

新 华 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年7月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2004年7月第一次印刷 印张:11 1/4

印数:1—12 000 字数:205 000

定价:18.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

《基础化学学习指导》 编委会

主 编 刘永民
副主编 于素华 朱卫华 朱琴玉
编 委 (以姓氏笔画为序)
于素华 (扬州大学)
付煜荣 (河北北方学院)
朱卫华 (江苏大学)
朱琴玉 (苏州大学)
刘 杰 (南通医学院)
刘永民 (徐州医学院)
杨金香 (长治医学院)
张万明 (河北北方学院)
张利民 (蚌埠医学院)
谢吉民 (江苏大学)
廖力夫 (南华大学)
主 审 廖力夫

前 言

基础化学是高等医学院校的一门重要公共基础课,与生物学和医学关系密切、互相交融。其授课对象是大一新生,且内容多、时间短,如何有效提高该课程教和学的质量,这个问题摆在了广大师生面前。要解决好这个问题,除了有好的教材和师生的共同努力外,有一本能与教材配套的、引导学生对所学知识进行举一反三、触类旁通的参考书,至关重要。为此我们编写了《基础化学学习指导》,其特点是贴近时代、贴近教材、贴近学生、贴近医学,简明、实用。

《基础化学学习指导》共分三部分。第一部分为基础部分,依据教学大纲,提出了对每章节的学习要求和内容提要,给出了疑难解析、例题分析和自测题。第二部分为综合测试题,这些测试题既强化平时所学知识,也可作为考前复习参考书。第三部分为参考答案。

参加本书编写的有谢吉民(江苏大学,第1、9、13章),朱琴玉(苏州大学,第2章),于素华(扬州大学,第3、4章),廖力夫(南华大学,第5章),杨金香(长治医学院,第6章),刘杰(南通医学院,第7章),刘永民(徐州医学院,第8章),张万明、付煜荣(河北北方学院,第10章),朱卫华(江苏大学,第11章),张利民(蚌埠医学院,第12章)。综合测试题由编委们根据多年教学实践和积累精心选编。

感谢科学出版社、徐州医学院和其他编委所在院校领导对该书出版的热情关怀和大力支持!

我们的目标是奉献给大家一本与教材配套的同时又可独立使用的学习辅导书,但因时间仓促,难免出现错误和不当之处,敬请各位读者批评指正(e-mail: lym212@tom.com)。

编 委
2004年6月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
一、学习要求	(1)
二、内容提要	(1)
三、疑难解析	(2)
第 2 章 溶液与胶体	(3)
一、学习要求	(3)
二、内容提要	(3)
三、疑难解析	(6)
四、例题分析	(7)
五、自测题	(8)
第 3 章 电解质溶液与离子平衡	(11)
一、学习要求	(11)
二、内容提要	(11)
三、疑难解析	(14)
四、例题分析	(14)
五、自测题	(16)
第 4 章 缓冲溶液	(20)
一、学习要求	(20)
二、内容提要	(20)
三、疑难解析	(22)
四、例题分析	(22)
五、自测题	(25)
第 5 章 化学热力学基础	(29)
一、学习要求	(29)
二、内容提要	(29)
三、疑难解析	(32)
四、例题分析	(32)
五、自测题	(34)
第 6 章 化学动力学基础	(38)
一、学习要求	(38)

二、内容提要	(38)
三、疑难解析	(39)
四、例题分析	(40)
五、自测题	(42)
第7章 氧化还原与电极电势	(46)
一、学习要求	(46)
二、内容提要	(46)
三、疑难解析	(47)
四、例题分析	(50)
五、自测题	(53)
第8章 原子结构和元素周期律	(57)
一、学习要求	(57)
二、内容提要	(57)
三、疑难解析	(59)
四、例题分析	(60)
五、自测题	(61)
第9章 共价键和分子间作用力	(65)
一、学习要求	(65)
二、内容提要	(65)
三、疑难解析	(67)
四、例题分析	(68)
五、自测题	(70)
第10章 配位化合物	(73)
一、学习要求	(73)
二、内容提要	(73)
三、疑难解析	(74)
四、例题分析	(75)
五、自测题	(77)
第11章 滴定分析	(81)
一、学习要求	(81)
二、内容提要	(81)
三、疑难解析	(82)
四、例题分析	(83)
五、自测题	(86)

第 12 章 常用仪器分析方法概论	(90)
一、学习要求.....	(90)
二、内容提要.....	(90)
三、疑难解析.....	(92)
四、例题分析.....	(92)
五、自测题.....	(93)
第 13 章 化学元素与人类健康	(97)
一、学习要求.....	(97)
二、内容提要.....	(97)
综合测试题 I	(98)
综合测试题 II	(103)
综合测试题 III	(108)
综合测试题 IV	(113)
综合测试题 V	(118)
综合测试题 VI	(123)
参考答案	(128)
主要参考文献	(165)
附录	(166)

第 1 章 绪 论

一、学习要求

1. 掌握:有效数字的计算方法。
2. 熟悉:物质的量和有效数字的概念。
3. 了解:基础化学的基本内容、其与医学的关系以及学习方法。

二、内容提要

化学是在原子、分子层次上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的自然科学。基础化学的任务是使学生获得学习医学和从事生物医学研究所必需的化学基本理论、基本知识和基本技能,为学习后续课程打下基础,同时培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力,并使学生逐步树立辩证唯物主义观点和养成科学的思维方法。

基础化学是一门以实验为基础的学科,实验课是基础化学课程的重要组成部分。实验课中首先碰到的问题之一是一个体系中含物质多少的问题,一般用物质的量来衡量。物质 B 的物质的量用符号 n_B 表示,其基本单位是摩尔,单位符号为 mol。摩尔是一系统的物质的量,该系统中所包含的基本单元数与 $0.012\text{kg}^{12}\text{C}$ 的原子数目相等。

在表达实验结果时,所用的数据不仅要反映测量值的大小,还应反映测量的准确程度。有效数字就是这种既能表达数值大小,又能表明测量值准确程度的数字表示方法,它是指在实际工作中能测量到的具有实际意义的数字,包括测得的全部准确数字和一位可疑数字。有效数字反映了所用仪器实际达到的精度。记录实验数据和表示计算结果时应保留几位数字,一定要根据测定方法和所用仪器的精度来决定。

为了使修约误差最小,采用“四舍六入五成双”法进行有效数字的修约。在进行有效数字修约时,要一次修约到所需位数。

几个数相加或相减时,应以原始数据中小数点后位数最少的数为依据。几个数据相乘除时,应以原始数据中有效数字位数最少的那个数为依据。

三、疑难解析

(一) 医学及医学相关专业学习化学无用吗?

各门学科正以前所未有的速度相互渗透着。化学作为 21 世纪的基础学科和中心学科的地位越来越重要,历来是医学、药学和生物学的重要支柱,对医学和药学的的发展和影响怎么高度评价和形容都不过分。21 世纪的医学,应属于分子医学。假若你不懂化学,能很好地解决 21 世纪所面临的医学问题吗?能成为一个在国家乃至在世界有影响的医学人才吗?一定要消除学习化学对医学无用的思想,不然的话,对本门课及后继课的损失是很严重的,对今后发展的负面影响是很大的,千万不能掉以轻心。

(二) 怎样学好基础化学?

“兴趣是最好的老师”。要学好一门课,就必须对它产生浓厚的兴趣,它是求知的源泉、学习的动力、疲劳的减缓剂和成绩的催化剂。要制订详尽的学习计划,并不断加以调整。处理好预习、听课、复习和总复习的关系。注意端正学习态度,改进学习方法。注意能力锻炼、发展和提高。总之,要拿出一定时间,付出一定劳动,进行分类、归纳,反复对知识进行由表及里地强化,做到“既见树木,又见森林”。这样,对理解概念、掌握知识和参加考试等都大有裨益,基础化学一定能取得好成绩。

第 2 章 溶液与胶体

一、学习要求

1. 掌握:溶液组成标度的表示法及其计算和渗透压力的概念;胶团的结构式。
2. 熟悉:稀溶液的蒸气压下降、沸点升高和凝固点降低等依数性;稀溶液定律和渗透压力在医学上的意义;溶胶的性质。
3. 了解:晶体渗透压力和胶体渗透压力及大分子溶液。

二、内容提要

(一) 分散系统

分散系统,简称分散系,是由一种或几种物质以较小的颗粒分散于另一种物质中所形成的系统。分散系中被分散的物质称为分散相,容纳分散相的物质称为分散介质。根据物态,分散系有固态、液态与气态之分。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。分散系又可分为均相分散系和非均相分散系两大类。均相分散系只有一个相(体系内部物理性质和化学性质均一的部分形成“一相”),包括真溶液、高分子溶液。非均相分散系的分散相和分散介质为不同的相,包括溶胶和粗分散系。

(二) 溶液组成标度

可用物质(B)的物质的量浓度(c_B)、质量浓度(ρ_B)、质量摩尔浓度(b_B)、摩尔分数(x_B)、质量分数(ω_B)和体积分数(φ_B)等表示。

(三) 稀溶液的依数性

1. 溶液的蒸气压下降(拉乌尔定律)

温度一定时,难挥发非电解质稀溶液的蒸气压下降只与溶质的质量摩尔浓度成正比,而与溶质的本性无关,即 $\Delta p = K b_B$ 。

2. 溶液的沸点升高

温度一定时,难挥发非电解质稀溶液的沸点升高只与溶质的质量摩尔浓度成正比,而与溶质的本性无关,即 $\Delta T_b = K_b b_B$ 。

3. 溶液的凝固点降低

温度一定时,难挥发非电解质稀溶液的凝固点降低只与溶质的质量摩尔浓度成正比,而与溶质的本性无关,即 $\Delta T_f = K_f b_B$ 。

4. 渗透压力

渗透是溶剂分子透过半透膜自动扩散的过程。产生渗透的原因,是由于膜两侧单位体积内溶剂分子数不相等。当单位时间内从膜两侧透过的溶剂分子数相等时,渗透作用达到平衡,称为渗透平衡。产生渗透现象必须具备两个条件:一是要有半透膜存在;二是要膜两侧单位体积内溶剂分子数不相等,即存在浓度差。

渗透压力是维持只允许溶剂分子通过的膜所隔开的溶液与溶剂之间的渗透平衡而需要的超额压力。渗透压力(Π),单位为 Pa 或 kPa。计算公式(van't Hoff 定律)如下

$$\Pi = c_B RT$$

尽管从理论上讲,利用凝固点降低法和测定溶液渗透压力法均可推算溶质的相对分子质量,但在实际当中,确定低分子溶质的相对分子质量多用凝固点降低法;确定高分子溶质的相对分子质量多用渗透压力法。

(四) 渗透压力在医学上的意义

1. 渗透浓度

渗透活性物质的物质的量除以溶液的体积称为溶液的渗透浓度(c_{os}),单位为 mmol/L。医学上常用渗透浓度来比较溶液渗透压力的大小。

渗透压力相等的溶液称为等渗溶液。渗透压力不相等的溶液,相对而言,渗透压力高的称为高渗溶液,渗透压力低的则称为低渗溶液。

在临床上,溶液的等渗、低渗和高渗是以血浆的渗透压力为标准来衡量的。正常人血浆的总渗透浓度约为 303.7mmol/L。临床上规定,凡渗透浓度在 280~320mmol/L 范围内的溶液称为等渗溶液;渗透浓度低于 280mmol/L 的溶液称为低渗溶液;渗透浓度高于 320mmol/L 的溶液称为高渗溶液。细胞膜属于半透膜。若将血液中的红细胞置于不同渗透浓度的溶液,将出现如下情况:

若将红细胞置于低渗溶液中,在显微镜下观察,可以看到红细胞逐渐膨胀,最后破裂,释放出红细胞内的血红蛋白将溶液染成红色,这种现象医学上称之为溶血。

若将红细胞置于高渗溶液中,在显微镜下观察可见红细胞逐渐皱缩,这种现象称为胞浆分离。

若将红细胞置于等渗溶液中,从显微镜下观察,红细胞既不会膨胀,也不会皱缩,维持原来的形态不变。

2. 晶体渗透压力和胶体渗透压力

小分子物质产生的渗透压力称为晶体渗透压力;大分子物质产生的渗透压力称为胶体渗透压力。胶体是分散系的一种,其分散相粒子的直径在 $1\sim 100\text{nm}$ 范围内。

(五) 表面现象

我们把在任何两相界面上产生的物理化学现象总称为表面现象。胶体的许多性质,如电化学性质、稳定性、保护作用等都与表面现象有关。如果把液体内部分子移到表面层就要克服向内的合力而做功。这种功称为表面功,它以势能形式储存于表面分子。根据热力学原理,表面能有自发降低的趋势。要降低表面能,可通过两种途径: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。

(六) 溶胶的性质

1. 溶胶的光学性质——Tyndall 现象

Tyndall 现象的产生是由于光波通过溶胶时引起散射的结果。

2. 溶胶的动力学性质——Brown 运动

Brown 运动是由于在某一瞬间胶粒受到来自周围各个方向介质分子碰撞的合力未被完全抵消而引起的。

当溶胶存在浓度差时,胶粒自发地由浓度大的区域向浓度小的区域迁移,这种过程称为扩散。胶粒在重力作用下而下沉的现象称为沉降。沉降方向与扩散方向相反,当两种作用速率相等时就达到了沉降平衡。

3. 溶胶的电动现象——电泳与电渗

电动现象说明胶粒带有一定种类的电荷,胶粒带电是由于胶粒中的胶核优先选择性地吸附电解质中与其组成相似的离子以降低其表面能及胶核表面分子解离

所引起的。例如制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶,胶核表面吸附 FeO^+ ,使 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒带正电荷。硅酸盐溶液由于表面 H_2SiO_3 解离,而使其带负电。胶粒表面带电是溶胶稳定的主要原因。

胶团是由胶粒和扩散层构成的,其中胶粒又是由胶核和吸附层组成。

溶胶是热力学不稳定系统,具有自发聚结的趋势。但事实上很多溶胶相当稳定,其原因是:胶粒体积小,具有剧烈的布朗运动,所以不易沉降。胶粒表面有水化层的保护,使得胶粒相互碰撞不致引起聚结。同种溶胶中的胶粒带有相同电荷,相互间的静电斥力使胶粒不易聚集成大颗粒,保持了溶胶的稳定。

溶胶的稳定性是相对的,当稳定因素受到破坏时,胶粒就会相互聚结而沉降,这种现象称为聚沉。引起溶胶聚沉的因素很多,其中最主要的是加入电解质所引起的聚沉。电解质对溶胶聚沉能力的大小可以用聚沉值来表示。聚沉值指使 1L 溶胶开始聚沉所需要的电解质浓度,单位为 mmol/L 。另外还有加热聚沉和溶胶的相互聚沉。

(七) 大分子溶液

大分子(也称高分子)化合物是由一种或几种小单位连接而成的,相对分子质量大于 10 000 的一类化合物,又称为高聚物。大分子化合物一般没有确定的相对分子质量,只能用平均相对分子质量 M 表示。大分子溶液本质是真溶液,是均相的热力学稳定体系。大分子溶液比溶胶更稳定。大分子电解质溶液稳定的原因是大分子离子带有相同的电荷和大离子高度溶剂化形成溶剂膜的缘故;大分子非电解质溶液主要由于长链上的基团高度溶剂化形成溶剂化膜,从而增大了稳定性。

加入无机盐使大分子溶液沉淀的作用称为盐析。盐析大分子溶液所需无机盐的最低浓度称为盐析浓度,单位为 mol/L 。

溶胶的胶粒吸附大分子后形成一层稳定的保护膜,因而增加了稳定性。

大分子溶液或某些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,形成凝胶的过程称为胶凝。凝胶形成的条件是:
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。

三、疑难解析

胶体化学在生命科学中的应用有哪些?

胶体与人们的生活有着极其密切的关系,在生命科学中的应用越来越广泛。例如,增加药物的溶解度和分散度可以直接改善治疗效果。电泳技术可以分离和研究蛋白质,已经广泛应用在生物化学和临床诊断等方面。“人工肾”就是利用胶

粒的扩散,使血液在体外得以净化。凝胶处于固体和溶液的中间状态,既能维持系统一定形状又能使新陈代谢顺利进行,对生命活动有重要意义。乳状液和乳化剂对食物和药物的消化吸收起重要作用等。

四、例题分析

【例 1.1】 20℃时水的蒸气压为 2.34kPa。若一甘油($C_3H_8O_3$)水溶液中甘油的质量分数为 0.100,其溶液的蒸气压为多少?

解 在 1kg 该溶液中

$$m(H_2O) = 1000 \times (1 - 0.100) = 900(g)$$

$$m(C_3H_8O_3) = 1000 \times 0.100 = 100(g)$$

$$n(C_3H_8O_3) = 100/92 = 1.087(mol)$$

$$n(H_2O) = 900/18 = 50(mol)$$

故

$$x(H_2O) = 50/(50 + 1.087) = 0.987$$

根据溶液的蒸气压 $p = p^0 x_A$, 得

$$\begin{aligned} p &= p^0 x(H_2O) \\ &= 2.34 \times 0.978 = 2.29(kPa) \end{aligned}$$

【例 1.2】 将 0.638g 尿素[$CO(NH_2)_2$]溶于 250g 水中,测得该溶液的凝固点降低值为 0.079K。已知水的 $K_f = 1.86K \cdot kg/mol$,试求尿素的相对分子质量。

分析

$$\Delta T_f = K_f b_B = K_f \frac{m_B}{m_A M_B}$$

$$M_B = \frac{K_f m_B}{m_A \Delta T_f}$$

式中: m_B 为溶质的质量(g); m_A 为溶剂的质量(kg); M_B 为溶质的摩尔质量(g/mol)。代入有关数值即可求出尿素的摩尔质量。

$$\text{解} \quad M[CO(NH_2)_2] = \frac{1.86 \times 0.638}{250 \times 10^{-3} \times 0.79} = 60(g/mol)$$

所以尿素[$CO(NH_2)_2$]的相对分子质量为 60。

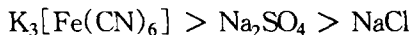
【例 1.3】 用 50mL 的 0.080mol/L KI 溶液和 50mL 0.10mol/L $AgNO_3$ 溶液制备 AgI 溶胶,分别加入含下述电解质的溶液: $NaCl$ 、 Na_2SO_4 、 $K_3[Fe(CN)_6]$,其聚沉能力大小次序如何?

分析 电解质对溶胶的聚沉作用,主要是由与胶粒带相反电荷的反离子引起的,反离子的价数越高,其聚沉能力越强。要比较上述三种电解质溶液的聚沉能力大

小,首先要确定 AgI 溶胶的胶粒带有何种电荷,溶胶带何种电荷又决定于 KI、AgNO₃ 的相对量。因此,应该从分析制备 AgI 溶胶的 KI 和 AgNO₃ 的物质的量开始。

$$\begin{aligned} \text{解} \quad n(\text{KI}) &= 0.08 \times 50 = 4(\text{mmol}) \\ n(\text{AgNO}_3) &= 0.1 \times 50 = 5(\text{mmol}) \end{aligned}$$

计算表明 AgNO₃ 过量,胶粒带正电,因此上述三种电解质溶液的聚沉能力大小顺序为



五、自 测 题

(一) 判断题

1. 对于非电解质溶液,其渗透浓度在数值上等于物质的量浓度。 ()
2. 在液体的蒸气压与温度的关系图上,曲线上的任一点均表示气、液两相共存时的相应温度及压力。 ()
3. 若两种溶液的渗透压力相等,其物质的量浓度也相等。 ()
4. 将相同质量的葡萄糖和甘油分别溶于 1L 水中,则两溶液的 Δp 、 ΔT_b 、 ΔT_f 、 Π 相同(温度一定时)。 ()
5. 纯溶剂通过半透膜向溶液渗透的压力称为渗透压力。 ()
6. 无论其溶质是电解质还是非电解质,凝固点降低值较小的溶液的渗透压力一定低于凝固点降低值较大的溶液。 ()
7. 两个临床上的等渗溶液只有以相同的体积混合时,才可以得到临床上的等渗溶液。 ()
8. 将浓度不同的两种非电解质溶液用半透膜隔开,水分子从渗透压小的一方向渗透压大的一方渗透。 ()
9. 电渗与电泳现象都可以说明胶粒的带电情况。 ()
10. 电解质离子的聚沉能力与电解质离子所带的电荷数成反比。 ()

(二) 选择题

1. 人体血液中平均每 100mL 中含 19mg K⁺,则血液中 K⁺ 的浓度是 ()

A. 0.49mol/L	B. 4.9mol/L
C. 4.9×10^{-3} mol/L	D. 4.9×10^{-4} mol/L
2. 500mL 水中含有 25g 葡萄糖,该葡萄糖溶液的质量浓度为 ()

A. 25g/L	B. 50g/L
----------	----------

