

◎ 全国高等医学院校配套教材

● 供高职高专护理、助产等专业类用

医用化学基础

要点提示与习题

主审●赵佩瑾 陈常兴
主编●陈常兴

 人民军医出版社
PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

全国高等医学院校配套教材
供高职高专护理、助产等专业类用

医用化学基础 要点提示与习题

YIYONG HUAXUE JICHU
YAODIAN TISHI YU XITI

主 审 赵佩瑾 陈常兴

主 编 陈常兴

副主编 张树焕 路新卫

编 委 (以姓氏笔画为序)

王金铃 山西医科大学汾阳学院

刘有训 大连医科大学

孙勤枢 济宁医学院

张树焕 沧州医学高等专科学校

张焕弟 河北大学医学部

陈常兴 山东医学高等专科学校

赵佩瑾 沧州医学高等专科学校

郭梦金 邢台医学高等专科学校

路新卫 南方医科大学

燕小梅 大连医科大学



人民军医出版社

People's Military Medical Press

北 京

图书在版编目(CIP)数据

医用化学基础要点提示与习题/陈常兴主编. —北京:人民军医出版社,2007.7
全国高等医学院校配套教材. 供高职高专护理、助产等专业类用
ISBN 978-7-5091-0989-2

I. 医… II. 陈… III. 医用化学—高等院校:技术学校—教材 IV. R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 085277 号

策划编辑:郝文娜 文字编辑:王宇晶 责任审读:周晓洲

出版人:齐学进

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编:100036

电话:(010)66882586(发行部)、51927290(总编室)

传真:(010)68222916(发行部)、66882583(办公室)

网址:www. pmmp. com. cn

印刷:潮河印业有限公司 装订:京兰装订有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:9·彩页 1 面 字数:215 千字

版、印次:2007 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001~4000

定价:18.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

电话:(010)66882585、51927252

使用说明

本书是人民军医出版社出版的全国高等医学院校规划教材《医用化学基础》(供高职高专护理、助产等专业类用)的配套辅助教材。该系列配套教材共 28 种,根据高职高专护理、助产等专业的学生特点及知识结构编写,内容丰富、实用。正确使用本书有助于学生课后复习,加深理解,强化记忆,提高学习效率。

每本辅助教材基本按照以下四个层次编写:

【大纲要求】 根据国家教育部相关教学大纲,参考护士执业资格考试大纲,按掌握、熟悉、了解三级要求编写。

【重要知识点】 按照教材的章节结构,围绕需要掌握及熟悉的重要知识点进行简要概括,强调重要知识点的归纳总结,提炼教材要点;力求帮助学生抓住基本的学科框架,复习消化好课堂上学到的知识。部分分册在这一部分中根据学科自身学习需要做了一些调整或补充,如增加了“知识框架”、“知识拓展”等。

【练习题】 基本题型有选择题、名词解释和简答题,个别分册有填空题。其中选择题包括 A_1 、 A_2 、 A_3/A_4 、 B_1 、X 型等多种题型。各种题型特点如下:

A_1 型题:单句型最佳选择题。每一道试题题干下有 A、B、C、D、E 五个备选答案。只选择一个最佳答案。

A_2 型题:病例摘要型最佳选择题。每道试题题干为一个小案例,其下有 A、B、C、D、E 五个备选答案,只选择一个最佳答案。

A_3/A_4 型题: A_3 型题为病例组型最佳选择题。先提供一个案例作为共用题干,以下设若干道试题,每一道试题下面有 A、B、C、D、E 五个备选答案,只选择一个最佳答案。 A_4 型题为病例串型最佳选择题。题型基本同前,但下设的若干道试题中有资料的补充或变化。

B_1 型题:标准配伍题。先提供 A、B、C、D、E 五个备选答案,以下设若干道试题,每一道试题只能在备选答案中选择一个最佳答案,备选答案可能被选择一次、多次或不被选择。

X 型题:多项答案选择题。每一道试题题干下有 A、B、C、D、E 五个备选答案。正确答案至少 2 个或 2 个以上。

【参考答案】 给出试题中选择题的参考正确答案,名词解释和简答题的答题要点,供学生课后自学及复习巩固、强化重要知识点使用。

本系列书可以作为护理、助产类高职高专教材的教学辅助用书,其中部分基础医学相关分册还可作为临床医学、医学技术等专业的教学辅助用书;而且也非常适合护理人员作为自学考试、执业考试和继续教育的参考用书。

目录

第一篇 基础篇	(1)
第1章 绪论	(2)
第2章 溶液	(3)
第3章 电解质溶液	(8)
第4章 原子结构和分子结构	(16)
第5章 配位化合物	(22)
第6章 有机化合物概述	(25)
第7章 烃和卤代烃	(28)
第8章 醇、酚、醚	(36)
第9章 醛、酮	(42)
第10章 羧酸、取代羧酸	(47)
第11章 脂类	(54)
第12章 糖类	(57)
第13章 含氮有机化合物	(61)
第14章 氨基酸和蛋白质	(68)
第二篇 综合篇	(73)
基础综合练习题一	(74)
基础综合练习题二	(77)
基础综合练习题三	(80)
基础综合练习题四	(84)
基础综合练习题五	(88)
基础综合练习题六	(92)
第三篇 参考答案	(96)
一、习题参考答案	(97)
二、基础综合练习题参考答案	(122)
第四篇 附录	(135)
一、弱电解质在水中的解离常数	(136)
二、一些常见的配离子的稳定常数	(137)
三、元素周期表	(138)

基础篇

PART 1



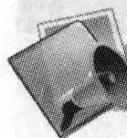
大纲要求

掌握：

化学的研究对象，有益的学习方法。

了解：

化学的发展历史，化学与医学发展的关系。



重要知识点

化学是研究物质的组成、结构、性质及其变化规律和变化过程能量关系的科学。

化学的研究对象是自然界物质，研究的目的是通过认识自然、利用自然和改造自然，为人类自身服务。

化学的发展历史分为三个时期。17 世纪中叶以前的中古及古代时期；17 世纪后半叶到 19 世纪末为近代化学时期；20 世纪，化学进入现代时期。

化学与医学发展关系密切。医学的主要任务是研究人的生理、心理和病理现象发生的规律，寻求预防、诊断和治疗疾病的有效方法，以保障人类健康。医学理论、医学技术手段的提高与发展，需要化学理论的支持。

如何学好《医用化学基础》这门课程？

首先应该热爱所学专业。要明确学习目标，正确处理好内因与外因的辩证关系，增强学习积极性、主动性，变“要我学”为“我要学、我爱学”，增加学习动力，防止出现学习被动局面。

做好预习，认真听讲。听课中要紧跟教师思路，积极思考，产生共鸣。注意弄清基本概念、基本原理，从老师提出问题、分析问题、解决问题的思路和方法中受到启发，学会学习方法。

处理好理解与记忆的关系。要学会运用归纳、分析、对比、迁移等学习方法，掌握概念、原理、公式的内涵、联系、区别、应用条件及使用范围，在理解基础上记忆，努力做到熟练掌握，灵活运用，融会贯通。

实验课是理解掌握课程内容，学习科学实验方法，培养操作技能的重要环节。实验前，要做好实验预习，做到实验中目的、原理明确，步骤、操作清楚，心中有数。实验完毕根据实验记录，认真处理实验数据，分析实验现象和问题，得出正确结论，写好实验报告。通过实验，培养

严谨求实的工作作风,提高综合素质。



练习题

(一) 填空题

1. 化学是研究物质的_____、_____、_____及_____和变化过程中_____关系的科学。

2. 根据化学发展的历史进程,一般将化学的发展分为三个时期,即_____、_____和进入20世纪后的_____。

3. 《医用化学基础》对于医护专业是_____课程,应下大力气,才能学好。

4. 《医用化学基础》全书分为_____、_____和_____三个部分。

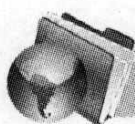
5. 学习知识要在理解的基础上记忆,才能做到熟练_____,灵活_____,融会贯通。

(二) 思考题

1. 作为护理专业的学生,南丁格尔就是我们学习的榜样。请查阅南丁格尔生平,明确自己努力方向。

2. 结合自己的学习经历和自身特点,谈谈如何学好《医用化学基础》?

(赵佩瑾)



大纲要求

掌握：

物质的量浓度、质量分数、体积分数、质量浓度等溶液组成量度的定义、表示方法和计算，渗透压力和渗透浓度的计算及渗透压力在医学上的应用。

熟悉：

产生渗透现象的条件，溶液渗透压力的概念，溶胶胶团和胶粒的结构。

了解：

分散系的定义和分类，溶胶的基本性质，溶胶的稳定因素和溶胶的聚沉现象，高分子溶液的特性。



重要知识点

溶液是指含一种以上物质的液体相或固体相，且为了方便将其中的一种物质称为溶剂，而将其他物质称为溶质。在一般性讨论中，溶剂和溶质分别用 A 和 B 代表，溶剂 A 通常比溶质 B 显著过量，通常将这种溶液称为稀溶液。

质量分数 w_B 定义为：

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

体积分数 φ_B 定义为：

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

式中， V_B 代表 B 的体积； $\sum V$ 代表混合前各组分的体积总和。

质量浓度 ρ_B 定义为：

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

ρ_B 的 SI 单位为 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，医学上常用的单位为 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

物质的量浓度或浓度 c_B 定义为：

$$c_B = \frac{n_B}{V}$$

c_B 的 SI 单位为 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$, 医学上常用的单位是 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

物质的量浓度可以简称为浓度, 但不能称为摩尔浓度, 使用时应指明基本单元。

B 的质量浓度 ρ_B 与物质的量浓度 c_B 之间的关系为:

$$\rho_B = c_B \cdot M_B$$

式中, M_B 代表 B 的摩尔质量。

产生渗透现象必须具备两个条件: 一是有半透膜的存在; 二是半透膜两侧溶液的渗透浓度不同。渗透方向是溶剂分子从纯溶剂通过半透膜进入溶液, 或是由低渗溶液通过半透膜进入高渗溶液。

用半透膜把纯溶剂与溶液隔开, 必然会产生渗透现象。为了防止渗透现象的产生, 必须在溶液的液面上施加额外压力。这种恰好能阻止渗透进行, 而施加在液面上的额外压力称为溶液的渗透压力。非电解质稀溶液的渗透压力与热力学温度、浓度的关系为:

$$\Pi = c_B RT$$

稀溶液的渗透压力决定于溶质的分子和离子的总浓度, 而与溶质的本性无关。为了研究的方便, 通常把稀溶液中能产生渗透效应的各种溶质的分子和离子的总浓度称为渗透浓度, 用符号 c_{os} 表示。

电解质稀溶液的渗透压力与热力学温度、浓度的关系为:

$$\Pi = c_{os} RT$$

医学上规定渗透浓度在 $280\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1} \sim 320\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 范围内的溶液为等渗溶液; 渗透浓度 $< 280\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为低渗溶液; 渗透浓度 $> 320\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为高渗溶液。红细胞在等渗溶液中形态不发生改变, 所以大量输液时要使用等渗溶液。测定非电解质稀溶液的渗透压力可以计算溶质的摩尔质量或相对分子质量:

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

一种或几种物质分散在另一种物质中所形成的系统称为分散系。在分散系中, 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。

胶体分散系(分散相粒子直径 $1 \sim 100\text{nm}$) 又可分为溶胶和高分子溶液。

溶胶的分散相粒子由许多分子或离子聚集而成, 是高度分散的非均相系统, 较不稳定。

Tyndall 现象源于溶胶对光的散射。溶胶的布朗(Brown)运动是分散相粒子受到处于热运动的分散介质分子撞击时, 其合力不为零引起的。溶胶能产生电泳现象, 说明胶粒带有电荷。胶粒带电是由于胶核的选择性吸附和胶粒表面分子的解离引起的。当胶核选择性吸附阳离子时胶粒带正电, 选择性吸附阴离子时胶粒带负电。

高分子(相对分子质量在 $10\,000$ 以上)溶液的分散相粒子是单个的大分子或大粒子, 较稳定, 属于均相系统。

高分子溶液对溶胶有絮凝作用, 在溶胶中加入极少量的可溶性高分子, 一个高分子长链可同时吸附两个或更多个胶粒, 把胶粒凝集在一起而产生沉淀。同时高分子对溶胶也具有保护作用。在溶胶中加入一定量的高分子, 高分子吸附在胶粒表面上, 包围住胶粒, 形成一层高分子保护膜, 阻止了胶粒之间胶粒与电解质之间的直接接触, 增加了溶胶的稳定性。

利用渗透压力法可以测定高分子的相对分子质量。



练习题

(一) 选择题

- 下列溶液中,属于生理等渗溶液的是()
 - $0.30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$ 溶液
 - $0.30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$ 溶液
 - $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液
 - $0.30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液
 - 把 U 型管中部用半透膜隔开,两侧分别放入蔗糖水溶液和纯水,使两侧液面高度相等,然后进行渗透实验。对此,下述说法中正确的是()
 - 达到平衡以前,蔗糖水溶液的水分子通过半透膜向纯水一侧渗透
 - 达到平衡以前,纯水中的水分子通过半透膜向蔗糖水溶液一侧渗透
 - 达到平衡时,半透膜两侧的蔗糖水溶液浓度相等
 - 达到平衡时,蔗糖水溶液一侧的液面比纯水一侧的液面低
 - 渗透压力相等的溶液应是()
 - 渗透浓度相等的两溶液
 - 物质的量浓度相等的两溶液
 - 物质的量相等的两溶液
 - 质量浓度相等的两溶液
 - 现有 $400 \text{ ml } 11.1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$ ($M=111 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) 溶液,将红细胞放入其中,则红细胞()
 - 形态不改变
 - 逐渐皱缩
 - 逐渐胀大
 - 以上都不对
 - 用等体积的 $0.0008 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$ 溶液和 $0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 溶液制成的 AgI 溶胶,分别加入下列电解质溶液,其聚沉能力最大的为()
 - AlCl_3
 - Na_3PO_4
 - MgSO_4
 - NaNO_3
 - 500 ml 水中溶解 25 g 蔗糖,该溶液的质量浓度为()
 - $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
 - 下列溶液组成量度的表示方法中,与温度无关的是()
 - 物质的量浓度
 - 质量浓度
 - 渗透浓度
 - 质量分数
 - B 的物质的量浓度(c_B)与 B 的质量浓度(ρ_B)之间的关系是()
 - $c_B = \rho_B$
 - $c_B = \rho_B \cdot M_B$
 - $c_B = \rho_B / M_B$
 - $c_B = \rho_B \cdot V$
- ### (二) 判断题
- 渗透浓度为 $300 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液的渗透压力与渗透浓度为 $300 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液的渗透压力相等。()
 - 两种溶液相比较,渗透压力比较高的溶液,其物质的量浓度也一定比较大。()
 - 由于血浆中小分子物质的质量浓度低于大分子物质的质量浓度,所以血浆中晶体渗透压力也低于胶体渗透压力。()
 - 把红细胞放在氯化钠水溶液中,发现红细胞皱缩,可知该氯化钠溶液相对于红细胞内液来说是高渗溶液。()
 - 利用 Tyndall 效应,可以区别溶胶和真溶液。()
 - 等渗溶液只有以相同的体积混合时,所得溶液才是等渗溶液。()

7. 0.3gNaCl 加 9.7g H_2O 配制成溶液,所得溶液 Cl⁻ 的质量分数为 0.03。()
8. 1 000g 溶液中所含有的溶质的物质的量称为物质的量浓度。()
9. 将红细胞放入 $9g \cdot L^{-1}NaCl$ 与 $50g \cdot L^{-1}$ 葡萄糖以任意体积比混合的溶液中,红细胞发生溶血现象。()
10. 分散相颗粒直径大于 100nm 的分散系统称为胶体分散系。()

(三)填空题

1. 用半透膜将渗透浓度不同的两种溶液隔开,水分子的渗透方向是_____。
2. 将红细胞放入低渗溶液中,红细胞_____;将红细胞放入高渗溶液中,红细胞_____。
3. 产生渗透现象的两个必要条件是_____和_____。
4. 将 18g 葡萄糖($C_6H_{12}O_6$, $M=180g \cdot mol^{-1}$)溶于水配制成 500ml 溶液。此溶液中葡萄糖的质量浓度为_____,葡萄糖的物质的量浓度为_____。
5. B 的质量浓度 ρ_B 的定义式为_____; B 的物质的量浓度 c_B 的定义式为_____; ρ_B 与 c_B 的定量关系式为_____。
6. 将两根胡萝卜分别放在甲、乙两个量筒中,在甲中倒入浓盐水,在乙中倒入纯水。由于渗透作用,量筒甲中的胡萝卜将_____,而量筒乙中的胡萝卜将_____。

(四)简答题

1. 用 NaCl 稀溶液和 $AgNO_3$ 稀溶液制备 $AgCl$ 溶胶时,或者使 NaCl 溶液过量,或者使 $AgNO_3$ 溶液过量,试写出这两种情况下制得 $AgCl$ 溶胶的胶团构造简式。
2. 溶胶是热力学不稳定系统,但它在相当长的时间内可以存在,其主要原因是什么?
3. 将下列水溶液按渗透压力大小的顺序排列:
 (1) $0.01mol \cdot L^{-1}$ 葡萄糖溶液 (2) $0.01mol \cdot L^{-1}NaCl$ 溶液
 (3) $0.01mol \cdot L^{-1}CaCl_2$ 溶液 (4) $0.01mol \cdot L^{-1}HAc$ 溶液
4. 什么叫溶液的渗透压力? 溶液的渗透压力与哪些因素有关?

(五)计算题

1. 10.00ml NaCl 饱和溶液的质量为 12.003g,将其蒸干后得 NaCl 晶体 3.173g,试计算:
 [$M(NaCl)=58.5g \cdot mol^{-1}$]
 (1) 溶液的质量浓度。
 (2) 溶液的质量分数。
 (3) 溶液的物质的量浓度。
2. 将 2.50g 鸡蛋白溶于水配制成 500ml 溶液, $27^\circ C$ 时测得该溶液的渗透压力为 300Pa。求此鸡蛋白的摩尔质量。
3. $25^\circ C$ 时,将 50ml 水与 150ml 乙醇混合。试计算此乙醇溶液的体积分数。
4. 2.0ml 血浆中含 2.4mg 血糖,计算该血浆中血糖的质量浓度。
5. 在 90g 质量分数为 0.15 的 NaCl 溶液里加入 10ml 水或 10g NaCl 固体,分别计算用这两种方法配制的 NaCl 溶液的质量分数。

(刘有训)



大纲要求

掌握：

解离平衡的概念,解离平衡常数的概念,酸碱质子理论的要点,水的离子积的概念。pH 的概念和缓冲溶液的概念。

熟悉：

共轭酸碱 K_a 与 K_b 的关系,缓冲作用原理,缓冲溶液的配制方法,一元弱酸弱碱溶液 $[H^+]$ 及 pH 的计算,缓冲溶液 pH 的计算。

了解：

弱电解质、解离度和缓冲容量的概念,缓冲溶液在医学上的意义。



重要知识点

本章以弱电解质溶液为主要研究对象,通过对解离平衡、酸碱质子理论、溶液 pH 等知识的介绍,揭示了弱电解质溶液的酸碱性、解离平衡、同离子效应和缓冲作用等特性;本章集中了全书重点计算内容,有一定难度。建议学习中要从概念入手,熟悉公式,把握难点再推及其他。

在水溶液中能全部解离成离子的化合物称为强电解质;在水溶液中部分解离成离子的化合物称为弱电解质。电解质的强弱可用解离常数、解离度表示,相同条件下解离常数、解离度越大电解质越强;电解质的强弱与溶解度无关,如氨的溶解度很大,氨水却是弱电解质;AgCl 难溶于水,却是强电解质。电解质强弱的本质区别是它们在水溶液中的解离程度不同。

(一)解离平衡、解离平衡常数、解离度

在一定条件下,当弱电解质分子解离成离子和离子结合成弱电解质分子的速率相等时,溶液中电解质分子和离子浓度不再改变的状态称为弱电解质的解离平衡。

在一定温度下,弱电解质达到解离平衡状态时,已解离的各离子浓度幂的乘积与未解离的电解质分子浓度之比为—常数,该常数称为解离平衡常数,简称解离常数。

解离平衡同其他化学平衡一样,是动态平衡。条件(如温度、浓度)改变,解离平衡被破坏,在新的条件下,建立新的解离平衡。弱电解质由原来的解离平衡达到新的解离平衡的过程称为解离平衡移动。

在一定温度下,弱电解质达到解离平衡时,溶液中已解离的弱电解质分子数与弱电解质分子总数(包括已解离和未解离的分子)的比值,称为解离度。

解离平衡常数与温度有关。解离是一个吸热过程,升高温度使解离程度增大;降低温度使解离程度减小;解离常数是温度的函数,与浓度无关。

(二)同离子效应

在弱电解质溶液里加入与弱电解质具有相同离子的强电解质时,解离平衡发生移动,使弱电解质解离度减小的现象称为同离子效应。同离子效应原理在生产、科学实验中常用于离子浓度的控制。在弱电解质溶液中加入与弱电解质不含相同离子的强电解质时,解离平衡发生移动,引起弱电解质解离度增大的现象称为盐效应。在同离子效应发生时,必然伴随盐效应。但盐效应与同离子效应并不是对等的,两者相互比较盐效应要弱得多,因此,当发生同离子效应时,盐效应可予忽略。

(三)酸碱质子理论的要点

1. 凡能给出质子的物质都是酸;凡能接受质子的物质都是碱。
2. 仅相差一个质子的酸碱为共轭酸碱。酸与碱的概念是相对的,在一定条件下,可以相互转化。
3. 酸碱质子理论中没有盐的概念。

(四)水的离子积与 pH

1. 水的离子积(K_w)

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

水的离子积随温度的改变而发生变化,常温时 $K_w = 1 \times 10^{-14}$ 。

2. pH 氢离子浓度的负对数称为 pH。

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$$

3. pOH 氢氧根离子浓度的负对数称为 pOH。

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-]$$

4. pH 与 pOH 的关系

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

5. 共轭酸碱 K_a 与 K_b 的关系

$$K_a \cdot K_b = K_w$$

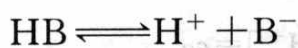
$$\text{p}K_a + \text{p}K_b = \text{p}K_w$$

(五)缓冲溶液

1. 概念 能抵抗少量外加强酸、强碱或适量稀释,而保持溶液 pH 基本不变的作用称为缓冲作用。具有缓冲作用的溶液称为缓冲溶液。

2. 缓冲溶液的组成 缓冲溶液由缓冲对组成;缓冲对是共轭酸碱对,但共轭酸碱对不一定是缓冲对。缓冲对是具有解离平衡关系的共轭酸碱对。

3. 缓冲原理 缓冲溶液之所以具有一定的缓冲作用,是因为缓冲溶液含有抗酸成分和抗碱成分,缓冲对建立如下平衡:



当加入少量强酸时,受同离子效应影响,平衡向左移动,外加 H^+ 被消耗, $[\text{H}^+]$ 保持不变。当加入少量强碱时,平衡中的 H^+ 与加入的 OH^- 结合生成难解离的 H_2O ,使溶液中的

H^+ 浓度减小,平衡向右移动,被少量碱消耗的 H^+ 浓度又得到补充,从而保持溶液的 pH 基本不变。

4. 缓冲溶液的 pH 由缓冲公式:

$$pH = pK_a + \lg \frac{[\text{共轭碱}]}{[\text{共轭酸}]}$$

可知:(1)缓冲溶液的 pH 大小取决于共轭酸碱对的 K_a 和缓冲比。

(2)同一缓冲溶液,其 pH 大小只取决于缓冲比。

(3)缓冲溶液可抵抗适当稀释。

5. 缓冲容量和缓冲范围 缓冲溶液的缓冲能力是有限的,缓冲容量是定量衡量缓冲溶液缓冲能力的物理量。

使单位体积缓冲溶液 pH 改变 1 个单位,所须加入一元强酸或一元强碱的物质的量,称为缓冲容量。缓冲容量可用如下公式进行计算:

$$\beta = \frac{n}{v|\Delta pH|}$$

缓冲溶液的缓冲范围为 $pH = pK_a \pm 1$ 。确定缓冲对后,一般认为当缓冲比在上述范围之外时,缓冲溶液已基本丧失缓冲能力。

6. 缓冲溶液的配制方法

(1)选择适当的缓冲对:使共轭酸的 pK_a 与所配制缓冲溶液的 pH 尽可能接近,使缓冲比接近 1:1。

(2)保持适当的总浓度:总浓度控制在 $0.05\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \sim 0.20\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 之间,使缓冲容量在 $0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{pH}^{-1} \sim 0.10\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{pH}^{-1}$ 的范围内。

(3)为使配制简便,实际操作过程中,常采用浓度相同的共轭酸与共轭碱按体积比混合的方法。

也可查阅专业手册,按标准配方配制。

(六)弱电解质溶液的有关计算

本章涉及的计算主要有 α 、 $[H^+]$ 、pH、 $[OH^-]$ 、pOH 和缓冲溶液配制等,计算公式汇总如下:

项 目	公 式	备 注
解离度	$\alpha = \frac{\text{已解离的电解质分子数}}{\text{电解质分子总数}} \times 100\%$	α 表示解离度
pH	$pH = -\lg[H^+]$	$[H^+]$ 表示 H^+ 离子浓度
pOH 值	$pOH = -\lg[OH^-]$	$[OH^-]$ 表示 OH^- 离子浓度
水的离子积	$[H^+][OH^-] = K_w$	K_w 表示水的离子积
pH 与 pOH 的关系	$pH + pOH = 14$	
K_a 与 K_b 的关系	$K_a K_b = K_w$	K_a 为一元弱酸解离平衡常数
	$pK_a + pK_b = pK_w$	K_b 为一元弱碱解离平衡常数
一元弱酸(近似计算)	$[H^+] = c\alpha$	条件: $cK_a \geq 20K_w$ 且 $c/K_a \geq 500$
	$[H^+] = \sqrt{K_a c}$	

(续表)

项 目	公 式	备 注
一元弱碱	$[\text{OH}^-] = c\alpha$	条件: $cK_b \geq 20K_w$ 且 $c/K_b \geq 500$
(近似计算) 缓冲溶液	$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b c}$ $\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{B}^-]}{[\text{HB}]}$	基础缓冲公式
	① $\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{c(\text{B}^-)}{c(\text{HB})}$ ② $\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{n(\text{B}^-)}{n(\text{HB})}$ ③ 当 $c(\text{HB}) = c(\text{B}^-)$ 时 $\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{V_{\text{B}^-}}{V_{\text{HB}}}$	$c(\text{HB})$ 共轭酸的物质的量浓度, $c(\text{B}^-)$ 共轭碱的物质的量浓度, $n(\text{HB})$ 共轭酸的物质的量, $n(\text{B}^-)$ 共轭碱的物质的量 V_{B^-} 共轭碱的体积 V_{HB} 共轭酸的体积
缓冲容量	$\beta = \frac{n}{v \Delta\text{pH} }$	n 为强酸或强碱的物质的量, V 为缓冲溶液体积, ΔpH 为 pH 变量



练习题

(一) 选择题

- 相同温度下,浓度为 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的下列各物质导电能力最弱的是()
A. 盐酸 B. 乙酸 C. 氢氧化钾 D. 氯化铵
- 下列物质属于强电解质的是()
A. 氨水 B. 乙酸 C. 氢硫酸 D. 乙酸钠
- 等物质的量浓度的 NaOH 溶液和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 溶液中 $[\text{H}^+]$ ()
A. 两者相等 B. 两者不能相比较
C. NaOH 溶液大于 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 溶液 D. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 溶液大于 NaOH 溶液
- 某温度时,测得纯水的 pH 为 7,则其 pOH 应为()
A. 7.5 B. 6.5 C. 7 D. 5.5
- 已知 HCN 的 $K_a = 5.0 \times 10^{-10}$,则其共轭碱 CN^- 的 K_b 值为()
A. 2.0×10^{-5} B. 5.0×10^{-10} C. 5.0×10^{-24} D. 2.0×10^{-4}
- 向 $500\text{ml } 0.10\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 溶液中加入少量 NH_4Cl 晶体,溶液中()
A. NH_3 的解离常数 K_b 增大 B. NH_3 的解离常数 K_b 减小
C. pH 值增大 D. pH 值减小
- $0.15\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$ 和 $0.15\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液等体积混合,溶液中主要物种有()
A. HAc 和 NaOH B. Ac^- 和 Na^+ C. HAc 和 Ac^- D. Ac^- 和 NaOH
- 常温时,酸性水溶液中()
A. 只有氢离子存在 B. $\text{pH} > 7$

- C. H^+ 离子与 OH^- 离子同时存在 D. $\text{pH}=7$
9. 温度一定时,加水稀释弱酸,下列各组中,前者减小,后者增大的是()
A. $[\text{H}^+]$ 和 α B. pH 和 K_a C. α 和 pH D. K_a 和 $[\text{H}^+]$
10. 溶液的酸碱度是指溶液中()
A. $[\text{H}^+]$ 和 $[\text{酸分子}]$ 的大小 B. $[\text{碱分子}]$ 和 $[\text{OH}^-]$ 的大小
C. $[\text{H}^+]$ 和 $[\text{OH}^-]$ 的大小 D. $[\text{酸分子}]$ 和 $[\text{碱分子}]$ 的大小
11. 常温时, $0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液 K_w 值是 ()
A. 1×10^{-8} B. 1×10^{-10} C. 1×10^{-12} D. 1×10^{-14}
12. 某一元弱酸溶液中,溶质分子的物质的量与离子的物质的量之比为 $4.5:1$,则此一元弱酸解离度为()
A. 10% B. 11.11% C. 20% D. 18.8%
13. 将 $\text{pH}=9$ 的碱溶液与 $\text{pH}=5$ 的酸溶液等体积混合,则混合后溶液的 pH 为()
A. $\text{pH}=7$ B. $\text{pH}>7$ C. $\text{pH}<7$ D. 无法确定
14. OH^- 的共轭酸是()
A. H^+ B. H_3O^+ C. H_2O D. HCl
15. 下列叙述,观点错误的是()
A. 溶液中 $[\text{H}^+]$ 越大, pH 越小 B. 温度升高, K_w 增大
C. K_a 、 K_b 与浓度无关 D. 浓盐酸溶液中,没有 OH^- 离子存在
16. 用酸碱质子理论判断下述观点错误的是()
A. 酸碱反应的实质是质子的转移 B. 化合物中没有盐的概念
C. 酸失去质子后就转化为碱 D. 酸越强其共轭碱也越强
17. 用酸碱质子理论判断下列反应中酸和碱正确的一组是()
$$\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^-$$

A. H_2O 和 HPO_4^{2-} B. H_2PO_4^- 和 H_2O
C. HPO_4^{2-} 和 H_2O D. HPO_4^{2-} 和 H_2PO_4^-
18. $0.10\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 某一元弱酸 HB 的溶液中,解离度为 1% ,则其解离常数 K_a 为()
A. 1.0×10^{-5} B. 1.0×10^{-7} C. 1.0×10^{-8} D. 1.0×10^{-9}
19. $0.01 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 溶液中, $[\text{OH}^-]$ 为()
A. $1.0 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $1.0 \times 10^{-12} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $1.0 \times 10^{-10} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $1.0 \times 10^{-1} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
20. 25°C 时 HCOOH 的 $K_a=1.8 \times 10^{-4}$,则其共轭碱的 K_b 值为()
A. 5.56×10^{-11} B. 5.56×10^{-10} C. 5.56×10^{-9} D. 5.56×10^{-8}
21. 在 $\text{pH}=3$ 的 HAc 溶液中, $K_a=1.8 \times 10^{-5}$ (25°C),则 $[\text{HAc}]$ 为()
A. $5.6 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $5.6 \times 10^{-1} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $1.8 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $1.8 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
22. 将 $0.10 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaH_2PO_4 溶液与 $0.10\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2HPO_4 溶液等体积混合,则溶液的 pH 值为(25°C 时, $K_a=6.23 \times 10^{-8}$)()
A. 2.12 B. 7.21 C. 5.38 D. 7.00
23. 下列叙述错误的是()