

全国高等医学院校配套教材

药学课程学习指导与强化训练

供药学、药剂学、临床药学、药品营销、中药学、
制药工程、制剂工程等专业用

无机化学学习指导

海力茜·陶尔大洪 主编



科学出版社
www.science.com

全国高等医学院校配套教材

药学课程学习指导与强化训练

供药学、药剂学、临床药学、药品营销、中药学、制药工程、制剂工程等专业用

无机化学学习指导

主 编 海力茜·陶尔大洪
副主编 孙 莲 王 岩
编 委 姚 军 顾蔚莉

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是根据本科无机化学教学大纲和国家执业药师考试大纲的基本要求,结合医学生培养特点编写的,是本科教材《无机化学》的配套教材。全书内容共分8章,各章均分基本要求、学习要点、强化训练与参考答案四部分,书后附有模拟试题及参考答案。特点是理论联系实际、简明扼要、重点突出、适用性强。

本书可供药学、药剂学、临床药学、药品营销、中药学、制药工程、制剂工程等专业学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学学习指导/海力茜·陶尔大洪主编. —北京:科学出版社,2007

全国高等医学院校配套教材·药学课程学习指导与强化训练

ISBN 978-7-03-017911-1

I. 无… II. 海… III. 无机化学—医学院校—教学参考资料 IV. O61

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第100884号

责任编辑:郭海燕 夏 宇 / 责任校对:刘小梅

责任印制:刘士平 / 封面设计:黄 超

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

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>

涿海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年1月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007年1月第一次印刷 印张:10

印数:1—3 000 字数:230 000

定价:19.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈明辉〉)

前 言

多年来,医学学生在学习《无机化学》时常常感到内容杂、多,抓不住要领,做习题时出现一些化学概念的混淆,在正确运用基本理论解释无机化学实验现象或分析问题、解决问题时更显困难,为了帮助学好这门课程,编者结合多年来的教学经验,编写了这本《无机化学学习指导》,目的是实现教学内容、课程体系、教学方法和教学手段的现代化。

培养学生的创新能力和逻辑思维能力的关键步骤之一是对所学知识的应用和实践,通过习题的演练,既可以考察对知识的理解和运用,又可达到培养学生各种能力的目的。本书是全国高等医学院校本科教材药学专业《无机化学》的参考教材,主要依据药理学类本科无机化学教学大纲的基本要求,本着培养学生的思维方法和创新能力,既传授知识又开发智力,既统一要求又发展个性的目的,帮助学生更好地学习无机化学课程而编写的。在编写过程中,力争为教材服务,做到教师易教,学生易学。本教材特点如下:

1. 本书是供药理学、药剂学、临床药理学、药品营销学、中药学、制药工程、制剂工程等专业学生使用,各章节编排顺序与本科教材《无机化学》相同。

2. 本书紧密联系药理学实际,充分体现药理学特征,从有利于教师教、学生学的角度出发,从药理学、医学发展的角度考虑,在内容、习题的选择方面重点突出,难易恰当合适,紧密结合实际,适用性强。

3. 本书每章由四个部分组成。

(1) 基本要求:依据大纲针对每一章节内容提出具体要求。

(2) 学习要点:根据大纲要求,简明扼要地阐明本章基本内容、重点、难点及易混淆、疏漏之处,并适当拓宽,增加了部分需提高的内容,整个部分清晰实用,力求使读者一目了然,起到提纲挈领的作用。

(3) 强化训练与参考答案:题目分别为选择题、填空题、是非题、简答题、计算题和问答题等类型。所选习题具有典型性、代表性、趣味性、实用性和普遍性,力求帮助读者真正掌握无机化学的特点和研究方法,在科学思维方式上有所突破,真正做到既有丰富的想像力,善于进行发散性思维;又善于进行收敛性思维,做出最优化的选择。

(4) 模拟试题及参考答案。

4. 本书简明扼要,重点突出,不仅对学生的日常学习有帮助和指导作用,也对报考硕士研究生有较好的参考作用。

由于编者水平有限和时间仓促,本书内容上难免有错误和疏漏,敬请各位同仁和读者不吝赐教。

编 者
2006年7月

目 录

前言

第1章 溶液	(1)
第2章 化学平衡	(13)
第3章 酸碱平衡	(23)
第4章 难溶电解质的沉淀溶解平衡	(37)
第5章 氧化还原	(48)
第6章 原子结构	(65)
第7章 分子结构	(83)
第8章 配位化合物	(98)
模拟试题及参考答案	(112)

★ 第 1 章 溶 液

基 本 要 求

1. 掌握稀溶液的依数性并了解其生理意义。
2. 掌握强电解质溶液理论和相关公式及应用。
3. 熟悉溶质、溶剂、溶液、浓度和溶解度的概念,溶液的存在状态、类型和分类。
4. 熟悉溶液浓度的五种表示方法和相关计算。
5. 熟悉强电解质和弱电解质及非电解质的概念。
6. 熟悉弱电解质的电离平衡和电离度及应用。
7. 了解物质溶解过程中伴随的能量变化、体积变化及颜色变化。

学 习 要 点

一、溶液、溶剂、溶质、浓度、溶解度的概念

1. 溶液 一种物质以分子、原子或离子状态分散于另一种物质中所构成的均匀而又稳定的分散体系叫做溶液。

2. 溶剂 能溶解其他物质的化合物叫做溶剂。

3. 溶质 被溶解的物质叫做溶质。

$$\text{溶液} = \text{溶剂} + \text{溶质}$$

4. 溶液

按聚集状态溶液可分三种类型:①液态溶液;②气态溶液;③固态溶液。

液态溶液按组成的溶质与溶剂的状态可分三种类型:①气-液溶液;②固-液溶液;

③液-液溶液。

5. 浓度 它是溶液中溶剂和溶质的相对含量。

6. 溶解度 它是指饱和溶液中溶剂和溶质的相对含量。

7. 溶液的分类 可分为饱和溶液、未饱和溶液、过饱和溶液。

(1) 饱和溶液:在一定温度和压强下,达到溶解结晶平衡时的溶液就是饱和溶液。

饱和溶液的特点:在饱和溶液中所加入的溶质不能继续溶解。已溶解的溶质也不会析出结晶。

(2) 未(不)饱和溶液:在一定温度和压强下,小于该条件下饱和溶液浓度的溶液。

不饱和溶液的特点:在不饱和溶液中所加入的溶质能继续溶解。

(3) 过饱和溶液:在一定温度和压强下,大于该条件下的饱和溶液浓度的溶液。

过饱和溶液的特点:是一个不稳定体系,在过饱和溶液中加入溶质后,已溶解的部分溶质会析出(产生沉淀)。

溶质溶解过程中伴随着能量变化、体积变化及颜色变化、溶剂化作用。

二、溶液浓度的表示方法

溶液浓度的表示方法见表 1-1。

表 1-1 常用溶液浓度的表示方法

名称	定义	数学表达式	单位
质量分数	溶质 B 的质量 m_B 与溶液质量 m 之比值	$w_B = m_B/m$	无量纲
摩尔分数	溶质 B 的物质的量 n_B 与混合物的物质的量 $\sum n_i$ 之比	$x_B = n_B/\sum n_i$	无量纲
质量摩尔浓度	溶质 B 的物质的量 n_B 除以溶剂的质量 m_A	$b_B = n_B/m_A$	$\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$
质量浓度	溶质 B 的质量 m_B 除以溶液的体积 V	$\rho_B = m_B/V$	常用 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$
物质的量浓度 (简称浓度)	溶质 B 的物质的量 n_B 除以混合物的体积 V	$c_B = n_B/V$	常用 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

三、稀溶液的依数性

难挥发性非电解质稀溶液的某些性质(如蒸气压下降、沸点升高、凝固点降低、渗透压)与溶液中所含溶质粒子的浓度有关,而与溶质的本性无关。稀溶液的这些性质就称为稀溶液的依数性,又称稀溶液的通性。

1. 溶液的蒸气压下降

蒸气压:一定温度下,气液两相达到相平衡(蒸发速率和凝聚速率相等)时,蒸气所具有的压力。

溶液的蒸气压下降:同一温度下,难挥发性非电解质稀溶液的蒸气压总是低于相应纯溶剂的蒸气压。难挥发性非电解质稀溶液的蒸气压下降(Δp)与溶质粒子的摩尔分数(x_B)成正比,而与溶质的本性无关。这一规律称为拉乌尔定律。

其表达式如下

$$\Delta p = P^0 - P = Px_B$$

也可表示为

$$\Delta p = P^0 - P \approx Kb_B$$

式中 K 为比例常数。

2. 溶液的沸点升高

沸点:液体的蒸气压等于外界压力时的温度。

溶液的沸点升高:溶液的沸点(T_b)总是高于相应纯溶剂的沸点(T_b^0)。难挥发性非电解

质稀溶液沸点升高(ΔT_b)与溶液的质量摩尔浓度(b_B)成正比,而与溶质的本性无关。

可表示为

$$\Delta T_b = T_b - T_b^0 = K_b b_B$$

K_b 为溶剂的摩尔沸点升高常数,它只与溶剂的本性有关。

3. 溶液的凝固点降低

凝固点:固液两相共存时的温度,即固体蒸气压与液体蒸气压相等时的温度。

溶液的凝固点下降:溶液的凝固点(ΔT_f)总是低于相应纯溶剂的凝固点(T_f^0)。难挥发性非电解质稀溶液凝固点下降(ΔT_f)与溶液的质量摩尔浓度(b_B)成正比,而与溶质的本性无关。

可表示为

$$\Delta T_f = T_f^0 - T_f = K_f b_B$$

K_f 为溶剂的摩尔凝固点降低常数。

4. 渗透压

渗透:溶剂分子通过半透膜从纯溶剂向溶液或从稀溶液向较浓溶液的净迁移。

渗透压:为维持只允许溶剂通过的膜所隔开的溶液与溶剂之间的渗透平衡,在溶液一侧需加的额外压力。

产生渗透条件:半透膜的存在及其膜两侧存在浓度差。

渗透方向:溶剂分子从纯溶剂向溶液,或是从稀溶液向浓溶液迁移。

van't Hoff 定律:在一定温度下,稀溶液渗透压的大小仅与单位体积溶液中溶质的物质的量有关,而与溶质的本性无关。

可表示为

$$\Pi = CRT = \frac{nRT}{V}$$

Π 为渗透压(kPa), V 是溶液体积(L), n 为溶质的物质的量, C 为物质的量浓度($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$), R 为摩尔气体常数($8.314 \text{kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$), T 为绝对温度(K)。

对水溶液来讲,当浓度很低时, $C_B = b_B$,上式可改写为

$$\Pi = b_B RT$$

5. 稀溶液依数性的适用范围

结论:蒸气压下降,沸点上升,凝固点下降,渗透压都是难挥发的非电解质稀溶液的通性;它们只与溶剂的本性和溶液的浓度有关,而与溶质的本性无关。

符合稀溶液依数性的三个条件是:溶质难挥发(凝固点降低除外)、非电解质、稀溶液。

总之,沸点上升、凝固点下降、渗透压等性质的起因都与溶液的蒸气压下降有关,四者之间通过浓度联系起来。

浓溶液同样也有蒸气压降低、沸点升高、凝固点降低和渗透压等性质,但不符合稀溶液的依数性公式。因为在浓溶液中溶质与溶剂间,溶质与溶质间的相互作用不可忽略。

四、电解质溶液

1. 电解质溶液的依数性 电解质溶液由于溶质发生电离,使溶液中溶质粒子数增加,计算时应考虑其电离的因素,否则会使计算得到的 $\Delta p, \Delta T_b, \Delta T_f, \Pi$ 值比实验测得值小;另

一方面,电解质溶液由于离子间的静电引力比非电解质之间的作用力大得多,因此用离子浓度来计算强电解质溶液的 $\Delta p, \Delta T_b, \Delta T_f, \Pi$ 时,其计算结果与实际值偏离较大,应该用活度代替浓度进行计算。

2. 离子强度 电解质溶液中离子之间的相互作用与离子的浓度和电荷有关,可用离子强度(I)表示。

定义为

$$I = \frac{1}{2} \sum C_i Z_i^2$$

I 为离子强度, C_i 和 Z_i 分别为溶液中第 i 种离子的质量摩尔浓度和该离子的电荷数,离子强度的单位为 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

3. 活度系数和活度 电解质溶液中,实际上可起作用的离子浓度称为有效浓度,也称活度。活度 a 与实际浓度 C 的关系为

$$a_i = \gamma_i C_i$$

γ_i 为活度系数。对于离子强度较小的溶液, γ_i 与离子强度间的关系可用德拜-休克尔(Debye-Huckel)公式表示:

$$\lg \gamma_i = -AZ\sqrt{I}$$

强化训练

一、选择题

- 符号 n 用来表示()
 - 物质的质量
 - 物质的量
 - 物质的量浓度
 - 质量浓度
 - 质量分数
- 已知溶质 B 的摩尔数为 n_B , 溶剂的摩尔数为 n_A , 则溶质 B 在此溶液中的摩尔分数 x_B 为()
 - $\frac{n_B}{n_A + n_A}$
 - $\frac{n_A}{n_A + n_B}$
 - $1 - x_B$
 - $x_B + x_A = 1$
 - $x_B - x_A = 1$
- 已知葡萄糖 $C_6H_{12}O_6$ 的摩尔质量是 $180 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 1L 水溶液中含葡萄糖 18g, 则此溶液中葡萄糖的物质的量浓度为()
 - $0.05 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.10 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.20 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.30 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.15 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 已知的 Ca^{2+} 摩尔质量为 $40 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 测得 1L 溶液中含 Ca^{2+} 8g, 则 Ca^{2+} 的物质的量浓度是()
 - $0.1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.2 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.3 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.4 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.5 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 下列哪种浓度表示方法与温度有关()
 - 质量分数
 - 质量摩尔浓度
 - 物质的量浓度

- D. $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ E. $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
16. $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液中 Na^+ 和 Cl^- 的活度 a 均为 (已知活度系数: $r_{\text{Na}^+} = r_{\text{Cl}^-} = 0.89$) ()
- A. $0.0089 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ C. $0.070 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 D. $0.0050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ E. $0.0060 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
17. 已知 NaCl 的摩尔质量是 $58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 1 kg 水中溶有 5.85 g NaCl, 则 NaCl 溶液的质量摩尔浓度为 ()
- A. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ B. $0.2 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ C. $0.3 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$
 D. $0.4 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ E. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$
18. 混合溶液中, 用来计算某分子或某离子的物质的量浓度的稀释公式是 ()
- A. $C_{\text{浓}} V_{\text{浓}} = C_{\text{稀}} V_{\text{稀}}$ B. $C_{\text{浓}} / V_{\text{浓}} = C_{\text{稀}} / V_{\text{稀}}$ C. $C_{\text{浓}} + V_{\text{浓}} = C_{\text{稀}} + V_{\text{稀}}$
 D. $C_{\text{浓}} - V_{\text{浓}} = C_{\text{稀}} - V_{\text{稀}}$ E. $C_{\text{浓}} V_{\text{稀}} = C_{\text{稀}} V_{\text{浓}}$
19. 已知 Ba^{2+} 的活度系数 $r = 0.24$, 则 $0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Ba^{2+} 的活度 a 为 ()
- A. $0.012 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $0.014 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ C. $0.016 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 D. $0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ E. $0.013 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
20. $0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaNO_3 溶液中, 离子强度 I 为 ()
- A. $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ C. $0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 D. $0.040 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ E. $0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
21. 将葡萄糖固体溶于水后会引起溶液的 ()
- A. 沸点降低 B. 熔点升高 C. 蒸气压升高
 D. 蒸气压降低 E. 凝固点升高
22. 溶液凝固点降低值为 ΔT_f , 溶质为 g , 溶剂为 G , 溶质的相对分子质量是 ()
- A. $\frac{1000Gg}{K_f \Delta T_f}$ B. $\frac{1000K_f g}{G \Delta T_f}$ C. $\frac{1000G}{K_f g \Delta T_f}$
 D. $\frac{K_f g \Delta T_f}{1000G}$ E. $\frac{1000g \Delta T_f}{K_f G}$
23. 下列溶液能使红细胞发生溶血现象的是 ()
- A. $9.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液
 B. $50.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液
 C. $5.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液
 D. $12.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaHCO_3 溶液
 E. $9.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液和 $50.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液等体积混合
24. 质量浓度的单位是 ()
- A. $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ C. $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ E. $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$
25. $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaBr 溶液中, 离子强度 I 为 ()
- A. $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ C. $0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 D. $0.040 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ E. $0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
26. $1.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的葡萄糖溶液和 $1.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的蔗糖溶液用半透膜隔开, 会发生以下哪种现

D. $W_B = \frac{m_A}{m_A + m_B}$ E. $x_B = 1 - x_A$

35. 计算溶液的物质的量浓度的公式是()

36. 计算质量摩尔浓度的公式是()

A. $I = \frac{1}{2} \sum_i C_i Z_i^2$ (C_i 是离子浓度, Z_i 是该离子的电荷数)

B. $I = \sum_i C_i Z_i^2$

C. $I = C_i Z_i^2$

D. $a_i = \gamma_i C_i$

E. $a_i = C_i$

37. 计算强电解质溶液中离子强度 I 的公式是()

38. 计算强电解质溶液中离子活度 a 的公式是()

A. 离子对

B. 离子氛

C. 离子对与离子氛

D. $a_i = \gamma_i C_i$

E. $a_i = C_i$

39. 强电解质的表观电离度小于 100% 的原因是形成()

40. 计算强电解质溶液的活度 a 的公式是()

二、填空题

1. 从净结果看, 渗透现象总是由_____溶液向_____溶液渗透。
2. 稀溶液依数性的本质是_____ ; 产生渗透的基本条件是_____和_____。
3. $100\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的葡萄糖溶液为_____渗溶液, 当静脉滴注大量高渗溶液, 会引起_____。
4. 海水结冰的温度比纯水结冰的温度_____, 其温度改变值可用_____。
5. 强电解质的表观电离度小于 100% 的原因是溶液中形成_____。
6. 无限稀的强电解质溶液的活度就是_____。
7. 溶液的蒸气压比纯溶剂的_____, 溶液的沸点比纯溶剂的_____。
8. 稀溶液的依数性有_____, _____, _____和_____。

三、是非题

1. $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HAc 与 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 的氢离子浓度相等。()
2. 溶液中各溶质与溶剂的摩尔分数之和为 1。()
3. 强电解质在溶液中是完全电离的。()
4. 溶液的离子强度越大, 离子的活度也越大。()
5. 任何两种溶液用半透膜隔开, 都有渗透现象发生。()
6. 通常, 化学平衡常数 K 与浓度无关, 而与温度有关。()
7. 溶液的沸点是指溶液沸腾温度不变时的温度。()
8. 一般来说, 溶液中离子强度越大, 活度系数越小。()

9. 纯溶剂通过半透膜向溶液渗透的压力称为渗透压。()
10. 溶质的溶解过程是一个物理过程。()
11. 饱和溶液均为浓溶液。()
12. 国际单位制有7个基本单位。()
13. $0.15\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaCl}$ 溶液的沸点低于 $0.20\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖的沸点。()

四、简答题

1. 物质的量浓度与质量摩尔浓度的定义是什么? 各自的符号? 各自的单位?
2. 摩尔分数的定义? 代表符号? 单位? 溶液中各物质的摩尔分数之和为多少?
3. 活度的定义、符号及单位是什么? 它与离子的实际浓度 C_i 有何关系?
4. 何谓离子强度 I ? 影响它的因素有哪些? I 与离子的活度系数 γ_i 及离子的活度 a_i 的定性关系式是什么?
5. 德拜-休克尔强电解质溶液理论要点是什么?
6. 稀溶液的依数性包括哪些?
7. 试述饱和溶液、过饱和溶液、未饱和溶液的含义及特点。
8. 稀溶液的依数性有哪几个? 分别是什么? 写出它们的公式(或数学表达式)?

五、计算题

1. 已知 NaCl 的摩尔质量是 $58.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 若将 5.85gNaCl 溶于 100g 水中, 则此 NaCl 溶液的质量摩尔浓度为多少?
2. 计算质量分数为 37% , 密度为 $1.19\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的浓盐酸的物质的量浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)? (已知盐酸的摩尔质量是 $36.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
3. 市售浓硫酸的浓度为 $18.4\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 现需 1L $3.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的稀硫酸, 问需上述浓硫酸多少毫升?
4. 已知 NaCl 的摩尔质量是 $58.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, H_2O 的摩尔质量是 $18\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 如将 10gNaCl 和 90g 水配成溶液, 问该溶液中 NaCl 和 H_2O 的摩尔分数各为多少?
5. 计算 $0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{BaCl}_2$ 溶液的离子强度 I ?
6. 取 0.749g 谷氨酸溶于 50.0g 水中, 其凝固点降低 0.188K , 求谷氨酸的摩尔质量。(已知水的 $K_f = 1.86\text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$)
7. 烟草的有害成分尼古丁的实验式为 $\text{C}_5\text{H}_7\text{N}$, 今有 0.60g 尼古丁溶于 12.0g 水中, 所得溶液在 101.3kPa 下的沸点是 373.16K , 求尼古丁的化学式。
8. 在水中, 某蛋白质饱和溶液含溶质 $5.18\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, 293K 时其渗透压为 0.413kPa , 求此蛋白质的摩尔质量。
9. 测得人血浆的凝固点为 272.44K , 则血浆在 310K 时的渗透压为多少? (已知水的 $K_f = 1.86\text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$)

参 考 答 案

一、选择题

1. B 2. A 3. B 4. B 5. C 6. B 7. D 8. C 9. B 10. B
 11. B 12. E 13. D 14. A 15. C 16. A 17. A 18. A 19. A 20. C
 21. D 22. B 23. C 24. A 25. B 26. A 27. E 28. C 29. D 30. B
 31. D 32. B 33. C 34. A 35. A 36. B 37. A 38. D 39. C 40. D

二、填空题

1. 稀,浓 2. 溶液的蒸气压下降,半透膜的存在 半透膜两侧有浓度差(或膜两侧单位体积内溶剂分子不相等) 3. 高渗溶液,萎缩 4. 低, $\Delta T_f = K_f \cdot b_B$ 5. 离子氛和离子对
 6. 浓度 7. 低,高 8. 蒸气压下降,沸点升高,凝固点下降,渗透压

三、是非题

1. × 2. √ 3. √ 4. × 5. × 6. √ 7. × 8. √ 9. × 10. ×
 11. × 12. √ 13. ×

四、简答题

1. 答:(1) 物质的量浓度定义:每升溶液中所含溶质的摩尔数。或溶质的物质的量除以溶液的体积。用 C 表示;单位 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
 (2) 质量摩尔浓度的定义:每千克溶剂中所含溶质的摩尔数。或溶质的物质的量除以溶剂的质量。用 m_B 表示,单位 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。
2. 答:摩尔分数的定义:某物质的物质的量与混合物的总物质的量之比。符号: x , 单位:无,溶液中各物质的摩尔分数之和等于 1。
3. 答:活度的定义:电解质溶液中,实际上可起作用的离子浓度称有效浓度,也称活度。符号: a , 单位: $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 活度与离子浓度 C 的关系: $a_i = r_i C_i$, 其中 r_i 为活度系数
4. 答:(1) 离子强度的定义为 $I = \frac{1}{2} \sum C_i Z_i^2 (\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1})$ 。
 (2) 它反映了电解质溶液中离子相互牵制作用的大小。
 (3) 它仅与溶液中各离子的浓度 C_i 和电荷数 Z_i 有关。
 (4) 而与离子的本性无关。
 (5) 离子浓度越大,价数越高,离子强度 I 越大,离子间的牵制作用越强,离子的活度系数 γ_i 越小,离子的活度 a_i 越小,反之亦然。
5. 答:(1) 强电解质在水溶液中是完全电离的。
 (2) 离子间存在着相互作用的库仑力,相互作用的结果使溶液中形成离子氛与离子对(与离子的浓度和电荷有关),从而限制了离子完全独立自由的运动。
 (3) 使离子的有效浓度比实际浓度降低。因此使强电解质表观电离度 $< 100\%$ 。

6. 答:稀溶液的依数性包括:蒸气压下降、沸点升高、凝固点下降、渗透压。
7. 答:(1) 饱和溶液:在一定温度和压强下,达到溶解结晶平衡时的溶液就是饱和溶液。饱和溶液的特点:在饱和溶液中所加入的溶质不能继续溶解。已溶解的溶质也不会析出结晶。
- (2) 未(不)饱和溶液:在一定温度和压强下,小于该条件下饱和溶液浓度的溶液。不饱和溶液的特点:在不饱和溶液中所加入的溶质能继续溶解。
- (3) 过饱和溶液:在一定温度和压强下,大于该条件下的饱和溶液浓度的溶液。过饱和溶液的特点:是一个不稳定体系,在过饱和溶液中加入溶质后,已溶解的部分溶质会析出(产生沉淀)。
8. 答:有4个,分别是蒸气压下降,沸点升高,凝固点下降和渗透压。公式: $\Delta p \approx K_b b_B$; $\Delta T_b = K_b b_B$; $\Delta T = K_f b_B$; $\Pi = CRT$ 。

五、计算题

1. 解:
$$n_{\text{NaCl}} = \frac{5.85}{58.5} = 0.1 \text{ (mol)}, m_{\text{H}_2\text{O}} = 100 \times 10^{-3} = 0.1 \text{ (kg)}$$

$$m_{\text{NaCl}} = \frac{n_{\text{NaCl}}}{m_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{0.1}{0.1} = 1 \text{ (mol} \cdot \text{kg}^{-1}\text{)}$$

2. 解:浓盐酸的物质的量浓度为

$$C = \frac{1000 \times 1.19 \times 37\%}{36.5} = 12.06 \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{)}$$

3. 解:已知 $C_{\text{浓盐酸}} = 18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $C_{\text{稀硫酸}} = 3.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $V_{\text{稀硫酸}} = 1.0 \text{ L}$
设应取 $18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓硫酸 $x \text{ mL}$

则根据稀释公式

$$C_{\text{浓}} V_{\text{浓}} = C_{\text{稀}} V_{\text{稀}}$$

$$18.4 V_{\text{浓硫酸}} = 3.0 \times 1.0, V_{\text{浓硫酸}} = 0.163 \text{ (L)} = 163 \text{ (mL)}$$

4. 解:
$$n_{\text{NaCl}} = \frac{\text{质量}}{\text{摩尔质量}} = \frac{10}{58.5} = 0.17 \text{ (mol)}, n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{90}{18} = 5.0 \text{ (mol)}$$

NaCl 的摩尔分数

$$x_{\text{NaCl}} = \frac{0.17}{0.17 + 5.0} = 0.033$$

$$\text{H}_2\text{O 的摩尔分数 } x_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{5.0}{0.17 + 5.0} = 0.967 \text{ 或 } x_{\text{H}_2\text{O}} = 1 - 0.033 = 0.967$$

5. 解:
$$\text{BaCl}_2 = \text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^- [\text{Ba}^{2+}] = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, Z_{\text{Ba}^{2+}} = +2$$

$$[\text{Cl}^-] = 2 \times 0.01 = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, Z_{\text{Cl}^-} = -1$$

$$I = \frac{1}{2} \sum C_i Z_i^2 = \frac{1}{2} [0.01 \times 2^2 + 0.02 \times (-1)^2] = \frac{1}{2} (0.04 + 0.02) = 0.03 \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{)}$$

6. 解:设谷氨酸的摩尔质量为 M_B

已知:水的 $K_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$

由

$$\Delta T_f = K_f b_B = K_f m_B / m_A M_B$$

得

$$\begin{aligned} M_B &= K_f \cdot m_B / m_A \Delta T_f \\ &= (1.86 \text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.749 \text{g}) / (50 \text{g} \times 0.188 \text{K}) \\ &= 0.148 \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} = 148 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

7. 解:

$$\Delta T_b = K_b b_B = K_b \times \frac{m_B / M_B}{m_A / 1000}$$

$$M_B = \frac{K_b m_B}{\Delta T_b m_A / 1000} = \frac{0.512 \times 0.60}{(373.16 - 373.0) \times (12.0 / 1000)} = 160 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

答: 尼古丁的相对分子质量为 81, 因此尼古丁的化学式为 $\text{C}_{10}\text{H}_4\text{N}_2$.

8. 解:

$$\Pi = cRT = \frac{nRT}{V}$$

$$M_B = \frac{m_B RT}{\Pi V} = \frac{5.18 \times 8.314 \times 293}{0.413 \times 1.00} = 3.05 \times 10^4 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

9. 解:

\therefore 水的冰点为 273K

\therefore 血浆的冰点下降为

$$\Delta T_f = 273 - 272.44 = 0.56 \text{K}$$

$$\therefore \Delta T_f = K_f b_B$$

$$\therefore b_B = \frac{\Delta T_f}{K_f}$$

$$\Pi = b_B RT$$

$$\Pi = \frac{\Delta T_f RT}{K_f} = \frac{0.56 \times 8.314 \times 310}{1.86} = 776 (\text{kPa})$$

(海力菡·陶尔大洪)