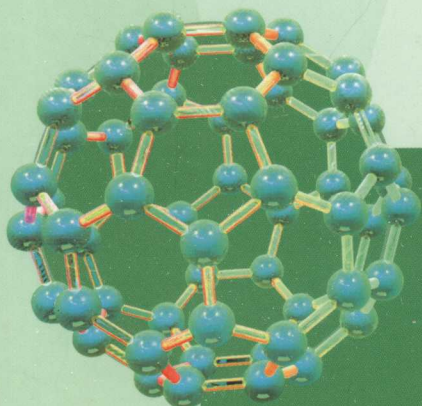




普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套参考书



基础化学习题解析

第三版

(供基础、预防、临床、口腔等医学类专业用)

主 编 张乐华 徐春祥

高等教育出版社

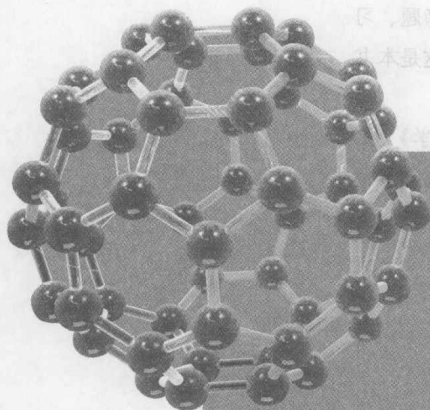
014036811

06-44

01-3



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



JICHU HUAXUE XITI JIEXI

基础化学习题解析

第三版

(供基础、预防、临床、口腔等医学类专业用)

主 编 张乐华 徐春祥

编 者 (按编写章节顺序排列)

卢博迪	严海英	张乐华	戴伯川
高 静	郭 玲	崔继文	陈正华
冯宁川	夏春辉	陈 彪	王美玲
孙体健	徐春祥		



06-44
01-3



北航

C1724910

高等教育出版社·北京

118880710

普通高等教育“十一五”国家级规划教材



内容简介

本书是徐春祥教授主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材《基础化学》(第三版)的配套教学参考书。

本书各章的顺序与教材完全一致,对教材中各章的全部思考题、习题进行了详细解答,并配套各章的单元测试题及其参考答案,这是本书的一大特色。

本书适用于高等医药院校医学各专业,特别是使用《基础化学》(第三版)的学校作为教学参考书,也适用于使用其他基础化学教材和无机化学教材的教师和学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学习题解析/张乐华,徐春祥主编. —3版.
—北京:高等教育出版社,2014.3
供基础、预防、临床、口腔等医学类专业用
ISBN 978-7-04-030942-3

I. ①基… II. ①张…②徐… III. ①化学-高等学校-题解 IV. ①O6-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第020192号

策划编辑 周岳峰 责任编辑 周岳峰 封面设计 姜磊 版式设计 余杨
插图绘制 尹莉 责任校对 王雨 责任印制 刘思涵

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街4号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京明月印务有限责任公司		http://www.landaco.com.cn
开 本	787mm×960mm 1/16	版 次	2003年6月第1版
印 张	29		2014年3月第3版
字 数	540千字	印 次	2014年3月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	39.00元
咨询电话	400-810-0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 30942-00

京北·11

第三版前言

本书是徐春祥教授主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材《基础化学》(第三版)的配套教学参考书,也可以作为其他版本的基础化学教材和无机化学教材的教学参考书。编写本书的目的是培养学生掌握正确的解题思路,提高学生分析问题和解决问题的能力。

学生对思考题深入思考,不仅能深入地理解和牢固地掌握基本概念,还能提高学生分析问题和解决实际问题的能力,也十分有利于学生的创新能力的培养。我们认为在基础化学教学中,思考题应该占据比较重要的地位。

本书各章的顺序与教材完全一致,对教材各章的全部思考题、习题进行了详细解答,并配套各章的单元测试题及其参考答案,这是本书的一大特色。

本书由哈尔滨医科大学张乐华教授和徐春祥教授主编。参加本书修订的人员有南京师范大学教师教育学院卢博迪(第一章)、宁夏大学严海英(第二章)、哈尔滨医科大学张乐华(第三章)、福建医科大学戴伯川(第四章)、牡丹江医学院高静(第五章)、海南医学院郭玲(第六章)、佳木斯大学崔继文(第七章)、天津医科大学陈正华(第八章)、宁夏医学院冯宁川(第九章)、齐齐哈尔医学院夏春辉(第十章)、北华大学陈彪(第十一章)、内蒙古医学院王美玲(第十二章)、山西医科大学孙体健(第十三章)。

本书的修订得到高等教育出版社周岳峰编辑的大力支持,提出了极为宝贵的编写建议,在此表示诚恳的谢意。

由于习题解答的复查和校对工作量很大,虽然尽了最大努力来避免错误,但限于编者水平所限,书中错误和不当之处在所难免,恳请使用本书的教师和同学们批评指正。

编者

2013年8月

第二版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材《基础化学》(第二版)(徐春祥主编)的配套教学参考书,也可作为其他版本《基础化学》教材的参考书。

本书第一版出版以来,受到广大读者的欢迎。近几年来,随着高等医学教育事业的飞速发展,医学基础化学教材和教学内容发生了很大变化,为了适应教材的变化和教学内容的改革,满足广大读者学习基础化学的需要,在保持原书基本框架不变的基础上进行了修订。

本次修订的原则,一是保持第一版解答详细的特点,将第二版教材中的所有问题都进行了解答;二是修改和增加了部分习题;三是改正了一些错误和不妥之处。

本书由哈尔滨医科大学张乐华、徐春祥主编。参加本书修订的有大连医科大学燕小梅(第一章)、哈尔滨学院孙振海(第二章、基础化学水平测试题二)、哈尔滨医科大学张乐华(第三章)、福建医科大学戴伯川(第四章)、首都医科大学张锦楠(第五章)、海南医学院郭玲(第六章)、中国医科大学韩君君(第七章)、天津医科大学陈正华(第八章)、宁夏医学院冯宁川(第九章)、武汉大学田秋霖(第十章)、牡丹江医学院田语琳(第十一章)、贵阳医学院席晓岚(第十二章)、山西医科大学孙体健(第十三章)、哈尔滨医科大学徐春祥(基础化学水平测试题一)、北华大学陈彪(基础化学水平测试题三)、齐齐哈尔医学院刘亚琴(基础化学水平测试题四)、天津医科大学曹海燕(基础化学水平测试题五)、中国医科大学李栢林(基础化学水平测试题六)、大连医科大学刘有训(基础化学水平测试题七)、西安交通大学慕慧(基础化学水平测试题八)、兰州大学武世界(基础化学水平测试题九)、安徽医科大学顾志红(基础化学水平测试题十)。

在本书的编写和修订过程中,得到了高等教育出版社郭新华编辑的指导和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中错误和不当之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2007年12月

第一版前言

本书是为配合普通高等教育“十五”国家级规划教材《基础化学》(徐春祥主编)而编写的教学参考书。全书的编排顺序与《基础化学》相同,各章由教学基本要求、本章要点和习题解答三个部分组成:

(1) 教学基本要求:概括说明各章应学习的内容。

(2) 本章要点:依据教材的基本内容,简明阐述各章的要点,给出各章应掌握的基本概念、定义、重要定理和常用公式。

(3) 习题解答:依据徐春祥主编的《基础化学》教材,将各章中所有习题都进行了解答。通过解题分析,培养学生应用化学知识解决实际问题的能力。

为了方便教师考试出题和学生复习考试,本书还精心编写了十套基础化学水平测试题。所有测试题均给出答案,可供学生练习时参考。

本书由哈尔滨医科大学徐春祥主编,张乐华为副主编。参加本书编写的有大连医科大学刘有训(第一章),北华大学陈彪(第二章),张乐华(第三章),福建医科大学戴伯川(第四章),首都医科大学赵光(第五章),中山大学罗一帆(第六章),中国医科大学路生满(第七章),天津医科大学陈正华(第八章),上海第二医科大学邓克敏(第九章),武汉大学张瑞(第十章),吉林大学王宝珍(第十一章),中南大学何跃武(第十二章),山西医科大学曹晓峰(第十三章),北京大学刘湘陶(基础化学水平测试题(一)),华中科技大学冯清(基础化学水平测试题(二)),西安交通大学慕慧(基础化学水平测试题(三)),海南医学院郭玲(基础化学水平测试题(四)),兰州医学院武世界(基础化学水平测试题(五)),宁夏医学院许红平、张娟(基础化学水平测试题(六)),四川大学骆鑫、刘娅(基础化学水平测试题(七)),安徽医科大学顾志红(基础化学水平测试题(八)),昆明医学院宋一林(基础化学水平测试题(九)),哈尔滨医科大学徐春祥(基础化学水平测试题(十))。

在本书的编写过程中,得到了高等教育出版社岳延陆编审的多方指导和帮助,在此表示深深的谢意。

由于编者水平所限,书中错误和不当之处在所难免。恳请使用本书的教师、同学们批评指正。

编者

2003年1月

目 录

第一章 气体、溶液和胶体分散系	1
思考题解答	1
习题解答	11
单元测试题	20
单元测试题参考答案	28
第二章 化学热力学基础	33
思考题解答	33
习题解答	40
单元测试题	55
单元测试题参考答案	72
第三章 化学平衡	78
思考题解答	78
习题解答	84
单元测试题	97
单元测试题参考答案	108
第四章 化学反应速率	115
思考题解答	115
习题解答	124
单元测试题	137
单元测试题参考答案	150
第五章 酸碱解离平衡	155
思考题解答	155
习题解答	159
单元测试题	176
单元测试题参考答案	184
第六章 难溶强电解质的沉淀-溶解平衡	190
思考题解答	190
习题解答	194
单元测试题	204



	单元测试题参考答案	211
第七章	氧化还原反应与电极电势	215
	思考题解答	215
	习题解答	224
	单元测试题	239
	单元测试题参考答案	252
第八章	原子结构与元素周期律	258
	思考题解答	258
	习题解答	267
	单元测试题	276
	单元测试题参考答案	285
第九章	分子结构	287
	思考题解答	287
	习题解答	296
	单元测试题	305
	单元测试题参考答案	315
第十章	配位化合物	318
	思考题解答	318
	习题解答	326
	单元测试题	340
	单元测试题参考答案	351
第十一章	定量分析中的误差与有效数字	358
	思考题解答	358
	习题解答	360
	单元测试题	369
	单元测试题参考答案	377
第十二章	滴定分析法	381
	思考题解答	381
	习题解答	392
	单元测试题	409
	单元测试题参考答案	423
第十三章	吸光光度法	430
	思考题解答	430
	习题解答	432
	单元测试题	440
	单元测试题参考答案	448



第一章 气体、溶液和胶体分散系

思考题解答

1. 当分散介质为液体时,按分散相粒子直径的大小进行分类,分散系可分为几种类型?

答:当分散介质(分散剂)为液体时,按分散相(分散质)粒子的直径大小进行分类,分散系可以分为粗分散系、胶体分散系和分子(离子)分散系三种类型。

当分散相粒子的直径大于 100 nm 时,分散系属于粗分散系。粗分散系包括悬浊液和乳浊液。悬浊液是固体小颗粒分散在液体中形成的粗分散系;乳浊液是液体的小液滴分散在另一种液体中所形成的粗分散系。

当分散相粒子的直径在 1~100 nm 之间时,分散系属于胶体分散系。胶体分散系包括溶胶和高分子化合物溶液。溶胶的分散相粒子是由许多小分子或小离子聚集而成,是高度分散的非均相系统,非常不稳定;高分子化合物溶液的分散相粒子是单个的大分子或大离子,是均相系统,非常稳定。

当分散相粒子的直径小于 1 nm 时,分散系属于分子分散系。分子分散系也称溶液,是分散相粒子以小分子或小离子分散在分散介质中形成的均匀的、稳定的分散系。

2. 如何使一个尚未破裂而被打瘪的乒乓球恢复原状? 采用了什么原理?

答:将尚未破裂而被打瘪的乒乓球放入热水中,可使乒乓球恢复原状。上述处理过程采用了查理定律,即一定量气体的体积在等压条件下与热力学温度成正比。当把乒乓球放入热水中时,由于热力学温度升高,则乒乓球内气体所占的体积也随之增大,可使乒乓球恢复原状。

3. 在正常大气压强下将沸腾的开水迅速倒入保温瓶中,当体积达保温瓶容积的约 70% 时迅速塞上软木塞防止漏气,然后松开手,请估计会发生什么现象?

答:软木塞会迅速向上崩出。这是因为热水在保温瓶内迅速蒸发且瓶内空气的分压随热力学温度升高而增大,当保温瓶内热水的蒸气压和空气的分压之和足以克服软木塞的阻力及大气的压力时,软木塞就会向上崩出。

4. 什么叫理想气体? 实际气体在什么情况下接近理想气体?

答:分子之间没有相互作用力、分子本身不占有体积的气体称为理想气体。实际上理想气体并不存在,真实气体在其压力趋近于零时接近理想气体。



5. 在混合气体中,组分气体 B 的分压 $p_B = \frac{n_B RT}{V_B}$,此计算公式是否正确?为什么?

答:上述组分气体 B 的分压的计算公式不正确。道尔顿分压定律指出,在理想气体混合物中,某一组分气体 B 的分压等于该组分气体 B 在相同温度下单独占有混合气体的总体积时所产生的压力。根据道尔顿分压定律,混合气体中组分 B 的分压的计算公式为

$$p_B = \frac{n_B RT}{V}$$

6. 什么是理想气体状态方程式?应用时应注意什么?

答:表明理想气体的体积、压力、热力学温度和物质的量四个物理量之间定量关系的数学方程式称为理想气体状态方程式,其数学表达式为

$$pV = nRT$$

应用上述状态方程式时应注意只适用于理想气体。但在计算的准确度要求不太高时,也可把此状态方程式应用于较高温度和较低压力下的实际气体,这样既可以简化计算过程,又不致引入较大的误差。

7. 判断下列说法是否正确:

- (1) 一定量气体的体积与温度成正比;
- (2) 1 mol 任何气体的体积都是 22.4 L;
- (3) 混合气体中,组分气体的体积分数与其摩尔分数相等;
- (4) 对于一定量的混合气体,当体积变化时,各组分气体的物质的量也发生变化。

答:(1) 说法不正确。由理想气体的状态方程式可得

$$V = \frac{nRT}{p}$$

由上式可知,一定量的理想气体只有在压力一定时,其体积才与热力学温度成正比。

(2) 说法不正确。1 mol 气体的体积只有在标准状况下才约为 22.4 L。

(3) 说法正确。混合气体中某一组分气体 B 的分体积和混合气体的总体积分别为

$$V_B = \frac{n_B RT}{p}$$

$$V = \frac{nRT}{p}$$



以上两式相除得

$$\frac{V_B}{V} = \frac{n_B}{n}$$

由上式可得

$$\varphi_B = x_B$$

(4) 说法不正确。由理想气体状态方程式可得

$$p = \frac{nRT}{V}$$

对于一定量的混合气体(n 一定),当温度不变而体积发生变化时,只有气体的压力随体积的变化而发生改变。由于混合气体中各组分气体没有发生化学反应,因此当混合气体的体积发生变化时,各组分气体的物质的量不发生变化。

8. 试回答下列问题:

(1) 一定量的混合气体在恒压下温度发生变化时,各组分气体的体积分数是否发生变化?

(2) 一定量的混合气体在恒温下压力发生变化时,各组分气体的分压是否发生变化?

(3) 一定量的混合气体在恒温下体积发生变化时,各组分气体的摩尔分数是否发生变化?

答:(1) 各组分气体的体积分数不发生变化。由 $pV=nRT$ 和 $pV_B=n_BRT$ 得

$$\frac{V_B}{V} = \frac{n_B}{n}$$

由上式可得

$$\varphi_B = \frac{n_B}{n} = x_B$$

由于温度变化时, n_B 和 n 均不发生变化,因此 φ_B 也不发生变化。

(2) 各组分的分压发生变化。根据 $p_B V = n_B RT$ 和 $pV = nRT$, 在恒温下压力发生变化时,两式相除得

$$p_B = \frac{n_B p}{n}$$

当温度变化时, n_B 和 n 不发生变化,但 p 发生变化时, p_B 也发生变化。由上式可知,温度发生变化时各组分的分压随之发生变化。

(3) 各组分的摩尔分数不发生变化。组分 B 的摩尔分数 $x_B = \frac{n_B}{n}$, 对于一定



量的混合气体, n_B 和 n 均为一定值, 当不发生化学反应时, n_B 和 n 均不发生变化, 因此在恒温下混合气体的体积变化时, x_B 并不发生变化。

9. 什么叫水的饱和蒸气压? 温度对水的饱和蒸气压有何影响? 为什么?

答: 在一定温度下, 将纯水放入一个真空的密闭容器中, 当水的蒸发速率与水蒸气的凝聚速率相等时, 水面上方的水蒸气称为饱和水蒸气, 饱和水蒸气所产生的压力称为水的饱和蒸气压, 简称为水的蒸气压。温度对水的饱和蒸气压有影响, 当温度升高时, 水的饱和蒸气压增大。这是因为水的蒸发是一个吸热过程, 温度升高时, 水面上方单位体积内的水蒸气的数目增多, 因此水的饱和蒸气压增大。

10. 什么叫液体的沸点? 大气压力对液体的沸点有何影响?

答: 液体的蒸气压随温度的升高而增大, 当液体的蒸气压增大到与外界大气压力相等时所对应的温度, 称为该液体的沸点。液体的沸点与外界大气压力有关, 外界大气的压力越大, 液体的沸点就越高; 外界大气的压力越小, 液体的沸点就越低。

11. 液体的蒸发与沸腾有何不同?

答: 液体的蒸发是指只发生在液体表面上的汽化现象。而液体的沸腾是在液体表面和液体内部同时发生汽化现象。

12. 水在 $105\text{ }^\circ\text{C}$ 沸腾时的压力与正常大气压力相比较有何不同?

答: 当水的饱和蒸气压与外界大气的压力相等时, 水开始沸腾, 此时的温度称为水的沸点。水的正常沸点为 $100\text{ }^\circ\text{C}$, 此时水的饱和蒸气压为 101.3 kPa , 外界大气的压力也为 101.3 kPa 。由于水的饱和蒸气压随温度的升高而增大, 显然水在沸腾时的温度越高, 水的饱和蒸气压就越大, 外界大气的压力也就越大。因此, 水在 $105\text{ }^\circ\text{C}$ 沸腾时的大气压力比正常大气压力 (101.3 kPa) 略大。

13. 纯溶剂的蒸气压与溶液的蒸气压有何区别?

答: 纯溶剂的蒸气压与溶液的蒸气压不同。纯溶剂的蒸气压等于纯溶剂的饱和蒸气压, 而溶液的蒸气压等于溶液中溶剂的蒸气压与溶质的蒸气压之和。难挥发的非电解质稀溶液的蒸气压等于溶液中溶剂的蒸气压。难挥发非电解质稀溶液中除了含有溶剂分子外, 还含有溶质分子, 但难挥发非电解质很难汽化为蒸气分子, 而仅仅是溶剂汽化为蒸气分子。与纯溶剂相比, 单位体积的难挥发非电解质稀溶液中所含的溶剂分子较少, 因而单位时间内变为蒸气的溶剂分子也随之减少。当蒸发速率与凝聚速率相等时, 单位体积的溶液气相中的溶剂分子数必然少于纯溶剂气相中的分子数, 因此在相同温度下纯溶剂的蒸气压总是大于难挥发非电解质稀溶液的蒸气压。

难挥发非电解质稀溶液的蒸气压 p_A 与纯溶剂的饱和蒸气压 p_A^* 之间的定量关系符合拉乌尔定律, 在一定温度下二者之间的关系为



$$p_A = p_A^* x_A$$

14. 为什么讨论稀溶液的依数性时,要把溶质限定为难挥发非电解质?

答:在讨论稀溶液的依数性时,为了使稀溶液的依数性与稀溶液组成之间的关系简单化,能用简单的公式把稀溶液的依数性之间定量地联系起来,所以将溶质限定为难挥发非电解质。

如果溶质是易挥发的非电解质或电解质,溶质对稀溶液的依数性的影响比较复杂,下面分别进行讨论。

(1) 当溶质是易挥发的非电解质时

如果在某溶剂中溶解一些易挥发的非电解质溶质时,由于溶质的蒸气压大于纯溶剂的蒸气压,在一定温度下稀溶液的蒸气压就会大于纯溶剂的蒸气压,所以稀溶液的蒸气压不是下降而是增大了。由于易挥发非电解质稀溶液的蒸气压比纯溶剂的蒸气压增大了,因此易挥发非电解质稀溶液的沸点低于纯溶剂的沸点。而稀溶液的凝固点是指溶剂的固相的蒸气压与稀溶液中溶剂的蒸气压相等时的温度,不管溶质是难挥发的非电解质或易挥发的非电解质,都会使稀溶液中溶剂的蒸气压减小,所以非电解质稀溶液的凝固点总是低于纯溶剂的凝固点。对于稀溶液的渗透压力,如果半透膜只允许溶剂分子通过,则稀溶液的渗透压力只取决于非电解质稀溶液的浓度,而非电解质的挥发难易程度无关。

(2) 当溶质为电解质时

电解质在水中能解离出阳离子和阴离子,使稀溶液中溶质的微粒数目增多,导致利用计算公式计算出的稀溶液的依数性与实验测定值之间存在着很大的误差,稀溶液的依数性计算公式对于电解质并不适用。

15. 难挥发非电解质的稀溶液在不断的沸腾过程中,它的沸点是否恒定?

答:难挥发非电解质的稀溶液在不断沸腾过程中,随着溶剂水的汽化,稀溶液中难挥发非电解质的浓度也随之增大,因此难挥发非电解质稀溶液的沸点也逐渐升高,其沸点不是恒定不变的。

16. 把一小块冰放在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水中,另一小块冰放在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 盐水中,各有什么现象发生? 为什么?

答:放在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水中的冰块不会融化,可以与水共存;而放在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 盐水中的冰块不能与盐水共存,冰块将融化在盐水中。这是因为水的凝固点是 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$,在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时冰与水可以共存;但由于盐水的凝固点低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$,在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时冰与水不能共存,冰将融化为水,只有当温度降低到低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的某一数值时,冰与水才能共存,此温度即为盐水的熔点。

17. 在一密闭容器内,放有半杯纯水和半杯糖水,长时间放置会出现什么现象? 为什么?



答：长时间放置后，纯水可以完全转移到糖水中。这是因为纯水的蒸气压比糖水的蒸气压高，在同一温度下密闭容器内的水蒸气对纯水来说是饱和的，而对糖水来说是过饱和的，因此水蒸气必然在糖水表面凝聚为水，当长时间放置时纯水可以完全转移到糖水中。

18. 取相同质量的果糖($C_6H_{12}O_6$)和蔗糖($C_{12}H_{22}O_{11}$)分别溶于等体积的水中形成稀溶液。两种稀溶液的凝固点都在 $0\text{ }^\circ\text{C}$ 以下，且果糖稀溶液的凝固点比蔗糖稀溶液的凝固点低。这是为什么？

答：在难挥发非电解质稀溶液中，溶液的凝固点降低与溶质 B 的质量摩尔浓度成正比。由于蔗糖的摩尔质量大于果糖的摩尔质量，因此将相同质量的果糖和蔗糖分别溶于等质量的水中配制成稀溶液时，果糖的质量摩尔浓度大于蔗糖的质量摩尔浓度，由稀溶液的凝固点降低 $\Delta T_f = k_f b_B$ ，可知果糖稀溶液和蔗糖稀溶液的凝固点均低于 $0\text{ }^\circ\text{C}$ ，且果糖稀溶液的凝固点比蔗糖稀溶液的凝固点更低。

19. 正常人体温为 $37\text{ }^\circ\text{C}$ ，血液的渗透压力在 $700\sim 800\text{ kPa}$ ，用于人体静脉输液的生理盐水的质量浓度为 $9\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ，葡萄糖溶液的质量浓度为 $50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。这是为什么？

答：为了避免渗透现象的发生，用于人体静脉输液的生理盐水和葡萄糖溶液的渗透浓度必须与正常人血液的渗透浓度相等，这样才能使红细胞发挥正常的生理功能。正常人血液的渗透浓度为 $c_{\text{os,血}} = \Pi/RT$ ，当血液的渗透压力分别为 700 kPa 和 800 kPa 时，血液的渗透浓度分别为

$$\begin{aligned} c_{\text{os,血}} &= \Pi_2/RT \sim \Pi_1/RT \\ &= \frac{700 \times 10^3 \text{ Pa}}{8.314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \times 310 \text{ K}} \sim \frac{800 \times 10^3 \text{ Pa}}{8.314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \times 310 \text{ K}} \\ &= 272 \sim 310 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1} \end{aligned}$$

$9\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 生理盐水和 $50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 葡萄糖水溶液的渗透浓度分别为

$$c_{\text{os}}(\text{NaCl}) = \frac{2 \times 9 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}}{58.5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 308 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$c_{\text{os}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{50 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}}{180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 278 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$$

它们都是与正常人血液的渗透压力相等的溶液，输入血管中不会影响红细胞的生理功能。因此在给患者大量输液时使用的生理盐水的质量浓度为 $9\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ，而使用的葡萄糖溶液的质量浓度为 $50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

20. 一由两种组分组成的溶液，若用 x_B 代表 B 的摩尔分数， b_B 代表溶质 B 的质量摩尔浓度， c_B 代表 B 的浓度。



(1) 试证明这三种组成表示方法之间有如下的关系

$$x_B = \frac{c_B M_A}{\rho - c_B (M_B - M_A)} = \frac{b_B M_A}{1.0 + b_B M_A}$$

式中, ρ 为溶液的密度, M_A 和 M_B 分别为溶剂 A 和溶质 B 的摩尔质量。

(2) 证明当溶液很稀时, 有如下的关系

$$x_B = \frac{c_B M_A}{\rho_A} = b_B M_A$$

式中, ρ_A 为溶剂 A 的密度。

(3) 说明为什么 B 的摩尔分数和溶质 B 的质量摩尔浓度与温度无关, 而 B 的浓度却与温度有关?

证明: (1) 由摩尔分数定义

$$\begin{aligned} x_B &= \frac{n_B}{n_B + n_A} = \frac{c_B V_{\text{溶液}}}{c_B V_{\text{溶液}} + (V_{\text{溶液}} \rho - c_B V_{\text{溶液}} M_B) / M_A} \\ &= \frac{c_B}{c_B + (\rho - c_B M_B) / M_A} = \frac{c_B M_A}{c_B M_A + \rho - c_B M_B} = \frac{c_B M_A}{\rho - c_B (M_B - M_A)} \end{aligned}$$

$$x_B = \frac{n_B}{n_B + n_A} = \frac{n_B / m_A}{\frac{n_B}{m_A} + \frac{n_A}{m_A}} = \frac{b_B}{b_B + \frac{1}{M_A}} = \frac{b_B M_A}{1 + b_B M_A}$$

(2) 当溶液很稀时, $c_B \rightarrow 0$, $\rho \rightarrow \rho_A$, $b_B \rightarrow 0$ 。则有

$$x_B = \frac{c_B M_A}{\rho - c_B (M_B - M_A)} = \frac{c_B M_A}{\rho_A}$$

$$x_B = \frac{b_B M_A}{1 + b_B M_A} = b_B M_A$$

(3) 由于质量和摩尔质量均与温度无关, 因此物质的量也与温度无关, 所以 $\frac{dx}{dT} = 0$, $\frac{db}{dT} = 0$, 即 b 和 x 均与温度无关。但由于溶液的体积与温度有关, 当温度升高时, 溶液的体积增大, 所以 B 的浓度与温度有关, 即 $\frac{dc}{dT} \neq 0$ 。

21. 为什么正常情况下, 植物的茎、叶、花瓣等具有一定的弹性? 为什么施肥过多植物会枯死?

答: 在正常情况下, 土壤溶液的渗透压力小于植物的细胞内液的渗透压力, 土壤中的水分会通过植物的细胞膜进入细胞内, 使植物的茎、叶和花瓣等的细胞膨胀, 从而使植物的茎、叶、花瓣等具有一定的弹性。当土壤中施肥过多时, 土壤溶液的渗透压力增大, 大于植物细胞内液的渗透压力, 植物细胞内的水分子会通



过细胞膜向土壤中渗透,导致植物细胞发生皱缩,失去生理功能而使植物枯死。

22. 为什么海水鱼不能生活在淡水中?

答: 由于海水中溶有大量电解质,因此海水的渗透压力大于淡水的渗透压力,导致海水鱼体细胞内液的渗透压力大于淡水的渗透压力。若将海水鱼放在淡水中,由于淡水的渗透压力小于海水鱼细胞内液的渗透压力,淡水中的水分子会通过海水鱼细胞膜进入海水鱼细胞内,以致使海水鱼的细胞胀破,使海水鱼细胞失去生理功能而死亡,因此海水鱼不能生活在淡水中。

23. 什么叫做渗透现象? 产生渗透现象的条件是什么?

答: 用只允许溶剂分子透过而溶质分子或离子不能透过的半透膜将纯溶剂与稀溶液隔开,或用半透膜将两种渗透浓度不同的稀溶液隔开时,溶剂分子透过半透膜从纯溶剂进入稀溶液,或溶剂分子从渗透浓度较小的稀溶液进入渗透浓度较大的稀溶液的过程称为渗透现象。

产生渗透现象必须具备两个条件,一是有半透膜存在;二是半透膜隔开的是纯溶剂与稀溶液,或隔开的是渗透浓度不同的两种稀溶液。

24. 丁铎尔现象的实质是什么? 为什么溶胶会产生丁铎尔现象?

答: 在暗室中用一束聚焦的光照射溶胶,在与入射光垂直的方向上可以观察到一个圆锥形光柱,这种现象就称为丁铎尔现象。

丁铎尔现象的实质是溶胶的分散相粒子对可见光的散射作用。溶胶的分散相粒子的直径小于可见光的波长时,当可见光照射到溶胶的分散相粒子上就会发生散射作用而产生丁铎尔现象。

25. 为什么晴朗的天空呈蓝色,而旭日及夕阳时的天空呈橙红色?

答: 分散在大气层中的烟、雾、灰尘等微粒的直径在 $1\sim 100\text{ nm}$,它们与空气形成气溶胶。当包括各种波长单色光的太阳光照射到大气层时,由于气溶胶的分散相粒子的直径小于可见光的波长,因此气溶胶对可见光产生散射作用。根据瑞利公式可知,产生的散射光的强度与入射光的波长的四次方成反比,因此溶胶的分散相粒子对可见光中波长较短的蓝光的散射作用较强,而对波长较长的红光和橙光的散射作用较弱。人们在白天晴朗的天空中观察到的是色散光的颜色,由于色散光中蓝光的强度较大,因此观察到晴朗天空呈蓝色。而在旭日或夕阳下,太阳光几乎与人在同一水平线上,此时人们观察到的是透射光的颜色,由于溶胶的分散相粒子对波长较长的红光和橙光的散射作用较弱,故透射光中红光和橙光的强度较大,因此此时天空呈现橙红色。

26. 当一束聚焦光通过溶胶时,站在与光线垂直方向观察的同学看到光柱的颜色是淡蓝色,而站在入射光 180° 方向观察的同学看到的是橙红色。这是为什么?

答: 溶胶的分散相粒子对可见光中波长较短的蓝光的散射作用较强,因此



色散光中蓝光的强度较大。而溶胶的分散相粒子对可见光中波长较长的红光和橙光的散射作用较弱,因此透射光中红光和橙光的强度较大。当用一束聚焦的白光照射溶胶时,站在与入射光垂直方向观察的同学看到的是散射光的颜色,由于散射光中蓝光的强度较大,因此看到的光柱的颜色是淡蓝色的。而站在与入射光 180° 方向观察的同学看到的是透射光的颜色,由于透射光中红光和橙光的强度较大,因此看到的光的颜色是橙红色的。

27. 为什么危险信号灯用红灯? 为什么车辆在雾天行驶时使用的雾灯规定用黄灯?

答: 空气与分散在其中的烟、雾、灰尘等微粒形成气溶胶。由于气溶胶的分散相粒子对波长较长的红光和黄光的散射作用较弱,因此它们的透射能力较强,容易被人们观察到(此时人们观察到的是透射光的颜色)。这就是危险讯号采用红灯,雾灯采用黄灯的原因。

28. 溶胶是热力学不稳定系统,但它在相当长的时间内可以稳定存在,其主要原因是什么?

答: 溶胶是热力学不稳定系统,但能在很长时间内相对稳定存在,而不发生聚沉,其原因是胶粒带有电荷、胶粒的溶剂化作用和胶粒的布朗运动。

同一种溶胶的胶粒带有相同的电荷,由于胶粒之间的排斥作用使胶粒很难聚集变大而发生聚沉。胶粒带有电荷是大多数溶胶能相对稳定存在的主要原因。

由于胶粒的周围离子发生溶剂化而在胶粒外面形成具有一定弹性的溶剂化膜,增大了胶粒相互接近时的机械阻力,使胶粒较难因碰撞聚集变大而聚沉。胶粒的溶剂化膜越厚,溶胶就越稳定。

溶胶的分散相粒子的布朗运动较剧烈,能克服重力引起的沉降作用而不产生聚沉。

29. 简述明矾净水的原理。

答: 浑浊的水中主要是含有 SiO_2 溶胶和一些固体小颗粒,通常 SiO_2 溶胶的胶粒是带负电荷的。在水中加入明矾后,明矾解离出来的 Al^{3+} 发生水解生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 溶胶,其胶粒带正电荷。由于 SiO_2 负溶胶与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 正溶胶的胶粒相互中和而产生聚沉,而聚沉所产生的絮状沉淀物又可将一些固体小颗粒裹住一起下沉,这样就可达到净水目的。

30. 将 NaCl 稀溶液和 AgNO_3 稀溶液混合制备 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所制得 AgCl 溶胶的胶团结构简式。胶核吸附离子时有何规律?

答: 胶核吸附离子时,与胶核具有相同或相似组成的离子优先被吸附。

将 NaCl 稀溶液与 AgNO_3 稀溶液混合制备 AgCl 溶胶,当 NaCl 稀溶液过量

