



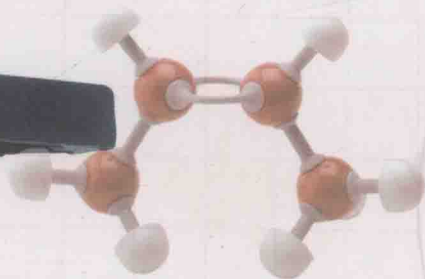
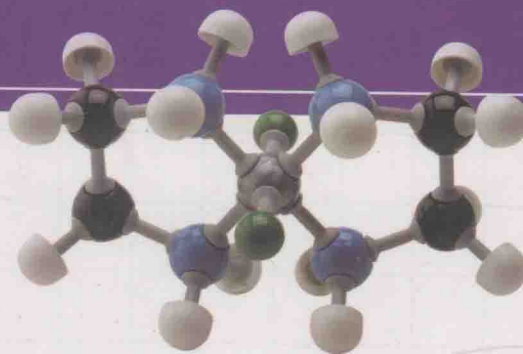
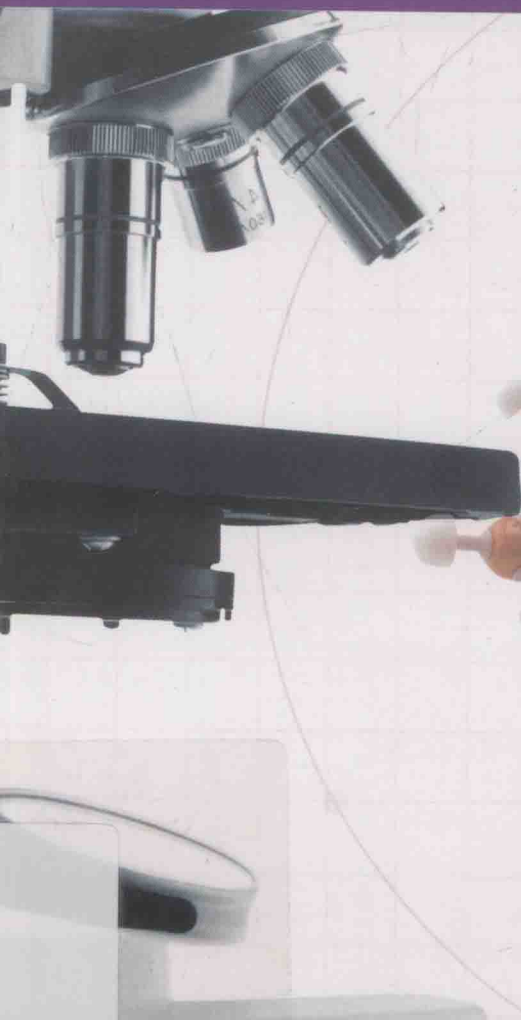
普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套参考书



高等学校理工类课程学习辅导丛书

医学化学 学习指导 (第三版)

主 编 徐春祥 陈 彪
副主编 范 琦 冯宁川



高等教育出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套参考书

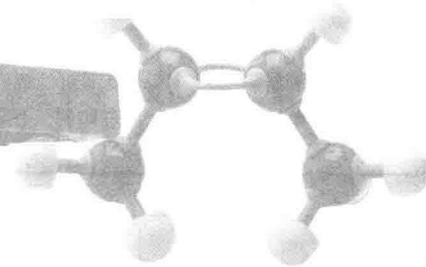
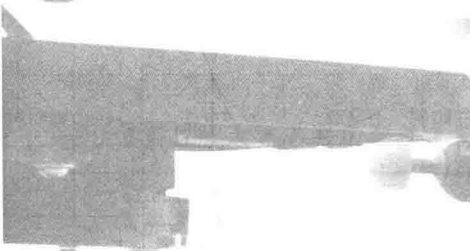
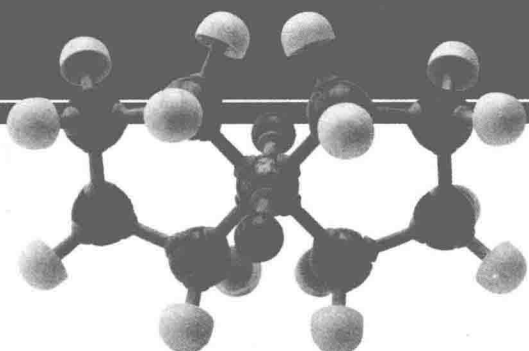
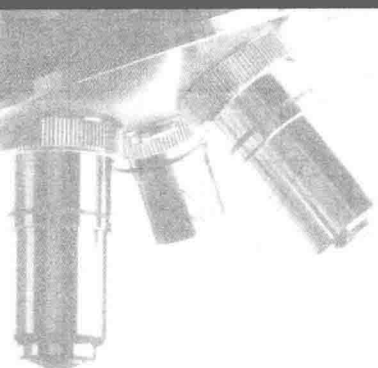


高等学校理工类课程学习辅导丛书

医学化学 学习指导 (第三版)

YIXUE HUAXUE XUEXI ZHIDAO

主 编 徐春祥 陈 彪
副主编 范 琦 冯宁川



高等教育出版社·北京

内容简介

《医学化学学习指导》(第三版)是为了配合徐春祥、陈彪主编的《医学化学》(第三版)而编写的教学参考书。

全书按《医学化学》(第三版)的顺序编排,每章由思考题和习题解答、单元测试题、单元测试题参考答案三部分组成。本书将《医学化学》(第三版)一书中的所有思考题和习题都进行了详细解答。为了方便教师考试出题和学生复习考试,本书每章还精心编写了单元测试题,全部单元测试题均给出参考答案。

本书可供高等医药院校医学类各专业本科学生使用,也可供医学类各专业专科学生和成人专科学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

医学化学学习指导 / 徐春祥, 陈彪主编. -- 3 版.

-- 北京: 高等教育出版社, 2014. 12

(高等学校理工类课程学习辅导丛书)

ISBN 978-7-04-041253-6

I. ①医… II. ①徐… ②陈… 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(2014)第 240333 号

策划编辑 郭新华	责任编辑 郭新华	封面设计 赵阳	版式设计 马敬茹
插图绘制 郝林	责任校对 胡美萍	责任印制 毛斯璐	

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.landraco.com
印 刷	国防工业出版社印刷厂		http://www.landraco.com.cn
开 本	787mm × 960mm 1/16	版 次	2004 年 7 月第 1 版
印 张	30.75		2014 年 12 月第 3 版
字 数	580 千字	印 次	2014 年 12 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	41.30 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 41253-00

第三版前言

《医学化学学习指导》(第三版)是普通高等教育“十一五”国家级规划教材《医学化学》(第三版)(徐春祥、陈彪主编)的配套教学参考书。

《医学化学学习指导》(第二版)出版后,受到广大高等医药院校师生的欢迎。为了适应《医学化学》(第三版)内容的修订,满足广大师生学习医学化学的需要,我们对《医学化学学习指导》(第二版)进行了修订。本次修订的原则,一是保持第二版解答详细的特点,将教材中的所有习题都逐题进行了解答;二是除第十二章外,每章都增加了单元测试题,并给出了全部测试题的参考答案;三是改正了第二版中存在的错误和不妥之处。

《医学化学学习指导》(第三版)由哈尔滨医科大学徐春祥教授和北华大学陈彪教授主编,重庆医科大学范琦教授和宁夏医科大学冯宁川教授为副主编。参加本书编写的有大连医科大学牛奔(第一章)、泰山医学院王玉民(第二章)、福建医科大学戴伯川(第三章)、天津医科大学曹海燕(第四章)、牡丹江医学院程艳(第五章)、内蒙古医科大学王美玲(第六章)、哈尔滨医科大学王英骥(第七章)、宁夏医科大学冯宁川(第八章)、吉林大学王志才(第九章)、重庆医科大学范琦(第十章)、河北北方学院甄攀(第十一章)、南京师范大学教师教育学院卢博迪(第十二章)、蚌埠医学院陶兆林(第十三章)、中国医科大学张喜轩(第十四章)、广州医科大学黄玉刚(第十五章)、包头医学院程向晖(第十六章)、北华大学陈彪(第十七章)、齐齐哈尔医学院许凤(第十八章)、山西医科大学卞伟(第十九章)、首都医科大学燕京医学院王蓓(第二十章)、长治医学院李俊波(第二十一章)、嘉应学院医学院林晓(第二十二章)、天津医科大学姜炜(第二十三章)、湖北中医院周雯(第二十四章)、青海大学严海英(第二十五章)。

高等教育出版社郭新华编辑为本书的出版做了大量的工作,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平所限,再加之本书习题量太大,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

2014年5月

目 录

第一章 气体、溶液和溶胶	1
思考题和习题解答	1
单元测试题	15
单元测试题参考答案	22
第二章 化学热力学基础	27
思考题和习题解答	27
单元测试题	43
单元测试题参考答案	55
第三章 化学平衡	61
思考题和习题解答	61
单元测试题	79
单元测试题参考答案	89
第四章 化学反应速率	96
思考题和习题解答	96
单元测试题	108
单元测试题参考答案	117
第五章 酸碱解离平衡和沉淀-溶解平衡	121
思考题和习题解答	121
单元测试题	140
单元测试题参考答案	150
第六章 氧化还原反应与电极电势	156
思考题和习题解答	156
单元测试题	167
单元测试题参考答案	174
第七章 原子结构与元素周期律	178
思考题和习题解答	178
单元测试题	186
单元测试题参考答案	192
第八章 化学键与分子结构	194

II 目录

思考题和习题解答	194
单元测试题	204
单元测试题参考答案	210
第九章 配位化合物	213
思考题和习题解答	213
单元测试题	221
单元测试题参考答案	228
第十章 滴定分析法	232
思考题和习题解答	232
单元测试题	247
单元测试题参考答案	258
第十一章 吸光光度法	265
思考题和习题解答	265
单元测试题	269
单元测试题参考答案	275
第十二章 有机化学概论	278
思考题和习题解答	278
第十三章 烷烃和环烷烃	283
思考题和习题解答	283
单元测试题	288
单元测试题参考答案	291
第十四章 烯烃、二烯烃和炔烃	293
思考题和习题解答	293
单元测试题	300
单元测试题参考答案	305
第十五章 芳香烃	308
思考题和习题解答	308
单元测试题	319
单元测试题参考答案	326
第十六章 对映异构	330
思考题和习题解答	330
单元测试题	336
单元测试题参考答案	343
第十七章 卤代烃	345
思考题和习题解答	345

单元测试题	354
单元测试题参考答案	361
第十八章 醇、酚和醚	364
思考题和习题解答	364
单元测试题	371
单元测试题参考答案	378
第十九章 醛和酮	382
思考题和习题解答	382
单元测试题	391
单元测试题参考答案	399
第二十章 羧酸和羧酸衍生物	404
思考题和习题解答	404
单元测试题	413
单元测试题参考答案	420
第二十一章 有机含氮化合物	425
思考题和习题解答	425
单元测试题	433
单元测试题参考答案	440
第二十二章 杂环化合物	443
思考题和习题解答	443
单元测试题	444
单元测试题参考答案	448
第二十三章 糖类	449
思考题和习题解答	449
单元测试题	455
单元测试题参考答案	460
第二十四章 油脂、磷脂和甾族化合物	462
思考题和习题解答	462
单元测试题	466
单元测试题参考答案	468
第二十五章 氨基酸、肽和蛋白质	469
思考题和习题解答	469
单元测试题	474
单元测试题参考答案	480

第一章 气体、溶液和溶胶

思考题和习题解答

1. 当分散剂为液体时,按分散质粒子直径的大小进行分类,分散系可分为几种类型?

答:当分散剂为液体时,按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。

当分散质粒子的直径大于 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。悬浊液是分散质以固体小颗粒分散在液体中形成的粗分散系。乳浊液是分散质以小液滴分散在另一种液体中所形成的粗分散系。

当分散质粒子的直径在 1~100 nm 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。溶胶的分散质粒子是由许多小分子或小离子聚集而成,是高度分散的多相系统,稳定性较差。高分子化合物溶液的分散质粒子是单个的大分子或大离子,是单相系统,非常稳定。

当分散质粒子的直径小于 1 nm 时,分散系属于分子分散系。分子分散系也称溶液,是分散质以小分子或小离子分散在分散剂中形成的均匀的、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-盖·吕萨克定律,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,体积达保温瓶约 70% 时迅速塞上软木塞防止漏气,然后松开手,请估计此时会发生什么现象?

答:软木塞会迅速向上崩开。这是因为热水在保温瓶内迅速蒸发及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,软木塞就会向上崩开。

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. 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。

6. 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。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。

7. 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。

8. 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溶剂的饱和蒸气压。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。对于难挥发的非电解质稀溶液, 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, 由于难挥发非电解质很难汽化成蒸气分子, 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, 使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

$$p_A = p_A^* x_A$$

9. 把一小块冰放在 0°C 水中, 另一小块冰放在 0°C 盐水中, 各有什么现象发生? 为什么?

答: 放在 0°C 水中的冰块不会融化, 可以与水共存; 而放在 0°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°C ,在 0°C 时冰与水可以共存;但由于盐水的凝固点低于 0°C ,在 0°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°C 的某一数值时,冰与水才能共存,此温度为盐水的熔点。

10. 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。

11. 取相同质量的果糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)和蔗糖($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)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°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°C ,且果糖稀溶液的凝固点比蔗糖稀溶液的凝固点更低。

12. 什么叫渗透现象?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。

13. 什么叫溶液的渗透压力?影响溶液的渗透压力的因素有哪些?

答:用半透膜把纯溶剂与溶液隔开,为了防止发生渗透现象而在溶液的液面上所施加的超额压力,称为溶液的渗透压力。影响溶液的渗透压力的因素有热力学温度和溶液的渗透浓度。溶液的渗透浓度与热力学温度和溶液的渗透浓度之间的关系为

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

14. 什么叫渗透浓度?渗透浓度与物质的量浓度之间的关系如何?

答:溶液中能产生渗透作用的溶质的分子和离子的总浓度称为溶液的渗透浓度。对于非电解质溶液,溶液的渗透浓度等于溶液的物质的量浓度;对于弱电

解质溶液,溶液的渗透浓度等于弱电解质解离产生的阳离子浓度、阴离子浓度与未解离的电解质分子的浓度之和;对于强电解质溶液,溶液的渗透浓度等于溶液中阳离子浓度与阴离子浓度之和。

15. 医学上的低渗溶液、等渗溶液和高渗溶液是如何确定的?

答:医学上的低渗溶液、等渗溶液和高渗溶液是以血液的渗透压力为比较标准确定的。渗透浓度低于 $280 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液称为低渗溶液;渗透浓度在 $280 \sim 320 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液称为等渗溶液;渗透浓度高于 $320 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液称为高渗溶液。

16. 丁铎尔现象的本质是什么?为什么溶胶会产生丁铎尔现象?

答:丁铎尔现象的本质是溶胶的胶粒对光的散射作用。所谓光的散射是指除入射光方向外,四面八方都能看到发光的现象。产生光散射作用的必要条件是入射光的波长大于分散相粒子的直径。

溶胶的胶粒的直径在 $1 \sim 100 \text{ nm}$ 范围内,小于可见光的波长,因此当可见光照射溶胶时会发生散射产生丁铎尔现象。

17. 溶胶是不稳定系统,但它却能在相当长的时间内存在,这是为什么?

答:溶胶是高度分散的多相系统,具有很大的表面积,有自动聚集的趋势,因此是不稳定系统。溶胶能在一定时间内比较稳定存在的原因有以下三种:

(1) 胶粒带电荷的稳定作用 胶粒带有相同电荷,胶粒之间的静电斥力使得胶粒难以相互接近,增加了溶胶的稳定性。

(2) 溶胶的动力稳定性 胶粒因布朗运动可克服重力产生的下沉作用,从而保持溶胶的相对稳定。

(3) 溶剂化的稳定作用 溶胶的胶粒溶剂化形成具有一定弹性的溶剂化外壳,增加了胶粒相互接近的机械阻力,也使得溶胶难以聚沉。

在以上三种稳定作用中,以胶粒带电荷的稳定作用最为重要。

18. 溶胶的胶核吸附离子时有何规律?

答:溶胶的胶核对离子的吸附具有选择性,与胶核具有相同组成或相似组成的离子优先被吸附。

19. 电解质对溶胶的聚沉作用,主要是由何种离子产生的?

答:电解质对溶胶的聚沉作用主要是由与胶粒带相反电荷的离子产生的,而且反离子的电荷数的绝对值越大,电解质对溶胶的聚沉能力就越强。

20. 为什么在江河入海处常形成三角洲?

答:河水中挟带的泥沙小颗粒常会形成胶粒或悬浮物,在江河入海口处,一方面因水面变宽使水流速率减慢,致使泥沙颗粒下沉;另一方面由于海水中电解质的作用,使胶粒凝聚变大而聚沉。长期积累,在江河入海处就形成了三角洲。

21. 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:

$$x_B = \frac{c_B M_A}{\rho - c_B (M_B - M_A)} = \frac{b_B M_A}{1 + b_B M_A}$$

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:

$$\begin{aligned} x_B &= \frac{n_B}{n_B + n_A} = \frac{c_B V_{\text{溶液}}}{c_B V_{\text{溶液}} + (V_{\text{溶液}} \rho - c_B V_{\text{溶液}} M_B) / M_A} \\ &= \frac{c_B}{c_B + (\rho - c_B M_B) / M_A} = \frac{c_B M_A}{c_B M_A + \rho - c_B M_B} = \frac{c_B M_A}{\rho - c_B (M_B - M_A)} \\ x_B &= \frac{n_B}{n_B + n_A} = \frac{n_B / m_A}{\frac{n_B}{m_A} + \frac{n_A}{m_A}} = \frac{b_B}{b_B + \frac{1}{M_A}} = \frac{b_B M_A}{1 + b_B M_A} \end{aligned}$$

(2) 当溶液很稀时, $c_B \rightarrow 0$, $\rho \rightarrow \rho_A$, $b_B \rightarrow 0$ 。则由(1)的结果可得

$$\begin{aligned} x_B &= \frac{c_B M_A}{\rho - c_B (M_B - M_A)} = \frac{c_B M_A}{\rho_A} \\ x_B &= \frac{b_B M_A}{1 + b_B M_A} = b_B M_A \end{aligned}$$

(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 B 的摩尔分数和溶质 B 的质量摩尔质量均与温度无关。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。

22. 在 90 g 质量分数为 0.15 的 NaCl 溶液里加入 10 g 水或 10 g NaCl 固体, 分别计算用这两种方法配制的 NaCl 溶液中 NaCl 的质量分数。

解: 加入 10 g 水后, 溶液中 NaCl 的质量分数为

$$\begin{aligned} w(\text{NaCl}) &= \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{NaCl}) + m(\text{H}_2\text{O})} \\ &= \frac{90 \text{ g} \times 0.15}{90 \text{ g} + 10 \text{ g}} = 0.135 = 13.5\% \end{aligned}$$

加入 10 g NaCl 固体后,溶液中 NaCl 的质量分数为

$$w(\text{NaCl}) = \frac{90 \text{ g} \times 0.15 + 10 \text{ g}}{90 \text{ g} + 10 \text{ g}} = 0.235 = 23.5\%$$

23. 25 °C 时,将 50 mL 水与 150 mL 乙醇混合,所得乙醇溶液的体积为 193 mL。试计算此乙醇溶液中乙醇的体积分数。

解:乙醇溶液中乙醇的体积分数为

$$\begin{aligned} \varphi_{\text{乙醇}} &= \frac{V_{\text{乙醇}}^*}{V_{\text{水}}^* + V_{\text{乙醇}}^*} \\ &= \frac{150 \text{ mL}}{50 \text{ mL} + 150 \text{ mL}} = 0.75 = 75\% \end{aligned}$$

24. 2.0 mL 血液中含 2.4 mg 血糖,计算该血液中血糖的质量浓度。

解:该血液中血糖的质量浓度为

$$\begin{aligned} \rho_{\text{血糖}} &= \frac{m_{\text{血糖}}}{V_{\text{血液}}} \\ &= \frac{2.4 \text{ mg}}{2.0 \times 10^{-3} \text{ L}} = 1.2 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} = 1.2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

25. 静脉注射用 KCl 溶液的极限质量浓度是 $2.7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,如果在 250 mL 葡萄糖溶液中加入 1 安瓿(10 mL) $100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ KCl 溶液。所得混合溶液中 KCl 的质量浓度是否超过了极限值?

解:混合溶液中 KCl 的质量浓度为

$$\begin{aligned} \rho(\text{KCl}) &= \frac{m(\text{KCl})}{V_{\text{溶液}}} \\ &= \frac{100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.010 \text{ L}}{0.250 \text{ L} + 0.010 \text{ L}} = 3.8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} > 2.7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

所得混合溶液中 KCl 的质量浓度超过了极限值。

26. 正常人血液中 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 的浓度分别是 $2.5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $27 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$,化验测得某患者血液中 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 的质量浓度分别是 $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。试通过计算判断该患者血液中这两种离子的浓度是否正常。

解:该患者血液中 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 的浓度分别为

$$\begin{aligned} c(\text{Ca}^{2+}) &= \frac{\rho(\text{Ca}^{2+})}{M(\text{Ca}^{2+})} \\ &= \frac{300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}}{40 \text{ mg} \cdot \text{mmol}^{-1}} = 7.5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

$$c(\text{HCO}_3^-) = \frac{\rho(\text{HCO}_3^-)}{M(\text{HCO}_3^-)}$$

$$= \frac{1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}}{61 \text{ mg} \cdot \text{mmol}^{-1}} = 1.6 \times 10^{-2} \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

该患者血液中 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 的浓度均不正常。

27. 某患者需用 $500 \text{ mL } 100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液, 若用 $500 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液和 $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液进行配制, 需要这两种溶液各多少毫升?

解: 设需要 $500 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液和 $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液的体积分别为 V_1 和 V_2 。则有

$$\begin{cases} 500 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times V_1 + 50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times V_2 = 100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.50 \text{ L} \\ V_1 + V_2 = 0.50 \text{ L} \end{cases}$$

解上述方程组得

$$V_1 = 0.056 \text{ L} = 56 \text{ mL}$$

$$V_2 = 500 \text{ mL} - 56 \text{ mL} = 444 \text{ mL}$$

28. 某患者需补充 0.050 mol Na^+ , 应补充多少克 NaCl 固体? 如果采用生理盐水(质量浓度为 $9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$)进行补 Na^+ , 需要多少毫升生理盐水?

解: 应补 NaCl 固体的质量为

$$\begin{aligned} m(\text{NaCl}) &= n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) = n(\text{Na}^+) \cdot M(\text{NaCl}) \\ &= 0.050 \text{ mol} \times 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.92 \text{ g} \end{aligned}$$

所需生理盐水的体积为

$$\begin{aligned} V_{\text{盐水}} &= \frac{m(\text{NaCl})}{\rho_{\text{盐水}}} \\ &= \frac{0.050 \text{ mol} \times 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.325 \text{ L} = 325 \text{ mL} \end{aligned}$$

29. 在 25°C 时, 质量分数为 9.47% 的稀 H_2SO_4 溶液的密度为 $1.06 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, 在该温度下纯水的密度为 $997 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。计算:

- (1) H_2SO_4 的质量摩尔浓度;
- (2) H_2SO_4 溶液的浓度;
- (3) H_2SO_4 溶液中 H_2SO_4 的摩尔分数。

解: (1) H_2SO_4 的质量摩尔浓度为

$$\begin{aligned} b(\text{H}_2\text{SO}_4) &= \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)/M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{H}_2\text{O})} \\ &= \frac{m_{\text{溶液}} \times 9.47\%}{98 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ &\quad m_{\text{溶液}} \times (1 - 9.47\%) \end{aligned}$$

$$= 1.07 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

(2) H_2SO_4 溶液的浓度为

$$\begin{aligned} c(\text{H}_2\text{SO}_4) &= \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V_{\text{溶液}}} = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m_{\text{溶液}}/\rho_{\text{溶液}}} = \frac{\frac{m_{\text{溶液}} \times 9.47\%}{98 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}}}{\frac{m_{\text{溶液}}}{1.06 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}}} \\ &= 1.02 \times 10^3 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} = 1.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

(3) H_2SO_4 的摩尔分数为

$$\begin{aligned} x(\text{H}_2\text{SO}_4) &= \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{H}_2\text{SO}_4) + n(\text{H}_2\text{O})} \\ &= \frac{\frac{m_{\text{溶液}} \times 9.47\%}{98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{\frac{m_{\text{溶液}} \times 9.47\%}{98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} + \frac{m_{\text{溶液}} \times (1 - 9.47\%)}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}} \\ &= 1.89 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

30. 在 18°C 、 101.3 kPa 下, 将 2.70 L 含饱和水蒸气的空气通过装有 CaCl_2 的干燥管吸收水蒸气后, 所得干燥空气的质量为 3.21 g , 求 18°C 时水的饱和蒸气压。

解: 18°C 时, 2.70 L 含饱和水蒸气的空气中空气的分压为

$$\begin{aligned} p_{\text{空气}} &= \frac{n_{\text{空气}} RT}{V_{\text{混合气体}}} = \frac{(m_{\text{空气}}/M_{\text{空气}})RT}{V_{\text{混合气体}}} \\ &= \frac{(3.21 \text{ g}/29.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 291 \text{ K}}{2.70 \times 10^{-3} \text{ m}^3} \\ &= 99.2 \text{ kPa} \end{aligned}$$

18°C 时水的饱和蒸气压为

$$\begin{aligned} p^*(\text{H}_2\text{O}) &= p_{\text{混合气体}} - p_{\text{空气}} \\ &= 101.3 \text{ kPa} - 99.2 \text{ kPa} = 2.1 \text{ kPa} \end{aligned}$$

31. 已知 1.00 L 某气体在 101.3 kPa 、 273 K 时的质量为 2.86 g , 试计算该气体分子的相对分子质量。

解: 该气体的摩尔质量为

$$\begin{aligned} M_{\text{B}} &= \frac{m_{\text{B}} RT}{pV} \\ &= \frac{2.86 \text{ g} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 273 \text{ K}}{101.3 \times 10^3 \text{ Pa} \times 1.00 \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 64.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

该气体的相对分子质量为

$$M_{r,B} = M_B / (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 64.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} / (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 64.1$$

32. 300 K 时某容器内有 0.30 mol N_2 、0.10 mol O_2 和 0.10 mol He, 当混合气体的总压为 101.3 kPa 时 He 的分压是多少? N_2 的分体积是多少?

解: 混合气体中 He 的摩尔分数为

$$\begin{aligned} x(\text{He}) &= \frac{n(\text{He})}{n(\text{N}_2) + n(\text{O}_2) + n(\text{He})} \\ &= \frac{0.10 \text{ mol}}{0.30 \text{ mol} + 0.10 \text{ mol} + 0.10 \text{ mol}} = 0.20 \end{aligned}$$

混合气体中 He 的分压为

$$p(\text{He}) = px(\text{He}) = 101.3 \text{ kPa} \times 0.20 = 20.3 \text{ kPa}$$

混合气体中 N_2 的分体积为

$$\begin{aligned} V(\text{N}_2) &= \frac{n(\text{N}_2)RT}{p} \\ &= \frac{0.30 \text{ mol} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}}{101.3 \times 10^3 \text{ Pa}} \\ &= 7.39 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 7.39 \text{ L} \end{aligned}$$

33. 相对湿度定义为某一温度时空气中水蒸气的分压与相同温度时水的饱和蒸气压之比。已知 50 °C 时水的饱和蒸气压为 12.3 kPa, 计算 50 °C 时相对湿度为 80% 的 1.0 L 空气中水蒸气的质量。

解: 50 °C 时相对湿度为 80% 的空气中水蒸气的分压为

$$p(\text{H}_2\text{O}) = p^*(\text{H}_2\text{O}) \times \text{相对湿度} = 12.3 \text{ kPa} \times 80\% = 9.8 \text{ kPa}$$

50 °C 时相对湿度为 80% 的 1.0 L 空气中水蒸气的质量为

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{O}) &= \frac{p(\text{H}_2\text{O})V_{\text{空气}}M(\text{H}_2\text{O})}{RT} \\ &= \frac{9.8 \times 10^3 \text{ Pa} \times 1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 18.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 323 \text{ K}} \\ &= 6.6 \times 10^{-2} \text{ g} \end{aligned}$$

34. 25 °C 时水的饱和蒸气压为 3.33 kPa, 已知一甘油水溶液中甘油的质量分数为 0.100, 该甘油溶液的蒸气压为多少?

解: 25 °C 时, 质量分数为 0.100 的甘油水溶液的蒸气压为

$$p = p^*(\text{H}_2\text{O}) \cdot x(\text{H}_2\text{O}) = \frac{p^*(\text{H}_2\text{O}) \cdot n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2\text{O}) + n_{\text{甘油}}}$$

$$= \frac{3.33 \text{ kPa} \times \frac{m_{\text{溶液}} \times (1-0.100)}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{\frac{m_{\text{溶液}} \times (1-0.100)}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} + \frac{m_{\text{溶液}} \times 0.100}{92 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}} = 3.26 \text{ kPa}$$

35. 从某种植物中分离出一种结构未知的有抗白细胞增多症的生物碱,为了测定其相对分子质量,将 19.0 g 该物质溶入 100 g 水中,测得溶液的凝固点降低了 0.220 K。计算该生物碱的相对分子质量。

解: 该生物碱的摩尔质量为

$$\begin{aligned} M_{\text{B}} &= \frac{k_{\text{f}} \cdot m_{\text{B}}}{m_{\text{A}} \cdot \Delta T_{\text{f}}} \\ &= \frac{1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \times 19.0 \text{ g}}{100 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 0.220 \text{ K}} = 1.6 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

该生物碱的相对分子质量为

$$M_{\text{r}} = M_{\text{B}} / (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 1.6 \times 10^3$$

36. 有几种昆虫能够耐寒,是由于这些昆虫的血液中含有大量的甘油。已知某种寄生黄蜂的血液中甘油的质量分数大约为 0.30,试估算这种黄蜂的血液的凝固点。

解: 这种黄蜂的血液的凝固点降低为

$$\begin{aligned} \Delta T_{\text{f}} &= k_{\text{f}} \cdot b_{\text{甘油}} = \frac{k_{\text{f}} \times \frac{m_{\text{血液}} \cdot \omega_{\text{甘油}}}{M_{\text{甘油}}}}{m_{\text{血液}} \times (1 - \omega_{\text{甘油}})} = \frac{k_{\text{f}} \cdot \omega_{\text{甘油}}}{M_{\text{甘油}} \times (1 - \omega_{\text{甘油}})} \\ &= \frac{1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.30}{9.2 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1} \times (1 - 0.30)} = 8.7 \text{ K} = 8.7 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

这种黄蜂的血液的凝固点约为 $-8.7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

37. 人体血液的凝固点为 272.59 K,计算在正常体温下血液的渗透压力。

解: 人体血液的质量渗透摩尔浓度和渗透浓度分别为

$$\begin{aligned} b_{\text{os,B}} &= \frac{\Delta T_{\text{f}}}{k_{\text{f}}} \\ &= \frac{273.15 \text{ K} - 272.59 \text{ K}}{1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.301 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \\ c_{\text{os,B}} &= \frac{b_{\text{os,B}} \cdot c^{\ominus}}{b^{\ominus}} \\ &= \frac{0.301 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \times 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{1.0 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}} = 0.301 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

正常体温下血液的渗透压力为