



中国人民公安大学“十一五”规划教材

公安基础化学

例题与习题

姜 红 王继芬◎编著

GONGAN JICHU HUAXUE
LITI YU XITI



中国人民公安大学出版社



公安基础化学 例题与习题

ISBN 978-7-81139-135-0



9 787811 391350 >

定价：32.00 元

■ 责任编辑：蒋健成

■ 封面设计： 中国公安大学出版社
www.gapress.com.cn

中国人民公安大学“十一五”规划教材

公安基础化学例题与习题

公安基础化学例题与习题

GONGAN JICHU HUAXUE LI TI YU XI TI

姜红 王继芬 编著

姜红 王继芬 编著

出版发行：中国人民公安大学出版社

地址：北京市西城区木厂地中街甲9号

邮政编码：100032

编辑：张华

印刷：北京鑫鑫印刷厂

第一次：2008年9月第1版

第二次：2008年9月第1版

册：13.22

本：820毫米×1168毫米 1/32

印：332千字

书号：ISBN 978-7-81130-112-0/D·150

价：35.00元

网址：www.gpub.cn 或 www.pup.cn

电子邮箱：gpub@public.pup.net.cn 或 gpub@pup.cn

营销中心电话：(010) 83903224

发行部电话：(010) 83903223

读者服务部电话：(010) 83903222

教材分社电话：(010) 83903220

公安分社电话：(010) 83903221

法律分社电话：(010) 83903221

公安分社电话：(010) 83903221

公安分社电话：(010) 83903221

中国人民公安大学出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

公安基础化学例题与习题/姜红,王继芬编著. —北京:中国人民公安大学出版社, 2008. 9

中国人民公安大学“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 81139 - 135 - 0

I. 公… II. ①姜…②王… III. 化学 - 高等学校 - 教材 IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 082350 号

公安基础化学例题与习题

GONGAN JICHU HUAXUE LITI YU XITI

姜红 王继芬 编著

出版发行: 中国人民公安大学出版社

地 址: 北京市西城区木樨地南里

邮政编码: 100038

经 销: 新华书店

印 刷: 北京蓝空印刷厂

版 次: 2008 年 9 月第 1 版

印 次: 2008 年 9 月第 1 次

印 张: 13.25

开 本: 850 毫米 × 1168 毫米 1/32

字 数: 332 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 81139 - 135 - 0/D · 120

定 价: 32.00 元

网 址: www.phcpps.com.cn www.porclub.com.cn

电子邮箱: cpep@public.bta.net.cn zbs@cpsu.edu.cn

营销中心电话(批销): (010) 83903254

警官读者俱乐部电话(邮购): (010) 83903253

读者服务部电话(书店): (010) 83903257

教材分社电话: (010) 83903259

公安图书分社电话: (010) 83905672

法律图书分社电话: (010) 83905637

公安文艺分社电话: (010) 83903973

杂志分社电话: (010) 83903239

电子音像分社电话: (010) 83905727

本社图书出现印装质量问题, 由本社负责退换

版权所有 侵权必究

前 言

教材作为教学的主要工具,既是联系教与学的有效传媒,也是学科与课程建设的重要组成部分,更是学科与课程改革发展成果的凝结与体现。中国人民公安大学始终将教材建设作为学校教学建设的基础工作来抓,并使之在深化教学改革,全面推进素质教育,确保公安人才培养目标实现方面发挥了重要作用。

中国人民公安大学现行本科专业公安业务教材大多数是依据学校“十一五”教材建设规划而编写的,这些教材体现了从重视知识传授向重视能力培养转化;注重贴近警务实战,强调理论性与系统性,取得了较好的使用效果。

随着我国社会的发展及科教兴国和人才强国战略的推进,党中央和国务院对于包括公安院校在内的高等院校人才培养提出了更高的期望,并对教材建设等教学基本建设提出了更为具体的要求。2003年第二十次全国公安会议明确提出实现公安教育训练正规化,构建公安特色教育训练体系,提高公安高等教育水平的要求,而进一步加强公安专业教材建设正是公安教育训练正规化的重要内容。2005年教育部印发《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》(教高[2005]1号)明确要求:“加强教材建设,确保高质量教材进课堂。”在此背景下,中国人民公安大学紧密结合学校人才培养的具体需要,制定了《“十一五”教材建设规划》,并正式启动了新一轮教材编写工作。

中国人民公安大学“十一五”规划教材,将以加强教材建

设的组织领导，突出重点，培育特色，提高质量，锤炼精品，完善公安专业课程教材体系，加大辅助教材建设力度，深化教材建设工作改革为指导思想，充分体现“完善教材体系、促进学科建设，保证质量、服务公安教育，与课程建设相协调、锤炼精品，扩大品种、合理配套”的基本精神，依据“政治坚定、业务精通、作风优良、执法公正”的应用型公安高级专门人才的培养目标，既充分反映公安工作和公安队伍建设的实际，贴近警务实践，又充分反映学科发展前沿，吸纳优秀成果。

“十一五”规划教材，将紧密结合学校重点课程、精品课程和公安类特色课程建设，由中国人民公安大学学科带头人和骨干教师牵头负责，充分发挥各课程组的作用，并邀请各级公安业务部门领导、专家参加，由强大的编写阵容撰写完成。从教材内容确定，到封面设计、装帧和排版，其全过程将在严格的质量监控下进行。不仅采用择优确定主编制度，还将推行公开评审制度，由学术造诣高、实践经验丰富的专家学者审稿，确保教材质量。

我们相信，经过编写、评审和出版各方面的努力，“十一五”规划教材一定能够以特色鲜明、内容丰富和体系完善的精品特质，为提升公安学科的地位，培养合格的应用型公安高级专门人才发挥重要作用。

中国人民公安大学“十一五”规划教材编审委员会

2008年5月

编 者 的 话

根据公安基础化学的教学要求和特点,结合工作实际我们编写了这本公安基础化学辅助教材。目的在于帮助读者系统掌握公安基础化学的基础知识、基本原理和基本规律,进一步理解和巩固课堂教学的重点内容,培养科学的思维方法,从而全面提高公安基础化学的教学水平。

本书分为两部分,第一部分为无机化学,编为八章。第二部分为有机化学,编为十一章。每章分设内容提要、例题、习题、习题参考答案四个部分。围绕公安基础化学教学的主要内容,通过提要概括、典型例题分析和精选习题练习,在巩固基础知识的同时,解析教学的重点和难点,并给出了习题的参考答案。本书可与《公安基础化学(第二版)》(王彦吉主编)和《有机化学(第四版)》(汪小兰主编)配套使用。

本书为公安院校公安基础化学教学参考书,亦可作为其它院校基础化学教学的参考资料。

本书无机化学部分由姜红编写,有机化学部分由王继芬编写。

中国刑警学院王景翰教授担任本书的主审,中国人民公安大学黄建同教授和公安部物证鉴定中心侯小平副研究员也审阅了全部书稿,提出了极为宝贵的意见,在此诚表谢意。

由于编者水平所限,疏谬之处,敬请批评指正。

编著者

2008年8月

目 录

485	.....	.....	章六第
408	.....	.....	章十第
358	.....	.....	章八第
746	.....	.....	章八第
373	.....	第一部分 无机化学	章十第

088	.....	.....	章一十第
第一章	溶液与胶体.....	3	
第二章	化学反应速度与化学平衡.....	14	
第三章	电解质溶液.....	41	
第四章	氧化还原反应与电化学.....	63	
第五章	原子结构.....	85	
第六章	分子结构.....	109	
第七章	配位化合物.....	126	
第八章	常见元素及其重要化合物.....	146	

第二部分 有机化学

第一章	绪论.....	187
第二章	开链烃.....	196
第三章	环烃.....	228
第四章	旋光异构.....	253
第五章	卤代烃.....	268

第六章 醇、酚、醚.....	284
第七章 醛、酮、醌.....	308
第八章 羧酸及其衍生物.....	329
第九章 有机含氮化合物.....	347
第十章 杂环化合物和生物碱.....	372
第十一章 天然有机化合物.....	389

1	第一章
11	第二章
14	第三章
20	第四章
28	第五章
100	第六章
130	第七章
140	第八章

第二章 无机化学

181	第一章
190	第二章
258	第三章
272	第四章
305	第五章

第一部分 无机化学

第一章 溶液与胶体

一、内容提要

(一) 分散系与溶液的浓度

一种或几种物质以较小的颗粒分散在另一种物质中所形成的体系，我们把它称为分散系。根据分散相粒子的大小，可将分散系分为粗分散系（悬浊液和乳浊液）、胶体分散系和分子分散系（溶液）三种。

溶液是一种物质以分子、原子或离子状态分散于另一种物质中所构成的均匀而稳定的体系，又称分子溶液或真溶液。

一定量溶液或溶剂中所含溶质的量称为溶液的浓度。常用浓度的表示方法有：

1. 质量百分浓度（%）：每 100 份质量的溶液中所含溶质的质量份数称为该溶液的质量百分浓度。

$$\text{质量百分浓度 (\%)} = \frac{\text{溶质的质量}}{\text{溶液的质量}} \times 100\%$$

2. 物质的量浓度（c）：单位体积（ dm^3 ）溶液中所含溶质的量叫做溶液的物质的量浓度。

$$c = \frac{\text{溶质的摩尔数}}{\text{溶液的体积} (\text{dm}^3)}$$

单位为 $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

3. 质量摩尔浓度（m）：单位质量（kg）溶剂中所含溶质的物质的量叫做溶液的质量摩尔浓度。

$$m = \frac{\text{溶质的摩尔数}}{\text{溶剂质量 (kg)}}$$

单位为 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$

4. 物质的量分数 (x): 溶液中某组分的物质的量与溶液中溶质和溶剂的物质的量的总和之比叫做该组分的物质的量分数。

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \frac{n_A}{n_{\text{总}}}$$

(二) 稀溶液的依数性

难挥发非电解质稀溶液的性质 (溶液的蒸气压下降、沸点上升、凝固点下降、渗透压) 仅与溶于一定量溶剂中溶质的物质的量成正比, 而与溶质的本性无关。

1. 溶液的蒸气压下降

拉乌尔定律: 在一定温度下, 难挥发非电解质稀溶液的蒸气压下降, 与溶液中物质的量分数成正比, 而与溶质的本性无关, 比例常数就是纯溶剂的蒸气压。

p_1^0 和 p_1 分别表示纯溶剂和溶液的蒸气压, x_1 和 x_2 分别为溶剂和溶质的物质的量分数, 拉乌尔定律可用下式表示:

$$\Delta p = p_1^0 - p_1 = p_1^0 x_2$$

2. 溶液的沸点上升和凝固点下降

溶液的沸点总是比纯溶剂的沸点高, 这个现象称为溶液的沸点上升。

难挥发非电解质稀溶液的沸点上升和凝固点下降与溶液的质量摩尔浓度成正比:

$$\Delta T_{\text{bp}} = K_{\text{bp}} \cdot m$$

$$\Delta T_{\text{fp}} = K_{\text{fp}} \cdot m$$

3. 溶液的渗透压

溶剂透过半透膜进入溶液的现象称之为渗透。渗透压就是阻止溶剂通过半透膜流入溶液所施加于溶液上的最小的额外压力。

$$\pi = cRT = \left(\frac{n}{V}\right)RT$$

或

$$\pi V = nRT$$

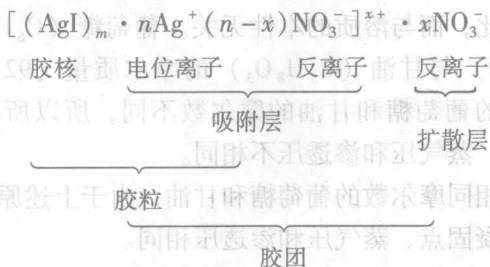
(三) 胶体

胶体是物质以一定分散程度存在的一种状态。由于胶体是分散程度较高的多相体系，因此它具有一系列与其它分散系不同的性质。

1. 胶体的性质

胶体的光学性质——丁铎尔效应；胶体的动力学性质——布朗运动；胶体的电学性质——电泳现象。

2. 胶体的结构



3. 胶体的稳定性和聚沉

聚沉是指胶粒聚集成较大的颗粒而沉降的过程。加入少量电解质是加速胶体聚沉的主要方法；两种带相反电荷的胶体，以适当比例互相混合，也可以相互聚沉；加热也可以使很多胶体溶液聚沉。加入适量的高分子化合物（如动物胶）可以提高胶体的稳定性，这种作用称为胶体的保护。

二、例题

例1 浓盐酸的质量百分浓度为37.6%，比重1.19，求浓盐酸的（1）物质的量浓度；（2）质量摩尔浓度；（3）HCl的物质的量分数。

解：(1) 浓盐酸的物质的量浓度

$$c = 1000 \times 1.19 \times 37.6\% / 36.5 = 12.3 \text{ (mol} \cdot \text{dm}^{-3}\text{)}$$

(2) 浓盐酸的质量摩尔浓度

$$m = [(37.6/36.5)/(100 - 37.6)] \times 1000 = 16.5 \text{ (mol} \cdot \text{kg}^{-1}\text{)}$$

(3) HCl 的物质的量分数

$$x = (37.6/36.5) / [(37.6/36.5) + (100 - 37.6)/18] = 0.229$$

例2 相同质量的葡萄糖和甘油分别溶于 100 克水中，所得溶液的沸点、凝固点、蒸气压和渗透压相同吗？为什么？若换成相同摩尔数的葡萄糖和甘油，结果又如何？并加以说明。

解：不相同。因为难挥发非电解质稀溶液的沸点上升、凝固点下降、蒸气压下降和渗透压是和一定量溶剂中所溶解的溶质的摩尔数成正比，而与溶质的本性无关。葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 的摩尔质量 (169) 与甘油 ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) 的摩尔质量 (92) 不同，因而相同质量的葡萄糖和甘油的摩尔数不同，所以所得溶液的沸点、凝固点、蒸气压和渗透压不相同。

若换成相同摩尔数的葡萄糖和甘油，由于上述原因，所得溶液的沸点、凝固点、蒸气压和渗透压相同。

例3 在冬季为防止水在仪器中结冰，可以加入甘油以降低其凝固点。如需要冰点降至 271K，则在每 100g 水中应加入甘油多少克？(甘油的摩尔质量为 92)。

解：甘油 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 的摩尔质量为 $92\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

根据 $\Delta T_{\text{fp}} = K_{\text{fp}} \cdot m$

$$m = \Delta T_{\text{fp}} / K_{\text{fp}} = (273 - 271) / 1.86 = 1.075 \text{ (mol} \cdot \text{kg}^{-1}\text{)}$$

在 100 克水中应加入甘油的克数为：

$$1.075 \times 92.0 \times 100 / 1000 = 9.9 \text{ (g)}$$

例4 在 26.6g 氯仿 (CHCl_3) 中溶有 0.402g 萘 (C_{10}H_8) 的溶液，其沸点比纯氯仿的沸点高 0.455K，求氯仿的沸点上升常数。

$$\text{解: } m = [(0.402/128)/26.6] \times 1000 = 0.118$$

$$K_{\text{bp}} = \Delta T_{\text{bp}}/m = 0.455/0.118 = 3.86$$

例5 将4.305g某非电解质样品溶解在105g水中,这个溶液在271.77K凝固,求该非电解质的摩尔质量。

$$\text{解: } m = \Delta T_{\text{fp}}/K_{\text{fp}} = (273 - 271.77)/1.86 = 0.661 (\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1})$$

$$m = [(4.305/M_2)/105] \times 1000$$

$$M_2 = (4.305 \times 1000)/105m$$

$$= (4.305 \times 1000)/(105 \times 0.661)$$

$$= 62.03 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

例6 尼古丁的实验式为 $\text{C}_5\text{H}_7\text{N}$,今有0.60克尼古丁溶于12.0克水中,所得溶液在101.3kPa压力下的沸点是373.16K,求尼古丁的分子式。

$$\text{解: } \because \Delta T_{\text{bp}} = K_{\text{bp}}/m$$

$$\therefore m = \Delta T_{\text{bp}}/K_{\text{bp}} = (373.16 - 373.00)/0.52$$

$$= 0.31 (\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1})$$

$$\text{又} \because m = \frac{0.60}{M} \times \frac{1000}{12} \quad (M \text{ 为尼古丁的摩尔质量})$$

$$\therefore M = \frac{0.60 \times 100}{12 \times 0.31} = 161.3 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

$$\text{尼古丁 } \text{C}_5\text{H}_7\text{N} \text{ 摩尔质量为 } 81 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

$$161.8/81 \approx 2$$

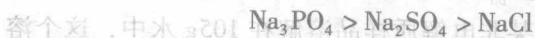
$$\text{故尼古丁的分子式为 } \text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2$$

例7 胶体粒子为什么会带电? $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶的胶粒带何种电荷?比较浓度均为 $1 \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的下列溶液: NaCl 、 Na_2SO_4 和 Na_3PO_4 对 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶的聚沉能力。

解: 由于胶体是一个高度分散的体系,胶体粒子的总表面积非常大,具有高度的吸附能力,且能选择性地吸附某种离子,因此胶体粒子带有电荷。 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶的胶粒选择性地吸附 FeO^+

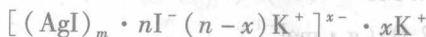
离子, 故 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶的胶粒带正电荷。

对 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶聚沉能力从大到小依次为:



例 8 用 $5\text{ml } 0.025\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 KI 与 $5\text{ml } 0.02\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 AgNO_3 混合起来以制备 AgI 胶体, 请写出胶团的结构式。如果用此胶体作电泳实验, 则胶粒向哪个方向移动? 若向此胶体中加入 NaCl 和 MgSO_4 , 哪种电解质对胶体的聚沉能力强?

解: 因为 KI 过量, 所以胶团的结构式为:



如果用此胶体作电泳实验, 则胶粒向阳极移动。

胶体的聚沉能力主要取决于与胶粒带相反电荷的离子的价数, 离子的价数越高聚沉能力越强。若向此胶体中加入 NaCl 和 MgSO_4 , 则 MgSO_4 对胶体的聚沉能力强。

三、习题

(一) 填空题

1. 根据分散相粒子的大小, 可将分散系分为_____、_____和_____三种。
2. 溶液是一种物质以_____或_____状态分散于另一种物质中所构成的均匀而稳定的体系。
3. 拉乌尔定律适用于_____。
4. 稀溶液的依数性主要有: _____、_____和_____。
5. 硫化砷溶胶是 H_2S 和 H_3AsO_3 溶液作用而制得的。 $2\text{H}_3\text{AsO}_3 + 3\text{H}_2\text{S} = \text{As}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$ 。试写出硫化砷胶体的胶团结构式_____。
6. 向胶体溶液中加入少量电解质, 可使胶体_____。