

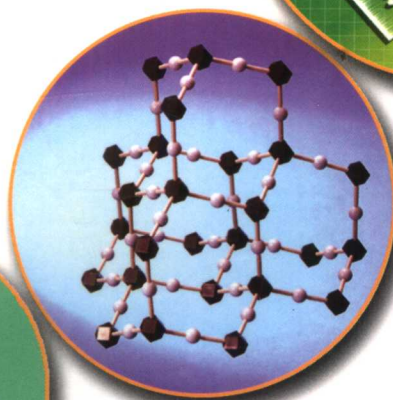
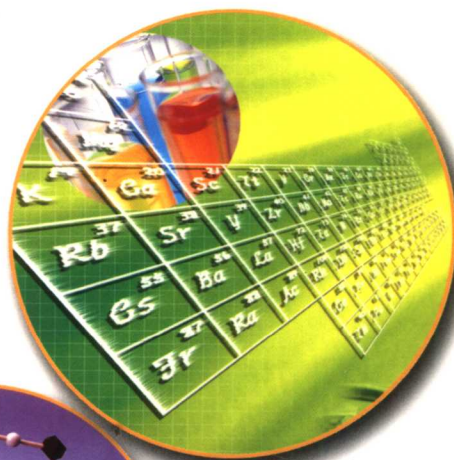


普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21 世纪高等医学院校教材

供临床、基础、预防、口腔、美容、康复、影像、检验、麻醉、
护理、药学（本科、大专层次）各相关专业使用

医用化学

陈建新 主编



科学出版社

www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21 世纪高等医学院校教材

供临床、基础、预防、口腔、美容、康复、影像、检验、麻醉、护理、药学
(本科、大专层次)各相关专业使用

医 用 化 学

主 编 陈建新

副主编 李柏林 李明阳

编 者 (以姓氏拼音为序)

陈建新(大同大学医学院)

关绮霞(广州医学院护理学院)

胡庆红(遵义医学院)

康建华(大同大学医学院)

李柏林(中国医科大学)

李明阳(大连医科大学)

林 江(上海医药高等专科学校)

吕海珍(大同大学医学院)

倪 燕(四川省卫生干部管理学院)

宋春风(赤峰学院医学院)

卫星星(长治医学院)

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材、全国高等院校医疗美容技术专业必修课的教学用书,也适用临床、高护、麻醉等各专业使用。全书共 17 章,第一至第七章为基础化学部分,第八至十七章为有机化学部分。全书简明扼要地介绍了与医学及化妆品有关的化学基础理论和基础知识,其中,部分较深内容供本科学生使用和专科学生阅读。书中编入了 12 个实验,供各校选用。

图书在版编目(CIP)数据

医用化学/陈建新主编. —北京:科学出版社,2006
(普通高等教育“十一五”国家级规划教材,21 世纪高等医学院校教材)
ISBN 7-03-017585-9

I. 医… II. 陈… III. 医用化学—医学院校—教材 IV. R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 075034 号

责任编辑:李 婷 李 君 / 责任校对:张怡君

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>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006 年 8 月第一次印刷 印张:22 1/2

印数:1—5 000 字数:548 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

表 期 周 素 元

元素周期表

族		s 区		d 区										ds 区		p 区										p 区																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
族	周期	I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII			IX	X	I B	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	He	H	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk</

70	Yb	镱	168.934(2)	172.94(3)
69	Tm	铥	$4f^{10}6s^2$	168.934(2)
68	Er	铒	$4f^{11}6s^2$	167.259(3)
67	Ho	钬	$4f^{10}6s^2$	164.93032(2)
66	Dy	镝	$4f^{9}6s^2$	162.50(3)
65	Tb	铽	$4f^{9}6s^2$	158.92534(2)
64	Gd	钆	$4f^{7}6s^2$	157.25(3)
63	Eu	铕	$4f^{7}6s^2$	151.964(1)
62	Sm	钐	$4f^{6}6s^2$	150.36(3)
61	Pm	钷	$4f^{5}6s^2$	
60	Nd	钕	$4f^{4}6s^2$	144.24(3)
59	Pr	镨	$4f^{3}6s^2$	140.90765(2)
58	Ce	铈	$4f^{1}6s^2$	140.116(1)
57	La	镧	$5d^16s^2$	138.9055(2)
89	Ac	锕	$6d^17s^2$	227.0337(1)
90	Th	钍	$6d^27s^2$	232.0371(1)
91	Pa	镤	$5f^{2}6d^17s^2$	231.03688(2)
92	U	铀	$5f^36d^17s^2$	238.02891(3)
93	Np	镎	$5f^46d^17s^2$	
94	Pu	钷	$5f^67s^2$	
95	Am	镅	$5f^77s^2$	
96	Cm	锔	$5f^76d^17s^2$	
97	Bk	锫	$5f^77s^2$	
98	Cf	锎	$5f^97s^2$	
99	Es	锿	$5f^{10}7s^2$	
100	Fm	镆	$5f^{11}7s^2$	
101	Md	镹	$(5f^{12}7s^2)$	
102	No	锿	$(5f^{14})$	
103	Lr	镱	$(5f^{14})$	

f ☒

医疗美容技术专业教材建设专家委员会 委员名单

主任委员 彭庆星

委 员 (按姓氏笔画排序)

于 江	王向义	亢晓冬	刘 宁
刘 玮	刘 菡	刘典恩	刘林璠
米亚英	孙建国	李 俊	李 祥
吴景东	何 伦	张春娜	陈建新
易光华	郑 荃	胡琼华	赵永耀
俞涛石	彭庆星	蒋 钰	韩英红
裘名宜	赖 维	潘华凌	

序

2004年5月20日,中华人民共和国卫生部、中华人民共和国教育部联合发布的卫科教发[2004]167号文件《关于印发〈护理、药学和医学相关类高等教育改革和发展规划〉的通知》,对我国本科及高职高专的“医疗美容技术”教育有了明确的要求;2005年4月,教育部又将“医疗美容技术”教育正式列入了大学本科教育目录。从而开启了紧闭多年的一个特殊专业教育事业的大门,这是我国美容医学教育事业的一次飞跃,也是我国美容医学事业发展的一个新台阶。

根据教育部有关部门的统一部署,科学出版社和中华医学会医学美学与美容学分会在有关高校的支持下,抓住机遇,适时地组织编写这套全国统编教材,可喜可贺!

本系列教材分为《医学概论》、《人体美学解剖学》、《美学与医学美学》、《美容药理学》、《美容化妆品学》、《美容医疗技术》、《美容外科与护理技术概论》、《美容皮肤治疗技术》、《美容牙科技术》、《中医美容技术》、《美容营养学》、《美容心理学》、《美容医学伦理学》、《美容医学艺术与形象设计》、《美容咨询与沟通》、《医用化学》、《美容医学微生物学与免疫学》及《美容医学英语》共18部。每部教材本身都力求其自身学科内涵之丰富、外延之完整,因此,各部之间难免有些内容的合理交叉。这既是各部教材的内在规律所决定,也是学科阶段性发展过程中的必然。

本系列教材各部的主编和部分副主编,大都选自于有多年办学经验高校的专业教师,有些难以在有多年专业办学经验的高校中选定,也从其他高校的较高专业水平的教师中选定。他们都是在本课程的教学实践和科学研究方面取得突出成就的中青年学者,他们在这次教材编写过程中表现了较高的积极性、经受了锻炼、探索了经验、展示了才华,这是值得庆幸的!

任何事物都是一分为二的。由于种种原因,本系列教材不可能是完美无瑕的,作者们欢迎各用书院校和广大读者的批评帮助,他们一定会十分感激。

中华医学会医学美学与
美容学分会主任委员

2006年元旦

前 言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材、全国高等院校医疗美容技术专业系列教材之一，是本专业必修课的教学用书，也适用于临床医学、高护、麻醉、预防医学、口腔等各专业教学使用。

本教材不仅供专科学学生使用，同时给本科学生准备了内容，这部分用小一号字编排，可作为专科学学生阅读内容，因此本教材是本、专科共用教材。

本书根据 2005 年 10 月江西宜春全国医疗美容技术专业系列教材编写会议精神，由全国 9 所高等医学院校长期从事教学的多位教师合作编写，在编写过程中，始终贯彻教育部思想性、科学性、先进性、启发性和适用性统一的原则，并注意该教材的完整性和系统性以及与后续课程的连接性。

书中简明扼要地介绍了与医学及化妆品有关的化学基础理论和基础知识，并用小一号字编排了较深些的内容，学生通过学习可为后续医学课程的学习打下良好的基础。书中编入 12 个实验，各校根据具体情况予以选用。全书采用国家规定的计量单位、符号和化学名词。

全书共 17 章，理论课的参考学时为 80 学时，实验课为 20 学时。

由于我们的水平和条件所限，加之时间仓促，书中难免存在错误和不妥之处，敬请广大师生给予批评和指正。

编 者

2006 年 4 月 10 日

目 录

第一章 溶液	(1)	周期表	(106)
第一节 溶液的组成标度	(1)	第三节 元素与人体健康	(112)
第二节 溶液的渗透压	(5)	第四节 共价键	(113)
第三节 胶体溶液	(7)	第五节 分子间作用力	(120)
第四节 表面现象和表面活性剂 ..	(14)	第七章 配位化合物	(125)
第五节 乳状液和气溶胶	(17)	第一节 配位化合物的基本概念	(125)
第二章 电解质溶液与缓冲溶液	(20)	第二节 配位化合物的化学键理论	(127)
第一节 电解质溶液	(20)	第三节 配位平衡	(135)
第二节 酸碱质子理论	(23)	第四节 螯合物	(138)
第三节 溶液酸度的计算	(28)	第八章 有机化合物概述	(142)
第四节 缓冲溶液	(33)	第九章 烃	(151)
第三章 滴定分析及分光光度法	(40)	第一节 烷烃	(151)
第一节 滴定分析概述	(40)	第二节 烯烃和炔烃	(158)
第二节 分析结果的误差和有效数字	(45)	第三节 脂环烃	(170)
第三节 酸碱滴定法	(49)	第四节 芳香烃	(174)
第四节 分光光度法	(54)	第五节 卤代烃	(182)
第四章 化学反应速率和化学平衡 ..	(60)	第十章 醇、酚、醚	(189)
第一节 化学反应速率及其表示方法	(60)	第一节 醇	(189)
第二节 化学反应速率理论	(62)	第二节 酚	(199)
第三节 影响化学反应速率的因素	(64)	第三节 醚	(204)
第四节 化学平衡	(71)	第四节 硫醇	(208)
第五章 氧化还原反应和电位	(78)	第十一章 醛、酮和醌	(212)
第一节 氧化还原反应	(78)	第一节 醛和酮的结构、分类和命名	(212)
第二节 原电池和电极电位	(81)	第二节 醛和酮的性质	(214)
第三节 能斯特方程式	(87)	第三节 重要的醛和酮	(218)
第四节 电势法测定溶液的 pH	(93)	第四节 醌	(219)
第六章 原子结构、共价键和分子间作用力	(98)	第十二章 羧酸和取代羧酸	(222)
第一节 核外电子的运动状态	(98)	第一节 羧酸	(222)
第二节 核外电子排布规律及元素		第二节 取代羧酸	(227)
		第十三章 立体异构	(233)

第一节	顺反异构	(234)	第二节	蛋白质	(303)
第二节	对映异构	(237)	化学实验须知	(309)	
第三节	构象异构	(244)	实验一	溶液的配制与稀释	(311)
第十四章	含氮有机化合物	(248)	实验二	硫酸铜的精制	(313)
第一节	胺	(248)	实验三	胶体和吸附	(315)
第二节	酰胺	(255)	实验四	缓冲溶液及其 pH 的测定	(317)
第三节	含氮杂环化合物	(260)	实验五	酸碱滴定分析	(320)
第四节	生物碱	(267)	实验六	水质总硬度的测定	(325)
第十五章	脂类	(272)	实验七	熔点的测定	(328)
第一节	油脂	(272)	实验八	醇、酚、醛和酮的性质	(330)
第二节	磷脂和糖脂	(276)	实验九	羧酸、胺和酰胺的性质	(333)
第三节	甾族化合物	(278)	实验十	糖的性质	(335)
第十六章	糖类	(283)	实验十一	植物中生物碱的提取(茶 叶中提取咖啡碱)	(337)
第一节	单糖	(283)	实验十二	氨基酸纸上层析	(339)
第二节	二糖	(291)	《医用化学》学习大纲	(343)	
第三节	多糖	(293)	附录	(349)	
第十七章	氨基酸和蛋白质	(298)			
第一节	氨基酸	(298)			



第一章

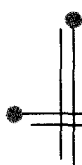
溶 液

溶液是由一种以上物质组成的分散系统。通常将一种或几种物质分散在另一种物质中形成的系统称为分散系统(dispersed system),简称分散系。其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。根据分散相粒子直径的大小,可将分散系分为三类,如表 1-1 所示。

表 1-1 分散系的分类

分散相粒径	分散系类型		分散相粒子组成	主要特征	实例
<1nm	分子分散系 (真溶液)		小分子或离子	均相,稳定系统 分散相粒子扩散快	NaCl 溶液 葡萄糖溶液
1~100nm	胶体分散系	溶胶	胶粒(分子、离子或原子的 聚集体)	非均相、亚稳定系统 分散相粒子扩散较慢	Fe(OH) ₃ 溶胶 As ₂ S ₃ 溶胶
		高分子溶液	高分子	均相、稳定系统 分散相粒子扩散慢	蛋白质 核酸水溶液
>100nm	粗分散系		粗分散粒子	非均相、不稳定系统 易聚沉或分层	泥浆 乳汁

工农业生产、科研及日常生活中经常会接触到各种溶液。生命过程中溶液尤为重要,如人的组织间液、血液、淋巴液及各种腺体分泌液等都是溶液;人体内新陈代谢必须在溶液中进行;临床上许多药物常配成溶液使用等等。因此,掌握溶液的有关知识对医学及相关学科非常重要。本章主要介绍与医学关系极为密切的溶液知识——溶液的组成标度、溶液的渗透压及胶体溶液。



第一节 溶液的组成标度

溶液的组成标度是用来表示一定量的溶剂或溶液中所含溶质的量,其方法有许多种,医学中常用的有以下几种。

一、物质的量浓度

物质 B 的物质的量浓度(amount of substance concentration)表示符号为 c_B 或 $c(B)$,定义为溶质 B 的物质的量(n_B)除以溶液的体积(V),即:

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad (1-1)$$

n_B 可通过 B 的质量(m_B)和摩尔质量(M_B)求算,即:

$$n_B = \frac{m_B}{M_B} \quad (1-2)$$

式中: c_B 的 SI 单位为 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$, 医学中常用 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 等。

物质的量浓度 c_B 可以简称为浓度,但不能称为摩尔浓度,使用时必须用粒子符号、物质的化学式或其特定组合指明物质的基本单元。例如, $c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c_{\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4} = 0.1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c_{\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}} = 1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 等等。但是,若说硫酸的物质的量浓度为 $1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 含义就不清,因未指明基本单元,基本单元可能是 H_2SO_4 或是 $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

例 1-1 100mL 正常人血清中含 10.0mg Ca^{2+} , 计算血清中 Ca^{2+} 的浓度。

解:根据式(1-1)及式(1-2)得:

$$c_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{n_{\text{Ca}^{2+}}}{V} = \frac{m_{\text{Ca}^{2+}}}{M_{\text{Ca}^{2+}} \cdot V} = \frac{0.010 \text{g}}{40.0 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.1 \text{L}} = 2.50 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

二、质量浓度

物质 B 的质量浓度(mass concentration)表示符号为 ρ_B , 定义为溶质 B 的质量(m_B)除以溶液的体积(V), 即:

$$\rho_B = \frac{m_B}{V} \quad (1-3)$$

式中: ρ_B 的 SI 单位为 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$, 医学中常用的单位是 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 等。

在临床生化检验中,凡是 M_B 已知的物质在体液内的组成标度,原则上均应用 c_B 表示;对于 M_B 未知或尚未准确测得的物质,则可用 ρ_B 表示。世界卫生组织提议:在注射液的标签上应同时写明 ρ_B 和 c_B 。如静脉注射用氯化钠溶液, $\rho_{\text{NaCl}} = 9.0 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, $c_{\text{NaCl}} = 0.15 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

ρ_B 与 c_B 之间的换算关系为:

$$\rho_B = c_B \cdot M_B \quad (1-4)$$

式(1-4)可由 ρ_B 和 c_B 的基本定义式导出。

例 1-2 100mL 生理盐水中含 NaCl 0.90g , 计算生理盐水的质量浓度和物质的量浓度。

解:根据式(1-3)得:

$$\rho_{\text{NaCl}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{V} = \frac{0.90 \text{g}}{0.10 \text{L}} = 9.0 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$$

根据式(1-4)得:

$$c_{\text{NaCl}} = \frac{\rho_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}} = \frac{9.0 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}}{58.5 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.15 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

三、质量分数

物质 B 的质量分数(mass fraction)表示符号为 ω_B , 定义为物质 B 的质量(m_B)与溶液的总质量(m)之比, 即:

$$\omega_B = \frac{m_B}{m} \quad (1-5)$$

式中: ω_B 的量纲为一, 即单位为 1, 其值可用小数或百分数表示。如市售浓盐酸中 HCl 的质量分数为 0.37 或 37%。

例 1-3 将 500g 蔗糖 ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 和 300g 水, 加热配制成糖浆, 计算该糖浆中蔗糖的质量分数。

解: 根据式(1-5)得:

$$\omega_{C_{12}H_{22}O_{11}} = \frac{m_{C_{12}H_{22}O_{11}}}{m} = \frac{500g}{500g + 300g} = 0.625$$

ω_B 是以质量表征溶液的物理量, 若与 c_B (以体积表征溶液的物理量) 进行换算时, 需借助可以给出溶液质量和体积关系的物理量——密度(ρ), 密度值可直接测定, 也可查阅有关手册。

例 1-4 市售浓硫酸的密度为 $1.84\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$, H_2SO_4 的质量分数为 98%。计算 $c_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ 及 $c_{\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4}$ 分别为多少 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$?

解: 设溶液体积为 V 升, 则: $m_B = V\rho_B\omega_B$

根据式(1-1)及式(1-2)得:

$$c_B = \frac{n_B}{V} = \frac{m_B}{M_B \cdot V} = \frac{V\rho_B\omega_B}{M_B V} = \frac{\rho_B\omega_B}{M_B}$$

将 $\rho_B = 1.84 \times 10^3 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, $\omega_B = 98\%$, $M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M_{\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4} = 49\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 代入上式得:

$$c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1.84 \times 10^3 \text{g} \cdot \text{L}^{-1} \times 98\%}{98\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 18.4\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c_{\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1.84 \times 10^3 \text{g} \cdot \text{L}^{-1} \times 98\%}{49\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 36.8\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

四、体积分数

物质 B 的体积分数 (volume fraction) 表示符号为 φ_B , 定义为在相同温度和压力时, B 的体积 (V_B) 与溶液总体积 (V) 之比, 即:

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V} \quad (1-6)$$

式中: φ_B 的量纲为一, 即单位为 1, 其值也可用小数或百分数表示。如临床用消毒酒精中 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 的体积分数为 0.75 或 75%。

φ_B 常用于溶质为液体的溶液, 近似计算时常忽略混合过程产生的体积变化。

例 1-5 配制 500mL 消毒用酒精 ($\varphi_B = 0.75$), 需无水乙醇多少毫升?

解: 根据式(1-6)得:

$$V_B = \varphi_B \cdot V = 0.75 \times 500\text{mL} = 375\text{mL}$$

量取无水乙醇 375mL, 用水稀释至 500mL 即可制得消毒用酒精。

五、溶液的稀释

(一) 公式法

根据稀释前后, 溶液中溶质的物质的量不变而得出关系式:

$$c_1 V_1 = c_2 V_2 \quad (1-7)$$

式中: c_1 及 V_1 为稀释前溶液的浓度及体积; c_2 及 V_2 为稀释后溶液的浓度及体积。

式(1-7)也适用于稀释前后组成标度均以 ρ_B 及 φ_B 表示的溶液,相应公式可写为 $\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2$ 及 $\varphi_1 V_1 = \varphi_2 V_2$ 。对于稀释前后组成标度均以 ω_B 表示的溶液,公式可写为 $\omega_1 m_1 = \omega_2 m_2$ (m 表示溶液的质量)。

例 1-6 配制 1000mL $1.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HCl 溶液,需质量分数为 37% 的浓盐酸(密度为 $1.19\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$) 多少毫升?

解:该浓盐酸浓度为 c_1 :

$$c_1 = \frac{1\text{L} \times 1.19\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \times 37\%}{36.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1\text{L}} = 12.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

设需该浓盐酸 $V_1\text{mL}$,则由式(1-7)得:

$$V_1 = \frac{c_2 V_2}{c_1} = \frac{1.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1000\text{mL}}{12.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 82.6\text{mL}$$

量取该浓盐酸 82.6mL,加水稀释至 1000mL 即得 $1.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 溶液。

例 1-7 如何用 95% 的酒精配制 1000mL 消毒酒精(75%)?

解:设需 95% 的酒精 $V\text{mL}$,根据式(1-7)得:

$$V = \frac{75\% \times 1000\text{mL}}{95\%} = 789\text{mL}$$

量取 95% 的酒精 789mL 加水稀释至 1000mL,即得 75% 的消毒酒精。

(二) 交叉法

一种经验方法,具有简单、快速的特点,特别适合由较浓溶液和较稀溶液共同配制一中间浓度的溶液,但结果稍有误差(因忽略了混合时引起的体积变化)。其基本原理为:

$$\begin{array}{ccc} c_1 & & c_3 - c_2 = V_1 (\text{或 } m_1) \\ & \searrow \quad \nearrow & \\ & c_3 & \\ & \nearrow \quad \searrow & \\ c_2 & & c_1 - c_3 = V_2 (\text{或 } m_2) \end{array} \quad (1-8)$$

式中: c_1 为较浓溶液的组成标度; c_2 为较稀溶液的组成标度; c_3 为混合后溶液的组成标度; V_1 (或 m_1) 为所取组成标度为 c_1 的溶液的体积(或质量); V_2 (或 m_2) 为所取组成标度为 c_2 的溶液的体积(或质量)。

例 1-8 如何用 10% 的酒精和 95% 的酒精,配制 75% 的消毒酒精 1000mL?

解: $\because c_1 = 95\%$ $c_2 = 10\%$ $c_3 = 75\%$

$\therefore$ 根据交叉法: 95 $V_1 = 75 - 10 = 65(\text{mL})$

$$\begin{array}{ccc} & & 75 \\ & \searrow \quad \nearrow & \\ & 75 & \\ & \nearrow \quad \searrow & \\ 10 & & V_2 = 95 - 75 = 20(\text{mL}) \end{array}$$

量取 65mL 95% 的酒精与 20mL 10% 的酒精混合后可得 85mL 75% 的消毒酒精。

若配制 1000mL,则需 95% 的酒精为: $\frac{65}{85} \times 1000 = 765(\text{mL})$; 需 10% 的酒精为: $1000 - 765 = 235(\text{mL})$

分别量取 765mL 95% 的酒精和 235mL 10% 的酒精,混合均匀即可。

第二节 溶液的渗透压

一、渗透现象和渗透压

渗透是一种物理现象,是溶液的一个重要属性。在物质世界里,与渗透有关的现象很多,如干旱发蔫的农作物,下雨后重新复原,恢复生机;人在淡水中游泳,会感觉到眼球胀痛;淡水鱼和海水鱼互换环境会死亡;临床补液应遵守“等渗原则”等等。下面我们结合图 1-1 对渗透及渗透压加以解释。

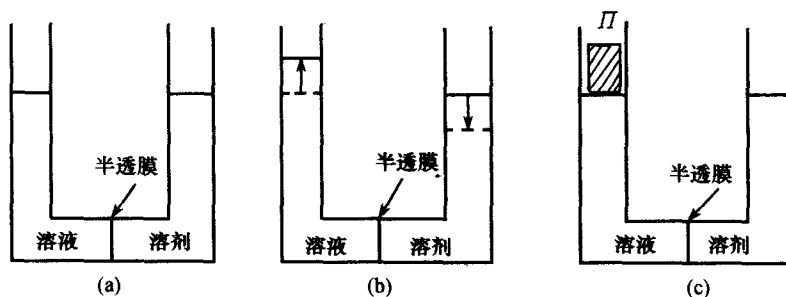


图 1-1 渗透装置(a)与渗透压力(b)及(c)示意图

当我们用一种只允许溶剂(如水)分子通过而溶质分子不能通过的半透膜(如膀胱膜、硫酸纸、玻璃纸、火棉胶膜及机体内的细胞膜、毛细血管壁等)将溶液与溶剂隔开,并使其液面处于同一水平面,如图 1-1(a)所示。由于半透膜两侧单位体积内溶剂分子数不相等,所以,单位时间内由溶剂进入溶液的溶剂分子比由溶液进入溶剂的多,导致溶液一侧的液面渐渐升高,这种溶剂分子通过半透膜由溶剂进入溶液的现象称为渗透现象,简称渗透。可见,产生渗透现象必须具备两个条件:一是有半透膜存在;二是半透膜两侧溶液的浓度不同。而溶液液面升高,会产生静水压力,并对渗透产生阻力。当液面上升到一定高度时,产生的静水压使溶剂分子通过半透膜向两侧渗透的速度趋于相等,即达到动态平衡,于是液面停止上升,表面上看渗透停止,如图 1-1(b)所示。这种恰能阻止渗透继续发生而达到动态平衡的压力,称为渗透压。换言之,当溶液与溶剂用半透膜隔开时,为了使溶剂不渗入溶液而必须在溶液液面上施加的压力 Π ,称为渗透压,如图 1-1(c)所示。不同的溶液表现出的渗透压大小不同。渗透压大表示该溶液通过半透膜的吸水力强。渗透压力用符号 Π 表示,单位为帕(Pa)或千帕(kPa)。

二、溶液的渗透压与浓度及温度的关系

1886 年,荷兰化学家范特霍夫(van't Hoff)根据实验数据提出了难挥发性非电解质稀溶液的渗透压与浓度、温度的关系式:

$$\Pi = c_b RT \quad (1-9)$$

式中: Π 为溶液的渗透压(kPa); c_b 为溶液的物质的量浓度($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$); R 为常数($8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$); T 为热力学温度($T = 273 + t^\circ\text{C}$)K。

式(1-9)称为范特霍夫定律或渗透压定律。该定律表明:在一定温度下,难挥发性非电解质稀溶液的渗透压与溶液的物质的量浓度成正比,亦即与单位体积溶液内溶质的颗粒数成正比,而与溶质的本性无关。溶液的这种性质也称为溶液的依数性。例如, $0.3\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的葡萄糖溶液与 $0.3\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖溶液的渗透压相等。在 37°C 时,它们的渗透压为:

$$\Pi = 0.3 \times 8.314 \times (273 + 37) = 772.8 (\text{kPa})。$$

式(1-9)只适用于难挥发性非电解质的稀溶液,对于难挥发性电解质稀溶液,因电解质在溶液中发生解离,单位体积溶液内溶质的颗粒数比相同浓度非电解质溶液多,所以必须引进一个校正系数 i (i 是溶质的一个分子在溶液中产生的颗粒数,如 NaCl , $i = 2$; CaCl_2 , $i = 3$),此时,公式为:

$$\Pi = ic_g RT \quad (1-10)$$

三、渗透压在医学中的意义

(一) 渗透浓度

医学上常用渗透浓度来表示溶液的渗透压的大小。

溶液中能产生渗透效应的各个溶质粒子(分子或离子)统称为渗透活性物质。渗透浓度(osmolality)是指溶液中渗透活性物质的总浓度,定义为渗透活性物质的物质的量除以溶液的体积,用符号 c_{os} 表示,单位为 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

例 1-9 分别计算 $50\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液和 $9.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液的渗透浓度。

解:(1)葡萄糖是非电解质,其渗透浓度为:

$$c_{os} = \frac{50\text{g} \cdot \text{L}^{-1}}{180\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.278\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 278\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(2) NaCl 是电解质,其渗透浓度为:

$$c_{os} = \frac{9.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}}{58.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.308\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 308\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(二) 等渗溶液、低渗溶液和高渗溶液

在相同温度下具有相同渗透压的溶液称为等渗溶液。渗透压不等的溶液,相对而言,渗透压高的称为高渗溶液,渗透压低的称为低渗溶液。

医学上等渗溶液、低渗溶液及高渗溶液是以正常血浆的渗透浓度或渗透压为标准而确定的。正常人血浆的渗透浓度约为 $300\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$,临床上规定渗透浓度 c_{os} 在 $280 \sim 320\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为等渗溶液;渗透浓度 $c_{os} < 280\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为低渗溶液;渗透浓度 $c_{os} > 320\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液为高渗溶液。在临床实际应用时,略低于(或略超过)此范围的溶液也视作等渗溶液,如 $50.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液。

输液是临床治疗中常用的处置方法之一,虽然因某种治疗需要允许输入少量高渗或低渗溶液,但大量输液时,应用等渗溶液是一个基本原则。这是因为红细胞膜具半透膜性质,在等渗溶液中,膜内细胞液和膜外血浆是等渗的,所以,红细胞可保持正常形态;若大量输入低渗溶液,会使血浆稀释,此时,血浆中水分子将向红细胞内渗透,使红细胞膨胀,严重时可使细胞膜破裂,出现医学上说的溶血现象;若大量输入高渗溶液,会使血浆浓度增大,此时,红细胞内细胞液中的水分子将向血浆渗透,使红细胞萎缩,萎缩的红细胞相互聚结成团,此现象发生于血管内,即出现医学上常说的血栓现象。图 1-2 是红细胞在不同渗透浓度

的 NaCl 溶液中的形态示意图。

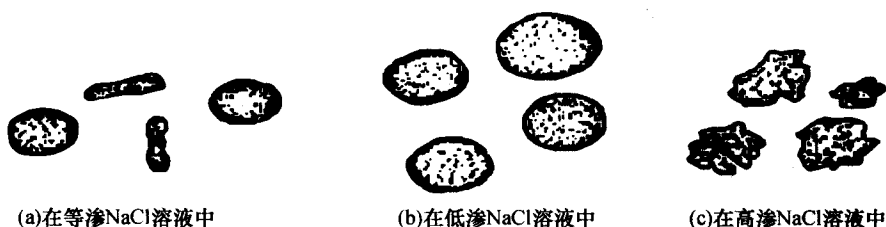


图 1-2 红细胞在不同渗透浓度的 NaCl 溶液中的形态示意图

等渗溶液在临床医学的其他方面也有重要意义,如外科给患者换药冲洗伤口,常用与组织细胞等渗的生理盐水,而高渗浓度的盐水或纯水均易引起疼痛;配制眼药水也要求与眼黏膜细胞的渗透压相等,否则,会引起刺激或眼组织损伤等等。

临床上常用的等渗溶液有 $9.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液, $50.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液, $12.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHCO_3 溶液, $18.7\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 乳酸钠($\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3$) 溶液。

(三) 晶体渗透压和胶体渗透压

血浆等生物体液中含有各种无机盐类电解质(如 NaCl、KCl、 NaHCO_3 等)、小分子物质(如葡萄糖、尿素、氨基酸等)及高分子物质(如蛋白质、糖类、脂类等)。医学上,习惯把电解质、小分子物质统称为晶体物质,由它们产生的渗透压称为晶体渗透压;而把高分子物质称为胶体物质,由它们产生的渗透压称为胶体渗透压。 37°C 时,正常人血浆的渗透压约为 770kPa ,其中晶体渗透压约为 766kPa ,胶体渗透压约为 4kPa 。胶体渗透压小是因为蛋白质等大分子物质的摩尔质量远大于无机盐等小分子物质的摩尔质量,所以,单位体积血浆中蛋白质颗粒数远少于无机盐等小分子物质,产生的胶体渗透压也远低于晶体渗透压。

人体内存在许多半透膜,如细胞膜、毛细血管壁等,因其通透性不同,导致晶体渗透压和胶体渗透压在体内的功能也不相同。

由于无机盐、小分子等物质可以自由通过毛细血管壁,而蛋白质等大分子不能通过,所以,血浆中的胶体渗透压虽小,但对维持毛细血管内外水分子的相对平衡却起着重要的作用。例如因某种原因使血液中蛋白质含量显著减少,胶体渗透压过低,过量水分就会从毛细血管向组织中渗透,结果引起水肿。

晶体渗透压远大于胶体渗透压,因此晶体渗透压是决定细胞间液和细胞内液水分子转移的主要因素。如果人体由于某种原因缺水,使细胞外液的盐浓度相对升高,晶体渗透压增大,细胞内液的水分子就会向细胞外液渗透,造成细胞皱缩;反之,若体液中水的量增加过多,将使细胞外液的盐浓度降低,晶体渗透压减小,会引起细胞外液的水分子向细胞内渗透,造成细胞膨胀,严重时产生水中毒。

第三节 胶体溶液

胶体溶液是由粒径为 $1 \sim 100\text{nm}$ 的分散相粒子分散于分散介质中形成的分散体系,主

要包括溶胶及高分子化合物溶液。

一、溶 胶

溶胶(sol)是胶体分散系的典型代表,其分散相——胶粒是由许多分子、原子或离子聚集而成,与分散介质之间存在相界面,具有很大的界面积和界面能。胶粒有自动聚集的趋势,并力图合并变大,使体系能量降低。因此,溶胶属多相、亚稳定系统。在光学、动力学和电学等方面具有一些特殊性。

(一) 溶胶的分类

按照分散介质的不同,溶胶可分为气溶胶、液溶胶和固溶胶,见表 1-2。

表 1-2 溶胶的类型

溶胶名称	分散相	分散介质	实 例
气溶胶	液	气	云雾
	固	气	烟尘
液溶胶	气	液	各种泡沫
	液	液	乳状液,如牛乳、原油等
	固	液	溶胶和悬浮液,如金溶胶、油漆等
固溶胶	气	固	馒头、泡沫塑料、浮石等
	液	固	硅凝胶
	固	固	合金

(二) 溶胶的性质

1. 溶胶的光学性质 1869 年,英国物理学家丁达尔(Tyndall)发现:在暗室中让一束会聚光通过溶胶,在与光束垂直的方向观察,可清晰地看到一条光带(图 1-3),此现象称为丁达尔现象(Tyndall phenomenon)。

丁达尔现象与分散相粒子的大小及入射光的波长 λ 有关。若分散相粒径 $\gg \lambda$,则发生光的反射,如粗分散系发生光的反射而混浊;若分散相粒径 $\ll \lambda$,则大部分光线直接透射过去,光的散射十分微弱,故真溶液无明显丁达尔现象;若分散相粒径接近或略小于 λ 时,则发生光的散射。溶胶分散相粒径在 $1 \sim 100\text{nm}$ 之间,略小于可见光的波长 $400 \sim 760\text{nm}$,当光通过溶胶时,可发生明显的散射作用,产生丁达尔现象。高分子溶液中分散相与分散介质的折射率差别很小,对光的散射作用也很弱,因此,利用丁达尔现象可区别溶胶与高分子溶液、真溶液及粗分散系。

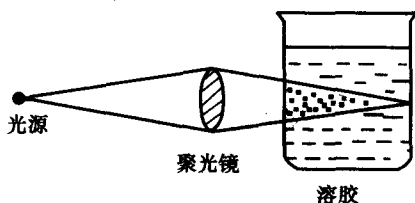


图 1-3 丁达尔现象

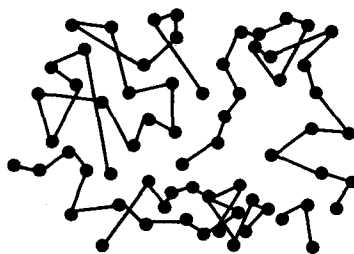


图 1-4 布朗运动