



前言

为深入贯彻《国家教育改革发展实施方案》《职业教育提质培优行动计划（2020—2023年）》，落实《中等职业学校公共基础课程方案》和《中等实验学校化学课程标准》，进一步建立系统完备、科学规范的中等学校“化学”教材体系，打造优质精品教材体系，丰富教材资源体系，基于多年中等职业教育教材建设的经验，特别是近十年“十二五”“十三五”规划教材的整体布局，我们组织高职院校教授、中职一线教师、企业专家编写了《化学（医药卫生类）》教材。

本书是中等职业学校公共基础课程化学拓展模块（医药卫生类）国家规划教材。全书分为八个模块，包括溶液、胶体和渗透压，缓冲溶液，闭链烃，烃的衍生物，脂类，糖类，杂环化合物与生物碱，蛋白质与核酸。基础模块内容选用中等职业学校公共基础课程国家规划教材《化学（通用类）第二版》（陈艾霞、杨龙主编，化学工业出版社出版）。

本教材主要有以下特色：

1. 落实立德树人，体现课程思政。编写中始终坚持贯彻党的教育方针，把立德树人融入文化知识教育和社会实践教育的各个环节。
2. 强化公共基础课在人才培养过程中的公共性、基础性作用，教材内容着力提升学生的文化素养和终身学习能力。
3. 突出职教特色，彰显职业教育类型特征。教材内容突出就业岗位的相关知识，紧扣课程标准，注意理论和实践相结合。同时，本教材注重中职、高职教材的内容衔接。

4. 本教材按照教学规律和特点顺序展开，不仅具有较好的可教性和可学性，而且体现教材的科学性、实用性。

5. 教材中设计了很多案例，也提供了知识链接，融入信息化内容，方便学生课前和课后查阅有关资料，拓展学生的探求意识和创新意识。

6. 教材按照模块形式编排，有具体的工作任务和实验内容，便于教和学，以提高学生分析问题和解决问题的能力。

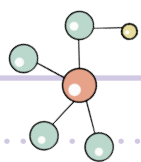
本书由王炳强（福建生物工程职业技术学院教授）担任主编，李习平（岳阳职业技术学院教授）担任副主编。刘刚（岳阳职业技术学院副教授）、易雪静（岳阳职业技术学院副教授）编写模块一，胡还甫（岳阳职业技术学院副教授）、易跃龙（湖南易龙生物医药有限公司研究员）编写模块二，曾艳红（岳阳职业技术学院讲师）、李习平编写模块三，宋丹丹（岳阳职业技术学院讲师）、蒋利亚（岳阳职业技术学院讲师）编写模块四，薄纯光（滨州职业学院讲师）、夏创（湖南如虹制药有限公司执业药师）编写模块五，王炳强编写模块六，任宇鹏（河南应用技术职业学院副教授）编写模块七，熊昊玥（长沙博雅卫生中等专业学校讲师）、潘先良（岳阳新华达制药有限公司高级工程师）编写模块八。

江西省医药学校对教材的试教工作给予了很多支持，陈静、廖春玲、欧阳晓露老师和 20 级药品食品检验三个班的学生为试教工作做了精心的准备，并对教材提出了很多建议，在此一并感谢。

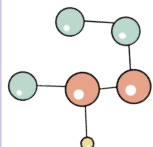
教材在编写过程中参考了有关专著、教材、论文等资料，在此向有关专家、老师、作者致以衷心的感谢。由于时间和水平所限，书中缺陷在所难免，欢迎广大师生提出宝贵意见。

编者

2021 年 5 月



目 录



模块一 溶液、胶体和渗透压

项目一 溶液	2
任务一 分散系的概念	3
任务二 分散系的分类	3
任务三 溶液的浓度	5
任务四 溶液浓度的换算	11
任务五 溶液的稀释	12
项目二 胶体	15
任务一 溶胶	15
任务二 高分子化合物溶液	20
项目三 渗透压	24
任务一 渗透现象和渗透压	24
任务二 渗透压与浓度、温度的关系	26
任务三 渗透压在医学上的意义	29
目标检测	33

模块二 缓冲溶液

项目一 缓冲溶液概述	38
任务一 缓冲溶液的概念	39
任务二 缓冲作用原理	40
任务三 缓冲溶液 pH 计算	43
任务四 缓冲容量与缓冲范围	44
任务五 缓冲溶液在医药中的作用	47

项目二 缓冲溶液的配制与 pH 测定	49
--------------------------	----

目标检测	53
------------	----

模块三 闭链烃

项目一 脂环烃	58
---------------	----

任务一 脂环烃的命名与结构	58
---------------------	----

任务二 脂环烃的性质	62
------------------	----

任务三 脂环烃在医药领域中的应用	65
------------------------	----

项目二 苯的同系物	70
-----------------	----

任务一 苯的同系物的结构和命名	70
-----------------------	----

任务二 苯的同系物的性质	71
--------------------	----

任务三 苯及苯的同系物的应用	74
----------------------	----

目标检测	80
------------	----

模块四 烃的衍生物

项目一 醇	85
-------------	----

任务一 醇的结构	85
----------------	----

任务二 醇的命名	85
----------------	----

任务三 重要醇的性质	86
------------------	----

任务四 重要醇在医学领域中的应用	90
------------------------	----

项目二 酚	95
-------------	----

任务一 酚的结构	95
----------------	----

任务二 酚的分类和命名	95
-------------------	----

任务三 重要酚的性质	96
------------------	----

任务四 重要酚在医药领域中的应用	97
------------------------	----

项目三 醚	102
任务一 醚的结构	102
任务二 醚的命名	103
任务三 醚的性质	103
任务四 醚在医药领域中的应用	104
项目四 羧酸和取代羧酸	106
任务一 甲酸和乙酸的结构和性质	106
任务二 苯甲酸和草酸的性质和用途	114
任务三 重要取代羧酸的性质和用途	115
任务四 酮体及其在医学中的应用	123
项目五 含氮化合物	128
任务一 胺的结构特点和主要性质	128
任务二 酰胺的结构特点和主要性质	136
任务三 氨基酸的结构和主要性质	138
目标检测	147

模块五 脂类

项目一 油脂	154
任务一 油脂的组成	154
任务二 油脂的结构及其营养作用	155
任务三 油脂的性质	156
项目二 类脂	161
任务一 磷脂	161
任务二 甾族化合物	163
目标检测	168

模块六 糖类

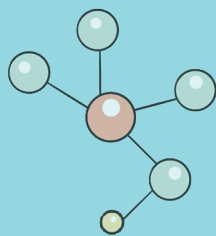
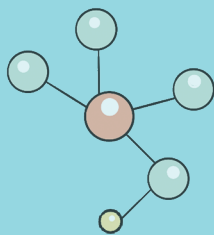
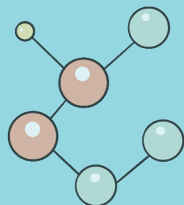
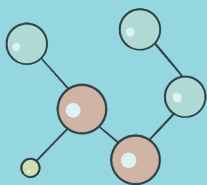
项目一 单糖	172
任务一 单糖的结构	173
任务二 单糖的性质	178
任务三 重要单糖的生物学功能及其在医药领域中的应用 ...	188
项目二 双糖	193
任务一 重要双糖的结构	193
任务二 重要双糖的性质	195
项目三 多糖	202
任务一 多糖的结构	202
任务二 多糖的性质	204
任务三 重要多糖的生物学意义	207
目标检测	215

模块七 杂环化合物与生物碱

项目一 杂环化合物	220
任务一 杂环化合物的分类和命名	221
任务二 五元杂环化合物的性质	223
任务三 六元杂环化合物的性质	225
任务四 常见杂环化合物及其衍生物在生活中的应用 ...	227
项目二 生物碱	237
任务一 生物碱	237
任务二 生物碱的一般性质	237
任务三 常见生物碱在生活中的应用	238
目标检测	244

模块八 蛋白质与核酸

项目一 蛋白质	249
任务一 蛋白质的组成	249
任务二 蛋白质的结构	250
任务三 蛋白质的性质	251
任务四 蛋白质的分类及生物学意义	253
项目二 核酸	259
任务一 核酸的分子组成	259
任务二 核酸的性质	264
任务三 核酸的生物学意义	264
目标检测	269
参考文献	271



模块一



溶液、胶体和渗透压

模块一目录已改为溶液、胶体和渗透压，具体内容也按1.溶液2.胶体3.渗透压进行陈述。



教学目标

1. 了解分散系的基本概念、分类及特点。
2. 熟悉胶体基本概念、溶胶和高分子溶液的基本性质、溶胶的聚沉及其应用。
3. 掌握溶液浓度的四种表示方法、溶液的稀释及其计算。
4. 掌握渗透现象和渗透压在医学上的意义。

溶液与胶体是自然界中普遍存在的分散系类型，它们对人类的生产、生活甚至生存具有非常重要的意义，与医学的关系也十分密切。在人体中，细胞液、血液、淋巴液、组织液等兼具溶液和胶体的性质。构成机体组织和细胞的基础物质，如蛋白质、核酸、糖原等都是胶体物质。哺乳动物的乳汁是油脂和酪蛋白等物质分散在水中所成的乳浊液。生物体内发生的新陈代谢，以及许多生理、病理变化也都与溶液以及胶体的性质相关，因此，它们与生命科学紧密相关，具有重要的研究价值。

项目一 溶 液

案 例

2013年1月雾霾笼罩着某省会城市，一个月内只有5天见到了太阳，其他26天都是浓重的雾霾天。最严重的是1月12日，这一天该市多处环境监测点的PM_{2.5}持续爆表，部分站点PM_{2.5}小时浓度最大值达到900 μg/m³，人们开始谈“霾”色变。

问题：

- (1) 雾霾的分散相和分散介质分别是什么？
- (2) 雾霾属于哪一类分散系？什么是PM_{2.5}？
- (3) 雾霾对人体的危害有哪些？



工作任务

任务一 分散系的概念

一种或几种物质分散到另一种物质中所形成混合物的体系，称为分散系。其中，被分散的物质称为分散相（或分散质），而容纳分散相的物质称为分散介质（或分散剂）。例如，生理盐水是氯化钠分散在水中所形成的分散系，碘酒是单质碘分散在乙醇中所形成的分散系。其中，氯化钠、碘是分散相，水是分散介质。分散介质可以是液态，也可以是固态和气态。医药上常用的各类注射液、合剂、乳剂、气雾剂等都是分散系。

任务二 分散系的分类

根据分散相粒子的大小不同，可将分散系分为分子或离子分散系、胶体分散系和粗分散系三种类型（表 1-1）。

表 1-1 分散系的分类及其特征

分散系类型		分散相粒子	颗粒大小	性质	实例
分子或离子分散系		分子或离子	< 1 nm	均相，稳定体系，分散相粒子能透过滤纸及半透膜。	生理盐水
胶体分散系	溶胶	胶粒（分子、原子或离子的聚集体）	1 ~ 100 nm	非均相，不稳定体系，分散相粒子能透过滤纸，不能透过半透膜。	Fe(OH) ₃ 溶胶
	高分子溶液	高分子		均相，稳定体系，分散相粒子能透过滤纸，不能透过半透膜。	鸡蛋清 血液
粗分散系（悬浊液、乳浊液）		小液滴或固体小颗粒	> 100 nm	非均相，不稳定体系，分散相粒子不能透过滤纸及半透膜。	乳汁、泥浆

一、分子或离子分散系

分子或离子分散系也称为真溶液或溶液，溶液中的分散相也称为溶质，分散介质也称为溶剂。在此类分散系中，分散相粒子以单个的分子或离子状态存在，直径小于 1 nm。因为分散相粒子很小，不能阻止光线通过，所以此类分散系的主要特征是均匀、透明、很稳定，分散相粒子能透过滤纸及半透膜。

二、胶体分散系

胶体分散系也称为胶体溶液，简称胶体，分散相粒子直径为 1 ~ 100 nm，通常可分为溶胶和高分子溶液两大类。在溶胶中，分散相粒子是由许多分子或



离子聚集而成，在 高分子溶液中，分散相粒子以单个高分子形式存在。因胶体分散相粒子比分子或离子分散系的分散相粒子大，而比粗分散系的分散相粒子小，所以此类分散系的主要特征是不均匀、透明、相对稳定，分散相粒子能透过滤纸，但不能透过半透膜。



知识链接

胶体的应用

胶体在生产、生活、医药上的应用十分广泛。将某些固态胶体粒子加入金属、陶瓷等材料中，可以使材料更耐冲击、不易断裂；在国防工业上，有些火药、炸药必须制成胶体。生物体内，一切细胞的原生质、动物的血液和植物的汁液都是胶体。人体也是典型的胶体体系，细胞、血液、淋巴液、肌肉、脏器、软骨、皮肤、毛发等都属于胶体。医学上许多血液病的诊断和治疗都利用了胶体的性质，如代血浆，把某些胶体涂在伤口表面，就能有效止血等。

三、粗分散系

粗分散系的分散相粒子大于 100 nm，按分散相状态的不同又分为悬浊液和乳浊液。悬浊液是固体小颗粒分散在液体中形成的分散系，如浑浊的河水。乳浊液是小液滴分散在液体中形成的分散系，如乳汁。因为分散相粒子较大，能阻止光线通过，同时易受重力影响而自动沉降，所以此类分散系的主要特征是不均匀、浑浊、不透明、不稳定、不能透过滤纸和半透膜。



临床应用

按照分散系分类，药物剂型的类别如表 1-2 所示。

表 1-2 药物中的分散系（药物剂型）

药物剂型	分散系
真溶液类	芳香水剂、溶液剂、酊剂、甘油剂及部分注射剂等



续表

药物剂型	分散系
胶体溶液类	胶浆剂、火棉胶剂、涂膜剂等
乳浊液类	乳剂、静脉乳剂、部分搽剂等
混悬液类	合剂、洗剂、混悬剂等
气体分散剂	气雾剂、喷雾剂等
固体分散剂	散剂、丸剂、片剂等
微粒分散剂	微囊剂、纳米剂等

科学探究

观察碘酒、牛奶、泥浆等物质，说说它们的分散相、分散介质、各自特征及所属分散系。

任务三 溶液的浓度

溶液是最稳定的一类分散系，包含溶质和溶剂两部分，在日常生产、生活、科学研究等方面有着广泛应用。人体的组织间液、血液、淋巴液及各种腺体分泌液均属于溶液，人体的新陈代谢也需在溶液中进行。在临床上，药品的浓度对医疗效果至关重要，若浓度不当，过高或过低都将产生不良后果，甚至威胁生命。

溶液的浓度是指一定量的溶液或溶剂中所含溶质的量，表示溶液浓度的方法有很多，下面介绍医学上常用的几种表示方法。

一、物质的量浓度

1. 物质的量

物质的量是一个物理量，表示含有一定数目粒子的集合体，用符号 n_B 或 $n(B)$ 表示，单位为摩尔 (mol)。国际上规定，1 mol 任何物质所含的基本单元数与 0.012 kg ^{12}C 中所含的碳原子数相等，约为 6.02×10^{23} ，此为阿伏伽德罗常数，符号 N_A 。基本单元 B 可以是分子、原子、离子以及其他粒子或这些粒子的特定组合体，可以是实际存在的，也可以是根据需要而指定的。例



如, $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 3 \text{ mol}$ 、 $n_{\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4} = 2 \text{ mol}$ 、 $n_{\text{H}^+} = 0.2 \text{ mol}$ 等都是正确的表示方法, 而 $n(\text{硫酸}) = 3 \text{ mol}$ 、 $n(\text{盐酸}) = 2 \text{ mol}$ 的表示方法是不正确的, 因为其基本单元 B 没有使用化学式或它们的特定组合表示。



知识链接

阿伏伽德罗创立分子学说

1811年, 意大利化学家阿伏伽德罗(Amedeo Avogadro, 1776—1856年)在盖·吕萨克的气体反应体积简比定律基础上进行推论, 把“分子”概念引入道尔顿(英国)原子论, 提出分子学说: ①无论是化合物还是单质, 在不断被分割的过程中都有一个分子阶段, 分子是由一定特性的物质组成的最小单位。②单质的分子由同种元素的原子组成, 化合物的分子则是由不同元素的原子组成的, 化学变化是不同物质分子间的原子进行重新组合。③在同温同压下, 同体积的气体, 无论是单质还是化合物, 都含有同样数目的分子, 即后来确立的阿伏伽德罗定律。



阿伏伽德罗

当时由于条件的限制难以进行实验验证, 以及一些化学权威人士的否定, 分子学说没有得到化学、物理学界的承认和重视, 被称为分子假说。大约过了半个世纪, 假说得到了科学验证, 但此时阿伏伽德罗已不在人世。在验证阿伏伽德罗定律时发现: 在 0°C 、 760 mmHg 时, 1 mol 任何气体的体积都接近于 22.4 L 。在此基础上换算出 1 mol 任何物质都含有 6.02205×10^{23} 个分子, 这一常数被人们命名为阿伏伽德罗常数, 以纪念这位杰出的科学家。

1 mol 物质的质量称为摩尔质量, 用符号 M 表示, 对于基本单元 B, 其摩尔质量用 M_{B} 或 $M(\text{B})$ 表示。摩尔质量在数值上等于该粒子的相对分子质量或相对原子质量, 常用单位为 kg/mol 、 g/mol 。物质的量、质量、摩尔质量之间的关系如下:



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

例 1-1 3 mol H₂SO₄ 的质量是多少克?

解: $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 3 \text{ mol}$ $M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98 \text{ g/mol}$

由 $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}$ 推知: $m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 3 \text{ mol} \times 98 \text{ g/mol} = 294 \text{ g}$

答: 3 mol H₂SO₄ 的质量是 294 g。

例 1-2 117 g NaCl 的物质的量是多少摩尔?

解: $m_{\text{NaCl}} = 117 \text{ g}$ $M_{\text{NaCl}} = 58.5 \text{ g/mol}$

$$n_{\text{NaCl}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}} = \frac{117 \text{ g}}{58.5 \text{ g/mol}} = 2 \text{ mol}$$

答: 117 g NaCl 的物质的量是 2 mol。

2. 物质的量浓度

物质的量浓度简称浓度, 用符号 c_B 或 $c(\text{B})$ 表示, 如氯化钠溶液的物质的量浓度, 记为 c_{NaCl} 或 $c(\text{NaCl})$ 。其定义是溶质 B 的物质的量 n_B 除以溶液的体积 V 。即:

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad (1-2)$$

物质的量浓度的 SI 单位是 mol/m³, 临床上, 常用单位是 mol/L、mmol/L、μmol/L 等。另外, 在使用物质的量浓度时, 也必须注明溶质 B 物质的基本单元, 例如: $c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0.1 \text{ mol/L}$, $c_{\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4} = 2 \text{ mol/L}$ 等。

例 1-3 500 mL 生理盐水中, 含 NaCl 4.5 g, 计算该生理盐水的物质的量浓度。

解: $V = 500 \text{ mL} = 0.5 \text{ L}$ $m_{\text{NaCl}} = 4.5 \text{ g}$ $M_{\text{NaCl}} = 58.5 \text{ g/mol}$

$$c_{\text{NaCl}} = \frac{n_{\text{NaCl}}}{V} = \frac{\frac{m_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}}}{V} = \frac{\frac{4.5 \text{ g}}{58.5 \text{ g/mol}}}{0.5 \text{ L}} = 0.154 \text{ mol/L}$$

答: 该生理盐水的物质的量浓度为 0.154 mol/L。

例 1-4 50 mL 正常人的血浆中含 Ca²⁺ 离子 5.0 mg, 计算正常人血浆中 Ca²⁺ 的物质的量浓度。

解: $M_{\text{Ca}^{2+}} = 40.0 \text{ g/mol}$ $m_{\text{Ca}^{2+}} = 5.0 \text{ mg} = 0.005 \text{ g}$ $V = 50 \text{ mL} = 0.05 \text{ L}$



$$c_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{n_{\text{Ca}^{2+}}}{V} = \frac{\frac{m_{\text{Ca}^{2+}}}{M_{\text{Ca}^{2+}}}}{V} = \frac{0.05 \text{ g}}{40.0 \text{ g/mol} \times 0.05 \text{ L}} = 2.50 \times 10^{-3} \text{ mol/L} = 2.50 \text{ mmol/L}$$

答：正常人血浆中 Ca^{2+} 的物质的量浓度为 2.50 mmol/L。

例 1-5 某物质的量浓度为 3 mol/L 的 H_2SO_4 溶液 500 mL，问该 H_2SO_4 溶液中含纯 H_2SO_4 多少克？

解： $c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 3 \text{ mol/L}$ $V = 0.5 \text{ L}$ $M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98 \text{ g/mol}$

由 $c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V}$ 推知： $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = c_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times V = 3 \text{ mol/L} \times 0.5 \text{ L} = 1.5 \text{ mol}$

由 $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}$ 推知： $m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1.5 \text{ mol} \times 98 \text{ g/mol} = 147 \text{ g}$

答：该 H_2SO_4 溶液中含纯 H_2SO_4 147 g。

二、质量浓度

质量浓度用符号 ρ_B 表示，如氯化钠溶液的质量浓度，可记为 ρ_{NaCl} 或 $\rho(\text{NaCl})$ 。其定义是溶质 B 的质量 m_B 除以溶液的体积 V 。即：

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

质量浓度的 SI 单位是 kg/m^3 ，临床上常用 g/L 、 mg/L 、 $\mu\text{g/L}$ 等。例如注射用生理盐水的质量浓度为 9.0 g/L。使用质量浓度时应注意区分质量浓度 ρ_B 和溶液的密度 ρ ，不可混淆。



知识链接

根据世界卫生组织的建议，医学上表示物质的浓度时，凡是表示相对分子质量 m 已知的物质在人体内的含量，均应使用物质的量浓度，对于相对分子质量未知的物质，则用其质量浓度表示。在注射液的标签上，应同时标明质量浓度和物质的量浓度，如静脉注射用的氯化钠注射液，应同时标明 $\rho_{\text{NaCl}} = 9 \text{ g/L}$ ， $c_{\text{NaCl}} = 0.154 \text{ mol/L}$ 。

例 1-6 计算配制 50 g/L 葡萄糖注射液 1000 mL 需要葡萄糖多少克？

解： $\rho_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 50 \text{ g/L}$ $V = 1000 \text{ mL} = 1 \text{ L}$

由 $\rho_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \frac{m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}}{V}$ 推知： $m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \rho_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times V = 50 \text{ g/L} \times 1 \text{ L} = 50 \text{ g}$



答：配制 50 g/L 葡萄糖注射液 1000 mL 需要葡萄糖 50 g。

例 1-7 500 mL NaHCO_3 溶液中含有 NaHCO_3 35 g，计算该溶液的质量浓度。

解： $m_{\text{NaHCO}_3} = 35 \text{ g}$ $V = 500 \text{ mL} = 0.5 \text{ L}$

$$\rho_{\text{NaHCO}_3} = \frac{m_{\text{NaHCO}_3}}{V} = \frac{35 \text{ g}}{0.5 \text{ L}} = 70 \text{ g/L}$$

答：该溶液的质量浓度为 70 g/L。

例 1-8 我国药典规定，注射用生理盐水的规格是 500 mL，生理盐水中含 NaCl 4.5 g，求：(1) 生理盐水的质量浓度是多少？(2) 若某患者滴注生理盐水 0.6 L，进入人体内氯化钠的质量是多少克？

解：(1) $m_{\text{NaCl}} = 4.5 \text{ g}$ $V = 500 \text{ mL} = 0.5 \text{ L}$

$$\rho_{\text{NaCl}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{V} = \frac{4.5 \text{ g}}{0.5 \text{ L}} = 9.0 \text{ g/L}$$

(2) $V = 0.6 \text{ L}$

由 $\rho_{\text{NaCl}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{V}$ 推知： $m_{\text{NaCl}} = \rho_{\text{NaCl}} \times V = 9.0 \text{ g/L} \times 0.6 \text{ L} = 5.4 \text{ g}$

答：生理盐水的质量浓度是 9.0 g/L，若滴注生理盐水 0.6 L，进入人体内氯化钠的质量是 5.4 g。

三、体积分数

体积分数用符号 φ_B 表示，定义是溶质 B 的体积 V_B 除以溶液的体积 V 。即：

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V} \quad (1-4)$$

V_B 和 V 的单位必须相同，因此体积分数 φ_B 的单位可用小数或百分数来表示。例如，医用消毒酒精的体积分数为 $\varphi_B = 75\%$ 或 $\varphi_B = 0.75$ 。

例 1-9 体积分数为 0.95 的医用酒精 500 mL 中含纯酒精多少毫升？

解： $\varphi_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}} = 0.95$ $V = 500 \text{ mL}$

$$V_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}} = \varphi_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}} \times V = 0.95 \times 500 \text{ mL} = 475 \text{ mL}$$

答：体积分数为 0.95 的医用酒精 500 mL 中含纯酒精 475 mL。

例 1-10 取 120 mL 甘油加水稀释成 200 mL，求该甘油溶液的体积分数。

解： $V_{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3} = 120 \text{ mL}$ $V = 200 \text{ mL}$

$$\varphi_{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3} = \frac{V_{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3}}{V} = \frac{120 \text{ mL}}{200 \text{ mL}} = 0.6$$



答：该甘油溶液的体积分数为 0.6 或 60%。

四、质量分数

质量分数用符号 ω_B 表示，定义是溶质 B 的质量 m_B 除以溶液的质量 m 。即：

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

m_B 和 m 的单位也要求一致，因此质量分数 ω_B 的单位也可用小数或百分数来表示。例如，市售浓盐酸的质量分数为 $\omega_B = 37\%$ 或 $\omega_B = 0.37$ 。

例 1-11 将 30 g 碳酸氢钠溶于 70 g 水中，求该 NaHCO_3 溶液的质量分数。

解：溶质 $m_{\text{NaHCO}_3} = 30 \text{ g}$ ，溶液的质量 $m = 30 + 70 = 100 \text{ g}$

$$\omega_{\text{NaHCO}_3} = \frac{m_{\text{NaHCO}_3}}{m} = \frac{30 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 0.3$$

答：该 NaHCO_3 溶液的质量分数为 0.3 或 30%。

例 1-12 $\omega_{\text{HCl}} = 0.36$ 的浓盐酸 100 mL (密度 $\rho = 1.18 \text{ kg/L}$) 中含溶质氯化氢多少克？

解： $\omega_{\text{HCl}} = 0.36$ $V = 100 \text{ mL} = 0.1 \text{ L}$ $\rho = 1.18 \text{ kg/L} = 1180 \text{ g/L}$

$$m = \rho \times V = 1180 \text{ g/L} \times 0.1 \text{ L} = 118 \text{ g}$$

由 $\omega_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{HCl}}}{m}$ 推知： $m_{\text{HCl}} = \omega_{\text{HCl}} \times m = 0.36 \times 118 \text{ g} = 42.48 \text{ g}$

答： $\omega_{\text{HCl}} = 0.36$ 的浓盐酸 100 mL (密度 $\rho = 1.18 \text{ kg/L}$) 中含溶质氯化氢 42.48 g。



知识链接

一、ppm 浓度

ppm 浓度是用溶质质量占溶液质量的百万分比 (10^{-6}) 来表示的浓度。ppm 浓度常用来表示药物中极微量组分的含量。有些溶液极稀，用百分比浓度表示既不方便，又容易出错，则改用 ppm 浓度，如溶液的浓度是 0.0005%，用 ppm 浓度表示则为 5 ppm。

二、波美度

波美度是表示溶液质量百分比浓度的一种方法。波美 (Antoine Baume) 是法国化学家，药房学徒出身，曾任巴黎药学院教授，他发明了液体密度计——波美计。把波美计浸入所测溶液中，得到的度数叫波美



度。波美度数值较大，读数就方便，当测得波美度后，从相应化学手册对照表中可方便地查出溶液的质量百分比浓度。例如，在 15℃ 测得浓硫酸的波美度是 66°Bé，查表可知硫酸的质量百分比浓度是 98%，在生产上常用波美度表示溶液的浓度。

不同溶液的波美度的测定方法是相似的，都是用测定密度的方法，根据测得的密度，查表换算浓度。目前不同溶液均有专用的波美表，如酒精波美表、盐水波美表。根据波美度中对应的溶液浓度，直接读出溶液的质量百分比浓度。



临床应用

葡萄糖注射液在临床上的应用

葡萄糖注射液在临床上的常用浓度为 50 g/L，是一种无色澄清液体，它的应用有重要的意义。葡萄糖注射液具有补充能量的功效，很多人在生病时会出现无法进食或进食过少的情况，这将会导致患者身体虚弱，一般可以通过静脉注射浓度为 50 g/L 葡萄糖注射液来帮助补充能量和体液。另外，葡萄糖注射液还可以调节体内水电解质平衡，常用于辅助治疗一些疾病，如低血糖症、高钾血症、组织脱水等。

任务四 溶液浓度的换算

溶液浓度的换算是不同的浓度表示方法之间单位的变换，其溶质与溶液的量都没有发生变化。

一、物质的量浓度 c_B 与质量浓度 ρ_B 的换算

根据公式 $c_B = \frac{n_B}{V}$ 和 $\rho_B = \frac{m_B}{V}$ 可知， c_B 与 ρ_B 之间的换算实质上是单位 mol/L 与 g/L 之间的变换，即溶质物质的量 (mol) 与质量 (g) 的变换。

依据公式 $m_B = n_B \cdot M_B$ 可推出：

$$\rho_B = c_B \times M_B \text{ 或 } c_B = \frac{\rho_B}{M_B} \quad (1-6)$$



例 1-13 已知生理盐水 $\rho_{\text{NaCl}} = 9 \text{ g/L}$, 求: 其物质的量浓度 c_{B} 是多少?

解: $\rho_{\text{NaCl}} = 9 \text{ g/L}$ $M_{\text{NaCl}} = 58.5 \text{ g/mol}$

$$c_{\text{NaCl}} = \frac{\rho_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}} = \frac{9 \text{ g/L}}{58.5 \text{ g/mol}} = 0.154 \text{ mol/L}$$

答: 生理盐水的物质的量浓度是 0.154 mol/L 。

二、质量分数 ω_{B} 与物质的量浓度 c_{B} 的换算

根据公式 $\omega_{\text{B}} = \frac{m_{\text{B}}}{m}$ 和 $c_{\text{B}} = \frac{n_{\text{B}}}{V}$, 以及 $m_{\text{B}} = n_{\text{B}} \cdot M_{\text{B}}$ 、 $m = \rho \cdot V$ (ρ 为密度) 可推出:

$$c_{\text{B}} = \frac{n_{\text{B}}}{V} = \frac{\omega_{\text{B}} \times \rho}{M_{\text{B}}} \text{ 或 } \omega_{\text{B}} = \frac{c_{\text{B}} \times M_{\text{B}}}{\rho} \quad (1-7)$$

例 1-14 市售浓盐酸的质量分数 $\omega_{\text{HCl}} = 0.36$, 密度 $\rho = 1180 \text{ g/L}$, 问该浓盐酸的物质的量浓度是多少?

解: $\omega_{\text{HCl}} = 0.36$ $\rho = 1180 \text{ g/L}$ $M_{\text{HCl}} = 36.5 \text{ g/mol}$

$$c_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{V} = \frac{\omega_{\text{HCl}} \times \rho}{M_{\text{HCl}}} = \frac{0.36 \times 1180 \text{ g/L}}{36.5 \text{ g/mol}} = 11.6 \text{ mol/L}$$

答: 该浓盐酸的物质的量浓度为 11.6 mol/L 。

任务五 溶液的稀释

溶液的稀释是在浓溶液中加入溶剂从而使其浓度变小的过程, 因此, 稀释的特点是稀释前后溶液的量增加了, 而溶质的量没有改变。即:

稀释前溶质的量 = 稀释后溶质的量

表达式为: 稀释前浓度 \times 稀释前体积 = 稀释后浓度 \times 稀释后体积

需要注意的是, 稀释前后溶液等式两边的单位必须一致。故有:

$$c_{\text{B}_1} \cdot V_1 = c_{\text{B}_2} \cdot V_2 \quad (1-8)$$

$$\rho_{\text{B}_1} \cdot V_1 = \rho_{\text{B}_2} \cdot V_2 \quad (1-9)$$

$$\varphi_{\text{B}_1} \cdot V_1 = \varphi_{\text{B}_2} \cdot V_2 \quad (1-10)$$

当溶液的浓度用质量分数 ω_{B} 表示时, 其稀释公式为:

$$\omega_{\text{B}_1} \cdot m_1 = \omega_{\text{B}_2} \cdot m_2 \quad (1-11)$$

例 1-15 配制 $\frac{1}{6} \text{ mol/L}$ 乳酸钠 ($\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3$) 溶液 600 mL , 需要 1 mol/L 乳酸钠多少毫升?



解: $c_{B_1} = 1 \text{ mol/L}$ $c_{B_2} = \frac{1}{6} \text{ mol/L}$ $V_2 = 600 \text{ mL}$

根据溶液稀释公式 $c_{B_1}V_1 = c_{B_2}V_2$, 则:

$$V_1 = \frac{c_{B_2} \times V_2}{c_{B_1}} = \frac{\frac{1}{6} \text{ mol/L} \times 600 \text{ mL}}{1 \text{ mol/L}} = 100 \text{ mL}$$

答: 配制 $\frac{1}{6} \text{ mol/L}$ 乳酸钠溶液 600 mL, 需要 1 mol/L 乳酸钠 100 mL。

科学探究

一、用固体溶质配制 100 mL 溶液

具体操作步骤如下:

- (1) 计算: 根据具体任务要求, 计算所需固体溶质的质量_____ g。
- (2) 称量: 用托盘天平准确称量溶质的质量_____ g。
- (3) 溶解: 将称量好的固体溶质全部倒入烧杯中, 向烧杯中加入 10~20 mL 蒸馏水, 并不断搅拌至全部溶解。
- (4) 转移: 将烧杯内的溶液全部转移到 100 mL 容量瓶中, 然后用 10~20 mL 蒸馏水洗涤烧杯 2~3 次, 将每次的洗涤液均转移至容量瓶中。
- (5) 定容: 用胶头滴管向容量瓶中继续滴加蒸馏水至液体凹面最低处与刻度线相切为止。
- (6) 混匀: 用玻璃棒搅拌均匀。
- (7) 装瓶贴签: 将配制好的溶液倒入试剂瓶中, 贴好标签, 注明溶液名称、浓度以及日期。

二、溶液的稀释方法

具体操作步骤如下:

- (1) 计算: 根据具体任务要求, 计算所需浓溶液的体积_____ mL。
- (2) 量取: 用量筒准确量取浓溶液的体积_____ mL。
- (3) 稀释: 向量筒中加入蒸馏水稀释至距刻度线 1 cm 处时停止。
- (4) 定容: 用胶头滴管向量筒中继续滴加蒸馏水至液体凹面最低处与刻度线相切为止。
- (5) 混匀: 用玻璃棒搅拌均匀。



（6）装瓶贴签：将配制好的溶液倒入试剂瓶中，贴好标签，注明溶液名称、浓度以及日期。



思考和练习

1. 列举生活中常见的分散系。
2. 豆浆属于何种分散系？
3. 胶体与溶液、粗分散系有哪些相同点和不同点？
4. 简述溶液浓度的四种表示方法。
5. 配制 500 mL $\varphi_B = 0.75$ 的消毒乙醇需要 $\varphi_B = 0.95$ 的医用乙醇多少毫升？
6. 请准确配制 100 mL 生理盐水供患者外伤处理时使用。

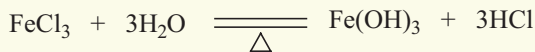


项目二 胶 体

案 例

氢氧化铁溶胶的制备

用烧杯盛约 30 mL 蒸馏水，加热到沸腾，然后逐滴加入 5~6 滴饱和氯化铁溶液，继续煮沸，直至溶液变成红褐色，即得氢氧化铁胶体。



问题：

- (1) 在热水与冷水中滴加 FeCl_3 颜色有何不同？为什么？
- (2) 所得 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 属于哪一种分散系？为什么？



工作任务

任务一 溶胶

胶体分散系按照介质的不同，可分为液溶胶、气溶胶和固溶胶。液溶胶的分散介质是液体，简称溶胶，如豆浆、墨水等；气溶胶的分散介质是气体，如烟、雾等；固溶胶的分散介质是固体，如有色玻璃、纳米材料等。下面主要介绍溶胶的性质和应用。

一、溶胶的性质

溶胶是小分子或离子的聚集体，分散相粒子直径为 1~100 nm，其大小介于分子或离子分散系和粗分散系之间，是一个不稳定体系，具有一些特殊的性质。

(一) 丁达尔现象

在暗室中，用一束强光通过溶胶时，从光束的垂直方向可以清楚地观察到溶胶中有一条发亮的光柱（即乳光），如图 1-1 所示，这个现象称为丁达尔现象。

丁达尔现象的形成是因为光的散射。因为溶胶粒子的直径大小为 1~100 nm，比可见光波长（400~700 nm）稍小，光波发生散射。而对于粗分

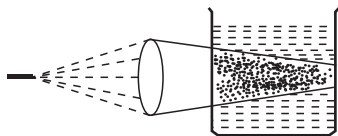


图 1-1 丁达尔现象



散系，其分散相粒子直径远大于可见光波长，大部分光线会在粒子表面反射而显得浑浊；对于真溶液，其分散相粒子直径远小于可见光波长，光波绕过粒子前进，会发生透射而显得清澈透明。因此，可利用丁达尔现象来区分溶胶与溶液。



知识链接

注射剂的可见异物检查

我国药典规定所有药物注射剂必须进行可见异物检查。这种检查方法称为灯检，即用强光照注射药用真溶液，应没有乳光现象，若出现乳光则注射液不合格，不能作注射用。灯检的目的是为了控制药物注射剂中的微粒污染，注射液中的微粒一般有纤维、玻璃屑、炭黑、橡皮屑、细菌、真菌及结晶体等。这些微粒异物进入人体后，较大的微粒可堵塞毛细血管形成血栓，若侵入肺、脑、肾、眼等组织可造成栓塞，并由于巨噬细胞的包围和增殖，可能形成肉芽肿等，会对人体造成严重危害。



（二）布朗运动

在超显微镜下观察溶胶，会发现溶胶中的胶粒不停地做不定向、无规则运动，如图 1-2 所示。这种胶粒在分散介质中的无规则运动称为布朗运动。布朗运动的发生是因为分散剂分子从各个方向撞击胶粒，使胶粒在每一瞬间受力方向不断改变导致胶粒不停地做无规则的运动。胶粒质量越小，温度越高，布朗运动越剧烈。布朗运动使胶粒不易下沉，是溶胶保持相对稳定的原因之一。

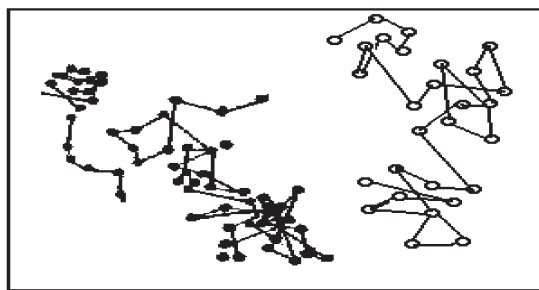


图 1-2 布朗运动

（三）电泳现象

在一个 U 形管中注入红棕色的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶后，插入电极，接通直流电，如图 1-3 所示，可以看到阴极一端溶液颜色逐渐变深，而阳极一端溶液颜色逐

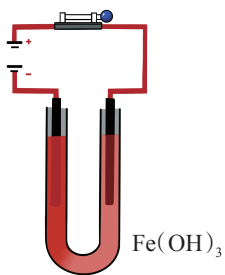


图 1-3 电泳现象

渐变浅。像这种胶粒在直流电场作用下发生定向移动的现象称为电泳现象。

电泳现象说明溶胶的胶粒带有电荷，可以根据电泳的方向来判断胶粒所带电荷的类型。如本实验中， $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子在电场作用下向阴极移动，说明其粒子带正电荷。如果改用黄色的硫化砷溶胶做此实验，则会看到阳极附近黄色变深，说明硫化砷胶体粒子带负电荷。



临床应用

电泳技术

电泳技术在高分子化合物如蛋白质、氨基酸、核酸的分离和鉴定方面有着重要的应用。在临床检验中应用电泳法可分离血清中的各种蛋白质，血清蛋白电泳对于肝、肾疾病和多发性骨髓瘤的诊断具有重要指导意义。血清中含有各种蛋白质，其等电点均在 $\text{pH } 7.5$ 以下，若置于 $\text{pH } 8$ 以上的缓冲溶液中进行电泳时，均游离成负离子，再向正极移动。由于其等电点、分子质量和分子形状各不相同，其电泳速度也不同，所以可将血清中的各种蛋白质区分开来。

二、溶胶的结构

胶体的性质与其内部结构有关，实验表明胶体具有扩散双电层结构。现以 AgI (碘化银) 溶胶结构为例说明，如图 1-4 所示。多个 AgI 粒子相互聚集，形成胶体的核心 $(\text{AgI})_m$ 胶核。胶核有较大的表面积，有较强的吸附能力，在过量 KI 中，胶核选择性地吸附了与其结构相似的特定离子 I^- ，从而使 $(\text{AgI})_m$ 胶核表面带上了负电荷。这种使胶团带有电荷的离子称为电位离子，而符号相反、留在溶液中的离子称为反离子。反离子又分成两部分，一部分是结合紧密、不易电离的反离子——吸附层反离子；另一部分是容易电离、比较自由的反离子——扩散层反离子。 AgI 溶胶中与胶核带相反电荷的反离子是 K^+ ，其一方面受胶核静电引力，有靠近胶

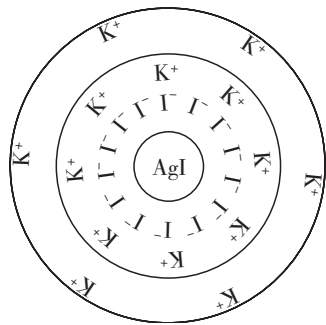
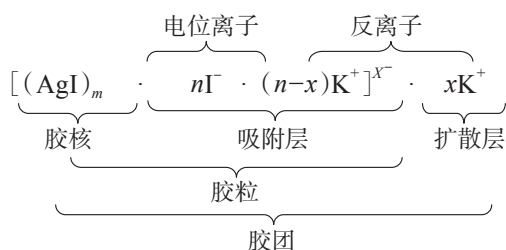


图 1-4 碘化银胶团示意图



核的趋势；另一方面因扩散作用，有远离胶核的趋势，使得小部分反离子被吸附在胶核表面上，与电位离子构成了带电的吸附层，胶核和带电的吸附层总称为胶粒。带电的胶粒与其反离子形成的扩散层总称为胶团。吸附层和扩散层所带电量相同，电荷相反，称为双电层，整个胶团具有电中性。

在吸附层和扩散层中的电位离子和反离子都是水合离子，所以胶团实际上是由胶核和水合双电层共同构成。胶核与吸附层之间结合紧密，而扩散层与胶粒结合疏松，在外电场的作用下，胶团从吸附层和扩散层之间分开，吸附层的胶粒作为一个整体移向与胶粒电性相反的电极，而扩散层则移向另一极。AgI 胶团的结构可用图 1-5 表示。



m 为 AgI 微粒数， n 为电位离子数目，
 x 为扩散层反离子数目， $n-x$ 为吸附层中反离子数目

图 1-5 碘化银胶团结构简式图

三、溶胶的稳定性和聚沉

(一) 溶胶的稳定性

溶胶是不稳定体系，在自身重力作用下，胶体粒子本应该很容易相互聚集而沉降，但事实上很多溶胶比较稳定，主要有以下几个方面的原因。

1. 胶粒的布朗运动

溶胶体系是高度分散的，胶粒很小，其布朗运动较强。这种布朗运动在一定程度上克服了重力对胶粒的沉降影响，使胶粒均匀分散，保持溶胶的稳定。

2. 胶粒带电

由前文可知，胶粒带有同种电荷，各胶粒之间因同种电荷相互排斥而不易聚集。带电越多，排斥力越大，溶胶越稳定。

3. 溶剂化作用

由于胶团表面的离子对溶剂分子有吸附力，能将溶剂分子吸附到胶粒表面，形成一层具有强度和弹性的溶剂化膜，这层溶剂化膜阻止了胶粒直接接触而聚集变大，保持溶胶的稳定。溶剂化膜越厚，溶胶越稳定。



(二) 溶胶的聚沉

溶胶的稳定性是相对的、暂时的、有条件的，当溶胶的稳定性因素被破坏时，胶粒就会聚集成较大的颗粒，这种使胶粒聚集成较大颗粒而沉淀的过程称为溶胶的聚沉。促使溶胶聚沉的主要方法有 3 种。

1. 加入少量电解质

溶胶因其胶粒带电荷，对电解质十分敏感，加入少量的电解质就能促使其聚沉。这是因为少量电解质被加入后，解离形成的带异种电荷的离子中和了胶粒所带的电荷。同时，电解质的溶剂化作用破坏了胶粒的水化膜，使溶胶稳定性下降而聚沉。例如，卤水点豆腐的原理是向豆浆中加入 MgCl_2 (卤水) 或 CaSO_4 (石膏)，豆浆遇电解质 MgCl_2 、 CaSO_4 聚沉下来，凝结成豆腐。



知识链接

聚沉值

不同的电解质，对溶胶的聚沉能力不同，通常用聚沉值来衡量电解质对溶胶聚沉能力的大小。聚沉值是指一定溶胶在一定时间内完全聚沉所需电解质的最低浓度聚沉值越小，表示聚沉能力越大。与胶粒带相反电荷的电解质反离子价数越高，其聚沉能力越大。不同电解质对不同溶胶的聚沉值如表 1-3 所示。

表 1-3 不同电解质对不同溶胶的聚沉值

$\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$

电解质	As_2O_3 溶胶 (带负电)	电解质	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶 (带正电)
NaCl	51	NaCl	9.25
KNO_3	50	KCl	9.0
MgSO_4	0.81	K_2SO_4	0.205
AlCl_3	0.093	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	0.195

2. 加入带相反电荷的溶胶

把两种电性相反的溶胶混合，因胶粒所带电荷相反，可以彼此吸引，电荷相互中和而聚沉。例如，明矾净水的原理是明矾的水解产物 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 溶胶带正电，而天然水中常含有带负电的胶态杂质，两者混合后电荷相互中和而聚沉，



从而达到净水的目的。

3. 加热

加热能增强溶胶的布朗运动，使粒子之间相互碰撞的机会增多，强度加大，同时也减弱了胶核对离子的吸附作用和胶粒的溶剂化作用，使胶粒在碰撞过程中聚沉。例如，将 As_2S_3 溶胶加热至沸，就会析出黄色的 As_2S_3 沉淀。

任务二 高分子化合物溶液

相对分子质量在 1 万以上，甚至高达几百万的物质称为高分子化合物，又称大分子化合物。高分子化合物既可以是天然的，也可以是人工合成的。天然的高分子化合物有蛋白质、核酸、糖原、淀粉、酶、纤维素等，人工合成的有聚乙烯塑料、合成纤维等。

一、高分子化合物溶液的特性

将高分子化合物加入适当的溶剂中，会自动溶解形成均匀、稳定的体系，称为高分子化合物溶液，简称高分子溶液。高分子化合物溶液的分散相粒子直径为 $1 \sim 100 \text{ nm}$ ，属于胶体分散系，因此它具有胶体的性质，如布朗运动、丁达尔现象、能透过滤纸、不能透过半透膜等，但由于其分散相粒子是单个的高分子，所以它还具有自己的一些特性。

1. 稳定性大

高分子化合物溶液为均相分散系，在无菌以及溶剂不蒸发的情况下，可长期放置而不沉淀，稳定性与真溶液相似，比溶胶更稳定。这是因为高分子化合物有很多亲水基团，可与水分子结合，在每个高分子表面形成一层厚而密集的水化膜，这层水化膜比溶胶粒子的水化膜更紧密、厚度更大。

2. 盐析作用

要破坏高分子化合物溶液表面的水化膜，使高分子化合物从溶液中析出，必须加入大量电解质。这种加入大量电解质，使高分子化合物从溶液中聚沉析出的过程称为盐析。盐析一般是可逆过程，加水后又可重新溶解。



临床应用

分段盐析

不同的高分子化合物溶液，其稳定性也各不相同。相对分子质量小的蛋白质比相对分子质量大的蛋白质更稳定。利用这一性质，可以用不同浓度的电解质溶液使蛋白质分步沉淀析出并加以分离。例如， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 使血清中球蛋白盐析的浓度是 2.0 mol/L ，清蛋白盐析浓度是 $3 \sim 3.5 \text{ mol/L}$ 。在血清中加 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 达一定量，则球蛋白先析出，滤去球蛋白，再加 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 则可使清蛋白析出，这个过程叫分段盐析，可用于分离蛋白。

3. 黏度大

与真溶液或溶胶相比，高分子化合物溶液的黏度要大得多。这是因为高分子化合物常形成链状、枝状或网状结构，这种伸展着的大分子在溶剂中相互缠绕，使溶剂流动困难，自由流动的溶剂减少，所以黏度很大。利用这一性质，许多高分子化合物溶液如淀粉、糊精、蛋白质溶液等都能作黏合剂。在医学上，人体内的正常血液循环要求血液黏度保持在合适的水平上，若局部血液黏度异常，则易引起血栓。

二、高分子化合物溶液对溶胶的保护作用

将适量高分子化合物溶液加入溶胶中，可以显著提高溶胶的稳定性，这种现象称为高分子化合物溶液对溶胶的保护作用。高分子化合物溶液可以保护溶胶，是由于高分子化合物容易被吸附在胶粒表面，形成一层保护膜。同时，由于高分子化合物的强溶剂化能力，在高分子化合物的表面又形成了一层致密的水化膜，这样层层保护，使溶胶粒子不易聚集，从而提高了溶胶的稳定性。

高分子化合物溶液对溶胶的保护作用有重要的意义。例如，血液中的许多微溶性无机盐，如碳酸钙、磷酸钙等就是以溶胶形式存在于血液中的，这是因为血液中的蛋白质大分子对其起到了保护作用，它们才得以稳定而不聚沉。如果人体发生某些疾病而使得血液中的蛋白质大量减少，该保护作用就会减弱，这些微溶性无机盐就可能会因为失去保护而在肝、肾等器官中聚沉，这是形成各种结石的原因之一。



知识链接

一、蛋白银

医药用的杀菌剂蛋白银就是利用蛋白质的保护作用而制得的银的胶态制剂。在制备银溶胶时加入蛋白质，所得的胶体银称为蛋白银。蛋白银比普通银溶胶稳定，浓度更高，银粒更细，将其蒸干后能重新溶解于水并恢复成溶胶状态，是一种防腐功能极强的防腐剂。

二、钡餐

钡餐造影又称消化道钡剂造影，用于在 X 线照射下检查患者消化道有无病变。照射时，由于钡不易被 X 线穿透，在胃肠道内与周围器官能形成鲜明对比，因此可对整个消化道，尤其是上消化道进行更清晰的放射性检查。钡餐造影使用药用硫酸钡（即硫酸钡的悬浊液）作为造影剂，由于硫酸钡不溶于水和脂质，因此不会被胃肠黏膜吸收，所以对人基本无毒性。用于胃肠道造影的硫酸钡合剂中就含有一种高分子化合物阿拉伯胶，阿拉伯胶能对硫酸钡起到保护作用。在患者通过口服摄入造影剂后，硫酸钡胶浆能均匀地黏附在胃肠道壁上形成薄膜，从而有利于造影检查。

三、凝胶

在一定的浓度、温度、压力、时间等条件下，高分子化合物溶液或某些溶胶的黏度会逐渐增加，当增加到一定程度时，胶体体系失去流动性而形成一种具有弹性的半固体，称为凝胶。凝胶处于溶液和固体高分子化合物的中间状态，兼有两者的性质，既具有一定强度以维持其形态，也可以让许多物质在其中进行物质交换，人体的肌肉、脏器、细胞膜、皮肤及毛发、指甲等都可看作是凝胶，人体组织中约占体重 $\frac{2}{3}$ 的水保存在凝胶中。凝胶具有弹性、膨润作用和离浆作用，其性质对于生命具有重要的实际意义。



科学探究

在一支装有 5 mL $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶的试管中，滴加 1 mL 左右的 MgSO_4 溶液，振荡试管，观察其变化。



思考和练习

1. 列举生活中遇到的丁达尔现象。
2. 为什么在河流的入海口易形成三角洲？
3. 溶胶和高分子化合物溶液有哪些相同点和不同点？



项目三 渗透压

案 例

两岁的强强失手打翻了开水瓶，瞬间身体多处被烫伤，情急之中奶奶拿盐撒在强强伤口上，想给伤口消毒。送医院后，医生说伤口撒盐导致烫伤程度更严重了。这是因为食盐撒在伤口，不仅会加剧伤口疼痛，还会引起伤口产生渗透现象，造成创面高渗、病情加重。

问题：

- (1) 什么是渗透现象？什么是渗透压？
- (2) 在伤口撒盐后，渗透方向是怎样的？



工作任务

任务一 渗透现象和渗透压

将几滴红墨水滴入一杯清水中，很快就能使整杯水染成红色。在蔗糖浓溶液中小心加入清水，很快就能得到浓度均匀的蔗糖溶液。这种现象称为扩散。扩散是指当浓度不同的两种溶液相互接触时，溶质分子和溶剂分子相互运动，最终得到浓度均匀的两种溶液。

半透膜是一种只允许较小的溶剂水分子通过，而不允许溶质分子通过的特殊薄膜。例如生物体内的细胞膜、膀胱膜、毛细血管壁等。如果用半透膜把蔗糖溶液和纯水隔开，如图 1-6(a) 所示，静置一段时间后，会看到蔗糖溶液的液面在缓慢上升，纯水的液面在缓慢下降，如图 1-6(b) 所示，这说明水分子不断通过半透膜进入蔗糖溶液中。用不同浓度的两种溶液做此实验，也可看到浓度高的溶液液面上升，浓度低的溶液液面下降。这种溶剂分子通过半透膜由纯溶剂进入溶液（或由稀溶液进入浓溶液）的现象称为渗透现象，简称渗透。渗透现象的产生必须具备两个条件：一是有半透膜存在；二是半透膜两侧溶液有浓度差。

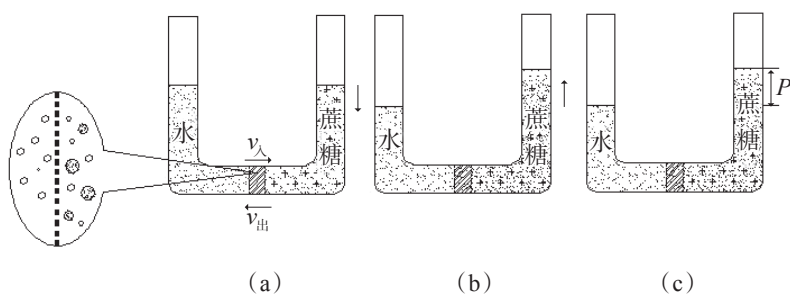


图1-6 渗透现象和渗透压

为什么会产生渗透现象呢？这是因为蔗糖分子不能通过半透膜，而水分子却可以自由通过半透膜，由于纯溶剂中的水分子要比蔗糖溶液中的水分子多，导致在单位时间内，由纯溶剂进入蔗糖溶液中的水分子要比由蔗糖溶液进入到纯溶剂的水分子多。因此，渗透的方向总是由溶剂分子数目较多的一方向溶剂分子数目较少的一方渗透，即由纯溶剂向溶液或低浓度向高浓度溶液渗透。

随着渗透现象的发生，蔗糖溶液液面不断上升，同时产生静水压，这种压强使水分子从纯溶剂向溶液中的渗透速度逐渐减慢，当液面上升到一定高度时，水分子进出半透膜的速度相等，达到渗透的动态平衡状态，液面停止上升。这种恰能阻止渗透现象继续发生而达到动态平衡的压力，称为该溶液的渗透压。需要注意的是，如果两种不同浓度的溶液被半透膜隔开，这时液柱产生的静水压，既不是稀溶液的渗透压，也不是浓溶液的渗透压，而是两种溶液的渗透压之差。

渗透现象在我们的生产、生活中有广泛应用。例如腌制咸菜可以长久放置不会变质；人在游泳池中游泳时，睁开眼睛会感觉到涩痛，而在海水中就不会有这种感觉等。



知识链接

反向渗透及其应用

反向渗透是选用一种高强度且耐高压的半透膜将纯水和溶液隔开，然后在溶液液面的上方施加一个比自然渗透压更高的压力，将浓溶液中的溶剂水分子压到半透膜另一边的纯水中，故出现溶液液面降低而纯水中的液



面升高的现象。这种渗透过程和自然界正常的渗透过程是相反的，因此称为反向渗透。反向渗透技术最早应用于美国宇航员将尿液提纯为纯水使用，后广泛应用于各种液体的提纯与浓缩，如海水、苦咸水的淡化，饮用水的净化，废水处理等。在医药上，该方法可用来制备注射用水以及应用于血液透析。



临床应用

血液透析

血液透析，简称血透，是目前最常用的血液净化技术。它是抢救急性、慢性肾衰竭的有效方法之一，这种方法安全、易行，对患者减轻症状、减少患者痛苦、延长患者生命具有重要意义。它是利用透析原理，将患者血液和透析液同时引入透析器中，两者逆方向在透析膜两侧流动，通过扩散、吸附、对流等作用进行物质交换，使血液中的代谢废物和过多的电解质向透析液移动，继而排出体外；透析液中的营养物质、治疗药物等向血液中移动，从而达到净化血液、纠正水电解质以及酸碱平衡等治疗目的。

任务二 渗透压与浓度、温度的关系

1886年，荷兰物理化学家范特荷甫根据实验得出：稀溶液的渗透压与溶液的物质的量浓度和绝对温度成正比，而与溶剂、溶质的种类无关。这个规律称为范特荷甫定律或渗透压定律。其表达式为：

$$\Pi = c_B \times R \times T \quad (1-12)$$

式中： Π ——溶液的渗透压，单位为帕（Pa）或千帕（kPa）。

c_B ——溶液的物质的量浓度，单位为 mol/L。

R ——气体常数，值为 8.31 kPa·L/(K·mol)。

T ——绝对温度，单位是 K，其值 $T = 273 + t$ °C。

范特荷甫定律只适用于难挥发性非电解质的稀溶液，该定律说明，在一定温度下，溶液的渗透压只与溶液的物质的量浓度成正比，即与单位体积溶液中所含溶质的粒子数成正比，而与溶质的性质无关。因此，0.5 mol/L 葡萄糖溶液与



0.5 mol/L 蔗糖溶液的渗透压相等。

对于电解质溶液而言，由于电解质发生电离，溶液中的溶质粒子个数成倍增多，溶液的渗透压也相应增大，因此在范特荷甫定律的计算公式中， c_B 需要引入校正因子 i ，也可写成溶质粒子的物质的量浓度 c_{os} ，即：

$$\Pi = i \times c_B \times R \times T = c_{os} \times R \times T \quad (1-13)$$

式中 c_B 为单位体积溶液中溶质的物质的量浓度， i 为 1 mol 溶质分子在溶液中解离产生的溶质粒子的物质的量，如 NaCl 的 $i=2$ ， CaCl_2 的 $i=3$ 。 c_{os} 为单位体积溶液中溶质粒子的物质的量浓度，即溶液中能产生渗透效应的溶质粒子（分子或离子）总物质的量浓度，称为渗透浓度，单位为 mol/L， c_{os} 与 c_B 的关系为：

$$c_{os} = i \times c_B \quad (1-14)$$

式 1-13 表明，一定温度下，溶液的渗透压与溶液的渗透浓度成正比，因此，常用渗透浓度来衡量或比较溶液渗透压的大小。

例 1-16 比较 25℃ 时 0.2 mol/L NaCl 溶液与 0.2 mol/L 葡萄糖溶液渗透压的大小。

解：NaCl 溶液与葡萄糖溶液的物质的量浓度均为 0.2 mol/L，但 NaCl 溶液为电解质， $i=2$ 。因此，其渗透浓度为 $c_{os} = i \times c_B = 2 \times 0.2 \text{ mol/L} = 0.4 \text{ mol/L}$ 。

答：25℃ 时 0.2 mol/L NaCl 溶液的渗透压大于 0.2 mol/L 葡萄糖溶液的渗透压。



知识链接

一、牧场化学家

1874 年，荷兰物理化学家范特荷甫 (Jacobus Henricus Van't Hoff, 1852—1911 年) 提出了碳原子的正四面体理论，把分子结构发展为立体，为立体化学奠定了基础。1877 年，范特荷甫从研究有机化学转向研究刚刚得到公认的新领域——物理化学。1901 年，范特荷甫由于在反应速度、化学平衡和渗透压方面的研究，成为第一位诺贝尔化学奖获得者。



范特荷甫



生活在他周围的人们直到在报纸上看到“范特荷甫荣获首届诺贝尔化学奖”的新闻以及他的素描像后,才知道每天早上赶着马车给大家送鲜奶的牧场主人竟然是著名的化学家,而且还荣获了首届诺贝尔化学奖。于是,人们将送鲜奶的范特荷甫和化学家范特荷甫合并称为“牧场化学家”。

二、体液

人体内含有大量的水分,这些水和溶解在水中的各种物质总称为体液,约占人体体重的60%(按质量比)。体液分为细胞内液和细胞外液两大类,细胞内液主要有水、电解质、脂类、糖类以及氨基酸、核苷酸等,约占体重质量比的40%。细胞外液又分为两类:一类存在于组织细胞之间的组织间液(包括淋巴液和脑髓液),约占体重质量比的16%;另一类是血液的血浆,约占体重质量比的4%。血液由血浆和血细胞两部分组成,其中血浆中主要包括水(91%)、蛋白质(7%),脂质(1%),糖类(0.1%),电解质(0.9%)和代谢产物(尿素、肌酐、尿酸等)。

三、人体体液中的渗透浓度

人体的体液中既有电解质(如NaCl、CaCl₂等盐类),也有非电解质(如葡萄糖、蛋白质等),体液的总渗透压大小,取决于体液中所能产生渗透效应的溶质粒子的总物质的量浓度,即溶液渗透浓度 c_{os} 。医学上,渗透浓度 c_{os} 单位通常用mmol/L表示。正常人体血浆、细胞内液中各类溶质的渗透浓度见表1-4。

表1-4 正常人体血浆、细胞内液中各类溶质的渗透浓度

物质	正常人血浆 $c_{os}/(\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1})$	细胞内液 $c_{os}/(\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1})$	物质	正常人血浆 $c_{os}/(\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1})$	细胞内液 $c_{os}/(\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1})$
Na ⁺	142	10	氨基酸	2.0	8
K ⁺	5	141	肌酸	0.2	14
Ca ²⁺	2.5	—	乳酸盐	1.2	1.5
Mg ²⁺	1.5	31	葡萄糖	5.6	—
Cl ⁻	103	4	蛋白质	2.0	4
HCO ₃ ⁻	27	10	尿素	4.0	4
HPO ₄ ²⁻	2	11	三磷酸腺苷	—	5
SO ₄ ²⁻	0.5	1	一磷酸己糖	—	3.7



续表

物质	正常人血浆 $c_{os}/(\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1})$	细胞内液 $c_{os}/(\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1})$	物质	正常人血浆 $c_{os}/(\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1})$	细胞内液 $c_{os}/(\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1})$
	—	—	磷酸肌酸	—	45
	—	—	肌肽	—	14
总量	283.5	208	总量	15.0	99.2

任务三 渗透压在医学上的意义

一、等渗、高渗、低渗溶液

在同一温度下，渗透压相等的两种溶液称为等渗溶液。若两种溶液的渗透压不相等，则渗透压较高的溶液称为高渗溶液，渗透压较低的溶液称为低渗溶液。在医学上，溶液的等渗、高渗或低渗是以正常人体血浆总渗透压作为标准来进行比较的。37℃时，正常人体血浆的总渗透压约为 770 kPa，相当于血浆的渗透浓度为 280~320 mmol/L。因此，临床上规定渗透浓度在 280~320 mmol/L 范围内的溶液称为等渗溶液，渗透浓度低于 280 mmol/L 的溶液称为低渗溶液，渗透浓度高于 320 mmol/L 的溶液称为高渗溶液。

临床上常见的等渗溶液有 9 g/L (0.154 mol/L) NaCl 溶液、50 g/L (0.278 mol/L) 葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 溶液、12.5 g/L (0.149 mol/L) NaHCO_3 溶液、19 g/L (1/6 mol/L) 乳酸钠 ($\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3$) 溶液。

等渗溶液在医学上具有重要意义，临床上给患者大量输液时，必须输入等渗溶液。下面以红细胞在不同浓度溶液中的形态变化为例来说明原因。红细胞膜是半透膜，正常情况下，膜内细胞液的渗透压与膜外血浆渗透压相等，红

细胞维持正常椭圆形态，如图 1-7(a) 所示。若大量输入低渗溶液，则血浆浓度被稀释而减小，膜外渗透压低于膜内渗透压，水分子通过红细胞膜进入细胞内，使红细胞逐渐膨胀，严重时可导致破裂，发生溶血现象，如图 1-7(b) 所示。若大

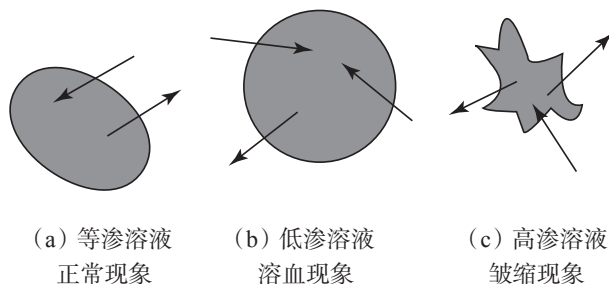


图1-7 红细胞在渗透浓度不同的溶液中的不同形态



量输入高渗溶液，则血浆渗透浓度增大，膜外渗透压高于膜内渗透压，水分子通过半透膜向红细胞外渗透，使红细胞皱缩，发生胞浆分离现象，如图 1-7(c) 所示。如果胞浆分离现象发生在血管内，则会导致“栓塞”。

当然，为了治疗的需要，临床上也允许输入少量高渗溶液，如 500 g/L 葡萄糖溶液等。但用高渗溶液做静脉注射时，必须严格控制用量和注射速度。因为当少量高渗溶液缓慢注入体内时，可被大量体液稀释成等渗溶液，避免造成局部高渗而引起胞浆分离现象等不良后果。

二、晶体渗透压和胶体渗透压

人体血浆中既有低分子的晶体物质，如 Na^+ 、 K^+ 、葡萄糖、尿素等，也有高分子的胶体物质，如蛋白质、核酸等。通常把由小分子、小离子等晶体物质所产生的渗透压称为晶体渗透压，由高分子胶体物质产生的渗透压称为胶体渗透压。血浆总渗透压是这两类渗透压的总和。37℃时，正常人体血浆总渗透压约为 770 kPa，其中晶体渗透压约为 766 kPa，胶体渗透压约为 4.0 kPa。由于人体内各种半透膜的通透性不同，晶体渗透压和胶体渗透压在体内发挥的生理功能也各不相同，见表 1-5。

表 1-5 晶体渗透压与胶体渗透压的区别

分类	晶体渗透压	胶体渗透压
产生根源	低分子晶体物质	高分子胶体物质
渗透压大小	759.9 ~ 767 kPa	2.9 ~ 4.0 kPa
作用	维持细胞内外的水盐平衡	维持血液与组织液之间的水盐平衡
半透膜	细胞膜	毛细血管壁

细胞膜是体内的一种半透膜，间隔着细胞内液和细胞外液，它只允许水分子自由通过膜内外，而小离子、小分子和大分子物质则不易自由通过。细胞内、外液中水分子的渗透方向主要依据晶体渗透压的大小，因此晶体渗透压在维持细胞内外的水盐平衡方面起着重要作用。例如，人体由于某种原因缺水时，细胞外液中盐的浓度升高，其晶体渗透压增大，从而使细胞内液的水分子通过细胞膜向细胞外渗透，造成细胞内液失水。反之，如果大量饮水，细胞外液盐浓度降低，其晶体渗透压减小，导致细胞外液中的水分子向细胞内渗透，严重时



可产生水中毒。临床上常用晶体物质的溶液来纠正某些疾病所引起的水盐失调。

毛细血管壁也是一种半透膜，间隔着血液与组织液，它允许水、小分子、小离子自由通过，而不允许高分子化合物通过。因此，胶体渗透压的主要作用是维持血容量和调节毛细血管内、外水盐的相对平衡。例如，某些患者血液中蛋白质含量减少，胶体渗透压降低，水分子从毛细血管壁进入组织间液，引起水肿。临床上对血容量降低的患者进行补液时，除补充生理盐水外，还需要输入血浆或右旋糖酐等代血浆，以恢复血浆的胶体渗透压和增加血容量。



知识链接

腌渍食品防腐原理

在腌渍的鱼肉蔬菜周围有浓度很高的食盐溶液，它具有防腐作用。这是因为微生物的细胞膜是一种半透膜，细胞外液在高浓度食盐的影响下，其渗透压远比细胞内液高，此时细胞内液里的水分子就会向膜外渗透，从而使细胞脱水，导致细胞质壁分离，抑制了微生物的活动。同时，食盐溶液中的一些离子，如钠离子、钾离子、钙离子等在浓度较高时也能对微生物产生生理毒性作用。

蜜饯、果脯等也具有保质期较长、不易变质的特点，同样受益于高浓度糖溶液的高渗作用。



科学探究

- (1) 将新鲜黄瓜放入盐水中一段时间后，会发生什么现象？为什么？
- (2) 到菜市场购买猪或羊的肠衣，自制一个半透膜，并利用糖水或盐水观察渗透现象。



思考和练习

1. 列举生活中常见的渗透现象。
2. 为什么给患者大量补液时要用 9 g/L (154 mmol/L) 氯化钠溶液或 50 g/L (280 mmol/L) 葡萄糖溶液?
3. 夏天剧烈运动完后为什么不能大量饮用白开水?
4. 蛙肌细胞内液的渗透浓度为 240 mmol/L , 若将蛙肌细胞分别置于 5.0 g/L 、 7.0 g/L 、 10.0 g/L 的氯化钠溶液中, 将各呈现什么形态?
5. 海水鱼和淡水鱼交换生活环境后, 它们还能自在地生活吗? 为什么?



目标检测

一、名词解释

1. 分散系
2. 物质的量浓度
3. 渗透现象
4. 盐析
5. 丁达尔现象
6. 电泳现象
7. 布朗运动
8. 等渗溶液
9. 范特荷甫定律
10. 高分子化合物溶液对溶胶的保护作用

二、选择题

1. 区别溶液和溶胶最简单的实验方法是 ()。
A. 丁达尔现象 B. 电泳现象
C. 布朗运动 D. 胶体粒子能通过滤纸
2. 用某蓝色胶体做电泳实验时, 发现阴极附近蓝色加深, 往此胶体中加入下列物质时, 不发生凝聚的是 ()。
A. 硫酸镁溶液 B. 硅酸胶体
C. 氢氧化铁胶体 D. 氯化钠溶液
3. 胶体分散系的分散相粒子直径范围是 ()。
A. 1 ~ 100 nm B. < 1 nm
C. > 100 nm D. 1 ~ 50 nm
4. 下列溶液中渗透压最大的是 ()。
A. 0.1 mol/L NaCl 溶液 B. 0.1 mol/L 蔗糖溶液
C. 0.1 mol/L CaCl₂ 溶液 D. 0.1 mol/L 葡萄糖溶液
5. 溶液、胶体和粗分散系这三种分散系的根本区别是 ()。
A. 是否是大量分子或离子的集合体
B. 分散质微粒直径的大小



C. 是否能通过滤纸或半透膜

D. 是否透明、均一、稳定

6. 临床上常用的等渗溶液是 ()。

A. 9 g/L NaCl 溶液

B. 5 g/L NaHCO₃ 溶液

C. 15 g/L NaCl 溶液

D. 500 g/L 葡萄糖溶液

7. 溶胶中加入一定量的高分子化合物溶液后, 对其稳定性的影响是 ()。

A. 提高

B. 减弱

C. 无影响

D. 以上都是

8. 影响溶液渗透压的因素是 ()。

A. 浓度和压力

B. 浓度和温度

C. 温度和黏度

D. 体积和温度

9. 丁达尔现象产生的根本原因是 ()。

A. 入射光被胶粒反射

B. 入射光被胶粒吸收

C. 入射光被胶粒散射

D. 入射光完全通过溶胶

10. 下列实验或现象中, 能证明胶体粒子带电的是 ()。

A. 布朗运动

B. 丁达尔现象

C. 吸附

D. 电泳现象

11. 下列物质的水溶液不属于胶体溶液的是 ()。

A. 淀粉

B. 氯化钠

C. 明矾

D. 三氯化铁

12. 英国《自然》杂志曾报道, 科学家用 DNA 制造出一种臂长只有 7 nm 的纳米级镊子, 这种镊子能钳起分子或原子, 并对它们随意组合。下列分散系中分散质的微粒直径与纳米级镊子具有相同数量级的是 ()。

A. 溶液

B. 悬浊液

C. 乳浊液

D. 胶体

13. “纳米材料”是粒子直径为 1 nm ~ 100 nm 的材料, 纳米碳就是其中的一种。某研究所将纳米碳均匀地分散到蒸馏水中, 得到的物质: ①是溶液; ②是胶体; ③具有丁达尔现象; ④不能透过半透膜; ⑤不能透过滤纸; ⑥静置后会出现黑色沉淀。其中正确的是 ()。

A. ①④⑥

B. ②③⑤

C. ②③④

D. ①③④⑥

14. 要使溶胶的稳定性提高, 可采用的方法是 ()。

A. 通电

B. 加明胶溶液

C. 加热

D. 加 Na_2SO_4 溶液

15. 电泳现象表明 ()。

A. 胶体粒子是电中性的

B. 分散介质是电中性的

C. 分散介质是带电的

D. 胶体粒子是带电的

三、填空题

1. 根据分散相粒子的大小, 分散系可分为_____分散系; _____分散系和_____分散系三类。其中粒子大小处于中间的分散系, 它的粒子直径为_____。

2. 在溶胶中加入一定量的_____溶液, 能显著提高溶胶对电解质的稳定性, 这种现象叫做_____。

3. 产生渗透现象的条件是_____和_____。

4. 渗透方向是单向的, 是溶剂水分子从_____的一方_____的一方渗透。

5. 正常人在 37°C 时血浆渗透压范围是_____ kPa, 相当于血浆的渗透浓度范围是_____ mmol/L。

6. 医学上, 通常把由高分子胶体物质产生的渗透压称为_____, 把由低分子晶体物质产生的渗透压称为_____。

四、问答题

1. 影响胶体溶液稳定性的因素有哪些? 如何使胶体聚沉?

2. 为什么临床上给患者大量输液时一定要用等渗溶液?

3. 为什么溶胶对电解质敏感, 加入少量电解质后就发生聚沉? 而蛋白质溶液需要加入大量电解质才会沉淀?

五、计算题

1. 某患者需要补 0.2 mol 葡萄糖, 应补多少毫升 50 g/L 的葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 溶液?

2. 某患者需要补 0.04 mol K^+ , 需要用多少支 100 g/L KCl 针剂 (每支为 10 mL) 加到葡萄糖溶液中静脉滴注?



3. 临床上需用 $\frac{1}{6}$ mol/L 乳酸钠 ($\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3$) 溶液 360 mL, 如用 112 g/L 的乳酸钠针剂 (20 mL/支) 配制, 需要多少支? (相对原子量: Na: 23; C: 12; O: 16; H: 1)。

4. 某患者长期卧床, 现需要配制 $\varphi_B = 0.50$ 的按摩酒精 500 mL, 问需要 $\varphi_B = 0.95$ 的医用酒精多少毫升?