

全国高等学校配套教材

供基础、临床、预防、口腔医学类专业用

# 基础化学 学习指导与习题集

主 编 魏祖期

全国高等学校配套教材  
供基础、临床、预防、口腔医学类专业用

# 基础化学

## 学习指导与习题集

主 编 魏祖期

副主编 刘德育

编 委 (以姓氏笔画为序)

马汝海 (中国医科大学)	杨金香 (长治医学院)
王光志 (河南科技大学)	吴爱平 (广州医学院)
王金铃 (山西医科大学汾阳学院)	宋一林 (昆明医学院)
田秋霖 (武汉大学)	张万明 (河北北方学院)
母昭德 (重庆医科大学)	尚京川 (重庆医科大学)
乔秀文 (石河子大学)	赵全芹 (山东大学)
庄海旗 (广东医学院)	胡 新 (北京大学)
刘云洁 (济宁医学院)	钮因尧 (上海交通大学)
刘洛生 (山东大学)	席晓岚 (贵阳医学院)
刘德育 (中山大学)	黄燕军 (广西医科大学)
孙雅量 (华中科技大学)	章小丽 (昆明医学院)
孙勤枢 (济宁医学院)	傅 迎 (大连医科大学)
杜志坚 (石河子大学)	曾 飒 (中山大学)
李栢林 (中国医科大学)	蒲家志 (遵义医学院)
李雪华 (广西医科大学)	魏祖期 (华中科技大学)

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

基础化学学习指导与习题集/魏祖期主编. —北京:  
人民卫生出版社, 2008. 8

ISBN 978-7-117-10368-8

I. 基… II. 魏… III. 化学—医学院校—教学参考资料  
IV. O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 097473 号

魏祖期 主编

尚艺 副主编

(中国医药出版社) 委 编

(清华大学) 李金波

(北京大学) 陈武臣

(清华大学) 李致英

(北京大学) 陈武臣

(清华大学) 林一冰

(清华大学) 李金波

(清华大学) 傅强

(清华大学) 李金波

(清华大学) 傅强

(清华大学) 李金波

(清华大学) 傅强

(清华大学) 李金波

(清华大学) 傅强

(清华大学) 李金波

(清华大学) 傅强

(清华大学) 李金波

(清华大学) 傅强

(清华大学) 李金波

主 编: 魏祖期

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 尚艺印装有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.25

字 数: 490 千字

版 次: 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-10368-8/R·10369

定 价: 31.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

# 前 言

本书是人民卫生出版社出版的普通高等教育“十一五”国家级规划教材、卫生部“十一五”规划教材、全国高等医药教材建设研究会规划教材《基础化学》(第7版)的配套教材,供高等医学院校五年制基础、临床、预防、口腔医学类专业使用。

基础化学是医学院校一年级学生的一门重要基础课,它会为学生今后的专业学习打好化学基础。进入大学后,学生不仅学习量明显增多,而且教学进度明显加快,因此要求学生的学习方法要随之变化,例如独立自学,提高学习效率,能应用所学的知识分析问题和解决问题等。本书的基本宗旨是在帮助学生深入掌握基础化学基础理论和基本知识的同时,帮助他们提高分析和解决有关基础化学问题的能力,逐步发展独立思考和独立判断的能力。

本书各章按学习目标、内容要点、难题解析、习题详解和学生自我测试题五个部分编写,还加入了三套综合模拟试题和两套英文综合模拟试题。学生自我测试题和综合模拟试题均附有参考答案。编者希望本书能够帮助学生在学习基础化学时明确要求、强化重点、化解难点,达到预期目标。通过自我测试,巩固所学知识,以利于进一步提高学习效率。本书提供的习题详解为《基础化学》(第7版)各章习题的详解。

在编写本书的过程中,编者虽然在叙述的科学性、准确性和组织例题、测试题等方面作了很大努力,但难免存在缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

2008年5月

# 目 录

第一章 绪论	1
第二章 稀薄溶液的依数性	14
第三章 电解质溶液	30
第四章 缓冲溶液	53
第五章 胶体	72
第六章 化学反应热及反应的方向和限度	87
第七章 化学反应速率	112
第八章 氧化还原反应与电极电位	130
第九章 原子结构和元素周期律	149
第十章 共价键与分子间力	165
第十一章 配位化合物	186
第十二章 滴定分析	214
第十三章 可见分光光度法和紫外分光光度法	234
第十四章 现代仪器分析简介	248
综合测试题	263
综合测试题(一)	263
综合测试题(二)	268
综合测试题(三)	274
英文综合测试题	279
General Chemistry Examination (1)	279
General Chemistry Examination (2)	285
学生自我测试题参考答案	292
第一章	292
第二章	293
第三章	295
第四章	298
第五章	300
第六章	303

第七章	305
第八章	306
第九章	309
第十章	310
第十一章	312
第十二章	313
第十三章	315
第十四章	317
<b>综合测试题参考答案</b>	<b>319</b>
综合测试题 (一)	319
综合测试题 (二)	321
综合测试题 (三)	325
General Chemistry Examination (1)	327
General Chemistry Examination (2)	329

# 第一章

## 绪 论

### 【学习目标】

**掌握** 物质的量、物质的量浓度、摩尔分数和质量摩尔浓度的定义、表示方法及计算。

**熟悉** SI 单位制和我国法定计量单位。熟悉有效数字的概念与运算规则。

**了解** 基础化学课程的地位和作用。了解量纲分析和换算因子的运用。了解分散系的分类方法。

### 【内容要点】

## 第一节 基础化学课程的地位和作用

(略)

## 第二节 我国的法定计量单位

国际单位制采用米、千克、秒、安培、开尔文、坎德拉、摩尔作为 SI 基本单位，配合 SI 导出单位和 SI 单位的倍数单位 (SI 词头)，构成覆盖整个科学技术领域的计量单位体系。基本单位、导出单位以及它们的倍数可以单独使用，如 m、s、K；也可以交叉混合使用，如  $\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。

一切属于国际单位制的单位都是我国的法定计量单位。在法定计量单位中还明确规定采用了若干可与国际单位制并用的非国际单位制单位，化学中常用的有体积单位升 (L)，时间单位分钟 (min)、小时 (h)、日 (d)，能量单位电子伏 (eV) 等等。

## 第三节 有效数字

### 一、有效数字的概念

有效数字包括测量值的全部准确数字和一位可疑数字，可疑数字通常是根据测量仪器的最小分度值估计的，可疑数字的误差为  $\pm 1$ 。

在有效数字的表示中, 0~9 这 10 个数字, 只有“0”作为定位时是非有效数字。

表示倍率、分率的数, 不受有效数字位数限制。凡定义给定的值、国际协议不带误差的值等, 称为准确值, 也不受有效数字位数限制。

化学中常见的以对数表示的 pH、pK 及  $\lg c$  等, 其有效数字的位数仅取决于小数部分的位数。

## 二、有效数字的运算规则

1. 修约 当实验测定值和计算值的有效位数确定之后, 要对它后面的多余的数字进行取舍, 称为修约, 通常按“四舍六入五留双”规则处理。当约去数为 4 时舍弃, 为 6 时进位, 为 5 而后面无其他数字时, 若保留数是偶数 (包括 0) 则舍去, 是奇数则进位。

对原始数据只能做一次修约。对于需要经过计算方能得出的结果应先计算后修约。

2. 加减运算 加减运算所得结果的有效数字位数以参加运算各数字中精度最低, 即小数点后位数最少的数为准。

3. 乘除运算 乘除运算所得结果的有效数字位数以参加运算各数字中相对误差最大, 即有效数字位数最少的数为准。

## 第四节 量纲分析

化学计算的方程式往往是量的方程式。量可以定量地表示为量的数值和量的单位的乘积:

$$A = \{A\} \cdot [A]$$

式中,  $A$  为物理量的符号,  $[A]$  为单位的符号,  $\{A\}$  是以单位  $[A]$  表示量  $A$  的数值。例如某单色光的波长  $\lambda = 508\text{nm}$ 。

量方程式计算的每一个步骤中, 用于计算的物理量数据都应该带单位。这些单位在计算时或保留、或相乘、或相除、或“抵消”, 最后得到数值正确、单位合理的结论。这样的计算方法称为量纲分析。

量纲分析的关键是换算因子的运用。换算因子是分子和分母表示具有不同单位的同一物理量的分数形式。例如液体体积的换算, 换算因子是:  $\frac{1\text{L}}{1000\text{mL}}$  和  $\frac{1000\text{mL}}{1\text{L}}$ 。另外, 相关联的不同物理量之间的相互换算也可作换算因子处理, 例如, 由密度相关联, 溶液的质量和体积可以相互换算。

## 第五节 分散系统与混合物的组成标度

### 一、分散系统及分类

一种或数种物质分散在另一种物质中所形成的系统称为分散系。被分散的物质称为分散相, 容纳分散相的连续介质称为分散介质。

按照分散相粒子的大小, 可以把分散系分为真溶液、胶体分散系和粗分散系, 它



们具有不同的扩散速度、膜的通透性和滤纸的通透性能。真溶液的分散相粒子小于 1nm, 粗分散系分散相粒子大于 100nm, 介于两者之间的是胶体分散系。

分散系又可分为均相分散系和非均相分散系两大类。

## 二、混合物的组成标度

### (一) 物质的量

物质的量是表示物质数量的物理量, 用符号  $n_B$  表示。下标 B 泛指计量的物质 B, 对具体物质, 例如水, 其物质的量的符号写作  $n(\text{H}_2\text{O})$ 。

物质的量的单位是摩尔 (mole), 单位符号为 mol。摩尔的定义是: “摩尔是一系统的物质的量, 该系统中所包含的基本单元数与  $0.012\text{kg}^{12}\text{C}$  的原子数目相等。在使用摩尔时, 基本单元应予指明, 可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子, 或这些粒子的特定组合。”

1mol 物质的基本单元数是阿伏伽德罗常数的数值, 但受测量技术水平的限制, 不能绝对准确。因此定义摩尔时使用  $12\text{g}^{12}\text{C}$  作为计量系统, 虽然它的原子数目还不能确切知道, 但它是一个确定的数值, 不随测量技术而改变。

使用摩尔时须指明基本单元, 如  $n(\text{H})$ 、 $n(\text{H}_2)$ 、 $n\left(\frac{1}{2}\text{SO}_4^{2-}\right)$ 、 $n(2\text{H}_2 + \text{O}_2)$  等。相同的计量系统可以有不同的基本单元, 例如氢, 可以定义氢原子或是氢分子的物质的量, 所以说“1mol 氢”就不确定了。用摩尔还可以计量化学反应, 例如中和反应



就可以用反应物 ( $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH}$ ) 作基本单元。

B 的物质的量可以通过 B 的质量  $m_B$  和摩尔质量  $M_B$  求算:

$$M_B = m_B/n_B \quad (1-1)$$

以  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  为摩尔质量的单位, 原子的摩尔质量的数值等于其相对原子质量  $A_r$ , 分子的摩尔质量的数值等于其相对分子质量  $M_r$ 。

### (二) 物质的量浓度

溶液的物质的量浓度  $c_B$  定义为溶质 B 的物质的量  $n_B$  除以溶液的体积  $V$ , 即

$$c_B \stackrel{\text{def}}{=} n_B/V \quad (1-2)$$

物质的量浓度的单位是  $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ , 但常用  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  及  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

物质的量浓度的定义不能说成“1L 溶液所含溶质 B 的物质的量”, 因为通常配制或取用溶液不一定用 1L 计量体积。

物质的量浓度可简称为浓度。本书用  $c_B$  表示浓度, 而用  $[\text{B}]$  表示平衡浓度。使用物质的量浓度时也必须指明物质的基本单元。

对于未知其相对分子质量的物质可用质量浓度  $\rho_B$  表示,  $\rho_B \stackrel{\text{def}}{=} m_B/V$ 。质量浓度的单位为  $\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$  或  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  等。

### (三) 摩尔分数和质量摩尔浓度

1. 摩尔分数 摩尔分数又称为物质的量分数或物质的量比。B 的摩尔分数  $x_B$  定义为 B 的物质的量与混合物的物质的量之比, 单位是一。

$$x_B \stackrel{\text{def}}{=} n_B / \sum_A n_A \quad (1-3)$$

式中,  $n_B$  为 B 的物质的量,  $\sum_A n_A$  为混合物的物质的量求和。

若溶液由溶质 B 和溶剂 A 组成, B 的摩尔分数为  $x_B$ , A 的摩尔分数为  $x_A$ ,  $x_A + x_B = 1$ 。

2. 质量摩尔浓度 溶液的质量摩尔浓度  $b_B$  定义为溶质 B 的物质的量除以溶剂 A 的质量

$$b_B \stackrel{\text{def}}{=} n_B / m_A \quad (1-4)$$

$b_B$  的单位是  $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

摩尔分数和质量摩尔浓度与温度无关, 在物理化学中应用很广。

### 【难题解析】

**例 1-1** 市售过氧化氢 (俗称双氧水) 含量为 30%, 密度为  $1.11 \text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。计算该溶液的浓度、质量摩尔浓度和摩尔分数。

**分析** 市售过氧化氢含量为质量体积百分比 30%, 运用式 (1-1) 能把  $\text{H}_2\text{O}_2$  的质量 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 转换为物质的量:  $n(\text{H}_2\text{O}_2) = m(\text{H}_2\text{O}_2) / M(\text{H}_2\text{O}_2)$ , 然后除以体积, 即得浓度。

求算质量摩尔浓度, 需用溶剂的质量做分母。这一步通过密度把溶液的体积转换为溶液质量可以求得, 方法是: 溶液质量 = 溶液体积  $\times$  密度;  $m(\text{H}_2\text{O}) = \text{溶液质量} - m(\text{H}_2\text{O}_2)$ 。

$$\text{解 } c(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{m(\text{H}_2\text{O}_2) / M(\text{H}_2\text{O}_2)}{V} = \frac{30\text{g} / 34\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{100\text{mL}} \times \frac{1000\text{mL}}{1\text{L}} = 8.8\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{密度} = 1.11\text{kg} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{1.11\text{g}}{1\text{mL}}$$

$$b(\text{H}_2\text{O}_2) = (30\text{g} / 34\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) \div \left[ \left( 100\text{mL} \times \frac{1.11\text{g}}{1\text{mL}} - 30\text{g} \right) \times \frac{1\text{kg}}{1000\text{g}} \right]$$

$$= 11\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

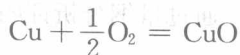
$$x(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{30\text{g} / 34\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{30\text{g} / 34\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} + (100\text{mL} \times 1.11\text{g} \cdot \text{mL}^{-1} - 30\text{g}) / 18\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.16$$

**例 1-2** 有 3.18g 铜粉, 先让它全部氧化成氧化铜, 再用  $6.00\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  转化为硫酸铜。试计算反应中消耗了多少摩尔氧气, 需要  $\text{H}_2\text{SO}_4$  多少毫升?

**分析** 本题看似复杂, 但各步反应中都涉及铜的转化, 因此把握铜的物质的量是解题的关键。第一步反应,  $\text{Cu}$ 、 $\frac{1}{2}\text{O}_2$  和  $\text{CuO}$  的物质的量相等; 第二步反应,  $\text{CuO}$  和  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的物质的量相等。

计算中注意, 以  $\frac{1}{2}\text{O}_2$  为基本单元的氧气的物质的量是以  $\text{O}_2$  为基本单元的氧气的物质的量的一半。硫酸的体积通过硫酸的浓度和硫酸的物质的量来换算。

**解** 根据化学反应式



以及

$$M(\text{CuO}) = 63.6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

有

$$n(\text{Cu}) = \frac{3.18 \text{ g}}{63.6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.0500 \text{ mol}$$

$$n\left(\frac{1}{2}\text{O}_2\right) = n(\text{Cu}) = 0.0500 \text{ mol}$$

消耗氧气

$$n(\text{O}_2) = 0.0250 \text{ mol}$$

需要  $6.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的硫酸的物质的量与铜的物质的量相等, 因此需要硫酸的体积为

$$6.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.0500 \text{ mol}$$

$$V = 8.33 \text{ mL}$$

### 【习题详解】

1. 为什么说化学是一门中心科学? 试举几例说明化学和医学的关系。

**解** 因为现代化学几乎与所有的科学和工程技术相关联, 起着桥梁和纽带作用; 这些科学和技术促进了化学学科的蓬勃发展, 化学又反过来带动了科学和技术的发展, 而且很多科技进步以化学层面的变革为突破口。因此, 化学是一门中心科学。

化学和医学的关系极为密切, 无论是制药、生物材料、医学材料、医学检验, 还是营养、卫生、疾病和环境保护, 乃至对疾病、健康、器官组织结构和生命规律的认识, 都离不开化学。

2. SI 单位制由哪几部分组成? 请举出 5 个 SI 倍数单位的例子。

**解** 国际单位制由 SI 单位和 SI 单位的倍数单位组成。其中 SI 单位分为 SI 基本单位和 SI 导出单位两大部分。SI 单位的倍数单位由 SI 词头加 SI 单位构成。

5 个倍数单位如 mg、nm、ps、 $\mu\text{mol}$ 、kJ 等。

3. 下列数据中, 各包括几位有效数字?

(1) 2.0321 g                      (2) 0.0215 L                      (3)  $\text{p}K_{\text{HIn}} = 6.30$

(4) 0.01%                      (5)  $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol}$

**解** (1) 5 位, (2) 3 位, (3) 2 位, (4) 1 位, (5) 2 位。

4. 某物理量的真实值  $T = 0.1024$ , 实验测定值  $X = 0.1023$ , 测定值的相对误差  $RE$  是多少? 运用公式  $RE = \frac{X - T}{T}$ , 以百分率表示。

$$\text{解 } RE = \frac{0.1023 - 0.1024}{0.1024} = \frac{-0.0001}{0.1024} = -0.001 = -0.1\%$$

5. 关于渗透压力的 van't Hoff 公式写作  $\Pi = cRT$ , 式中,  $c$  是物质的量浓度,  $R$

是摩尔气体常数,  $T$  是绝对温度。通过量纲分析证明渗透压力  $\Pi$  的单位是 kPa。

解

$$\begin{aligned}\Pi &= dRT = \{c\} \cdot [c] \times \{R\} \cdot [R] \times \{T\} \cdot [T] = (\{c\} \times \{R\} \times \{T\}) \cdot ([c] \times [R] \times [T]) \\ &= (\{c\} \times \{R\} \times \{T\}) \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times \text{K} = (\{c\} \times \{R\} \times \{T\}) \text{J} \cdot \text{L}^{-1} \\ &= (\{c\} \times \{R\} \times \{T\}) \text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{dm}^{-3} = (\{c\} \times \{R\} \times \{T\}) \times 10^3 \text{N} \cdot \text{m}^{-2} = (\{c\} \times \{R\} \times \{T\}) \text{kPa}\end{aligned}$$

式中, 花括号代表量的值, 方括号代表量的单位。

6. 地球水资源是被关注的热点。有国外资料给出水资源的分布:

水资源	水资源体积/ $\text{mi}^3$	占水资源总量百分比/ $\%$
海洋	317 000 000	97.23
冰盖, 冰川	7 000 000	2.15
地下水	2 000 000	0.61
淡水湖	30 000	0.0092

已知  $1 \text{mile} = 1.609344 \text{km}$ , 把表中数据换算成 SI 单位数据并计算水资源的总体积。

解  $1 \text{mile}^3 = 1.609344^3 \text{km}^3 = 4.168182 \text{km}^3$ , 所以水资源的总体积

$$\begin{aligned}V &= (317\,000\,000 + 7\,000\,000 + 2\,000\,000 + 30\,000) \times 4.168182 \text{km}^3 \\ &= 1.3590 \times 10^9 \text{km}^3\end{aligned}$$

7. 求  $0.010 \text{kg NaOH}$ 、 $0.100 \text{kg} \left(\frac{1}{2} \text{Ca}^{2+}\right)$ 、 $0.100 \text{kg} \left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3\right)$  的物质的量。

解

$$n(\text{NaOH}) = \frac{0.010 \text{kg}}{(23.0 + 16.0 + 1.00) \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1000 \text{g}}{1 \text{kg}} = 0.25 \text{mol}$$

$$n\left(\frac{1}{2} \text{Ca}^{2+}\right) = \frac{0.100 \text{kg}}{\frac{1}{2} \times 40.08 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1000 \text{g}}{1 \text{kg}} = 4.99 \text{mol}$$

$$n\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3\right) = \frac{0.100 \text{kg}}{\frac{1}{2} \times (2 \times 22.99 + 12.01 + 3 \times 16.00) \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1000 \text{g}}{1 \text{kg}} = 1.89 \text{mol}$$

8.  $20^\circ\text{C}$ , 将  $350 \text{g ZnCl}_2$  溶于  $650 \text{g}$  水中, 溶液的体积为  $739.5 \text{mL}$ , 求此溶液的物质的量浓度和质量摩尔浓度。

解

$$n(\text{ZnCl}_2) = \frac{350 \text{g}}{(65.39 + 2 \times 35.45) \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2.57 \text{mol}$$

$$c(\text{ZnCl}_2) = \frac{2.57 \text{mol}}{739.5 \text{mL}} \times \frac{1000 \text{mL}}{1 \text{L}} = 3.48 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$b(\text{ZnCl}_2) = \frac{2.57 \text{mol}}{650 \text{g}} \times \frac{1000 \text{g}}{1 \text{kg}} = 3.95 \text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

9. 每  $100 \text{mL}$  血浆含  $\text{K}^+$  和  $\text{Cl}^-$  分别为  $20 \text{mg}$  和  $366 \text{mg}$ , 试计算它们的物质的量浓度, 单位用  $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  表示。

解

$$c(\text{K}^+) = \frac{20 \times 10^{-3} \text{g}}{39.1 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1000 \text{mL}}{100 \text{L} \times 1 \text{L}} \times \frac{1000 \text{mmol}}{1 \text{mol}} = 5.1 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c(\text{Cl}^-) = \frac{366 \times 10^{-3} \text{g}}{35.45 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1000 \text{mL}}{100 \text{L} \times 1 \text{L}} \times \frac{1000 \text{mmol}}{1 \text{mol}} = 103 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

10. 如何用含结晶水的葡萄糖 ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) 配制质量浓度为  $50.0 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  的葡萄糖溶液 500mL? 设溶液密度为  $1.00 \text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ , 该溶液的物质的量浓度和葡萄糖  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  的摩尔分数是多少?

解 设称取含结晶水的葡萄糖 ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) 的质量为  $m$ , 则

$$\rho(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}) = m \times \frac{(6 \times 12.0 + 12 \times 1.01 + 6 \times 16.0) \text{g}}{(6 \times 12.0 + 12 \times 1.01 + 6 \times 16.0 + 2 \times 1.01 + 16.0) \text{g}} \times \frac{1}{0.500 \text{L}} = 50.0 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$m = 27.5 \text{g}$$

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{50.0 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}}{(6 \times 12.0 + 12 \times 1.01 + 6 \times 16.0) \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.278 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$x(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{0.278 \text{mol}}{0.278 \text{mol} + (1000 - 50) \text{g} / [(2 \times 1.01 + 16.0) \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}]} = 0.00525$$

11. 某患者需补充  $\text{Na}^+$  5.0g, 如用生理盐水补充  $\{\rho(\text{NaCl}) = 9.0 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}\}$ , 应需多少?

$$\text{解 } V(\text{NaCl}) = 5.0 \text{g} \times \frac{(23.0 + 35.5) \text{g}}{23.0 \text{g}} \times \frac{1}{9.0 \text{g} \cdot \text{L}^{-1}} = 1.4 \text{L}$$

12. 溶液中 KI 与  $\text{KMnO}_4$  反应, 假如最终有 0.508g  $\text{I}_2$  析出, 以  $(\text{KI} + \frac{1}{5} \text{KMnO}_4)$  为基本单元, 所消耗的反应物的物质的量是多少?

解  $\because 10\text{KI} + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}^+ = 12\text{K}^+ + 2\text{MnO}_2 + 5\text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

$$\therefore n(\text{KI} + \frac{1}{5} \text{KMnO}_4) = n\left(\frac{1}{2} \text{I}_2\right) = \frac{0.508 \text{g}}{\frac{1}{2} \times (2 \times 126.9) \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.004 \text{mol}$$

## Exercises

1. Which of the following is non-SI unit—milliliter, milligram, kilopascal centimeter and millimole?

**Solution** Milliliter is a non-SI unit.

2. If you had to do the calculation of  $(29.837 - 29.24) / 32.065$ , what would be the correct result of significant figure?

$$\text{Solution } \frac{29.837 - 29.24}{32.065} = 0.019$$

3. If a mole of marbles stacked tightly together, how kilometers deep would they cover the land of our country? The radius of the marble is 1.0cm and the area of our land is  $9.6 \times 10^6 \text{km}^2$ .

**Solution** A marble would take a hexagonal area of  $2\sqrt{3} \text{cm}^2$  when stacked tightly together, and each layer of marbles would be  $\sqrt{3} \text{cm}$  deep. Therefore the deep of

1 mole of marbles covering our land would be:

$$6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 1 \text{ mol} \times 2\sqrt{3} \text{ cm}^2 \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1 \times 10^5 \text{ cm}}\right)^2 \times \frac{1}{9.6 \times 10^6 \text{ km}^2} \times \sqrt{3} \text{ cm} \times \left(\frac{1 \text{ km}}{1 \times 10^5 \text{ cm}}\right) \\ = 3.8 \times 10^2 \text{ km}$$

4. An aqueous solution is 8.50 % ammonium chloride,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , by mass. The density of the solution is  $1.024 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ . What are the molality, mole fraction, and amount-of-substance concentration of  $\text{NH}_4\text{Cl}$  in the solution?

$$\text{Solution } n(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{8.50 \text{ g}}{(14.01 + 4 \times 1.008 + 35.45) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.159 \text{ mol}$$

$$b(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{0.159 \text{ mol}}{100.0 \text{ g} - 8.50 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 1.74 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$x(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{0.159 \text{ mol}}{0.159 \text{ mol} + (100.0 - 8.50) \text{ g} / (18.02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})} = 0.0304$$

$$c(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{0.159 \text{ mol}}{100.0 \text{ g} / (1.024 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1})} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 1.63 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

5. A 58g sample of a gaseous fuel mixture contains 0.43 mole fraction propane,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ; the remainder of the mixture is butane,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ . What are the masses of propane and butane in the sample?

$$\text{Solution } m(\text{C}_3\text{H}_8) = 0.43 \text{ mol} \times 44.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 19 \text{ g}$$

$$m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 58 \text{ g} - 19 \text{ g} = 39 \text{ g}$$

6. A sample of potassium aluminum sulfate 12-hydrate,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , containing 118.6mg is dissolved in 1.000L of solution. Calculate the following for the solution:

(1) The amount-of-substance concentration of  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ .

(2) The amount-of-substance concentration of  $\text{SO}_4^{2-}$ .

(3) The molality of  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ , assuming that the density of the solution is  $1.00 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ .

$$\text{Solution } (1) n(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O})$$

$$= \frac{118.6 \times 10^{-3} \text{ g}}{[39.098 + 26.982 + 2 \times (32.065 + 4 \times 15.999) + 12 \times (2 \times 1.0079 + 15.999)] \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ = 2.500 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$c(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2) = \frac{2.500 \times 10^{-4} \text{ mol}}{1.000 \text{ L}} = 2.500 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$(2) c(\text{SO}_4^{2-}) = 2 \times 2.500 \times 10^{-4} \text{ mol} = 5.000 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$(3) b(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2) = \frac{2.500 \times 10^{-4} \text{ mol}}{1.000 \times 10^3 \text{ mL} \times 1.00 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} - 118.6 \times 10^{-3} \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \\ = 2.500 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

(魏祖期)

### 【学生自我测试题】

一、判断题 (对的打√, 错的打×, 共 10 分)

1. 一切属于 SI 的单位都是我国的法定单位, 反之亦然。 ( )

2. 0.5mol 硫酸的质量是 49.0g。 ( )
3. “物质 B 的物质的量浓度”可以简称为“物质 B 的浓度”。 ( )
4. 若某稀溶液的密度近乎  $1\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，其物质的量浓度和质量摩尔浓度可近似相等。 ( )
5. 0.9% 的 NaCl 溶液就是  $\rho_{\text{NaCl}} = 9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  的溶液。 ( )
6. 1L 溶液中含有 4g NaOH，该溶液的物质的量浓度是  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ( )
7. 基本单元只能是构成物质的自然存在的粒子或粒子的组合。 ( )
8. 化合物的摩尔质量即该化合物的分子量。 ( )
9. 可以在浓度单位前加 SI 词头以得到新的浓度单位。 ( )
10. 质量摩尔浓度与温度无关，所以在物理化学中广为应用。 ( )

## 二、选择题 (将每题一个正确答案的标号选出，每题 1 分，共 30 分)

1. 下列符号中表示质量的是 ( )  
A.  $M$       B.  $m$       C.  $W$       D.  $w$       E.  $\rho$
2. 下列符号中表示摩尔质量的是 ( )  
A.  $C$       B.  $c$       C.  $M$       D.  $m$       E.  $b$
3. 下列不属于 SI 基本单位制的单位符号是 ( )  
A. L      B. mol      C. kg      D. K      E. s
4. 下列属于 SI 基本单位的量的名称为 ( )  
①质量；②体积；③物质的量；④速度  
A. ①②③    B. ①③    C. ②④    D. ④    E. ①②③④
5. 在下列溶液的各种组成标度中，不随温度变化而变化的是 ( )  
①质量摩尔浓度；②物质的量浓度；③摩尔分数；④质量浓度；⑤质量分数  
A. ①②③    B. ①③    C. ②④    D. ①③⑤    E. ①②③④
6. “纳米技术”现在已经在各行各业中盛行。那么 1nm 为 1m 的多少倍？ ( )  
A.  $10^{-12}$     B.  $10^{-10}$     C.  $10^{-15}$     D.  $10^{-18}$     E.  $10^{-9}$
7. 0.0182g 的未知物质样品溶解在的 2.135g 苯 ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) 中，质量摩尔浓度是  $0.0698\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。未知物的摩尔质量为 ( )  
A.  $122\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$       B.  $121\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$       C.  $1.56\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
D.  $9520\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$       E.  $9.52\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$
8. 一种漂白剂含次氯酸钠 ( $\text{NaClO}$ )。质量摩尔浓度为  $0.750\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$  的溶液的次氯酸钠的摩尔分数为 ( )  
A. 0.0100      B.  $1.80 \times 10^{-4}$       C. 0.0133  
D. 0.0135      E. 0.750
9. 有  $m$  克 NaOH，当基本单元分别为 NaOH， $\frac{1}{2}$  NaOH， $2\text{NaOH}$  时，氢氧化钠各物质的量之间的关系中，正确的为 ( )  
A.  $n(\text{NaOH}) = \frac{1}{2}n(2\text{NaOH}) = 2n\left(\frac{1}{2}\text{NaOH}\right)$

B.  $2n(\text{NaOH}) = \frac{1}{2}n(2\text{NaOH}) = n\left(\frac{1}{2}\text{NaOH}\right)$

C.  $\frac{1}{2}n\left(\frac{1}{2}\text{NaOH}\right) = n(\text{NaOH}) = 2n(2\text{NaOH})$

D.  $\frac{1}{2}n(\text{NaOH}) = 2n(2\text{NaOH}) = n\left(\frac{1}{2}\text{NaOH}\right)$

E.  $n(\text{NaOH}) = n(2\text{NaOH}) = n\left(\frac{1}{2}\text{NaOH}\right)$

10. 天文学的单位等于在地球和太阳之间的平均距离: 150 000 000km。距离可表达为 ( )

- A. 150hm                      B. 150Mm                      C. 150Gm  
D. 150Tm                      E. Em

11. 氧原子半径约为 130 pm, 可用幂的形式表达为 ( )

- A.  $1.3 \times 10^{-10}$  m                      B.  $1.3 \times 10^{-12}$  m                      C.  $1.3 \times 10^{-15}$  m  
D.  $1.3 \times 10^{-16}$  m                      E.  $1.3 \times 10^{-18}$  m

12. 苯的燃烧反应为  $\text{C}_6\text{H}_6 + 7\frac{1}{2}\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ , 反应物的基本单元是 ( )

- A.  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{O}_2$                       B.  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{O}$                       C.  $\text{C}_6\text{H}_6 + 15\text{O}$   
D.  $\text{C}_6\text{H}_6 + 7\frac{1}{2}\text{O}_2$                       E.  $\text{C}_6\text{H}_6 + \frac{1}{2}\text{O}_2$

13. 14g 氮的基本单元是 ( )

- A. N                      B.  $\text{N}_2$                       C. 0.5mol  
D. 1mol                      E. 不确定

14. 某种汽车的防冻液, 含乙二醇 ( $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$ ) 2.25kg, 含水 2.00kg, 乙二醇和水的摩尔分数为 ( )

- A. 1.125, 1                      B. 0.529, 0.471                      C. 36.3, 111  
D. 18.1, 55.5                      E. 0.246, 0.754

15. 现有质量摩尔浓度是  $0.585\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$  的草酸 ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ), 密度是  $1.022\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$ , 其物质的量浓度是 ( )

- A.  $0.585\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$                       B.  $0.568\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$                       C.  $0.568\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$   
D.  $0.598\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$                       E.  $0.598\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

16. 下列计量单位中, 属于 SI 基本单位的是 ( )

① m; ② A; ③ K; ④ Pa

- A. ①②③                      B. ①③                      C. ②④  
D. ④                      E. ①②③④

17. 下列说法不正确的是 ( )

- A. 摩尔是国际单位制中的七个基本单位之一  
B. 质量分数为 0.90 的硫酸溶液是指  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}$  的质量比是 9 : 10  
C. 可以在质量单位前加 SI 词头以得到新的质量单位



- D. “2g 氢的物质的量是 1mol” 的说法是不明确的  
 E. 1mol 的  $(2\text{H}_2 + \text{O}_2)$  具有质量 36.03g
18. 下列单位符号中, 是质量摩尔浓度的单位符号是 ( )  
 A.  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  B.  $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$  C.  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$   
 D.  $\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$  E.  $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$
19. 200mL 溶液中含 23.0g HCOOH。该溶液中 HCOOH 的物质的量浓度是 ( )  
 A.  $0.25\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  B.  $2.50\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  C.  $0.025\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$   
 D.  $2.50\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  E.  $0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
20. 将 18.0g 果糖  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , 溶解在 500g 水中, 该溶液的质量摩尔浓度是 ( )  
 A.  $0.40\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$  B.  $200\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$  C.  $0.20\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$   
 D.  $0.20\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$  E.  $0.20\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$
21. 在含有 36.0g 水和 45g 乳酸  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$  的溶液中, 水的摩尔分数是 ( )  
 A. 0.5 B. 0.2 C. 2.5  
 D. 2.0 E. 0.8
22. 在  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中, 其摩尔浓度是  $0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 那么  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的质量浓度是 ( )  
 A.  $2.12\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  B.  $212\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  C.  $212\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$   
 D.  $106\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  E.  $21.2\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
23. 在含有 18.0g 水和 2.0g  $\text{NaHCO}_3$  溶液中, 两种组分的摩尔分数之和是 ( )  
 A. 1.00 B. 2.00 C. 0.25  
 D. 0.75 E. 0.5
24. 临床输液所使用的等渗葡萄糖, 过去的标签标为 5%, 现在如果标为质量浓度和物质的量浓度的话, 应该分别是 ( )  
 A.  $5.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  和  $0.278\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$   
 B.  $50.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  和  $0.278\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$   
 C.  $50.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  和  $278\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$   
 D.  $50.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  和  $0.278\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$   
 E.  $5.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  和  $0.278\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
25. 某患者需补充 2.3g  $\text{Na}^+$ , 若用生理盐水输入, 需用量是多少 ( )  
 A. 65mL B. 6.5mL C. 650mL  
 D. 1000mL E. 100mL
26. 消毒药用酒精为 75%, 其表示是 ( )  
 A. 纯乙醇 75mL 加蒸馏水 100mL  
 B. 纯乙醇 75mL 加蒸馏水 25mL  
 C. 纯乙醇 75g 加蒸馏水 25g