

应用型本科高等院校“十二五”规划教材

# 无机及分析化学 例题与习题

主 编 徐伟民  
副主编 唐 力 林建原



科学出版社

013069323

061-44  
34

内容简介

应用型本科高等院校“十二五”规划教材

# 无机及分析化学例题与习题

主 编 徐伟民  
副主编 唐 力 林建原



科学出版社  
北京



061-44  
34  
P

## 内 容 简 介

本书是科学出版社组织的“应用型本科高等院校‘十二五’规划教材”《无机及分析化学》(陈德余、张胜建主编)的配套教学参考书。本书各章节与主教材一致,每章包括基本知识导学、例题解析、同步练习和同步练习解答四个部分,书后附有模拟试卷和《无机及分析化学》习题解答。本书能帮助学生有效地复习教学内容,掌握解题的方法和技巧,提高学习效率,也可作为考研的参考资料。

本书可供应用型本科高等院校化工、制药工程、材料、环境、生物、高分子、食品、冶金、地质等相关专业使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学例题与习题/徐伟民主编. —北京:科学出版社,2013.8

应用型本科高等院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-03-038524-6

I. ①无… II. ①徐… III. ①无机化学-高等学校-习题集 ②分析化学-高等学校-习题集 IV. ①O61-44 ②O65-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 208287 号

责任编辑:陈雅娴 / 责任校对:宣 慧  
责任印制:阎 磊 / 封面设计:迷底书装

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>

骏杰印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2013 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 16

2013 年 8 月第一次印刷 印张:13 3/4

字数:328 000

定价:39.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 前 言

无机及分析化学是高等学校化工、制药工程、材料、环境、生物、高分子、食品、冶金、地质等专业一门重要的基础课。课程教学的目的是使学生学习和掌握无机及分析化学的基本理论、基本知识,为后续课程的学习做好准备,更重要的是培养学生严谨的科学思维方法,提高分析和解决问题的能力。随着教育改革的深化,各学科课时数普遍减少。由于学时数少、教学内容多,还有与中学化学教学内容衔接和学习方法转变中存在的问题,学生在学习无机及分析化学的基本理论和知识时往往不得要领,经常出现教材看得懂,讲授内容听得懂,遇到习题却无从下手的情况,为使学生能在有限的时间内掌握无机及分析化学知识要点,提高学习效率和教学效果,特编写了本书。

本书与科学出版社组织的“应用型本科高等院校‘十二五’规划教材”《无机及分析化学》(陈德余、张胜建主编)的章节内容相配套,全书共 11 章,各章内容分为四个部分。

(1) 基本知识导学:介绍每章教学内容的基本要求和重点、难点。

(2) 例题解析:通过对例题的解题思路分析,帮助学生进行科学思维方法和表达能力的训练,引导学生深入思考,举一反三,提高分析和解决问题的能力。

(3) 同步练习:主要包括判断题、选择题、填空题和计算题四种题型,通过练习加强对基本概念和基本知识的理解与应用。

(4) 同步练习解答:是同步练习的参考性答案,供读者作自我检查。

另外书后附有模拟试卷和《无机及分析化学》习题解答,供学生参考。

本书编写者有:浙江万里学院徐伟民(模拟试卷编写与统稿)、唐力(第 5 章,第 7 章和第 8 章部分)、林建原(第 6 章和第 9 章,第 8 章部分和第 10 章部分)、夏静芬(第 1 章和第 3 章);浙江大学宁波理工学院张胜建(第 2 章和第 11 章)、胡美琴(第 4 章和第 8 章部分)、武玉学(第 10 章部分)。

本书的编写和出版得到浙江万里学院与浙江大学宁波理工学院各位老师的大力支持,在此表示感谢。

限于编者的水平,成书时间仓促,书中的疏漏和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2013 年 3 月



# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 化学计量、误差与数据处理</b> .....	1
1.1 基本知识导学 .....	1
1.2 例题解析 .....	3
1.3 同步练习 .....	4
1.4 同步练习解答 .....	9
<b>第 2 章 分散体系</b> .....	14
2.1 基本知识导学 .....	14
2.2 例题解析 .....	17
2.3 同步练习 .....	20
2.4 同步练习解答 .....	24
<b>第 3 章 化学反应的一般原理</b> .....	29
3.1 基本知识导学 .....	29
3.2 例题解析 .....	32
3.3 同步练习 .....	35
3.4 同步练习解答 .....	41
<b>第 4 章 酸碱平衡</b> .....	48
4.1 基本知识导学 .....	48
4.2 例题解析 .....	50
4.3 同步练习 .....	52
4.4 同步练习解答 .....	55
<b>第 5 章 沉淀溶解平衡</b> .....	63
5.1 基本知识导学 .....	63
5.2 例题解析 .....	64
5.3 同步练习 .....	67
5.4 同步练习解答 .....	70
<b>第 6 章 氧化还原平衡</b> .....	75
6.1 基本知识导学 .....	75
6.2 例题解析 .....	77
6.3 同步练习 .....	81
6.4 同步练习解答 .....	84
<b>第 7 章 配位化合物与配位解离平衡</b> .....	89
7.1 基本知识导学 .....	89

7.2	例题解析	90
7.3	同步练习	93
7.4	同步练习解答	95
<b>第8章</b>	<b>滴定分析法</b>	100
8.1	基本知识导学	100
8.2	例题解析	104
8.3	同步练习	107
8.4	同步练习解答	112
<b>第9章</b>	<b>物质结构基础</b>	120
9.1	基本知识导学	120
9.2	例题解析	126
9.3	同步练习	130
9.4	同步练习解答	133
<b>第10章</b>	<b>仪器分析法选介</b>	139
10.1	基本知识导学	139
10.2	例题解析	144
10.3	同步练习	146
10.4	同步练习解答	150
<b>第11章</b>	<b>元素化学</b>	155
11.1	基本知识导学	155
11.2	同步练习	160
11.3	同步练习解答	163
<b>模拟试卷</b>		168
	模拟试卷(一)	168
	模拟试卷(二)	172
	模拟试卷(三)	176
	模拟试卷(四)	180
	模拟试卷(五)	184
	模拟试卷(六)	188
<b>模拟试卷参考答案</b>		193
	模拟试卷(一)	193
	模拟试卷(二)	193
	模拟试卷(三)	194
	模拟试卷(四)	195
	模拟试卷(五)	196
	模拟试卷(六)	196
<b>《无机及分析化学》习题解答</b>		198
	第1章 化学计量、误差与数据处理	198

---

第 2 章	分散体系	199
第 3 章	化学反应的一般原理	200
第 4 章	酸碱平衡	201
第 5 章	沉淀溶解平衡	202
第 6 章	氧化还原平衡	203
第 7 章	配位化合物与配位解离平衡	205
第 8 章	滴定分析法	206
第 9 章	物质结构基础	207
第 10 章	仪器分析法选介	209
第 11 章	元素化学	210
参考文献		211

# 第 1 章 化学计量、误差与数据处理

## 1.1 基本知识导学

### 1. 量, 单位, 化学计量, 化学反应计量关系和反应进度

量泛指物理量, 测量就是用实验的方法将被测的量与标准的量(参考量)进行比较, 这个比值是纯数, 称为数值, 标准的量(参考量)称为单位。测量的结果都可用数值与量单位的乘积表示, 即:  $\text{量} = \text{数值} \times \text{单位}$ 。

我国现行的法定计量单位是由七个 SI 基本单位和一些非国际单位制的单位构成的。在书写时, 代表物理量的符号用斜体字, 单位的符号或词头的符号均用正体字。一个物理量可以用多种单位来度量, 由不同的数值与相应的单位组合而成, 可以得到同一物理量的相等值。若选用的单位不适宜, 会使数值太大或太小, 量的书写或阅读不便。摩[尔]是国际单位制中表示物质的量的基本单位, 它表示一物系中所包含基本单元数与  $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$  的原子数目相等时, 该物系的物质的量为  $1 \text{ mol}$ 。溶液的物质的量浓度、质量摩[尔]浓度和摩尔分数都是含物质的量的导出量, 使用物质的量及由它导出的其他有关物理量时, 都必须在量的符号后面指明基本单元。例如,  $c(\text{KMnO}_4) = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  与  $c\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right) = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  两个溶液的浓度数值是相同的, 但由于基本单元不同, 它们所表示的  $1.0 \text{ L}$  溶液中  $\text{KMnO}_4$  的质量分别为  $15.8 \text{ g}$  与  $3.16 \text{ g}$ 。

表示化学反应  $c\text{C} + d\text{D} \longrightarrow y\text{Y} + z\text{Z}$  中相应物质变化的量称为化学计量数, 符号为  $\nu_B$ , 并规定反应物的化学计量数为负, 而产物的化学计量数为正。书写方法不同的同一化学反应, 化学计量数不同。

反应进度是描述化学反应进行程度的物理量, 用来表示化学反应中质量和能量变化以及化学反应速率, 符号为  $\xi$ , 单位为  $\text{mol}$ 。其值可取正整数、正分数, 也可以为零。应用此量时必须指明相应化学反应计量关系。

### 2. 误差及表示方法

定量分析的误差根据产生原因不同分为系统误差和偶然误差。产生系统误差的原因有方法误差、仪器误差、试剂误差和操作误差。系统误差具有单向性、多次重复出现、其大小及正负值基本恒定等特点, 但在分析过程中出现的过失不属于操作(系统)误差。偶然误差是由一些偶然因素引起的误差。偶然误差符合正态分布, 具有双向性(有正有负)、误差大小不等、大误差少而小误差多的特点。系统误差可通过对照实验、空白实验、仪器校准、方法校准等方法消除或减小; 而偶然误差是无法消除的, 只能通过增加平行测定次数来减小。

(1) 准确度与误差: 准确度表示测定值与真实值间的符合程度, 准确度用误差表示。



误差分为绝对误差( $E=x-\mu$ )和相对误差( $E_r=\frac{E}{T}\times 100\%$ )。

(2) 精密度与偏差:多次重复测定结果间的一致程度称为精密度,精密度用偏差表示,偏差小精密度高,即多次测定的重复性好。偏差分为绝对偏差( $d=x-\bar{x}$ )和相对偏差( $d_r=\frac{d}{x}\times 100\%$ );在分析测定中,又常用平均偏差( $\bar{d}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n |d_i|$ )、相对平均偏差( $\bar{d}_r=\frac{\bar{d}}{x}\times 100\%$ )来表示精密度。在对实验结果作统计处理时又常用标准偏差和相对标准偏差来衡量测定结果的精密度,测量次数  $n < 30$  时的标准偏差定义为  $S =$

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \text{ 相对标准偏差(常称为变异系数)RSD} = \frac{S}{x} \times 100\%。$$

(3) 准确度与精密度关系:精密度是保证准确度的先决条件,常量分析要求其相对偏差 $\leq 0.2\%$ 。在实际测定时,不能要求测定结果的误差等于零,只能要求减少偶然误差,消除系统误差。

### 3. 有效数字及运算规则

(1) 有效数字:在分析工作中实际能测量到的和最后一位估读(可疑、不定)的数字称为有效数字。它不仅表示数值的大小,还反映测量数据的精密程度。测量值的有效数字位数与测定方法及所用仪器的准确度有关,一般可理解为在可疑数字的位数上有 $\pm 1$ 个单位的误差。

pH、pK、pM 等对数值的有效数字位数取决于小数部分数字的位数,其整数部分的数值说明该数的方次。在分析数据计算时所遇的分数、倍数是非测量数字时,其有效数字位数可根据需要来确定。

(2) 有效数字的修约规则:数据修约常采用“四舍六入五留双”的原则。当被修约的尾数 $\leq 4$ 时舍去,尾数 $\geq 6$ 时进位,而当尾数恰为5时,其后若有非零数字时则进位,若尾数5后没有数字或所有的数字均为0时,该尾数前为奇数就进位,为偶数就舍去,使保留下来的末位数字为偶数。在乘除运算中,首数 $\geq 8$ 的数据作修约时,可暂时多保留一位有效数字。在对数据修约时都只能一次完成修约。

① 加减法运算:加减运算时,应以参加运算的各数据中小数点后位数最少的(绝对误差最大的)数据为标准,将其他数据均修约至这一位。

② 乘除法运算:乘除运算时,应以参加运算的各数据中有效数字位数最少的(相对误差最大的)数据为标准,其他数据予以修约。

常量组分的含量分析结果以四位有效数字表示(含量为1%~10%,保留三位有效数字),各种误差的计算结果以一位有效数字表示,最多两位有效数字。

### 4. 有限实验数据的统计处理

(1) 置信度和平均值的置信区间:置信度是指对某件事情正确判断的把握程度。实

实际测定工作中,分析结果一般通过置信区间表示,平均值的置信区间可表示为  $\mu = \bar{x} \pm t \frac{S}{\sqrt{n}}$ ,即表示真实值  $\mu$  在  $\bar{x} \pm t \frac{S}{\sqrt{n}}$  区间的把握程度。测定次数越少,置信度越大, $t$  值就越大,置信区间也就越大。在分析化学上,置信度一般为 90% 或 95%。

(2) 测定结果离群值的舍弃:一系列平行测定结果中,偏差较大的数值称为离群值,除能明确确定存在过失的数值可以舍弃外,各测定数据必须用统计方法来判断离群值能否被舍弃。

### 5. 提高分析结果准确度的方法

- (1) 减小测量误差。
- (2) 减小或消除测定过程中的系统误差。
- (3) 增加平行测定次数,减小偶然误差。

## 1.2 例题解析

1. 根据有效数字运算规则计算  $\sqrt{\frac{1.5 \times 10^{-3} \times (21.21 - 12.405)}{5.4375}} \times \frac{164.207}{3}$ 。

**解题思路** 这是应用有效数字运算规则进行运算的题目,进行加减运算应以参与运算的各数据中小数点后位数最少(绝对误差最大)的数据为准,进行乘除和乘方、开方运算应以参与运算的各数据中有效数字位数最少(相对误差最大)的数据为准。

**解** 由解题思路可知  $(21.21 - 12.405)$  应以 21.21 为准,将 12.405 先修约为 12.40 再计算,  $21.21 - 12.40 = 8.81$ ,其差为三位有效数字,在作乘除运算时应以  $1.5 \times 10^{-3}$  为准,分母数字 3 不是测定数据,可以看作无限多位有效数字。因此

$$\text{原式} = \sqrt{\frac{1.5 \times 10^{-3} \times 8.8}{5.4}} \times \frac{1.6 \times 10^2}{3} = 0.36$$

2. 滴定管的测定误差一般为  $\pm 0.01\text{mL}$ ,当测定的体积分别为 10.00mL 和 20.00mL 时,相对误差各为多少?

**解题思路** 相对误差由  $E_r = \frac{x - \mu}{T} \times 100\%$  计算,在滴定分析过程中,滴定剂耗用体积是滴定管两次读数之差,其最大的绝对误差为  $\pm 0.02\text{mL}$ 。

**解**

$$E_{r_1} = \frac{x - \mu}{T} \times 100\% = \frac{\pm 0.02}{10.00} \times 100\% = \pm 0.2\%$$

$$E_{r_2} = \frac{x - \mu}{T} \times 100\% = \frac{\pm 0.02}{20.00} \times 100\% = \pm 0.1\%$$

计算结果表明测定体积越大,相对误差越小,要减小滴定剂体积引起的误差,应增大滴定剂的耗用体积。

3. 分析某铁矿石中的氧化铁含量,共测定 9 次,其结果分别为 35.10%、34.86%、34.92%、35.36%、35.11%、35.01%、34.77%、35.19%、34.98%,求测定结果的平均值、

平均偏差、相对平均偏差、标准偏差、相对标准偏差和置信度为 95% 的置信区间。

**解题思路** 根据  $Q$  检验法确定这些测量数据中是否有舍弃的数据,再由平均值、平均偏差、相对平均偏差、标准偏差、相对标准偏差和置信区间的计算式进行求算。

**解** 先将各个测定数据由小到大依次排列成序,最小值 34.77% 和最大值 35.36% 为离群值,并查得置信度为 95%、 $n=9$  时的  $Q_{0.95}=0.51$ 。

$$Q_{\text{算}} = \frac{35.36\% - 35.19\%}{35.36\% - 34.77\%} = 0.29 < 0.51 \quad Q_{\text{算}} = \frac{34.86\% - 34.77\%}{35.36\% - 34.77\%} = 0.15 < 0.51$$

因此 34.77% 和 35.36% 不能舍弃。

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{34.77 + 34.86 + 34.92 + 34.98 + 35.01 + 35.10 + 35.11 + 35.19 + 35.36}{9} \times 100\% \\ &= 35.03\% \end{aligned}$$

$$\text{平均偏差} \quad \bar{d} = \frac{1}{n} (|d_1| + |d_2| + |d_3| + \dots + |d_n|) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |d_i| = 0.14\%$$

$$\text{相对平均偏差} \quad \bar{d}_r = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} \times 100\% = \frac{0.14\%}{35.03\%} \times 100\% = 0.40\%$$

$$\text{标准偏差} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.25\%}{9-1}} = 0.0018$$

$$\text{相对标准偏差} \quad \text{RSD} = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\% = \frac{0.0018}{35.03\%} \times 100\% = 0.51\%$$

$$\text{置信度为 } 95\%、n=9 \text{ 时} \quad t = 2.31$$

$$\text{置信区间} \quad \mu = \bar{x} \pm \frac{tS}{\sqrt{n}} = \left( 35.03\% \pm \frac{2.31 \times 0.0018}{\sqrt{9}} \right) = (35.03 \pm 0.14)\%$$

即为 34.89% ~ 35.17%。

## 1.3 同步练习

### 1.3.1 判断题

- 任何一个物理量都可以用该量的数值与单位的乘积表示。 ( )
- 测定真实值不同的两种物体,其绝对误差相等,其准确度也相等。 ( )
- 测量值的标准偏差越小,其准确度越高。 ( )
- 系统误差出现有规律,而随机误差的出现没有规律。 ( )
- 多向性、不固定性和变动性是偶然误差所具有的特征。 ( )
- 相同测定条件下的平行测定次数越多,测定结果的准确度就越高。 ( )
- 根据偶然误差分布规律,大小相等的正负偏差出现的机会相等。 ( )
- 平均偏差与标准偏差比较,标准偏差更能正确反映数据的离散程度。 ( )
- 某学生根据置信度为 95% 对其分析结果进行处理后,写出报告结果为  $(6.25 \pm 0.1348)\%$ ,该报告的结果是合理的。 ( )

10. 置信水平高,置信区间必然大。( )
11. 在滴定分析时,错误判断两个试样溶液在滴定终点时指示剂颜色的深浅属于工作过失。( )
12. 将 3.1424、3.2156、5.6235 和 6.4245 处理成四位有效数字时,则分别为 3.142、3.216、5.624 和 6.424。( )
13. pH=10.05 的有效数字是四位。( )
14. 配合物  $[\text{HgI}_4]^{2-}$  的  $\lg\beta_4^\ominus=30.54$ ,其标准累积稳定常数  $\beta_4^\ominus$  为  $3.467 \times 10^{30}$ 。( )
15. 在分析数据中,所有的“0”均为有效数字。( )
16. 溶解样品时需加入 30mL 蒸馏水,此时可用量筒量取。( )
17. 欲配制 1L  $0.2000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $M=294.19\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) 溶液,所用分析天平的准确度为  $\pm 0.1\text{mg}$ ,若相对误差要求为  $\pm 0.2\%$ ,称取  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  时应称准至  $0.001\text{g}$ 。( )
18. 同一溶液的浓度由于基本单元不同而不同,其浓度值的换算关系是  $c\left(\frac{1}{N}\text{B}\right) = N \cdot c(\text{B})$ 。( )

### 1.3.2 选择题

1. 精密度与准确度的关系是 ( )
- A. 精密度高,准确度一定高      B. 准确度高的前提是精密度高
- C. 二者之间没有关系      D. 精密度高的前提是准确度高
2. 在滴定分析法测定中出现下列情况,哪种导致系统误差 ( )
- A. 试样未经充分混匀      B. 滴定管的读数读错
- C. 滴定时有液滴溅出      D. 砝码未经校正
3. 下列各项中属于过失误差的是 ( )
- A. 实验中错误区别两个样品滴定终点时橙色的深浅
- B. 滴定时温度有波动
- C. 滴定时大气压强有波动
- D. 称量吸湿性固体样品时动作稍慢
4. 可用下列哪种方法来减小分析测定中的系统误差 ( )
- A. 进行仪器校正      B. 增加测定次数
- C. 认真仔细操作      D. 测定时保持环境的湿度一致
5. 分析测定中,偶然误差的特点是 ( )
- A. 大小误差出现的概率相等      B. 正、负误差出现的概率相等
- C. 正误差出现的概率大于负误差      D. 负误差出现的概率大于正误差
6. 某土壤试样中,碳含量分析结果 ( $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) 为 102、95、98、105、104、96、98、99、102、101。这一组数据的平均偏差为 ( )
- A.  $1.4\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$       B.  $5.6\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$       C.  $2.8\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$       D.  $0.28\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$



7. 用氧化还原法测得某试样中铁的质量分数为 0.2001、0.2003、0.2004、0.2005, 分析结果的标准偏差为 ( )  
 A. 0.01%      B. 0.017 32%      C. 0.017%      D. 0.02%
8. 某学生分析纯碱试样时, 称取  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ( $M=106.0\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) 为 50.00% 的试样 0.4240g, 滴定时用去  $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HCl}$  溶液 40.20mL, 相对误差为 ( )  
 A. +0.50%      B. -0.47%      C. -0.50%      D. +0.47%
9. 用  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  法测定铁, 配制  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  标准溶液时容量瓶内溶液未摇匀, 对测定结果的影响是 ( )  
 A. 正误差      B. 负误差  
 C. 对准确度无影响      D. 降低精密度
10. 用减量法称取基准物, 倾出基准物时洒漏掉很微小的一粒, 对测定结果的影响是 ( )  
 A. 正误差      B. 负误差  
 C. 对精密度无影响      D. 降低精密度
11. 滴定分析要求试样称量的相对误差为  $\pm 0.1\%$ , 若使用灵敏度为 0.1mg 的天平称取试样, 至少应称取样品 ( )  
 A. 0.05g      B. 0.1g      C. 0.15g      D. 0.2g
12. 用高碘酸光度法测定低含量锰的方法误差约为 2%。使用称量误差为  $\pm 0.002\text{g}$  的天平称取  $\text{MnSO}_4$ , 若要配制成  $0.2\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  硫酸锰标准溶液, 至少要配制 ( )  
 A. 50mL      B. 100mL      C. 250mL      D. 500mL
13. 用标准盐酸溶液滴定某碱样, 滴定管的初读数为  $(0.25\pm 0.01)\text{mL}$ , 终读数为  $(22.25\pm 0.01)\text{mL}$ , 耗用掉的盐酸溶液的准确体积(mL)为 ( )  
 A. 22.0      B. 22.00      C.  $22.00\pm 0.01$       D.  $22.00\pm 0.02$
14. 计算式  $x = \frac{0.3120 \times 48.12 \times (21.25 - 16.10)}{0.2845 \times 1000}$  的计算结果应取几位有效数字 ( )  
 A. 一位      B. 两位      C. 三位      D. 四位
15. 由测量所得的计算式  $x = \frac{0.6070 \times 30.25 \times 45.82}{0.2808 \times 3000}$  中, 每一位数据的最后一位都有  $\pm 1$  的绝对误差, 哪一个数据在计算结果中引入的相对误差最大 ( )  
 A. 0.6070      B. 30.25      C. 45.82      D. 0.2808
16. 用千分之一的天平称取 1.1g 左右的样品, 下列记录正确的是 ( )  
 A. 1.1047g      B. 1.105g      C. 1.10g      D. 1.1g
17. 测得某种新合成的有机酸的  $\text{pK}_a^\ominus$  为 12.53, 其  $\text{K}_a^\ominus$  应表示为 ( )  
 A.  $2.951 \times 10^{-13}$       B.  $3.0 \times 10^{-13}$       C.  $2.95 \times 10^{-13}$       D.  $3 \times 10^{-13}$
18. 溶液中含有  $0.095\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的氢氧根离子, 其 pH 为 ( )  
 A. 12.98      B. 12.977      C. 13      D. 12.978
19. 有五名学生同时对某水泥熟料中的  $\text{SO}_2$  含量进行测定, 试样皆称取 2.2g, 分别计

算得到如下测定结果,其中报告合理的是 ( )

- A. 2.1%      B. 2.085%      C. 2.08%      D. 2%

20. 有一化验员称取 0.5003g 铵盐试样,用甲醛法测定其中氨的含量,测定时耗用 18.3mL  $0.280\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaOH 溶液,他写出如下四种计算结果,合理的是 ( )

- A.  $w(\text{NH}_3)=17\%$       B.  $w(\text{NH}_3)=17.4\%$   
C.  $w(\text{NH}_3)=17.44\%$       D.  $w(\text{NH}_3)=17.442\%$

21. 当置信度为 95% 时,测得  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的  $\mu$  的置信区间为  $(35.21\% \pm 0.10\%)$ ,其意义是 ( )

- A. 在所测定的数据中有 95% 在此区间内  
B. 若再进行测定时,将有 95% 的数据落在此区间内  
C. 在此区间内包含  $\mu$  的概率为 95%  
D. 总体平均值  $\mu$  落在此区间内的概率为 95%

22. 按 Q 检验法 ( $n=4$  时,  $Q_{0.90}=0.76$ ) 删除离群值,下列哪组数据中有弃值 ( )

- A. 0.1042, 0.1044, 0.1045, 0.1047      B. 0.2122, 0.2126, 0.2130, 0.2134  
C. 3.03, 3.04, 3.05, 3.13      D. 20.10, 20.15, 20.20, 20.25

23. 标定某标准溶液的浓度,其三次平行测定的结果 ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) 为 0.1023、0.1020、0.1024。如果第四次测定结果不为 Q 检验法 ( $n=3, Q_{0.90}=0.94; n=4, Q_{0.90}=0.76$ ) 所弃去,则最低值为 ( )

- A. 0.1004      B. 0.1008      C. 0.1012      D. 0.1015

24. 某人根据置信度为 95% 对某项分析结果计算后,写出了如下四种报告,哪种是合理的 ( )

- A.  $(25.48 \pm 0.1)\%$       B.  $(25.48 \pm 0.13)\%$   
C.  $(25.48 \pm 0.134)\%$       D.  $(25.48 \pm 0.1338)\%$

### 1.3.3 填空题

1. 误差是指\_\_\_\_\_与\_\_\_\_\_之差,偏差是指\_\_\_\_\_与\_\_\_\_\_之差。通常相对误差是用来表示\_\_\_\_\_,标准偏差是用来表示\_\_\_\_\_。

2. 正态分布曲线的最高点体现了测量数据的\_\_\_\_\_,曲线以  $x=\mu$  的一条直线为对称轴,说明正误差和负误差出现的\_\_\_\_\_。

3. 有限次测量结果的偶然误差分布遵循\_\_\_\_\_,当测量次数接近无限多次时,偶然误差分布趋向\_\_\_\_\_,其规律为正负误差出现的概率\_\_\_\_\_,小误差出现的\_\_\_\_\_,大误差出现的\_\_\_\_\_。

4. 定量分析中,影响测定结果准确度的是\_\_\_\_\_误差,影响测定结果精密度的是\_\_\_\_\_误差。

5. 对于常量组分的测定,一般要求分析结果保留\_\_\_\_\_位有效数字,对于微量组分的测定,一般要求保留\_\_\_\_\_位有效数字。对于各种误差和偏差的计算,一般要求保留\_\_\_\_\_有效数字。

6. 滴定管的读数常有  $\pm 0.01\text{mL}$  的误差,在一次滴定中的绝对误差可能为\_\_\_\_\_ mL。

常量滴定分析操作的相对误差应 $\leq 0.1\%$ ,为此,滴定时消耗滴定剂的体积必须控制在\_\_\_\_\_ mL 以上。

7. 置信度一定时,增加测定次数  $n$ ,置信区间变\_\_\_\_\_ ;  $n$  不变时,提高置信度,置信区间变\_\_\_\_\_。

8. 测定某样品的质量分数时,5 次测定的平均值为 27.34%,标准偏差为 0.06%。已知置信度为  $t_{0.90,5}=2.13$ 、 $t_{0.95,5}=2.78$ 。当置信度为 90%时,平均值的置信区间可表示为\_\_\_\_\_ ;若置信度提高为 95%,平均值的置信区间将为\_\_\_\_\_。

9. 四次平行测定某盐酸溶液浓度( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )的结果为 0.1021、0.1025、0.1020、0.1023,分析数据处理结果:平均值  $\bar{x} =$  \_\_\_\_\_,平均偏差  $\bar{d} =$  \_\_\_\_\_,标准偏差  $S =$  \_\_\_\_\_,变异系数  $CV =$  \_\_\_\_\_。

10. 进行下列运算,给出适当的有效数字。

(1)  $213.64 + 0.3244 + 4.4 =$  \_\_\_\_\_

(2)  $\frac{51.0 \times 4.03 \times 10^{-4}}{2.512 \times 0.002034} =$  \_\_\_\_\_

(3)  $\frac{0.0982 \times (20.00 - 13.49) \times 164.207}{3 \times 1.4183 \times 1000} \times 100 =$  \_\_\_\_\_

(4)  $\sqrt{\frac{1.5 \times 10^{-5} \times 6.17 \times 10^{-8}}{3.42 \times 10^{-4}}} =$  \_\_\_\_\_

(5)  $\frac{2.1361}{23.05} + 1857.1 \times 2.28 \times 10^{-4} - 0.06081 =$  \_\_\_\_\_

(6)  $\frac{2.2856 \times 2.51 + 5.42 - 1.8940 \times 7.50 \times 10^{-3}}{3.5462} =$  \_\_\_\_\_

### 1.3.4 计算题

1. 分析某铁矿中铁的含量(%),5 次分析结果为 37.45、37.20、37.30、37.50、37.25,试计算此结果的平均值、平均偏差、相对平均偏差、标准偏差和相对标准偏差。

2. 测定土壤中  $\text{SiO}_2$  的质量分数,得到的测定结果为 28.62%、28.59%、28.51%、28.48%、28.52%、28.63%,计算平均值、标准偏差和置信度分别为 90%和 95%时平均值的置信区间。

3. 标定 NaOH 溶液的浓度时获得以下分析结果( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ): 0.1121、0.1122、0.1123 和 0.1130。

(1) 对于最后一个分析结果 0.1130,按照 Q 检验法是否可以舍弃?(置信度为 95%)

(2) 标定平均值在置信度为 95%时的置信区间。

4. 某药厂分析某批次药品中的活性成分含量,得到下列结果: 30.44%、30.52%、30.60%和 30.12%,计算该活性成分含量的平均值及置信度为 95%时的置信区间。

## 1.4 同步练习解答

## 1.4.1 判断题

1. (✓)
2. (×) 绝对误差相等, 真实值不同, 相对误差不同。
3. (×) 测量值的标准偏差越小, 精密度越高。
4. (×) 随机误差符合正态分布规律。
5. (✓)
6. (×) 平行测定次数越多, 测定结果的精密度就越高。
7. (×)
8. (✓)
9. (×)
10. (✓)
11. (✓)
12. (✓) 四舍六入五留双。
13. (×) pH 是  $H^+$  活度的对数负值, 其有效数字位数取决于小数部分(尾数)的位数, 而其整数(首数)部分只是  $H^+$  浓度中决定其数值大小的以 10 为底的指数的对数负值, 故  $pH=10.05$  的有效数字仅为两位。
14. (×)  $\lg\beta_4^{\ominus}[HgI_4^{2-}]$  是指配位离子  $[HgI_4]^{2-}$  累积稳定常数的对数值, 其整数部分不是有效数字, 只有 5 和 4 是有效数字, 即只有两位有效数字,  $\beta_4^{\ominus}$  应为  $10^{0.54} \times 10^{30} = 3.5 \times 10^{30}$ 。
15. (×)
16. (✓)
17. (×) 配制  $1L 0.2000mol \cdot L^{-1} K_2Cr_2O_7$  溶液, 需称取  $K_2Cr_2O_7$  固体的质量为  $58.84g$ , 要满足称量的相对误差  $\pm 0.2\%$ , 称量的绝对误差为  $0.1g$ , 即只需在托盘天平上准确称至  $0.1g$  即可。
18. (✓)

## 1.4.2 选择题

1. (B)
2. (D)
3. (A)
4. (A) 认真仔细操作能避免操作误差, 增加测定次数和保持环境条件一致是减少偶然误差的方法; 对测量仪器进行校正, 能减小由仪器引起的系统误差, 提高测定结果的准确度。
5. (B)



$$6. (C) \bar{d} = \frac{\sum d_i}{x} = \frac{2+5+2+5+4+4+2+1+2+1}{10} = 2.8(\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$7. (D) S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(0.02\%)^2 + (0.00\%)^2 + (0.01\%)^2 + (0.02\%)^2}{4-1}} \\ = 0.02\%$$

8. (A) 试样中  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2.000 \times 10^{-3} \text{ mol}$ , 测定值  $2.010 \times 10^{-3} \text{ mol}$ , 相对误差  $E_r = 0.50\%$ 。

9. (D) 将容量瓶中未摇匀的标准溶液置于滴定管内时, 作为滴定剂的浓度没有确定值, 其平行测定时耗用滴定剂  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液的体积将随机可变, 即测定结果的精密度很差。

10. (A) 洒漏掉的基准物将使所称出的基准物实际质量低于需称取量的计算值, 滴定时所消耗的被测物溶液体积减少, 将使测定结果偏高, 产生正误差。

11. (D) 试样称量的相对误差要小于  $\pm 0.1\%$ , 所用天平的灵敏度为  $0.1 \text{ mg}$ , 即用该天平称量时的绝对误差为  $\pm 0.1 \text{ mg}$ , 由于采用差减法进行称量, 需要对试样与容器进行两次称量才能得到一份试样的准确质量, 即每份试样称量时的最大绝对误差应为  $\pm 0.2 \text{ mg}$ 。

因此, 试样的称取量为  $m \geq \frac{\text{绝对误差}}{\text{相对误差}} \times 100\% = \frac{0.2 \times 10^{-3}}{\pm 0.1\%} \times 100\% = 0.2 \text{ g}$ 。

12. (D) 设配制的  $0.2 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ MnSO}_4$  溶液  $V \text{ mL}$ , 则应称取的  $\text{MnSO}_4$  质量为  $0.2V \times 10^{-3} \text{ g}$ , 由相对误差的计算式得  $\frac{\pm 0.002}{0.2V \times 10^{-3}} = \pm 2\%$ , 解得  $V = 500$ 。

13. (D)

14. (C)  $21.25$  与  $16.10$  的差为  $5.15$ , 有效数字位数是三位, 在作乘除运算时, 其他数据均为四位有效数字, 而  $1000$  的有效数字位数不明确, 故运算结果应以有效数字位数最少的  $5.15$  为准, 即应取三位有效数字。

15. (D) 在 5 个数字中,  $3000$  是非测定数字, 其余 4 个数字的相对不定值分别为  $\frac{\pm 0.0001}{0.6070}$ 、 $\frac{\pm 0.01}{30.25}$ 、 $\frac{\pm 0.01}{45.82}$ 、 $\frac{\pm 0.0001}{0.2808}$ , 显然  $\frac{\pm 0.0001}{0.2808}$  的相对误差最大。

16. (B) 千分之一天平的称量准确度为  $0.001 \text{ g}$ , 故称量结果只能记录到小数点后第三位。

17. (B)  $\text{p}K_a^\ominus = 12.53$ , 该数字中的整数部分不是有效数字, 其尾数部分才是有效数字, 故  $K_a^\ominus$  只能有两位有效数字, 即为  $3.0 \times 10^{-13}$ 。

18. (A)  $0.095 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  有两位有效数字, 故其  $\text{pH}$  的尾数是两位有效数字。

19. (A)

20. (B)  $w(\text{NH}_3) = \frac{0.280 \times 18.3 \times 10^{-3} \times M(\text{NH}_3)}{0.5003}$ , 其计算值的有效数字应与相对不定值最大的  $18.3$  相适应, 故只能是三位有效数字。

21. (C)