

分析化学

(高教·武大·第五版)

导教·导学·导考

吴婉娥 张淑娟 张 剑 李 茸◎编

- 自主学习(知识要点提示)
- 课程过关(典型例题解析)
- 考研备考(考研真题分析)
- 教师备课(重点难点归纳)

分析化学导教·导学·导考

(高教·武大·第五版)

吴婉娥 张淑娟 张 剑 李 茸 编

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是针对普通高等教育“十一五”国家级规划教材、武汉大学主编的《分析化学》第五版编写的配套教学和学习辅导书。

全书分为两部分:一是化学分析部分,共11章;二是仪器分析部分,共26章。每章分为4个知识板块:(1)教学建议,主要梳理本章的主要知识脉络,使教师和学生对本章的教学思路有一个清晰的认识;(2)内容要点精讲,包括教学要求,重要概念,内容要点和重点、难点,其中教学要求是教学大纲对教学内容的指导,依据大纲要求合理分配教学学时和重点、难点,重要概念包括章节中重要的基本概念和定义,内容要点指出了教学内容的重要知识点,重点、难点提醒教师和学生应知应会内容及难以理解的基本理论和基本概念等;(3)部分例题,主要选编近年来的考研试题或与重要知识相关的例题,并加以分析和剖析;(4)习题精选详解,选编部分课后习题进行精解。

本书可作为综合性大学、师范院校及理工类院校教师备课配套教学参考书、学生学习分析化学的学习辅导书,还可以作为报考研究生的复习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学导教·导学·导考/吴婉娥等编. —西安:西北工业大学出版社,2014.8
(新三导丛书)

ISBN 978-7-5612-4075-5

I. ①分… II. ①吴… III. ①分析化学—高等学校—教学参考资料 IV. ①O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 182798 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:<http://www.nwpup.com>

印 刷 者:兴平市博闻印务有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:22.375

字 数:679 千字

版 次:2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

定 价:45.00 元



如何学好分析化学

1. 分析化学课程的主要任务

分析化学是高校理工科化学、化工专业的基础课程,是研究物质的组成、含量及结构的学科。通过分析化学的学习,要让学生建立物质组成“定性”和“定量”的概念,熟悉“定性”和“定量”原理和技能,获得未知物质分析的方法和思路。

与无机化学相比较,分析化学的课程内容在深度、广度和难度方面都增加了很多,因此如何教好这门课,即使学生在规定的课时内掌握分析化学的基本理论和实验技能,建立分析化学的思维模式,解决生活和实际工作中的问题就成为教师的首要任务。

2. 教师如何教好分析化学

(1)研究课程标准,“吃透”教材。课程标准(即新课改前的教学大纲)是教学内容学时安排、重点难点讲解的主要依据。首先,教师在上课前认真研究课程标准,理清教学主线,掌握教材编排体系和内容安排及其各部分内容的内在联系。

其次应“吃透”教材,了解教材写作的意图,按课程标准的要求,对教材内容进行整理、消化,理出一条主线,沿主线展开、补充,根据学生的实际情况结合教师本人的教学特点施教,做到讲课时深入浅出,灵活运用,这样教学效果才能好。

(2)备好课,讲好课。课前,教师应在认真学习课本、吃透教材的同时,参考其他版本的分析化学教材,补充教材的不足,扩展思路和知识面。

(3)调动学生学习的积极性。分析化学是化学、应用化学等专业的第二门基础化学课,在教学时教师应注重调动学生学习积极性,激发学生的学习兴趣,不仅要教会学生如何获得知识,更重要的是培养学生自行获取知识和信息的能力,即所谓的“学会学习”“授人以渔”。讲授知识时教师要注意理论联系实际,列举一些日常生活和社会实践中出现的热点问题进行分析,提高学生的学习兴趣。

(4)注重实践教学,激发学生创新精神。分析化学是一门实践性和应用性很强的课程,实践教学环节对学生的能力培养至关重要。因此,要强化实践环节,注重学生严谨的科学态度、积极的创造性思维能力与扎实的化学实验技能培养。

可以进行以下几方面的尝试:

1)分析化学实验教学是建立“量”的概念的基础,因此应在实验技能方面强化规范化操作,让学生通过分析化学实验的操作养成实际中工作精益求精的态度。

2)增大设计性、综合性、研究性实验的比例,将“研究式”学习和创新教育引入实践性教学,引导学生建立分析化学的思维和理念。

3)组织各种学术报告会、科研讲座,让学生及时了解分析化学发展前沿及发展动态,开拓学生

的眼界,启迪学生的创新思维。

总之,要教好分析化学,教师应该具有较高的专业知识水平,采取多样化的教学模式,充分利用并开发分析化学课程资源,以学生的需求和发展为中心和目的,不断探索和总结教学经验,以此作为平台,促进教学改革的不深化和完善。

3. 学生如何学好分析化学

(1)有主动学习的动力和学习方向:做任何事情都需要有动力,学习分析化学也要有动力,只有明确了为什么要学,自己想学,才有可能学好。

(2)寻找适合自己的学习方法:在学习的过程中,应努力学习前人是如何进行观察和实验的,是如何形成分类法,归纳成概念、原理、理论的,并不断体会、理解创造的过程,形成创新意识,努力去尝试创新。应做到课前预习、课堂认真听讲、课后复习、课后认真独立完成作业和查阅参考书。

(3)重视实践能力培养:除了学好课本的内容,还必须重视分析化学实验。实验不仅要建立严谨、科学、仔细、认真的工作态度,同时也是“定量”的基本保障,因此在分析化学实践中不仅要能验证课本中的内容,更为重要的是要熟练掌握实验技能,使“定量”变成“可依可靠”的学科。



前 言

分析化学是化学类、应用化学、材料化学等专业本科生的一门基础课程。分析化学的主要特点是,要让学生在定性的基础上,达到定量的目的。因此分析化学是要利用基本的化学反应,完成未知物质的定性和定量任务,即物质是什么,含量是多少。因此分析化学是化学教学中的质的飞跃,由此可以看出分析化学在学生学习过程中的地位和作用。

本书参编者都是来自分析化学教学第一线教师,他们对教学内容熟悉,教学经验十分丰富,本书编写的许多内容都是教学实践和教学经验的总结。

本书编写原则:一是依据最新版教材的内容和习题编写,各章顺序与教材一致;二是充分体现教学经验总结,如教学建议、例题分析及剖析、重点和难点分析等。

本书由吴婉娥(上册,下册第1,2,5,22~26章)、张淑娟(下册第3~5,7~12章)、张剑(下册第13~21章)编写。

由于水平所限,错误或不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

吴婉娥

2014年5月

于西安第二炮兵工程大学

目 录

上册:分析化学部分

第 1 章 定量分析化学概论	1
1.1 教学建议	1
1.2 内容要点精讲	1
1.3 例题	4
1.4 习题精选详解	5
第 2 章 分析试样的采集与制备	10
2.1 教学建议	10
2.2 内容要点精讲	10
2.3 习题精选详解	12
第 3 章 分析化学中的误差与数据处理	13
3.1 教学建议	13
3.2 内容要点精讲	13
3.3 例题	18
3.4 习题精选详解	21
第 4 章 分析化学中的质量保证与质量控制	26
4.1 教学建议	26
4.2 内容要点精讲	26
第 5 章 酸碱滴定法	31
5.1 教学建议	31
5.2 内容要点精讲	31
5.3 例题	41
5.4 习题精选详解	45
第 6 章 络合滴定法	53
6.1 教学建议	53
6.2 内容要点精讲	53

6.3 例题	59
6.4 习题精选详解	62
第7章 氧化还原滴定法	68
7.1 教学建议	68
7.2 内容要点精讲	68
7.3 例题	73
7.4 习题精选详解	78
第8章 沉淀滴定法和滴定分析小结	86
8.1 教学建议	86
8.2 内容要点精讲	86
8.3 例题	88
8.4 习题精选详解	89
第9章 重量分析法	91
9.1 教学建议	91
9.2 内容要点精讲	91
9.3 例题	95
9.4 习题精选详解	98
第10章 吸光光度法	107
10.1 教学建议	107
10.2 内容要点精讲	107
10.3 例题	111
10.4 习题精选详解	113
第11章 分析化学中常用的分离和富集方法	117
10.1 教学建议	117
10.2 内容要点精讲	117
10.3 例题	121
10.4 习题精选详解	122



下册:仪器分析部分

第1章 绪论	125
1.1 教学建议	125
1.2 内容要点精析	125
1.3 习题精选详解	128
第2章 光谱分析法导论	129
2.1 教学建议	129
2.2 内容要点精析	129
2.3 例题	134
2.4 习题精选详解	135
第3章 原子发射光谱法	137
3.1 教学建议	137
3.2 内容要点精析	137
3.3 例题	141
3.4 习题精选详解	143
第4章 原子吸收光谱法与原子荧光光谱法	145
4.1 教学建议	145
4.2 内容要点精析	145
4.3 例题	150
4.4 习题精选详解	152
第5章 X射线光谱法	157
5.1 教学建议	157
5.2 内容要点精析	157
5.3 例题	162
5.4 习题精选详解	162
第6章 原子质谱法	164
6.1 教学建议	164
6.2 内容要点精析	164
6.3 习题精选详解	167
第7章 表面分析方法	168
7.1 教学建议	168

7.2 内容要点精析	168
7.3 例题	173
7.4 习题精选详解	173
第8章 分子发光分析法	175
8.1 教学建议	175
8.2 内容要点精析	175
8.3 例题	180
8.4 习题精选详解	181
第9章 紫外-可见吸收光谱法	183
9.1 教学建议	183
9.2 内容要点精析	183
9.3 例题	186
9.4 习题精选详解	187
第10章 红外吸收光谱法	190
10.1 教学建议	190
10.2 内容要点精析	190
10.3 例题	195
10.4 习题精选详解	197
第11章 激光 Raman 光谱法	200
11.1 教学建议	200
11.2 内容要点精析	200
11.3 例题	203
11.4 习题精选详解	203
第12章 核磁共振波谱法	205
12.1 教学建议	205
12.2 内容要点精析	205
12.3 例题	211
12.4 习题精选详解	212
第13章 电分析化学导论	214
13.1 教学建议	214
13.2 内容要点精析	214
13.3 例题	218
13.4 习题精选详解	219

第 14 章 电位分析法	223
14.1 教学建议	223
14.2 内容要点精析	223
14.3 例题	227
14.4 习题精选详解	228
第 15 章 伏安法与极谱法	232
15.1 教学建议	232
15.2 内容要点精析	232
15.3 例题	236
15.4 习题精选详解	238
第 16 章 电解和库仑法	242
16.1 教学建议	242
16.2 内容要点精析	242
16.3 例题	244
16.4 习题精选详解	246
第 17 章 电分析化学新方法	249
17.1 教学建议	249
17.2 内容要点精析	249
17.3 例题	251
17.4 习题精选详解	252
第 18 章 色谱法导论	254
18.1 教学建议	254
18.2 内容要点精析	254
18.3 例题	259
18.4 习题精选详解	261
第 19 章 气相色谱法	265
19.1 教学建议	265
19.2 内容要点精析	265
19.3 例题	269
19.4 习题精选详解	270
第 20 章 高效液相色谱法	272
20.1 教学建议	272
20.2 内容要点精析	272

20.3 例题	278
20.4 习题精选详解	280
第 21 章 毛细管电泳和毛细管电色谱	283
21.1 教学建议	283
21.2 内容要点精析	283
21.3 例题	286
21.4 习题精选详解	287
第 22 章 其他分离分析方法	289
22.1 教学建议	289
22.2 内容要点精析	289
22.3 习题精选详解	294
第 23 章 分子质谱法	296
23.1 教学建议	296
23.2 内容要点精析	296
23.3 例题	304
23.4 习题精选详解	307
第 24 章 热分析	310
24.1 教学建议	310
24.2 内容要点精析	310
24.3 例题	313
24.4 习题精选详解	314
第 25 章 流动注射分析及微流控技术	316
25.1 教学建议	316
25.2 内容要点精析	316
25.3 习题精选详解	319
第 26 章 分析仪器测量电路、信号处理及计算机应用基础	321
26.1 教学建议	321
26.2 内容要点精析	321
26.4 习题精选详解	325
附录	327
练习题之一	327
练习题之一参考答案	330
练习题之二	333



练习题之二参考答案	336
练习题之三	338
练习题之三参考答案	341
参考文献	343

上册:分析化学部分

第1章 定量分析化学概论

1.1 教学建议

- (1)从基本概念入手,介绍分析化学中的基本分析方法、分析过程和分析结果的表示方法。
- (2)熟悉滴定分析中常用的几种滴定方式。

1.2 内容要点精讲

1.2.1 教学要求

- (1)了解分析化学的任务和作用;了解分析方法的分类;
- (2)了解分析化学发展简史;
- (3)了解定量分析的基本概念;
- (4)理解滴定分析常用的几种滴定方式。

1.2.2 重要概念

- (1)物质的量浓度:待测组分的物质的量除以试液的体积,单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
- (2)质量摩尔浓度:待测组分的物质的量除以溶剂的质量,单位为 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。
- (3)质量分数:待测组分的质量除以试液的质量,量纲为 1。
- (4)体积分数:待测组分的体积除以试液的体积,量纲为 1。
- (5)摩尔分数:待测组分的物质的量除以试液的物质的量,量纲为 1。
- (6)质量浓度:单位体积中某种物质的质量,单位为 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, $\text{ng} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。

1.2.3 内容要点

1. 分析化学的定义、任务和作用

分析化学是发展和应用各种理论、方法、仪器和测量以获取有关物质在相对时空内的组成和性质的信息的一门科学。

分析化学是“现代化学之母”,是考质求数之学。它不仅是科学技术的眼睛,用于发现问题,而且参与实际问题的解决。

2. 分析方法的分类与选择

(1) 分析化学中分析方法的分类:

定性分析、定量分析、结构分析

无机分析、有机分析

化学分析、仪器分析

常量分析、半微量分析、微量分析、超微量分析

例行分析、仲裁分析

3. 分析化学过程及分析结果的表示

(1) 定量分析基本过程。定量分析过程通常包括:试样的采取、处理与分解、分离与富集、分析方法的选择与分析测定、分析结果的计算与评价。

(2) 分析结果的表示方法:

1) 待测组分的化学表示形式。分析结果通常以待测组分实际存在形式的含量表示;待测组分的实际存在形式不清楚,则分析结果最好以氧化物或元素形式的含量表示;在工业分析中,有时还用所需要的组分的含量表示分析结果;电解质溶液的分析结果,常以所存在的离子的含量表示。

2) 待测组分含量的表示方法有固体试样法、液体试样法和气体试样法。

固体试样中待测组分的含量,通常以质量分数 ω_B 表示。它表示试样中含待测物质 B 的质量 m_B 与试样的质量 m_S 之比,即

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

或试样 B 的百分含量,即

$$B\% = \frac{m_B}{m_S} \times 100 \quad (1-2)$$

当待测组分含量非常低时,可采用 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ (10^{-6}), $\text{ng} \cdot \text{g}^{-1}$ (10^{-9}), $\text{pg} \cdot \text{g}^{-1}$ (10^{-12}) 来表示。

液体试样中待测组分含量的表示方法有以下几种。

a. 物质的量浓度:待测组分的物质的量除以试液的体积,单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。b. 质量摩尔浓度:待测组分的物质的量除以溶剂的质量,单位为 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

c. 质量分数:待测组分的质量除以试液的质量,量纲为 1。

d. 体积分数:待测组分的体积除以试液的体积,量纲为 1。

e. 摩尔分数:待测组分的物质的量除以试液的物质的量,量纲为 1。

f. 质量浓度:单位体积中某种物质的质量,单位为: $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, $\text{ng} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。气体试样中的常量组分的含量常以体积分数表示。对于微量组分的含量常以 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ [标] 表示。[标] 为在标准状态下的体积。

4. 滴定分析法概述

(1) 滴定分析法。滴定分析法又称容量分析法,主要包括酸碱滴定法、络合滴定法、氧化还原滴定法及沉淀滴定法。

(2) 滴定分析对化学反应的要求。适合滴定分析的化学反应,必须具备以下条件:

1) 化学反应有确定的化学计量关系。

2) 化学反应应没有副反应且定量进行。

3) 反应速度较快。

4) 有合适的确定终点的方法。

(3) 滴定方式。常用的滴定方式有直接滴定、间接滴定、返滴定法、置换滴定法。

5. 基准物质和标准溶液

标准溶液可用直接法配制或标定法配制:① 直接法是准确称取一定量基准物质,溶解后配制成一定体积



的溶液即可;②标定法是将其配制成近似浓度的溶液,用基准物质(或已用基准物质标定过的标准溶液)标定标准溶液的准确浓度。

标定标准溶液的物质称为基准物质。作为基准物质应满足以下条件。

- (1) 基准物质的组成与化学式完全相符。
- (2) 有足够的纯度(质量分数在 99.9% 以上)。
- (3) 有稳定的物理化学性质,且具有足够大的摩尔质量。
- (4) 与标定的标准溶液反应时,反应定量进行。

6. 滴定分析法的计算

(1) 标准溶液浓度的表示方法。标准溶液的浓度常用物质的量浓度表示。物质的量浓度是指溶液中所含溶质的物质的量除以溶液的体积,用符号 c_B 表示(单位 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$):

$$c_B = n_B/V \quad (1-3)$$

物质的量浓度的大小取决于基本单元的选择。基本单元的选择,一般以化学反应的计量关系为依据。

在分析化学中选择基本单元:

- 1) 酸碱滴定法中,以酸碱反应的计量系数为依据选择基本单元。
- 2) 络合滴定法中,以 EDTA 为基本单元。
- 3) 氧化还原反应中,以电子转移数为依据选择基本单元。
- 4) 沉淀滴定法中,以化学计量系数为依据选择相应的基本单元。

在生产单位的例行分析中,有用滴定度(T)表示标准溶液的浓度。滴定度是指每毫升滴定剂溶液相当于被测物质的质量(g 或 mg) 或质量分数。

(2) 滴定剂与被滴定物质之间的计量关系。滴定剂 T 与被测物质 B 有如下反应:



则可以根据滴定反应中 T 与 B 的化学计量数求出,有

$$n_B = \frac{b}{t} n_T \quad \text{或} \quad n_T = \frac{t}{b} n_B \quad (1-4)$$

或可以根据等物质的量规则计算。由化学反应首先确定滴定剂和被滴定物质的基本单元,然后根据“反应中,反应物消耗的物质的量(mol)与产物的物质的量(mol)是相等的”这一原则来进行计算。这种方法尽管反映了滴定反应的本质,但也比较烦琐。

(3) 标准溶液浓度的计算。

1) 直接配制法:准确称取一定量(m_B) 基准物质 B,配制准确的体积 $V_B(\text{L})$,已知物质 B 的摩尔质量为 M_B ,求算标准溶液浓度:

$$c_B = \frac{m_B}{M_B V_B} \quad (1-5)$$

2) 标定法:若以固体基准物质标定标准溶液,称取基准物质质量为 m_T ,其摩尔质量为 M_T ,滴定反应的化学计量数为 b/t ,则在化学计量点(或滴定终点)时,可依据公式计算:

$$c_B V_B = \frac{b}{t} \frac{m_T}{M_T} \quad (1-6)$$

$$c_B = \frac{b}{t} \frac{m_T}{M_T V_B} \quad (1-7)$$

若以已知准确浓度的标准溶液 c_T 来标定某待标定溶液的准确浓度 c_B ,则有

$$c_B = \frac{b}{t} \frac{c_T V_T}{V_B} \quad (1-8)$$

(4) 待测组分含量的计算。设称取试样的质量为 $m_s(\text{g})$,而测得其中待测组分 B 的质量为 $m_B(\text{g})$,则依据化学计量关系,用下式表示待测组分的质量分数为

$$\omega_B = \frac{m_B}{m_S} = \frac{\frac{b}{t} c_T V_T M_B}{m_S \times 1000} \times 100\% \quad (1-9)$$

式中, 1 000 为 V_T 单位 mL 换算为 L 的换算系数, c_T 的单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, M_B 为 B 物质的摩尔质量, 单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

1.2.4 重点、难点

1. 本章的重点

(1) 浓度是定量分析中量的基本概念, 在分析化学中, 以浓度为基本的计算单元, 根据化学反应物质之间的等物质的量规则或化学计量数来计算, 从而求出待测组分的含量。所以物质的量浓度或摩尔浓度的概念需要熟练掌握。

(2) 在分析化学中, 要掌握滴定分析过程中基本的计算, 例如标准溶液浓度计算、滴定反应的计算、待测组分含量的计算等。

2. 本章的难点

本章的难点是物质的量浓度计算时基本单元的选取。

1.3 例题

例 1.1 在 1 L 0.200 0 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 溶液中, 加入多少毫升水才能使稀释后的 HCl 溶液对 CaO 的滴定度 $T_{\text{HCl}/\text{CaO}} = 0.005\ 00\ \text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。

分析 该题涉及滴定度的概念。滴定度是指每毫升滴定剂溶液相当于被测物质的质量(克或毫克)或质量分数。 $T_{\text{HCl}/\text{CaO}} = 0.005\ 00\ \text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 即表示每毫升 CaO 溶液恰好能与 0.005 00 g 的 HCl 反应。

解 CaO 与 HCl 反应, 其基本单元应取 $56.08/2\ \text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 设应加水 $V\ (\text{mL})$, 故

$$\frac{0.005\ 00}{56.08/2} \times 1\ 000 = \frac{0.200\ 0 \times 1\ 000}{1\ 000 + V}$$

$$V = 121.7\ \text{mL}$$

【评注】 该题容易犯错的地方主要是基本单元的选择。

例 1.2 计算配制下列溶液需溶质的质量(单位为 g)。

- (1) 0.100 0 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Na_2CO_3 标准溶液 500 mL;
- (2) 0.100 0 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 邻苯二甲酸氢钾标准溶液 100 mL;
- (3) 0.020 00 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液 500 mL;
- (4) 0.010 00 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 锌标准溶液 500 mL。

分析 该题涉及标准溶液的配制时的计算问题, 根据要求, 可以计算出配制标准溶液所需的物质克重。依据物质的物质的量 $n_B = m_B/M_B$ 等于欲配制的标准溶液 $c_B \cdot V_B$, 即

$$\begin{aligned} m_B/M_B &= c_B \cdot V_B = n_B \\ m_B &= c_B \cdot V_B \cdot M_B \end{aligned}$$

则可计算所需溶质的质量。

- 解** (1) Na_2CO_3 : $m_B = c_B \cdot V_B \cdot M_B = 0.100\ 0 \times 0.500\ 0 \times 106.0 = 5.300\ 0\ \text{g}$
 (2) 邻苯二甲酸氢钾: $m_B = c_B \cdot V_B \cdot M_B = 0.100\ 0 \times 0.100\ 0 \times 204.22 = 2.042\ 2\ \text{g}$
 (3) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$: $m_B = c_B \cdot V_B \cdot M_B = 0.020\ 0 \times 0.500\ 0 \times 294.18 = 2.941\ 8\ \text{g}$
 (4) 锌: $m_B = c_B \cdot V_B \cdot M_B = 0.010\ 0 \times 0.250\ 0 \times 65.392 = 0.163\ 5\ \text{g}$

【评注】 注意物质的量的有效数字位数。