

国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材配套教材

全国高等学校配套教材

供预防医学类专业用

卫生化学 学习指导与习题集

第3版

主 编 张加玲

副主编 周之荣

张海燕

高 蓉

国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材配套教材
全国高等学校配套教材

供预防医学类专业用

卫生化学 学习指导与习题集

第3版

主 编 张加玲

副主编 周之荣 张海燕 高 蓉

编 者 (以姓氏笔画为序)

刘利娥 郑州大学

刘丽燕 哈尔滨医科大学

李永新 四川大学

宋秀玲 吉林大学

张加玲 山西医科大学

张海燕 安徽医科大学

陈 超 南通大学

陈利琴 天津医科大学

周之荣 广东药科大学

施致雄 首都医科大学

高 蓉 南京医科大学

黄明元 广东医科大学

靳 敏 包头医学院

管春梅 哈尔滨医科大学

图书在版编目(CIP)数据

卫生化学学习指导与习题集/张加玲主编.—3版.—北京:人民卫生出版社,2017

全国高等学校预防医学专业第八轮规划教材配套教材

ISBN 978-7-117-24479-4

I. ①卫… II. ①张… III. ①卫生学-分析化学-高等学校-教学参考资料 IV. ①R113

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第117888号

人卫智网	www.ipmph.com	医学教育、学术、考试、健康, 购书智慧智能综合服务平台
人卫官网	www.pmph.com	人卫官方资讯发布平台

版权所有,侵权必究!

卫生化学学习指导与习题集

第3版

主 编:张加玲

出版发行:人民卫生出版社(中继线010-59780011)

地 址:北京市朝阳区潘家园南里19号

邮 编:100021

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线:010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷:三河市尚艺印装有限公司

经 销:新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:16

字 数:336千字

版 次:2007年12月第1版 2017年6月第3版

2017年6月第3版第1次印刷(总第6次印刷)

标准书号:ISBN 978-7-117-24479-4/R·24480

定 价:35.00元

打击盗版举报电话:010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

前 言

《卫生化学学习指导与习题集》第3版是《卫生化学》第8版的配套教材,是为了配合预防医学专业卫生化学教学而编写的,针对特定的目标和对象。

在编写过程中,为与主教材内容相呼应,除延续了第2版中的精华内容外,又增加了与主教材相关的新内容。对主教材各章节的主要内容包括基本概念、基本理论、测定依据、仪器原理和结构及其应用进行了总结和归纳,对有些内容作了适度扩展,精选了各类典型试题,并作了详细解答和说明,旨在帮助学生进一步理解各种分析方法的理论和原理,掌握必要的知识点,提高学生的自学能力及综合分析和应用能力。本教材适用于预防医学本科(五年制)学生,也可作为本专业研究生、指导教师及卫生检验人员的参考书。

全书共十八章,包括:绪论;样品的采集与处理;分析数据处理与分析工作的质量保证;紫外-可见分光光度法;分子荧光分析法;原子吸收分光光度法;原子荧光光谱法;原子发射光谱法;电位分析法;极谱与伏安分析法;其他电分析法;色谱分析法概论;气相色谱法;高效液相色谱法;离子色谱法;毛细管电泳法;质谱法及其联用技术;其他分析法。

每章分为四大部分,包括:

1. 学习目标 说明本章内容的学习要求。
2. 重点和难点内容 对本章主要内容进行归纳总结。
3. 习题 根据教学内容,选择具有相应深度和广度的典型试题,为与当前各种考试题型相适应,习题类型中加大了客观选择题的量,包括A型题(即单项选择题),B型题(即备选答案在前,试题在后。每组若干题,均对应同一组备选答案,每题只有一个正确答案,每个备选答案可重复选用,也可不选用),X型题(即多项选择题,每题至少有两个或两个以上正确答案)。保留了第2版原有的填空题、判断改错题、名词解释、简答题、计算题等题型。为配合双语教学,还提供了少量专业词汇的英文名词解释和试题,供学生练习和自我检查知识的掌握程度。
4. 参考答案 对所有的习题都进行了参考解答,以便学生自学。

本教材在编写过程中得到了河北医科大学及公共卫生学院领导和卫生化学教研室的大力支持,《卫生化学》第8版主编康维钧教授、《卫生化学学习指导与习题集》第1版主编毋福海教授、各版的编委们,以及山西医科大学卫生检验教研室的老师们都给予了大力支持与帮助,在此一并致以真诚的感谢。

限于编者的知识和能力水平,编写过程中难免出现错误和不妥,恳请读者批评指正。

张加玲

2017年3月

目 录

1 第一章 绪论

一、学习目标	1
二、重点和难点内容	1
三、习题	3
四、参考答案	4

7 第二章 样品的采集与处理

一、学习目标	7
二、重点和难点内容	7
三、习题	11
四、参考答案	17

22 第三章 分析数据处理与分析工作的质量保证

一、学习目标	22
二、重点和难点内容	22
三、习题	25
四、参考答案	32

40 第四章 紫外-可见分光光度法

一、学习目标	40
二、重点和难点内容	40
三、习题	43
四、参考答案	49

55 第五章 分子荧光分析法

一、学习目标	55
二、重点和难点内容	55
三、习题	58
四、参考答案	64

69 第六章 原子吸收分光光度法

一、学习目标	69
二、重点和难点内容	69
三、习题	73
四、参考答案	79

87 第七章 原子荧光光谱法

一、学习目标	87
二、重点和难点内容	87
三、习题	90
四、参考答案	93

96 第八章 原子发射光谱法

一、学习目标	96
二、重点和难点内容	96
三、习题	99
四、参考答案	101

104 第九章 电位分析法

一、学习目标	104
二、重点和难点内容	104
三、习题	109
四、参考答案	117

126 第十章 极谱与伏安分析法

- 一、学习目标 126
- 二、重点和难点内容 126
- 三、习题 129
- 四、参考答案 136

140 第十一章 其他电分析法

- 一、学习目标 140
- 二、重点和难点内容 140
- 三、习题 142
- 四、参考答案 146

149 第十二章 色谱分析法概论

- 一、学习目标 149
- 二、重点和难点内容 149
- 三、习题 154
- 四、参考答案 160

166 第十三章 气相色谱法

- 一、学习目标 166
- 二、重点和难点内容 166
- 三、习题 170
- 四、参考答案 177

185 第十四章 高效液相色谱法

- 一、学习目标 185
- 二、重点和难点内容 185
- 三、习题 189
- 四、参考答案 196

203 第十五章 离子色谱法

一、学习目标	203
二、重点和难点内容	203
三、习题	209
四、参考答案	211

215 第十六章 毛细管电泳法

一、学习目标	215
二、重点和难点内容	215
三、习题	221
四、参考答案	226

229 第十七章 质谱法及其联用技术

一、学习目标	229
二、重点和难点内容	229
三、习题	232
四、参考答案	234

237 第十八章 其他分析法

一、学习目标	237
二、重点和难点内容	237
三、习题	239
四、参考答案	241

绪 论

一、学习目标

1. 掌握 卫生分析的特点,卫生分析的全过程,分析方法按测定原理的分类,仪器分析法的分类和特点。
2. 熟悉 卫生化学的性质、任务和作用。
3. 了解 卫生化学的发展趋势。

二、重点和难点内容

(一) 卫生化学的任务、作用和发展趋势

卫生化学是分析化学与预防医学的交叉学科。卫生化学是运用分析化学特别是仪器分析的基本理论和实验技术,研究预防医学领域中与健康有关的化学物质的质、量及其变化的一门学科,是以预防医学需要为前提的分析科学。卫生化学的任务是学习预防医学工作中所必需的分析科学的基本理论、基本知识和实验技能。

卫生化学主要应用于检测空气、水质、食品、生物样品及化妆品等各类样品中有害及有益化学物质(包括有机物和无机物),特别是检测含量极低的有害物质,分析某些特定元素的不同化学形态及价态。

卫生化学的发展趋势:提高分析方法的灵敏度、准确度、选择性;使方法快速、简便、经济、自动化、信息化和智能化;实现原位、活体、实时、在线的动态分析;扩展时空多维信息,实现对生物大分子及生物活性物质的表征与测定等。

(二) 卫生分析的特点

1. 样品种类繁多(包括水、气、食品、生物样品、化妆品等)。
2. 分析对象各异(包括无机物,如 Hg、As、Pb 等;有机物,如苯、酚等)。
3. 样品含量差别大(从常量组分到超痕量组分)。
4. 样品组成复杂(食品、血液等样品基体复杂)。

(三) 卫生分析的全过程

1. 样品采集。
2. 样品处理。
3. 选择并建立分析方法,对样品进行准确测定。
4. 分析数据处理和结果报告。

(四) 分析方法的分类

1. 按分析任务分类 按分析任务分类可分为定性分析、定量分析和结构分析。定性分析的任务是鉴定物质是由哪些元素、离子、原子团或化合物组成;定量分析的任务是测定试样中各组分的相对含量;结构分析的任务是研究物质的分子结构。

2. 按测定原理分类 按测定原理分类可分为仪器分析法和化学分析法。

(1)仪器分析法:以被测物质的物理或物理化学性质为基础,借助精密仪器进行测定的分析方法。主要分为:

1)光学分析法:利用物质与电磁辐射的相互作用而建立起来的一类分析方法。如紫外-可见分光光度法、原子吸收分光光度法和荧光分析法等。

2)电化学分析法:利用被测物质的电化学性质而进行的分析方法。根据测定的电学参数不同,可分为电位分析法、电导分析法、伏安法等。

3)色谱法:根据试样中各组分在互不相溶的两相中作用力的差异来进行的分离分析方法。主要包括气相色谱法、高效液相色谱法等。

4)质谱法及联用技术:质谱法是通过多种方式将待测物质转变为带电离子,应用电磁学原理,将离子按其质荷比大小进行分离和检测,通过测定离子质量及其强度实现对待测组分的定性、定量及结构分析。联用技术如 HPLC-MS、GC-MS、ICP-MS 等多种方法的联合应用,使定性分析更准确、定量分析更灵敏,在卫生检验工作中发挥着越来越重要的作用。

仪器分析法特点:灵敏度高、试样用量少、分析速度快,准确度为 $x\%$,通常需要被分析物的纯品,仪器复杂、价格较贵。

(2)化学分析法:是以物质的化学反应为基础的分析方法。分为重量分析法和滴定分析法。重量分析法是通过分离出的被测组分进行准确称量进行定量分析。滴定分析是通过准确量取滴定过程中消耗滴定剂的体积,利用化学计量关系式计算出被测组分的含量,又称容量分析。

化学分析法特点:分析结果准确度高(0.2%)、精密度好,仪器简单,价格较低,且不需被分析物纯品。但灵敏度较低,分析速度较慢,不适于微量分析和痕量组分分析。

(3)两者关系:化学分析法是基础,在进行仪器分析之前,需对试样进行预处理,需要化学分析法的各种理论与实验技术,如酸碱理论、缓冲溶液理论、配位理论、沉淀理论和氧化还原理论等。仪器分析法弥补了化学分析法灵敏度不高、分析速度慢、自动化程度低等缺陷,是现代分析

技术的主体与发展方向。

3. 按试样用量分类 按试样用量分类可分为常量分析、半微量分析、微量分析与超微量分析。各种方法的试样用量如下:

方法	试样质量 (mg)	试样体积 (ml)
常量分析	>100	>10
半微量分析	10~100	1~10
微量分析	0.1~10	0.01~1
超微量分析	<0.1	<0.01

4. 按被测组分的含量分类 按被测组分的百分含量可分为常量组分(>1%)、微量组分(0.01%~1%)、痕量组分(0.0001%~0.01%)和超痕量组分(<0.0001%)分析。

此外,还可按分析对象分为无机分析和有机分析。按分析目的可分为常规分析和仲裁分析。常规分析指一般实验室日常工作中的分析。仲裁分析指对某一试样的分析结果发生分歧时,由权威审定单位采用法定方法对该试样进行分析,以仲裁分析结果的准确性。

三、习题

(一) 名词解释

- 痕量组分分析
- 微量分析

(二) 填空题

- 分析方法按测定原理分类可分为_____法和_____法。
- 仪器分析法的特点之一是需要被测组分的纯品,用于_____和_____。

(三) 选择题

【A1型题】

- 仪器分析方法不包括
 - 光学分析法
 - 电化学分析法
 - 色谱法
 - 滴定分析法
 - 质谱法

【B型题】

(2~6题共用备选答案)

- 痕量组分分析
- 微量分析
- 定量分析
- 光学分析法
- 仪器分析

- 按样品中组分含量分类的是

3. 按样品用量分类的是
4. 按分析任务分类的是
5. 按分析依据的测定原理分类的是
6. 按被测组分的理化性质分类的是

(7~10 题共用备选答案)

- | | | |
|----------|------------|----------|
| A. 原子吸收法 | B. 高效液相色谱法 | C. 气相色谱法 |
| D. 电位分析法 | E. 分子荧光分析法 | |
7. 利用原电池原理进行物质分析的方法是
 8. 利用测定基态原子蒸气对光吸收程度进行的分析方法是
 9. 利用测定物质分子吸收光后再发光的特征与强度进行分析的方法是
 10. 利用物质在两相即两种液体中溶解性等差异进行分离、分析的方法是

(四) 简答题

1. 简述卫生分析的全过程包括哪几部分。
2. 卫生分析的特点有哪些?
3. 仪器分析法通常分为哪几类? 每一类中包括哪几种分析方法?
4. 仪器分析法的特点是什么? 与化学分析法相比较有何差别? 两者的关系如何?
5. 分析方法通常有哪几种分类方法?
6. 简述卫生分析的发展趋势。

四、参考答案

(一) 名词解释

1. 痕量组分分析: 当组分含量在(0.0001%~0.01%)时的分析称为痕量组分分析。
2. 微量分析: 当试样用量(固体质量为 0.1~10mg, 液体体积为 0.01~1ml)时的分析称为微量分析。

(二) 填空题

1. 仪器分析 化学分析
2. 定性分析(作对照物) 定量分析(校准仪器)

(三) 选择题

【A1 型题】

1. D

【B型题】

2. A 3. B 4. C 5. E 6. D 7. D 8. A 9. E 10. B

(四) 简答题

1. 简述卫生分析的全过程包括哪几部分。

全过程包括四部分:样品采集;样品处理;选择、建立分析方法,对样品进行准确测定;分析数据处理和结果报告。

2. 卫生分析的特点有哪些?

特点有:①样品种类繁多,包括水、气、食品、化妆品和生物样品等。②分析对象各异,包括无机物,如 Hg、As、Pb 等;有机物,如苯、酚等。③样品含量差别大,从常量组分到超痕量组分。④样品组成复杂,如食品、血液等样品基体复杂。

3. 仪器分析法通常分为哪几类?每一类中包括哪几种分析方法?

仪器分析法主要分为:①光学分析法,包括紫外-可见分光光度法、分子荧光分析法、原子吸收分光光度法、原子荧光光谱法、电感耦合等离子体原子发射光谱法等;②电化学分析法,包括电位分析法、电导分析法、伏安法等;③色谱法,包括经典液相色谱法、气相色谱法和高效液相色谱法等;④质谱法及联用技术,包括气相色谱-质谱法、高效液相色谱-质谱法等。

4. 仪器分析法的特点是什么?与化学分析法相比较有何差别?两者的关系如何?

仪器分析法特点:灵敏度高、所需试样量少、分析速度快。但准确度($x\%$)不如化学分析法($0. x\%$),并且一般需要被分析物纯品,仪器复杂、价格较贵。

化学分析法特点:分析准确度高($0. x\%$)、精密度好,所用仪器简单,价格较低,且不需被分析物纯品。但灵敏度不高,分析速度较慢,不适于微量分析和痕量组分分析。

两者关系:化学分析法是基础,在进行仪器分析之前,需对试样进行预处理,需要化学分析法的各种理论与实验技术,如酸碱理论、缓冲溶液理论、配位理论、沉淀理论和氧化还原理论等。仪器分析法弥补了化学分析法灵敏度不高、分析速度慢等缺陷,是现代分析技术的主体与发展方向。

5. 分析方法通常有哪几种分类方法?

①按分析任务分类为定性分析、定量分析和结构分析;②按测定原理分类为仪器分析法和化学分析法;③按试样用量分类为常量分析、半微量分析、微量分析等;④按被测组分的含量分类为常量组分分析、痕量组分分析等;⑤按分析对象分类为无机分析和有机分析;⑥按分析目的分类为常规分析和仲裁分析。

6. 简述卫生分析的发展趋势。

卫生分析的发展趋势:提高分析方法的灵敏度、准确度、选择性;使方法快速、简便、经济、自动化、信息化和智能化;实现原位、活体、实时、在线的动态分析;扩展时空多维信息,对生物大分子及生物活性物质的表征与测定等。

(张加玲)

样品的采集与处理

一、学习目标

1. 掌握 样品处理的目的是原则,常用的样品处理方法。
2. 熟悉 样品采集的原则,样品保存要求和方法。
3. 了解 各类样品采集注意事项,样品净化的各种方法及应用。

二、重点和难点内容

(一) 样品的采集和保存

1. 样品采集的原则 代表性、典型性和适时性。

样品的采集过程中要避免对待测样品造成污染和被测组分的损失;采样容器和采样方法应根据待测组分的特性来选择;要详细记录采样的时间、地点、位置、温度、气压等;每个样品要求采集 2~3 份,采样量应能满足检测项目对样品量的需求。

2. 样品的保存 在样品的存放过程中要注意待测样品不被污染、被测组分不损失。样品的保存主要应考虑物理、化学和生物的作用,保存期限主要取决于待测物的浓度、化学组成和物理性质。常用的保存方法有密封保存法、化学保存法和冷藏保存法。

(二) 各种样品采集方法简介

1. 空气样品采集 采样方法的选择要从组分存在的状态、浓度和分析方法的灵敏度几方面综合考虑。

(1) 直接采样法:也称集气法。采集的样品反映的是采样区域待测物质在采样时的瞬间浓度。直接采样的关键是保持空气样品“原样”不变,采样容器应该密闭性好,选用的材料既不能与待测物发生化学反应,也不能吸附或释放出待测物质。该方法适合被测组分含量较高或分析方法较灵敏时采用。

(2) 浓缩采样法:也称富集法。浓缩采样法可分为溶液吸收法、固体吸附剂阻留法、滤纸滤膜阻留法和冷阱收集法。溶液吸收法适用于气体、蒸气和气溶胶的采集,空气通过吸收管时,溶

解或发生化学反应。要求吸收液对被测组分有较大溶解度、吸收率高,或与被测组分化学反应速度快,与后续分析测定方法相匹配、无干扰。

固体吸附剂阻留法是采用硅胶、活性炭、分子筛等吸附阻留,然后进行解吸。可选用溶剂解吸法或热解吸法。溶剂解吸是用溶剂将采集在固体吸附剂上的待测物解吸下来,解吸液供测定。解吸溶剂的性质和用量、解吸时间等影响解吸效率。热解吸法是通过加热将采集在固体吸附剂上的待测物解吸下来,解吸气供测定。解吸温度和时间以及体积等影响解吸效率。适用于配合气相色谱分析法采集空气中气体和蒸气污染物。

浓缩采样法采集的样品代表采样期间待测成分在空气中的平均浓度。采样时要记录采气时的气温、气压及风速等。要注意气体标准状态的换算。

2. 水样采集

(1) 采样器具:根据待测组分的特性选择合适的采样容器。容器的材质应化学稳定性强,不与水样中组分发生反应,容器壁不应溶出或吸附待测组分,尤其要注意的是采样容器不能是新的污染源。常用的采样器皿有具塞硬质玻璃瓶、聚乙烯瓶以及特殊成分的试样容器。对有机物和某些微生物检测用的采样容器不能用橡胶塞。检测对象是无机元素的常选聚乙烯瓶,有机物分析常采用玻璃容器。

(2) 水样的采集:检测的水样分为组成较稳定的天然水、生活饮用水和组成随时间等变化较大的生活污水和工业废水等。根据检验目的、水样来源、测定的项目不同,采样的方法、频次、采样量等也不同。采样量的多少视测定项目数量及测定的目的而定。有的项目必须现场或立即测定,如 pH、余氯等。有些项目的水样可以存放一定时间,但保存方法要适当,如有的样品需加防腐剂(氯化汞、苯、甲苯),有的需加酸或加碱等防水解,如遇特殊情况则需分别采样。

3. 食品样品 食品样品的采样方法有随机抽样、系统抽样和指定代表性样品等。随机抽样时,总体中每份样品被抽取的概率都相同。系统抽样适用于样品随空间、时间变化规律已知的样品采样。指定代表性样品适用于掺伪食品、变质食品的检验,应选取可疑部分采样。

4. 生物材料样品 生物材料样品指人或动物的体液、排泄物、分泌物及脏器等,包括血液、尿液、毛发、指甲、唾液、呼出气、组织和粪便等。采样时应根据样品的特点及检验项目的要求进行采样和保存。如尿液应注意采样的时机及污染问题,结果要进行校正。血液样品能反映机体近况,成分较稳定、取样污染少,但取样量、次数受限。血液采集时应按检测组分在血液中的分布选择采集全血、血浆或血清。

(三) 样品的预处理

1. 样品预处理的目的是将样品中的被测物转变成适合于测定的溶液形式,去除样品中的杂质或富集待测物,从而有利于待测物的测定,减少或消除样品基体对测定的干扰,提高测定的灵敏度、准确度和精密度。样品处理是卫生分析全过程中最费时费力的部分,但对结果的准确性至