

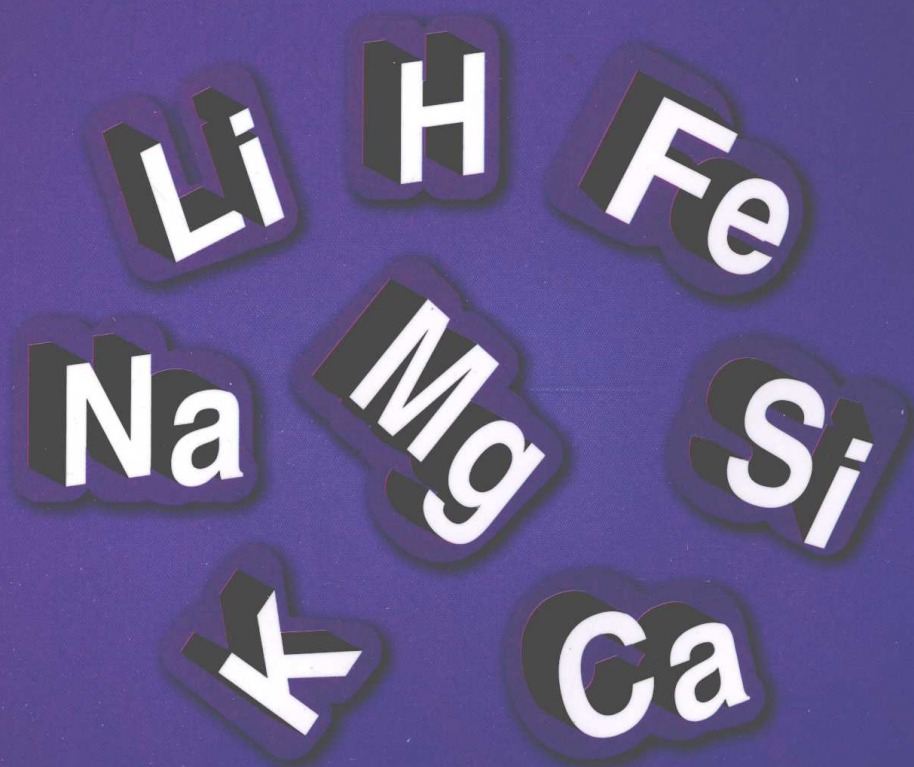
中等职业学校规划教材

无机化学

(医药方向)

项目教学法教改教材

吕颖捷 主编 孔玲玲 副主编 张忠泉 主审



化学工业出版社

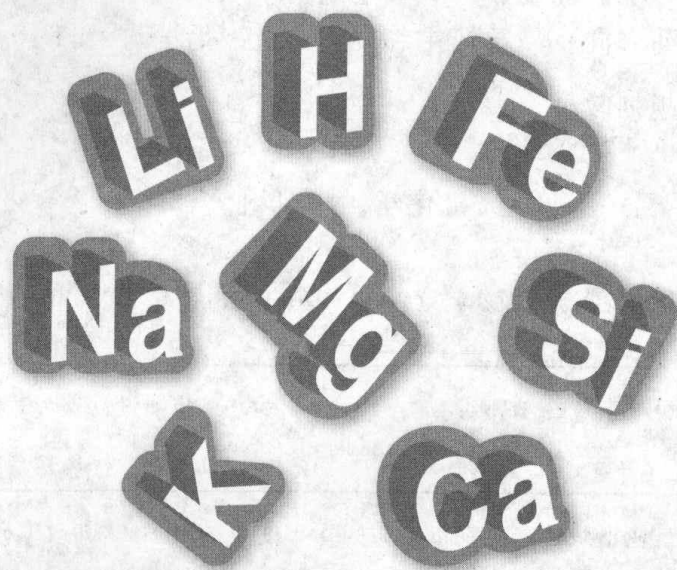
中等职业学校规划教材

无机化学

(医药方向)

项目教学法教改教材

吕颖捷 主编 孔玲玲 副主编 张忠泉 主审



化学工业出版社

·北京·

内 容 提 要

本书按照职业院校学生的学习特点,依据职业技能形成规律,按照模块结构进行编写。基础模块包括化学基础知识;职业模块包括能反映医药卫生职业特点和相关专业教学需要的内容,专业性较强;实践模块重视化学实验基本操作技能的训练,有意识地引导学生开展探究实验,培养学生分析和解决实际问题的能力;附录内容可方便师生查阅相关数据。

本书各单元采用“知识导航”、“知识百叶窗”、“知识在线”、“动手空间”、“思考空间”、“知识网络”、“专业拓展(QQ化学精灵论坛)”、“挑战IQ”等形式来体现中职教育“学中做、做中教”的特点。其中“知识在线”重在突出满足医药行业必需的无机化学基本知识和技能,“专业拓展”用以补充相关知识,以拓宽学生的视野、增强学习的趣味性;25个“知识百叶窗”的内容选取与医药卫生联系紧密,新颖生动。

全书图文并茂,生动活泼,力求“贴近学生、贴近生活、贴近医药”。可作为医药中等职业学校药物制剂专业和药物分析检验专业的专业基础课教材,也可供其他专业如化学制药专业、中药制药专业、医药营销专业等使用。也适用于高职相关专业参考。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学(医药方向)/吕颖捷主编. —北京:化学工业出版社, 2009.9
中等职业学校规划教材
ISBN 978-7-122-06498-1

I. 无… II. 吕… III. 无机化学-中等职业学校-教材 IV. O61

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第146658号

责任编辑:梁静丽 李植峰 郭庆睿
责任校对:徐贞珍

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:化学工业出版社印刷厂

720mm×1000mm 1/16 印张12 $\frac{3}{4}$ 彩插1 字数252千字 2009年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编 吕颖捷

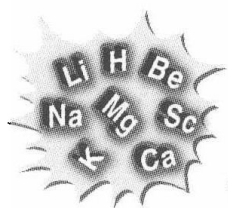
副主编 孔玲玲

编 者 (按照姓名汉语拼音顺序排列)

冯俊阳 孔玲玲 刘开庆 刘志东 吕颖捷

卢 泽 宋慧敏 王 歌 张世秀

主 审 张忠泉



前言

无机化学是医药卫生类等相关专业的一门重要的基础课，是化学制药、中药制药、微生物制药、药物制剂、药物分析检验等专业学习的必修课程。本教材依据教育部最新修订的职业教育化学教学大纲而编写。

本书的内容结构改变了原来以化学二级学科体系划分教学内容的特点，在保留无机化学的体系基础上，建立新的医药职业化学体系，尝试了一种全新的编写模式：内容以体现职业教育特色为目标，由基础、职业和实践三大模块构成。基础模块在帮助学生加深对化学基础知识的理解上，理论知识尽量“简捷化、形象化”，以够用为度，做好与相关专业知识的前后衔接；职业模块包括能反映医药卫生职业特点和相关专业教学需要的内容，涉及的内容对化学基础知识要求较高，对专业知识尽量“趣味化、生活化”，以实用为主；实践模块重视化学实验基本操作技能的训练，有意识地引导学生开展探究实验，技能要求以熟练为目标。教材内容努力做到体现“四化”（简捷化、形象化、趣味化、生活化），尽量使理论知识“适度”、职业知识“实用”和实践知识“熟练”。通过三大模块教学，努力提高学生在医药卫生领域的思维能力与实践能力，弥补传统教学之缺憾，致力于培养实用型、技能型人才。

本书的内容形式符合职业院校学生的学习特点和技能形成规律。围绕教学基本要求，各模块用“知识导航”开篇，以“知识网络”呼应总结：使学习目标明确，知识归纳扼要；每个单元用“知识百叶窗”引入教学情景，激发学生的学习兴趣；然后通过“知识在线”来满足医药职业必需的化学基本知识与相关专业知识；“动手空间”、“思考空间”穿插其中，注重师生互动，使学生边学、边练、边思考；“专业拓展”紧密结合医药专业知识，用“专业拓展（QQ化学精灵论坛）”信息实现相关的链接，旨在拓宽学生的视野，增强学习的趣味性，体现“贴近学生、贴近生活、贴近医药”的职业教育特色；最后，各单元末用“挑战 IQ”项目来检验和巩固学习成果。书中所选取的知识与医药卫生联系紧密、新颖生动。全书图文并茂，生动活泼，符合职业院校学生的阅读心理与阅读习惯，易于学生接受。

对于图书中*号标记的单元内容，各学校可根据中职或高职教学具体情况自由选择。

本书的编者均为长期从事药学专业一线教学的老师。本书由吕颖捷拟定编写提纲，并负责全书的修改和统稿。孔玲玲做了资料的收集和整理工作，河南大学张忠泉教授对本教材进行了审定与指导，提出了许多宝贵意见，在此深表谢意。

本书的编写得到了河南省教育厅、河南省医药学校和河南省医药高级技工学校领导的关心和大力支持，编者在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限，书中内容难免有疏漏和不妥之处，恳请同行专家及广大读者批评指正。

编 者
2009 年 8 月



目录

基础模块



基础模块一 原子结构和元素周期律	2
单元一 原子组成	2
单元二 元素周期表	8
* 单元三	15
资料一 核外电子的运动状态	15
资料二 原子核外电子的排布规律	16
资料三 元素周期表与电子层结构	19
基础模块二 化学键与分子结构	21
单元一 离子键与共价键	21
* 单元二	26
资料一 配位键	26
资料二 共价键的饱和性和方向性	27
资料三 非极性分子和极性分子	28
资料四 分子间的作用力和氢键	29
基础模块三 物质的量	32
单元一 物质的量介绍	32
单元二 物质的量浓度	37
单元三 化学反应中物质的量的比例关系	41
* 单元四 气体摩尔体积	46
基础模块四 化学反应速率与化学平衡	48
单元一 化学反应速率	48
单元二 化学平衡	53
* 单元三	59
资料一 化学平衡常数	59
资料二 化学平衡的计算	60
基础模块五 电解质溶液	62
单元一 电解质和电离	62

单元二 水的离子积和溶液 pH	69
单元三 离子反应和离子方程式	75
单元四 盐类的水解	80
* 单元五 难溶电解质的沉淀平衡	85
基础模块六 氧化还原反应	91
单元一 基础知识	91
* 单元二	98
资料一 氧化还原反应的类型	98
资料二 氧化还原反应方程式的配平	99
基础模块七 常见非金属单质及其化合物	102
单元一 非金属单质	102
单元二 非金属的重要化合物	106
* 单元三	114
资料一 大气污染与环境保护	114
资料二 氟与人体健康	116
基础模块八 常见金属单质及其化合物	117
单元一 金属单质	117
单元二 重要的金属化合物	121
* 单元三 配位化合物简介	128

职业模块



职业模块一 溶液、胶体及渗透压	132
单元一 溶液浓度的表示方法	132
单元二 稀释定律	136
单元三 胶体和高分子溶液	140
单元四 渗透现象和渗透压	147
职业模块二 缓冲溶液和缓冲作用	152
单元一 缓冲溶液	152
* 单元二 缓冲作用原理	156

实践模块



实验室规则	160
实践模块一 技能训练	162
实验一 化学实验基本操作	162
实验二 一定物质的量浓度溶液的配制	170
实验三 溶液的稀释	173
实验四 溶液 pH 的测定	175
实验五 缓冲溶液的配制	176

实践模块二 基础探究 180

 实验一 同周期或同主族元素性质的递变规律 180

 实验二 影响化学反应速率和化学平衡的主要因素 183

 实验三 几种未知物的鉴别 185

实践模块三 职业探究 189

 实验一 胃舒平药物主要成分 189

 实验二 碳酸氢钠片成分检验 190

附录 192

 附录一 国际单位制的基本单位 192

 附录二 实验室常用酸、碱溶液的相对密度和浓度 192

 附录三 弱酸、弱碱在水中的电离常数 193

 附录四 《中华人民共和国药典》中常见的无机试液名称 194

参考文献 195

元素周期表

一、对基础

☆ 基础要素分析 ☆

基 础 模 块

基础要素 一元单

基础要素分析

基础要素分析

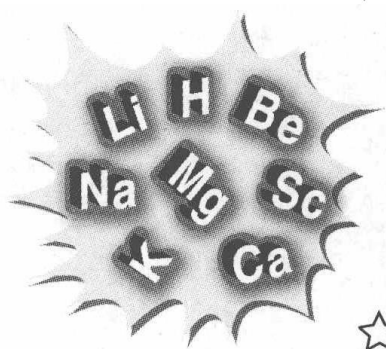
基础要素分析

基础要素分析

基础要素分析

基础要素分析

基础要素分析



基础模块一

☆ 原子结构和元素周期律 ☆



模块说明

本模块共包括三个单元。单元一从同位素的应用入手，使学生初步了解原子的组成、同位素和原子核外电子的排布规律；单元二使学生了解元素周期表的结构，理解元素周期表中元素性质的递变规律；单元三为选学资料。

单元一 原子组成



知识导航

- ◇了解原子的组成、同位素及其应用
- ◇了解原子核外电子的排布规律



知识百叶窗

你见过 3.8°C 才融化的冰吗？你肯定认为结成这种冰的水不纯。不，它是地地道道的水，但又与普通的水不一样，它叫重水。在外貌上，重水与普通水差不多，都是无色、透明、可流动的液体。但是，它俩貌合神离，脾气可是大不一样：普通的水在 100°C 就沸腾了，重水在 101.4°C 才沸腾；如果你用重水养金鱼的话，鱼儿没多久就肚皮朝天地死去了……

小小的原子内部是怎样的结构呢？

为什么重水和普通水有这么多的不一样？原来组成重水的氢原子不是普通的氢原子而是重氢。普通氢原子的原子核，是由一个质子组成的；而重氢的原子核除了有一个质子外，还多含有一个中子。重氢和普通氢原子互称为同位素。要想了解什

么是同位素，首先需要知道有关原子的知识。



知识在线

一、原子的组成

初中化学中讲过原子是化学变化中的最小微粒。原子虽然很小，但还可以再分：在每个原子的中心都有一个带正电荷的原子核，核外有若干电子高速绕核旋转。原子核的体积很小，其直径约为原子直径的十万分之一，原子核和电子仅占整个原子空间的极小一部分，原子中绝大部分是空的。

原子是由原子核和核外电子组成的，原子核带的正电荷数与核外电子带的负电荷数相等，因此，在原子状态下，原子呈电中性。原子核是由质子和中子构成的。质子带正电，一个质子带一个单位的正电荷，中子不带电，所以核内质子数就等于原子核所带的电荷数。对于一个原子来说：

$$\text{核内质子数} = \text{核电荷数} = \text{核外电子数}$$

质子的质量为 $1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ，中子的质量稍大些，为 $1.6748 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ，电子的质量很小，仅为质子质量的 $1/1836$ ，所以原子的质量主要集中在原子核上（质子、中子和电子的质量都很小，计算不方便，通常用它们的相对质量。科学上确定作为相对原子质量标准的 ^{12}C 原子的质量是 $1.9927 \times 10^{-26} \text{ kg}$ ，它的质量的 $1/12$ 是 $1.6606 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ）。质子和中子对它的相对质量分别为 1.007 和 1.008，取近似整数值为 1。若忽略电子的质量，把一个原子的原子核内所有的质子和中子的相对质量取近似整数相加，所得的数值称为质量数，用符号 A 表示。中子数用符号 N 表示，质子数用符号 Z 表示，则

$$\text{质量数}(A) = \text{质子数}(Z) + \text{中子数}(N)$$

例如，原子 $^{39}_{19}\text{K}$ ，其质量数为 39，质子数为 19，中子数为 20，核外电子数为 19，核电荷数也为 19。



动手空间

(1) 按要求填写下表

构成原子的粒子	电子	原子核	
		质子	
电性和电量	_____ 电子 带 1 个单位负电荷	1 个质子 带 _____ 单位正电荷	不显电性
相对质量	1/1836		1.008

(2) 填写表中的空白

粒子符号	质子数(Z)	中子数(N)	电子数	质量数(A)
H	1	0		
H ⁺		0		1
O	8			16
O ²⁻		8	10	
Na ⁺		12		23

 思考空间

- ① 是不是任何原子核都是由质子和中子构成的？
 ② 离子所带的电荷数与质子数和核外电子数之间有何关系？

二、同位素

具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子称为元素。同种元素的原子的质子数相同，但中子数是否相同呢？

 动手空间

按要求填写下表

原子	核电荷数	质子数	中子数	质量数
${}^{12}_6\text{C}$				
${}^{13}_6\text{C}$				
${}^{14}_6\text{C}$				

 思考空间

- ① 碳原子的质子数相同，但中子数是否相同呢？
 ② 三种碳原子在周期表中占据三个位置，还是处于同一位置？

把这种质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称为同位素，它们在周期表中处于同一位置。许多元素都有同位素，例如，铀元素有 ${}^{234}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 和 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 等几种同位素，碳元素有 ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 和 ${}^{14}_6\text{C}$ 等几种同位素。氢元素有三种同位素如表1-1所示：

表 1-1 氢元素的三种同位素

名称	俗称	质子数	中子数	核电荷数	质量数	符号
氕(音撇)	氢	1	0	1	1	${}^1_1\text{H}$ 或H
氘(音刀)	重氢	1	1	1	2	${}^2_1\text{H}$ 或D
氚(音川)	超重氢	1	2	1	3	${}^3_1\text{H}$ 或T

思考空间

- ① 同一种元素的同位素质量数不同，它们的化学性质是否基本相同？
- ② 每种碳原子的质量数都不相同，那么碳原子的相对原子质量用哪一个呢？

同种元素的各种同位素虽然质量数不同，但它们的原子结构相同，所以化学性质几乎完全相同。

在天然存在的元素里，不论是游离态还是化合态，各种同位素所占的原子百分比一般是不变的。平常所用的某种元素的相对原子质量，是按照各种天然同位素所占的一定百分比算出来的平均值。例如，天然存在的氯元素有两种同位素，从下列数据可以算出氯元素的相对原子质量：

符号	同位素相对原子质量	质量数	在自然界中各同位素原子的百分组成
${}^{35}_{17}\text{Cl}$	34.96885	35	75.53%
${}^{37}_{17}\text{Cl}$	36.96590	37	24.47%

氯元素的平均相对原子质量为：

$$34.96885 \times 75.53\% + 36.96590 \times 24.47\% = 35.458$$

根据同位素的质量数和各种天然同位素的原子百分组成，也可以得到氯元素的近似平均相对原子质量：

$$35 \times 75.53\% + 37 \times 24.47\% = 35.489$$

动手空间

天然存在的氮元素有二种同位素， ${}^{14}_7\text{N}$ 占 99.635%， ${}^{15}_7\text{N}$ 占 0.365%，请计算出氮元素的近似原子量。

依照元素的放射性可将同位素分为两类，例如， ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 等不具有放射性，是稳定性同位素； ${}^3_1\text{H}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 等具有放射性，是放射性同位素。放射性同位素有天然的，也有人造的，它们能自发地不断地放出一些射线（ α 、 β 、 γ 射线）。由于放射性同位素具有这些性质，因此它们在医药、工农业、科研、国防等方面有着广泛的应用。例如， ${}^3_1\text{H}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 是制造氢弹和原子弹的材料； ${}^{60}_{27}\text{Co}$ 、 ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ 等放出来的射线能抑制和破坏细胞的生长活动，可用于恶性肿瘤的治疗； $\text{Na}^{131}_{53}\text{I}$ 用于甲状腺功能亢进的诊断和治疗；用放射性同位素作示踪原子，研究药物的作用机制、药物的吸收和代谢等。

三、原子核外电子排布

1. 电子云

电子带负电，质量很小，仅 $9.1095 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ，它在原子空间内的运动范围很小，但速度却很快，接近光速（ $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ）。因而，质量很小，速度很快的电子运动有它的特殊性，其运动规律跟一般宏观物体运动不同，它们没有

确定的轨道。因此，人们常用一种能够表示电子在一定时间内在核外空间各处出现机会的模型来描述电子在核外的运动。用小黑点表示该电子出现过的地方，小黑点的疏密表示该电子在核外出现概率的大小，那么小黑点的分布就可以形象地表征该电子的核外运动。由于这个模型很像在原子核外有一层疏密不等的“云”，所以人们形象地把它称为“电子云”。例如，氢原子电子云是呈球形对称分布，如图 1-1 所示。

可以看出，电子云实际上是用统计的方法对核外电子运动规律所做的一种描述。

2. 核外电子排布

科学研究表明，多电子原子中的电子排布并不是杂乱无章的，而是遵循一定的规律，通常能量高的电子在离核较远的区域运动，能量低的电子在离核较近的区域运动。根据这种差别，把核外电子运动的不同区域按能量由低到高，距离核由近到远，分为 $n=1、2、3、4、5、6、7$ 七个电子层，又分别称为 K、L、M、N、O、P、Q 层。

核外电子的分层运动，又叫核外电子的分层排布。核外电子的排布规律可总结如下：

- ① 各电子层最多容纳的电子数是 $2n^2$ 。
- ② 最外层电子数不超过 8 个（K 层是最外层时，最多不超过 2 个）；次外层电子数目不超过 18 个；倒数第三层不超过 32 个。
- ③ 核外电子总是先排布在能量最低的电子层，然后由里往外从能量低的电子层逐步向能量高的电子层排布。

上述规律是相互联系的，不能孤立机械地套用。

例如：钠的原子结构示意图 

圆圈表示原子核，+11 表示核电荷数，弧线表示电子层，弧线上的数字表示该层电子数。

动手空间

根据核外电子排布规律，画出下列元素原子的结构示意图。

${}_6\text{C}$ ${}_7\text{N}$ ${}_8\text{O}$ ${}_9\text{F}$ ${}_{10}\text{Ne}$ ${}_{16}\text{S}$ ${}_{17}\text{Cl}$ ${}_{18}\text{Ar}$ ${}_{36}\text{Kr}$

思考空间

- ① 元素的化学性质主要取决于哪个电子层？
- ② 稀有气体的最外层电子数有什么特点？

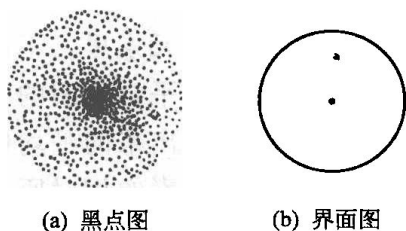
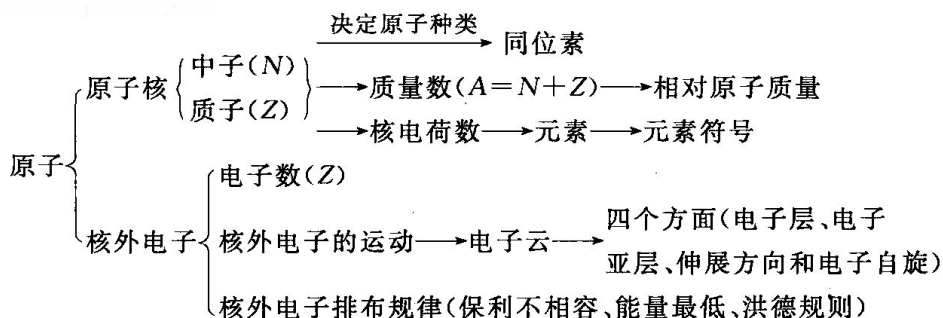


图 1-1 氢原子电子云



知识网络



专业拓展

QQ 化学精灵论坛

主题	同位素的应用
 乖乖女	今天上医院,我从放疗科门口过,看到 $^{60}_{27}\text{Co}$ 的介绍:能放出来射线抑制和破坏细胞的生长活动,用于恶性肿瘤的治疗…… $^{60}_{27}\text{Co}$ 就是放射同位素吧?!
 流星雨	对啊,是放射性同位素。在医疗上有广泛的应用,常用的还有 $\text{Na}^{131}_{53}\text{I}$ 可用于甲状腺功能的诊断和治疗,好像听说还能检查出脑瘤,而不必开颅的,是真的吗?
 梦幻博士	你们的知识都很丰富嘛!不开颅就检查出脑瘤的仪器叫正子诊察机,哈佛医学院和马萨诸塞州的许多医院都在使用。将少量的放射碘注射到患者的静脉里,几个小时后,带有放射性标签的碘便在盖革计数器上显现出来,并显示出何处的碘的数量最多。由于肿瘤比正常的组织吸收较多的放射碘,在大多数情况下,医生都可以准确的判断肿瘤的大小和位置了。
 乖乖女	医学真发达,看来我还要先学好化学基础知识!



挑战 IQ

一、填空题

1. 元素的种类由_____决定,元素的原子序数由_____决定,同位素的种数由_____决定,原子的质量主要由_____决定。

2. 填表

元素	原子序数	质子数	中子数	电子数	质量数
C		6			12
O	8		8		
Al	13				27
P		15	16		
Br				35	80
Fe	26		30		

3. 在 ${}^6_3\text{Li}$ 、 ${}^{14}_7\text{N}$ 、 ${}^{23}_{11}\text{Na}$ 、 ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ 、 ${}^7_3\text{Li}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$ 几种元素的原子中:

- (1) _____和_____互为同位素。
 (2) _____和_____的质量数相等,但不能互称同位素。
 (3) _____和_____的中子数相等,但质子数不相等,所以不是同一

种元素。

二、选择题

1. 下列各组物质中,互为同位素的是()

- A. 石墨和金刚石
 B. 水和重水(D_2O)
 C. 纯碱和烧碱
 D. 氖和氦

2. 某一价阴离子的电子数是 18, 中子数 18, 则该元素的相对原子质量接近于()

- A. 36
 B. 35
 C. 18
 D. 17

3. 某元素二价阴离子的核外有 18 个电子, 质量数为 32, 该元素原子的原子核中的中子数为()

- A. 12
 B. 14
 C. 16
 D. 18

4. 铜有两种天然同位素 ${}^{63}_{29}\text{Cu}$ 和 ${}^{65}_{29}\text{Cu}$, 已知铜的相对原子质量为 63.5, 估算 ${}^{63}_{29}\text{Cu}$ 的原子百分含量是()

- A. 20%
 B. 25%
 C. 50%
 D. 75%

三、某元素的原子核外有三个电子层, 最外层电子数是核外电子总数的 $\frac{1}{6}$, 该元素的元素符号是什么? 写出其原子结构示意图。

四、收集资料查阅放射性同位素在医药卫生方面的应用, 小组之间交流。

(孔玲玲)

单元二 元素周期表



知识导航

◇了解元素周期表的结构

◇理解元素周期表中元素性质的递变规律及应用



知识百叶窗

在 19 世纪编排元素周期表时, ⅧA 族被称为惰性气体, 包括氦、氖、氩、氪、