

高才生系列

主编 单 樽 南京师范大学教授、博士生导师

朱红兵 编 南京大学地球科学系环境地球化学专业硕士、南京市金陵中学教师

500多个课件 1000多套好题

题型题库演绎 不受教材限制

一题多解 提升综合解题能力

高中一年级 下学期
化 学
红 星 电子音像出版社

高才生系列——

化 学

高一年级(下)

江苏工业学院图书馆
藏书章

林生兵 编

红星 电子音像出版社

编委会名单:

主 编:单 樽

副主编:潘娉姣 葛 军

刘国钧 孙夕礼

作 者:单 樽 葛 军 熊 斌 胡大同 董林伟

周 珺 顾 滨 范端喜 潘娉姣 朱建明

仇炳生 何炳均 脱新祥 冯惠愚 刘国钧

周永昌 韩祥泰 李大志 刘白生 陈金贵

谢 璞 朱建廉 孙夕礼 顾浩平 施洪明

陈 益 朱红兵 保志明 韩宏兵 龚国祥

冯建农

总 序

近年来,助学类 VCD 越出越多,这反映了社会各界对于这类读物的需求在不断地增长。但是,从总体上看,这类读物在编辑出版理念及其制作上存在较多误区。比如,片面图解文字教材;搞“课堂搬家”;不顾学生的主、客观差异,等等。有的读物既不符合中小学教育改革的需要,又没有发挥多媒体教学出版物的特点。

在这样的形势下,红星电子音像出版社推出了一套高质量的供中等水平以上学生和参加奥赛的师生使用的教学类 VCD——《高才生》系列。内容涵盖初、高中数、理、化,既有竞赛问题,又有基础知识。对于广大初、高中同学,无论是准备参加竞赛,还是准备参加升学考试,都有很大的帮助。一定会受到同学、老师和家长们的热烈欢迎。

这套 VCD 的第一个特点,就是主讲者都是学科竞赛的著名专家或中学特级教师,可谓阵容鼎盛。以数学为例,主讲人北京的胡大同老师,曾是中国数学会理事(理事中,只有两个名额是中学教师),1978 年华罗庚先生主持第一届全国高中竞赛时,胡老师即参加命题工作。1986 年第一届数学奥林匹克国家集训队在北京集训,胡老师担任班主任兼教练,并整理出版了《第一届数学奥林匹克国家集训队资料选编》,这是我国在数学奥林匹克方面,第一本系统的训练材料。上海华东师范大学的熊斌老师,多次担任中国数学奥林匹克国家教练,参加全国与上海的高、初中数学竞赛的命题工作,担任《数学通讯》数学竞赛讲座的主持人,出版著作 20 多种。南京师范大学的葛军老师是中国数学奥林匹克的高级教练。1990 年,IMO(国际数学奥林匹克)第一次在中国举行,葛老师担任中

国国家集训队的班主任,并参加这届 IMO 的组织工作。他还是《数学通讯》问题解答栏的主持人。出版著作 10 多种。他们培养了大批在 IMO 中获奖(主要是金牌)的选手,如方为民、李平立、张浩、罗华章、霍晓明、蒋步星等,这里不一一作介绍。

南京市是竞赛活动开展较早而且取得较好成绩的城市之一。在华罗庚金杯赛中曾取得团体第一的好成绩。学生中徐开闻、姚一隽分别获得初中组、小学组的第一名。沈凯获得 IMO 的金牌,查玉涵、姚一隽获得银牌,徐开闻、韦韬分别获得物理国际奥林匹克的金、银牌。指导这些同学的特级教师潘娉姣、仇炳生、冯惠愚等都是我们这套 VCD 的主讲人。

这套 VCD 及配套课本的另一特色是兼顾竞赛与升学考试。其中升学考试的大题与竞赛一试、二试的比约 4:5:1。

有人误以为竞赛与升学是对立的。其实两者之间密切相关。升学考试为学科竞赛打好基础,而竞赛则是前者的提高。中国古代的教育家就知道“取法务上”,也就是要立一个高标准,要站得高些,才能纵览全局。只就升学搞升学,往往水平不易提高,就好像苏东坡先生所说“不识庐山真面目,只缘身在此山中”。如果学一点竞赛的内容,观点提高了,思路开阔了,那么升学考试也就不在话下。这就像乘飞机鸟瞰庐山,对庐山面目可以看得更加清楚、更加全面。使用这套 VCD,升学、竞赛一箭双雕,岂不快哉!

学习的最好方法就是自己动脑筋去想,动手去做。VCD 讲座的内容,听了以后应当反复地思考,自己做一做,真正弄懂。不仅如此,配套的课本中还有不少练习,更应自己努力去做,然后再看解答。

最近获得国家最高科技成就奖的黄昆院士谈到他自己的经历时说:“中学打的基础是影响一辈子的事。”又说:“我刚

上中学的半年是住在身为教授的伯父家。他见我放学后很空闲而询问我,我说老师安排的数学作业我都做完了,他说那不行,数学书上的题目自己都要做。从此,我就按他的话做了,其影响深远,这不仅使我做数学题很熟练,也产生了很大的兴趣,而且由此我就忙于自己做题,很少去看书上的例题。我后来回想,总觉这一偶然情况有深远影响,使我养成了独立治学的习惯。”

这段话充分表明自己动手做题的重要性。当然物理、化学也应自己去实践(包括动手做一些实验),这里就不多说了。

最后,祝愿使用这套 VCD 的同学们获得学习的愉快,取得学业的进步!

序

近年来,许多学生都踊跃参加各类化学竞赛,这是因为通过参加竞赛,能培养自己对化学学科的兴趣,训练自己的思维,对创新精神和实践能力的发展也起到了很好的促进作用。在中学阶段,怎样发挥名师的作用,让他们给众多渴求知识的学子上课?怎样在竞赛辅导中做到基础与能力同时培养、提高?怎样将竞赛与平时的学习、高考结合起来?是我们多年一直思考的问题,通过本套 VCD 光盘的出版,解决了我们在中学教育中探索的许多疑问。

本套 VCD 将高中所学知识分成高一年级八讲、高二年级八讲、高三年级八讲,每讲以高中化学新大纲为蓝本,适当拓展加深,自成体系。可以与教材配套使用,也可独立使用。每讲分五个栏目,即〔知识要点〕、〔方法技能〕、〔范例解析〕、〔应用练习〕、〔参考答案〕。

〔知识要点〕 以精要的语言将每讲所涉及的知识归纳讲解,语言简捷,重点突出,知识点之间有一定的逻辑顺序,便于学生自学。

〔方法技能〕 主要是介绍解决问题时所应用到的方法、技能,既能培养学生一般的解题能力,也能培养学生较高的解题能力。

〔范例解析〕 每讲举 5~6 个例题,由浅入深,对知识要求 and 能力要求进行示范,其中有 1~2 个例题是竞赛要求,其余为高考要求。

〔应用练习〕 精选本讲成题、为题,让学训练,检测自己的学习效果。

参加本书编写的是全国示范重点高中的名师,都是奥校

高级教练,他们当中有市学科带头人,名校教研组长,全国优质课一等奖获得者、硕士研究生等,指导的学生多人获全国、省竞赛一、二等奖,愿他们的智慧结晶成为您成功的催化剂。

目 录

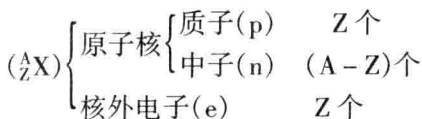
总序	单 樽
序	孙夕礼
第一讲 物质结构 元素周期律(一)	(1)
知识要点	(1)
方法技能	(2)
范例解析	(2)
应用练习	(7)
第二讲 物质结构 元素周期律(二)	(15)
知识要点	(15)
方法技能	(16)
范例解析	(16)
应用练习	(24)
第三讲 硫和硫的化合物 环境保护	(33)
知识要点	(33)
方法技能	(35)
范例解析	(36)
应用练习	(42)
第四讲 硅和硅酸盐工业	(50)
知识要点	(50)
方法技能	(51)
范例解析	(51)
应用练习	(58)
参考答案	(65)

第一讲 物质结构 元素周期律(一)

一、知识要点

1. 原子结构

原子



2. 核外电子的运动特征

核外电子的运动不同于宏观物体,常借助于“电子云”形象地给予描述。即为该电子在原子核外一定空间范围内出现机会多少的形象描述。

3. 核外电子分层排布规律

(1)每一层电子数 $\leq 2n^2$, n 表示电子层;

(2)最外层电子数目 ≤ 8 (k 层为最外层时 ≤ 2 , 46 号元素例外);

(3)次外层电子数目 ≤ 18 , 倒数第三层电子数目 ≤ 32 ;

(4)核外电子总是尽先排布在能量最低的电子层里,然后由里向外依次排布在能量逐渐升高的电子层里(能量最低原理)。

4. 元素周期律

元素的性质(原子半径、元素主要化合价、元素的金属性和非金属性等)随着原子序数的递增而呈现周期性变化,这个规律叫做元素周期律。

元素的金属性强弱,可以通过它的单质跟水(或酸)反应置换出氢的难易程度,以及它的最高价氧化物对应的水化氢氧化物的碱性来判断。元素非金属性的强弱,可以从它最高

价氧化物对应的水化物酸性强弱,或跟氢气生成气态化物的难易程度以及氢化物的稳定性来判断。

某些元素的氧化物、氢氧化物既能与酸反应生成盐和水,又能与碱反应生成盐和水,它们分别叫做两性氧化物和两性氢氧化物。

5. 元素周期

横行(周期):电子层数相同,从左到右按原子序数递增排列。共 7 个周期(三短、三长、一未完)。

纵列(族):最外层电子数相同,由上而下按电子层数排列。共 16 个族(七主、七副、零和Ⅷ)。

元素金属性和非金属性的递变:从左到右,金属性逐渐减弱,非金属性逐渐增强;由上至下,金属性逐渐增强,非金属性逐渐减弱。

6. 核素、周位素

具有相同核电荷数的同一类原子的集合叫元素。原子核内质子数和中子数都相同的原子集合叫做核素。同一元素的不同核素之间互称同位素。某种元素的相对原子质量,是按各种天然同位素所占的一定原子个数百分比算出来的平均值。

二、方法技能

1. 十字相乘法在计算同一种元素的两种核素的原子个数百分比中的应用。

2. 利用质量守恒,根据关系式求解可以简化解题过程。

3. 可以将数据绘制成图像,更易发现其变化规律。

三、范例解析

例 1 已知 ^{12}C 原子核是由 6 个质子和 6 个中子构成。其中质子和中子的质量近似相等,而核外电子的质量则可以忽略不计。试据此估算 1 个质子的质量。

思路分析 据题意可知 1 个质子的质量约为 1 个 ^{12}C 的 $1/12$, 但 ^{12}C 的质量题目并未给出。

但是, 我们注意到 $1\text{mol } ^{12}\text{C}$ 的质量为 12g , 由此就能得到 1 个 ^{12}C 核素的质量。

解题快车道 根据题意得, 1 个质子的质量

$$m_{\text{p}} = \frac{1}{12} m_{^{12}\text{C}} = \frac{1}{12} \times \frac{12\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}} \approx 1.66 \times 10^{-24} \text{g}$$

注意事项 善于寻找题目中的隐含条件是求解本题的关键。

例 2 晶体硼由 $^{10}_5\text{B}$ 和 $^{11}_5\text{B}$ 两种核素构成, 已知 5.4g 晶体硼全部转化成 B_2H_6 (硼烷) 气体时, 可得标况下 5.6 升硼烷, 则晶体中 $^{10}_5\text{B}$ 和 $^{11}_5\text{B}$ 两种核素的个数比为多少?

思路分析 欲求两种核素的个数比, 可先求出 B 的平均摩尔质量, 再用十字相乘法求解。

解题快车道 据题意, 由关系式

$$\begin{array}{ccc} 2\text{B} & \sim & \text{B}_2\text{H}_6 \\ 2\text{mol} & & 22.4\text{L}(\text{S.T.P}) \\ n(\text{B}) & & 5.6\text{L} \end{array}$$

$$n(\text{B}) = \frac{2\text{mol} \times 5.6\text{L}}{22.4\text{L}} = 0.5\text{mol}$$

$$M(\text{B}) = \frac{m(\text{B})}{n(\text{B})} = \frac{5.4\text{g}}{0.5\text{mol}} = 10.8\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

用十字相乘法, 这里质量数近似等于相对原子质量。

$$\begin{array}{ccc} ^{10}_5\text{B} & & 0.2 \\ & \searrow \quad \nearrow & \\ & 10.8 & \\ & \nearrow \quad \searrow & \\ ^{11}_5\text{B} & & 0.8 \end{array}$$

$$\therefore \frac{N(^{10}_5\text{B})}{N(^{11}_5\text{B})} = \frac{0.2}{0.8} = \frac{1}{4}$$

注意事项 使用十字相乘法时需要注意适用范围(n 、 N 、

V_g 等。)

例 3 甲、乙两种非金属:①甲比乙容易与 H_2 化合;②甲原子能与乙阴离子发生氧化还原反应;③甲的最高价氧化物对应的水化物酸性比乙的最高价氧化物对应的水化物酸性强;④与某金属反应时甲原子得电子数目比乙的多;⑤甲的单质溶、沸点比乙的低。能说明甲比乙的非金属性强的是 ()。

- A. 只有④ B. 只有⑤
C. ①②③ D. ①②③④⑤

思路分析 元素非金属的强弱,可以从它最高价氧化物对应的水化物酸性强弱,或跟氢气生成气态氢化物的难易程度以及氢化物的稳定性来判断。

解题快车道 据题意,条件①甲比乙容易与 H_2 化合;②甲原子能与乙阴离子发生氧化还原反应;③甲的最高价氧化物对应的水化物酸性比乙的最高价氧化物对应的水化物酸性强,以上三种情况均可以说明甲比乙的非金属性强,而条件④与某金属反应时甲原子得电子数目比乙的多;⑤甲的单质溶、沸点比乙的低与非金属性无关。

注意事项 需注意得电子的数目多少与得电子的能力大小往往不一致。

例 4 A、B、C、D 为短周期内除稀有气体外的 4 种元素。它们的原子序数依次增大,其中只有 C 为金属元素。A 和 C 的最外层电子数相等,C、D 两种元素原子的质子数之和为 A、B 两种元素原子的质子数之和的 3 倍,试推断 A、B、C、D 各是什么元素。

思路分析 本题线索较多,切入点就很有考究。最佳的方案是从题目的前半句条件入手。

解题快车道 我们研究的对象是短周期元素(除稀有气

体元素外),在它们中间,符合条件

①A和C的最外层电子数相等(即A、C在元素周期表中位于同一主族)

②其中只有C为金属元素(言下之意是A、B、D均为非金属)

③原子序数依次增大的A-C的组合仅有:H(非金属)-Na(金属)和B(非金属)-Al(金属)。这样,再根据条件④C、D两种元素原子的质子数之和为A、B两种元素原子的质子数之和的3倍,可以认为C、D原子序数之和为3的整数倍。假设C为Na,原子序数等于11($3m+2$ 型),则D的原子序数为 $3n+1$ 型,符合条件的只有S元素。

于是有解:A: H; B:O; C:Na; D:S。

同理,假设C为铝,无解。

注意事项 对元素周期表中短周期元素的特征要求非常熟悉。

例5 某固体仅由一种元素组成,其密度为 $5.0\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。X射线研究表明在边长为 $1\times 10^{-7}\text{ cm}$ 的立方体中含有20个原子,此元素的相对原子质量是多少?

思路分析 欲求此元素的相对原子质量,可先求算摩尔质量。本题可以将小立方体作为研究对象,求出一个原子的质量,再乘以阿伏加德罗常数即可。

解题快车道 依题意,边长为 $1\times 10^{-7}\text{ cm}$ 的小立方体,其质量:

$$m = \rho V = 5.0\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3} \times (1\times 10^{-7}\text{ cm})^3 = 5\times 10^{-21}\text{ g},$$

而这相当于20个原子的质量,因此一个原子的质量

$$m_{\text{a}} = \frac{m}{20} = \frac{5\times 10^{-21}\text{ g}}{20} = 2.5\times 10^{-22}\text{ g},$$

$$\therefore M = N_{\text{A}} m_{\text{a}} = 6.02\times 10^{23}\text{ mol}^{-1} \times 2.5\times 10^{-22}\text{ g}$$

$$= 150.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}。$$

答:此元素的相对原子质量为 150.5。

注意事项 密度是一个强度性质的物理量,它不随所取的体积大小而改变。

例 6 电离势(电离能)指气态原子(或阳离子)失去 1 个电子形成气态阳离子克服原子核的引力而消耗的能量。如一个气态氢原子的 1s 电子,在得到 13.6eV 的能量后,这个电子将变为自由电子:



氢原子的电离势为 13.6eV。

从处于能量最低状态的气态原子去掉 1 个电子(此电子变成自由电子)成为气态阳离子所需要的能量,称为该元素的第 I 电离势,通常用符号 I_1 表示。 I_2 称为第 II 电离势,它是指气态的 +1 价阳离子再去掉 1 个电子成为 +2 价气态阳离子和自由电子所需要的能量:



$I_3, I_4, \dots, I_n$ 等依此类推。

对于同一元素, $I_1 < I_2 < I_3 < I_4 \dots$ 。在化学反应中,金属原子容易失去价层电子,这说明金属元素的价层电子只需要较低的能量就能够变为自由电子,因而金属元素价层电子的电离势较小。

已知某元素的电离势($I_A/\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$):

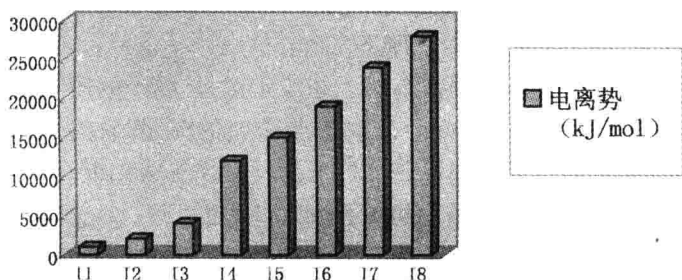
$$I_1 = 577 \quad I_2 = 1820 \quad I_3 = 2740 \quad I_4 = 11600$$

$I_5 = 14800 \quad I_6 = 18400 \quad I_7 = 23400 \quad I_8 = 27500$, 试推测该元素最外层有几个电子?

思路分析 原子(或离子)在发生电离时,总是倾向于首先失去能量较高的最外层电子。当最外层的电子全部电离

后,再继续电离时就会破坏内层电子满壳层的稳定结构,因此需要提供更多的能量,反映在电离势的数上,在这里就会出现一个突跃。从而可以推测该元素的初步结构。

解题快连道 根据题目中所提供的电离势数据,可以发现在 I_3 和 I_4 之间变化幅度明显大于其它相邻电离势之间的变化幅度。说明该元素原子最外层应有 3 个电子,而继续失去的第 4 个电子是次外层的电子,才能很好地解释电离势数据的变化。(如下图)



注意事项 要善于收集题目中的信息。

四、应用练习

(一)选择题(每题有 1~2 个正确答案)

- 与 OH^- 具有相同质子数和电子数的微粒是()。
A. NH_2^- B. F^- C. NH_4^+ D. H_3O^+
- 某短周期元素 R 原子最外层电子数是它的电子总数的 $\frac{1}{3}$, 该元素的氧化物可能是()。
A. R_2O B. R_2O_5 C. RO_2 D. RO_3
- 气态氢化物按稳定性递增顺序列的一组是()。
A. NH_3 、 HF 、 PH_3 、 HCl B. SiH_4 、 PH_3 、 HCl 、 HF
C. SiH_4 、 PH_3 、 H_2O 、 H_2S D. CH_4 、 NH_3 、 PH_3 、 HCl
- 在元素周期表里,金属元素与非金属元素分界线附近

能找到()。

- A. 制半导体元素
- B. 制农药的元素
- C. 制催化剂元素
- D. 制耐高温合金元素

5. 已知原子序数为 90 的钍(Th)元素的一种原子的质量数 232,该原子可蜕变为另一种元素的原子,并释放 α 粒子(每个 α 粒子含 2 个质子和 2 个中子): $\text{Th} \rightarrow \text{Y} + \alpha$,关于 Y 的说法不正确的是()。

- A. Y 最高价氢氧化物是强碱
- B. Y 的硫酸盐难溶于水
- C. Y 的碳酸盐易溶于水
- D. Y 不存在稳定的气态氢化物

6. 科学家最近制造第 112 号新元素,其原子的质量数为 277,这是迄今已知元素中最重的原子。关于该元素的下列叙述正确的是()。

- A. 原子核内中子数和质子数都是 112
- B. 其原子核内中子数为 165,核外电子数为 112
- C. 其原子质量是 ^{12}C 原子质量的 277 倍
- D. 其原子质量与 ^{12}C 原子质量之比为 277:12

7. 正电子、负电子等都属于反粒子,它们跟普通电子、质子的质量、电量均相等,而电性相反。科学家设想在宇宙的某些部分可能存在完全由反粒子构成的物质——反物质。

1997 年年初和年底,欧洲和美国的科研机构先后宣布:它们分别制造出 9 个和 7 个反氢原子。这是人类探索反物质的一大进步。推测反氢原子的结构是()。

- A. 由 1 个带正电荷的质子与 1 个带负电荷的电子构成
- B. 由 1 个带负电荷的质子与 1 个带正电荷的电子构成
- C. 由 1 个不带电的中子与 1 个带正电荷的电子构成
- D. 由 1 个带负电荷的质子与 1 个带负电荷的电子构成

8. 道尔顿的原子学说曾经起了很大的作用,因而他被誉