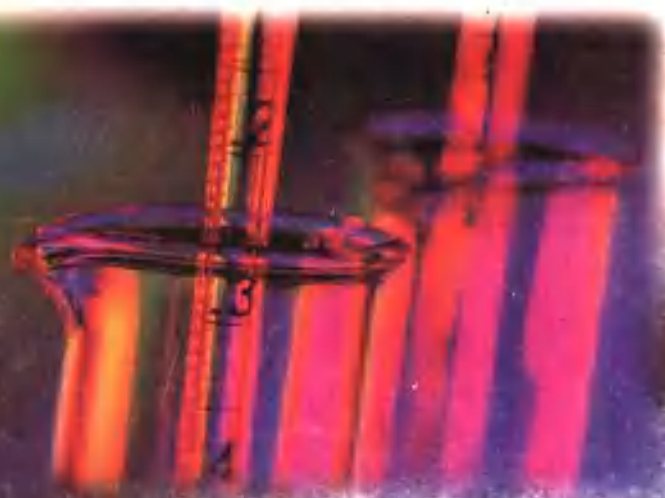


GAOKAO FUXI JIAOCHENG

HUAXUE

高考复习教程 化 学

◆ 沈永泉 杜喻生 主编 ◆



北京航空航天大学出版社
杭 州 大 学 出 版 社

54.11

65A-2

8y@

高考复习教程

化 学

主 编 沈永泉 杜喻生

北京航空航天大学出版社
杭 州 大 学 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

高考复习教程:化学/沈永泉、杜喻生主编。—北京:北京航空航天大学出版社;杭州:杭州大学出版社,1998.3

ISBN 7-81012-754-3

I. 高… II. 沈… III. 化学课-高中-升学参考资料 IV
.G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 04337 号

高考复习教程·化学

责任编辑 王海虹 徐素君

责任校对 陈 纲 阮海潮

北京航空航天大学出版社 出版发行
杭 州 大 学 出 版 社

北京市学院路 37 号(100083) (010)62015720(发行部电话)

杭州市天目山路 34 号(310028) (0571)8273329(发行部电话)

各地书店经销

杭州金融管理干部学院印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:16.75 字数:543 千
1998 年 11 月第 2 版 1998 年 11 月第 2 次印刷 印数:5001—10000
ISBN 7-81012-754-3/G·061 定价:18.00 元

主	编	沈永泉	杜喻生	
编	者	任学宝	吴思杰	郑克良
		林肃浩	冯德炳	顾建辛
		蔡建萍	张熊楚	罗根生

前 言

自从1992年国家教委考试中心颁布了高考的《考试说明》后,高考命题逐步走上标准化(包括考试内容和考试形式的标准化)道路。高考命题的标准化为高考复习教学的规范化提供了依据。

但从前几年高考化学复习教学的状况看,人们普遍采用的教学方式是重复证书会考的复习内容,按章节顺序进行复习教学,然后再按化学“五大块”内容复习,反反复复地进行操练,试图通过这样的训练来提高学生的能力。这样的重复训练对学生的认知结构和学习心理,有着极大的消极影响,复习效率较低,学生能力难以提高。

高考化学复习教学要改变这种境况,探求一条科学高效的路子,这是广大师生的心声。从1990年开始,我们本着“减轻学生过重的课业负担,提高高考复习教学效率”的指导思想,以“高考复习教学课程化研究”为课题,对高考化学复习教学规律、复习教学体系进行实践探索。经数年的实践我们提出了以重要知识点为专题的新复习法。其基本思路是:紧扣高考《考试说明》,构建复习教学的内容体系在数百个化学知识点中概括出近50个重要知识点,以这些知识点为基础,分不同层次,不同题型,从不同的角度来进行复习教学,建立知识网络,提高化学学科能力。经过几年的尝试和论证,完成了《高考复习教程·化学》的编写工作。我们期盼通过这套教程使高考复习教学走出重复低效的误区,迈上“课程化”的科学道路。

这本化学教程按专题编写,每一专题(知识点)一般包含以下项目:一是“知识要点”。以《考试说明》的有关条目为准,解析目标所包含的知识、能力的具体要求,使师生准确把握复习的内容,形成知识网络。教学时,可结合相关的高考试题作对照印证。二是“例题解析”。以近几年的高考试题和“经典题”为典型例题,分析解题的思路和方法,从中提炼出解题的规律。教学时,应重在提示解题规律,不可只注意试题的答案。三是“试题精选”。精选近几年的高考化学试题和测试题,进行针对性训练,以了解高考的基本要求,评估自己的学习水平。四是“练习测试”。根据本专题的复习目标,配置一定数量的习题,使学生运用上面学到的规律解决新问题,提高解决问题的实际能力。练习后的讲评,仍然要突出解决问题的规律和方法,不可只是简单地判别答案的正误。

《高考复习教程·化学》初稿形成于1990年至1991年,当时由沈永泉执笔编写成第一稿,经各校试用,逐年增册修订,内容逐步丰富,体系逐渐完善。参加修订的人员也有一些变动。参加1997年10月这一稿修订的人员是:任学宝、吴思杰、蔡建萍、郑克良、林肃浩、冯德炳、顾建辛、张熊楚、罗根生、沈永泉、杜喻生。

这套复习教程,还是高考复习教学研究的一个初步成果,有待于实践的检验。恳切地希望广大师生在试用过程中,发现问题,提出意见,以利修订,使之臻于完善,真正起到“减轻学生过重负担,提高复习教学效率”的作用。

编 者

1997年10月于杭州

目 录

前 言

上 篇 化学学习方法指导

第一讲 逆向思维	(1)
第二讲 化学计算型选择题的巧解(A)	(6)
第三讲 化学计算型选择题的巧解(B)	(11)
第四讲 信息给予题的基本解法	(16)

下 篇 重要知识点讲练

第五讲 物质的分类及基本化学反应类型	(21)
第六讲 氧化还原反应的化学方程式配平	(25)
第七讲 氧化还原反应概念	(29)
第八讲 阿伏加德罗常数	(33)
第九讲 阿伏加德罗定律	(37)
第十讲 原子结构与元素周期律	(41)
第十一讲 化学键与晶体结构	(45)
第十二讲 化学反应速率	(49)
第十三讲 化学平衡原理及其应用	(53)
第十四讲 电离平衡	(57)
第十五讲 盐类水解	(61)
第十六讲 离子方程式书写	(65)
第十七讲 离子共存	(69)
第十八讲 离子浓度比较	(73)
第十九讲 pH 的简单计算	(77)
第二十讲 原电池与电解池	(81)
第二十一讲 卤素(X_2 、HX)	(86)
第二十二讲 硫的氢化物和氧化物(H_2S 、 SO_2)	(90)
第二十三讲 浓硫酸	(95)
第二十四讲 氮的氢化物和氧化物(NH_3 、NO、 NO_2)	(99)
第二十五讲 硝 酸	(103)
第二十六讲 碳 族	(108)
第二十七讲 酸式盐	(113)
第二十八讲 碱金属	(117)

第二十九讲	镁和铝	(121)
第三十讲	铁和“铁三角”	(125)
第三十一讲	烃	(130)
第三十二讲	烃的衍生物	(134)
第三十三讲	同分异构现象和同分异构体	(138)
第三十四讲	有机反应(一)	(143)
第三十五讲	有机反应(二)——酯化反应	(147)
第三十六讲	有机物推断	(152)
第三十七讲	有机合成	(157)
第三十八讲	实验基本操作和试剂贮存	(161)
第三十九讲	物质的鉴别、分离和提纯	(165)
第四十讲	气体制备	(170)
第四十一讲	实验设计和组装	(175)
第四十二讲	纯度测定和容量分析	(180)
第四十三讲	物质、离子推断	(185)
第四十四讲	化工、环保和生活	(189)
第四十五讲	溶解度	(193)
第四十六讲	溶液浓度	(197)
第四十七讲	混合物计算	(201)
第四十八讲	综合及讨论式计算(一)	(205)
第四十九讲	综合及讨论式计算(二)	(209)
第五十讲	有机计算	(213)
综合练习一		(217)
综合练习二		(222)
综合练习三		(229)
参考答案		(234)

上篇 化学学习方法指导

第一讲 逆向思维

【知识要点】

一、思维的正向和逆向

人们经常需要从正、反两个方向去思考某些问题。如已知某物质的质量(m),求该物质的物质的量(n),可用 $n=m/M$ 来计算。若已知某物质的物质的量(n),求该物质的质量(m),可用 $m=n \cdot M$ 来计算。 $n \xrightarrow[\div M]{\times M} m$,就是从正、反两个方向考虑质量(m)、物质的量(n)、摩尔质量(M)三者的关系。若将前者视为正向思维,则后者就为逆向思维。

正向思维和逆向思维在化学学习中是很常见的。如,已知原子序数推测该元素在周期表中的位置是正向思维的话,那么其逆向思维就是已知元素在周期表中的位置推测其原子序数。

在很多情况下,要求我们熟练运用正向和逆向思维。如求与 $a \text{ g S}^{2-}$ 具有相同电子数的 Al^{3+} 的质量为多少?列式求解: $a \div 32 \times 18 \div 10 \times 27$

其思维过程是

$$\begin{array}{ccc} m(\text{S}^{2-}) & \longrightarrow & n(\text{S}^{2-}) \\ & \searrow & \nearrow n(e^-) \\ m(\text{Al}^{3+}) & \longleftarrow & n(\text{Al}^{3+}) \end{array}$$

二、正向思维和逆向思维的相对性

若在考虑弱电解质 CH_3COOH 电离的时候,将 $\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ 看成是正向思维,则将 $\text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ 看成逆向思维。但在研究离子反应——醋酸钠溶液中,加入盐酸的时候,则将 $\text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ 看成正向思维,则将 $\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ 看成逆向思维。

所以正向思维和逆向思维具有相对的意义。

三、思维的习惯性

虽然思维的正向和逆向是相对的,但人们在考虑某一问题时往往有一种习惯性的思维方式,或说存在着一种思维定势。所以又常将习惯的思维称为正向思维,而将其反向称为逆向思维。

由于人们比较注重正向思维,逆向思维常被忽视,在解决化学问题时,由于正向思维定势常造成解题错误。

如:将 64 g SO_2 和 32 g O_2 置于密闭容器中,在催化剂存在条件下加热,使其充分反应,最多可生成 SO_3 的质量是

- A. 96 g B. 80 g C. 大于 80 g D. 小于 80 g

本题反应 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ 中正向思维是 $1 \text{ mol SO}_2 \longrightarrow 1 \text{ mol SO}_3$ 所以易误选 B,若考虑到其逆反应 $\text{SO}_3 \longrightarrow \text{SO}_2$ 同时存在,则正确答案应为 D。

当有的同学在为“将 H_2S 气体通入 FeCl_2 溶液时,能否产生 FeS 沉淀?”这个问题冥思苦想不得其解时,若能从逆向去考虑, $\text{FeS} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ 不正是实验室制硫化氢的反应吗?则不难得出:“通 H_2S 于 FeCl_2 溶液不能产生沉淀”的结论。

可见加强逆向思维训练,可提高思维的品质,使思维更灵活,更流畅,有利于解题思路的开拓。

四、逆向思维的发散性

正向思维在许多情况下偏重于单向思考,追求唯一的、正确的答案,其思维具有比较明显的聚敛性特征,而逆向思维则往往具有较明显的发散性特征。

正向思维	逆向思维
1. Cl_2 和 Fe 共热生成什么物质? 答: FeCl_3 。	1. 什么物质反应生成 FeCl_3 ? 答: $\text{Fe} + \text{Cl}_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{HCl}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{HCl}$ 、 $\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2$ 等方法均可。
2. 在平衡体系 $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ 中, 加入 CH_3COONa 固体平衡如何移动? 答: 正向移动。	2. 在平衡体系 $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ 中, 要使平衡正向移动可采用什么方法? 答: 加 CH_3COONa 固体、加热、加水、滴加盐酸等方法均可。
3. 在含 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 7.4 g 的饱和石灰水中, 通入标准状态下 CO_2 0.224 L, 产生白色沉淀多少 g? 答: 1 g。	3. 在含 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 7.4 g 的饱和石灰水中, 通入 CO_2 后得到白色沉淀 1 g, 求通入 CO_2 的体积(标准状态)? 答: 0.224 L 或 4.256 L。

【例题解析】

1. 与 OH^- 具有相同质子数和电子数的粒子是

A. F^- B. Cl C. NH_3 D. NH_2^-

2. 请写出 5 种化学性质不同的物质的化学式, 这些化学式各具有 10 个电子。它们的化学式是_____。

解析: 两题都涉及含有 10 个电子的粒子。题 1 先确定 OH^- 的电子数为 10 和质子数为 9, 再分别确定 4 个选项中粒子的电子数和质子数, 找出答案为 A、D。题 2 则是已知分子的电子数, 让考生自己寻找符合条件的分子, 考察发数思维的能力。答案为: Ne 、 HF 、 H_2O 、 NH_3 、 CH_4 。

【试题精选】

1. 将等体积的 0.4 mol/L CH_3COONa 溶液与 0.2 mol/L HNO_3 溶液相混合, 混合液中各离子浓度按由大到小顺序排列为 _____ ()

A. $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{NO}_3^-) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$
 B. $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{NO}_3^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
 C. $c(\text{Na}^+) > c(\text{NO}_3^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$
 D. $c(\text{Na}^+) > c(\text{NO}_3^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

2. 已知 X 和 Y 两种元素, 这两种元素形成的化合物不可能是 _____ ()

A. XY B. X_2Y C. X_2Y_4 D. XY_3

3. 已知 X 和 Y 是短周期元素, 两者能组成化合物 X_2Y_3 , 已知 X 的原子序数为 n, 则 Y 的原子序数不可能是 _____ ()

A. $n + 11$ B. $n - 6$ C. $n + 3$ D. $n + 5$ E. $n - 5$

4. 图 1-1 表示平衡混合物中, 产物 X 的质量分数在不同压力下随温度改变的情况, 在下述平衡体系中, X 可代表用下横线标明的物质的是 _____ ()

A. $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) - Q$
 B. $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) - Q$
 C. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) + Q$
 D. $4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + Q$

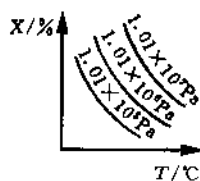


图 1-1

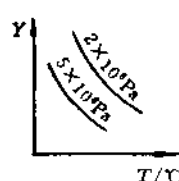


图 1-2

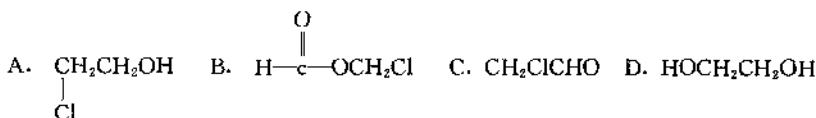
5. 图 1-2 表示外界条件(温度、压力)的变化对下列反应的影响 $\text{L}(\text{s}) + \text{G}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{R}(\text{g}) - Q$, 在图中, Y 轴是指 _____ ()

A. 平衡混合气中 R 的质量分数 B. 平衡混合气中 G 的质量分数
 C. G 的转化率 D. L 的转化率

6. pH 5 和 pH 3 的两种盐酸, 以等体积混合后, 溶液的 pH 是 _____ ()

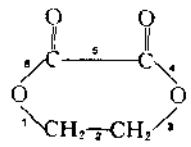
A. 2 B. 3.3 C. 4 D. 8

7. 将 pH 3 的硫酸溶液和 pH 10 的氢氧化钠溶液混合,若要使混合后溶液的 pH 为 7,则硫酸溶液和氢氧化钠溶液的体积比约为 ()
 A. 1:2 B. 1:10 C. 1:20 D. 1:9
8. 等浓度的某一元酸和一元强碱溶液等体积混合后,溶液的 pH 一定 ()
 A. 等于 7 B. 大于 7 C. 小于 7 D. 大于等于 7 E. 小于等于 7
9. 已知一种 $c(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol/L}$ 的酸和一种 $c(\text{OH}^-) = 10^{-3} \text{ mol/L}$ 的碱溶液等体积混合后溶液呈酸性,其原因可能是 ()
 A. 浓的强酸和稀的强碱溶液反应 B. 浓的弱酸和稀的强碱溶液反应
 C. 等浓度的强酸和弱碱溶液反应 D. 生成了一种强酸弱碱盐
10. 某有机物甲经氧化后得乙(化学式为 $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{Cl}$);而甲经水解可得丙。1 mol 丙和 2 mol 乙反应得 1 种含氯的酯($\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_4\text{Cl}_2$),由此推断甲的结构简式为 ()



【练习测试】

一、选择题(每小题有一个或两个正确答案)

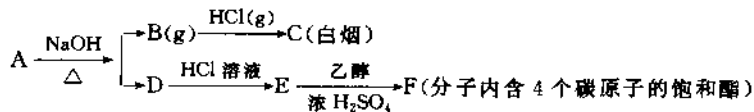
1. 环状酯  在一定条件下发生水解反应(结构式中的标号表示分子内不同的化学键),则水解时断裂的键是 ()
 A. 1 和 2 B. 1 和 3 C. 1 和 6 D. 4 和 6
2. 有 100 mL 3 mol/L NaOH 溶液和 100 mL 1 mol/L AlCl_3 溶液。(1)将 NaOH 溶液分多次加到 AlCl_3 溶液中;(2)将 AlCl_3 溶液分多次加到 NaOH 溶液中。两种操作的结果是 ()
 A. 现象相同,沉淀量相等 B. 现象相同,沉淀量不等
 C. 现象不同,产生沉淀的最大量相等 D. 现象不同,产生沉淀的最大量不等
3. 若溶液中水电离出的 $c(\text{H}^+) = 10^{-12} \text{ mol/L}$,则该溶液的 pH 可能约为 ()
 A. 12 B. 14 C. 2 D. 7
4. 两种短周期元素 X 和 Y,可组成化合物 XY_3 ,当 Y 的原子序数为 m 时,X 的原子序数为 (1) $m-4$, (2) $m+4$, (3) $m+8$, (4) $m-2$, (5) $m+6$ 。其中正确的组合是
 A. (1)、(2) B. (1)、(2)、(3) C. (1)、(2)、(5) D. (1)、(2)、(3)、(4)、(5)
5. 将 60 mL O_2 与一定量的 H_2S 气体混合后,在一定条件下反应,直至 O_2 和 H_2S 均耗尽,在同温同压下生成 SO_2 气体 35 mL,则开始时加入的硫化氢的体积是 ()
 A. 35 mL B. 40 mL C. 50 mL D. 60 mL
6. 在一个固定体积的密闭容器中,加入 2 mol A 和 1 mol B,发生 $2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$ 反应,当反应达到平衡时,C 的浓度为 $W \text{ mol/L}$,若维持容器的体积和温度不变,按下列 4 种配比作为起始物质,达到平衡后,C 的浓度仍为 $W \text{ mol/L}$ 的是 ()
 A. 4 mol A + 2 mol B B. 2 mol A + 1 mol B + 3 mol C + 1 mol D
 C. 3 mol C + 1 mol D D. 1 mol A + 0.5 mol B + 1.5 mol C + 0.5 mol D
7. 某 2 价金属和稀硝酸反应,其反应物的物质的量之比为 4:10,由此推测,硝酸的还原产物是... ()
 A. NO_2 B. NO C. N_2O D. NH_4NO_3
8. 蓄电池在放电时起原电池的作用,在充电时起电解池作用。下列式子是爱迪生蓄电池分别在充电和放

电时发生的反应： $\text{Fe} + \text{NiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{Ni}(\text{OH})_2$ ，下列有关爱迪生蓄电池的推断错误的是 ()

- A. 放电时铁是负极， NiO_2 是正极
 B. 充电时阳极上的反应是 $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^- = \text{Fe} + 2\text{OH}^-$
 C. 蓄电池可用 KOH 溶液作电解质溶液
 D. 放电时电解质溶液中的阳离子是向正极方向移动的
9. 在 25°C 时， pH 为 11 的 NaOH 溶液和 NaCN 溶液中，水的电离度的关系是 ()
 A. 相等 B. 后者比前者大 11 倍
 C. 前者是后者的 10^{-3} 倍 D. 前者是后者的 10^3 倍
10. 托盘天平两盘上分别置有盛放足量盐酸的烧杯，且天平平衡，向一杯内投入 $a\text{ g}$ 铝，另一杯内投入 $b\text{ g}$ 镁，充分反应后天平平衡，则 a 和 b 的关系是 ()
 A. $a = b$ B. $a > b$ C. $a < b$ D. $a \leq b$
11. 向氢氧化铁胶体中逐滴加入一种液体，首先使胶体发生凝聚而沉淀，继续加入则使沉淀消失，这种液体是 ()
 A. 0.5 mol/L 盐酸 B. 0.5 mol/L MgSO_4 溶液
 C. 0.5 mol/L KCl 溶液 D. 蒸馏水
12. 甲、乙两烧杯中分别盛有同浓度、同质量的硫酸铜溶液，若向甲中加 25 g 胆矾，或将乙中的水蒸发掉 55 g 后，甲、乙两烧杯的溶液皆恰好达到饱和，则该温度下硫酸铜的溶解度为 ()
 A. 25 g B. 45.45 g C. 55 g D. 无法计算
13. 将红热的焦炭和水蒸气置于一密闭容器中使发生反应： $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ ，待反应达到平衡后，测得混合气体的平均相对分子质量为 M_1 ，改变外界条件使平衡向逆反应方向移动，达到新平衡时测得混合气体的平均相对分子质量为 M_2 ，则 M_1 和 M_2 的关系是 ()
 A. $M_1 = M_2$ B. $M_1 < M_2$ C. $M_1 > M_2$ D. 无法比较
14. 把含 $20\%\text{MnO}_2$ 的 KClO_3 与 MnO_2 的混合物加热后，剩余固体混合物中 MnO_2 占 25% ，则 KClO_3 的分解百分率最接近的值是 ()
 A. 50% B. 64% C. 70% D. 73%
15. 已知某酯的 $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ 键中的氧原子是 ^{18}O ，则生成该酯的反应物不可能是 ()
 A. $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-^{18}\text{OH}$ B. $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-^{16}\text{OH}$ C. $\text{R}'-^{18}\text{OH}$ D. $\text{R}'-^{16}\text{OH}$
16. 将充满 NO_2 、 O_2 的试管，倒扣在蒸馏水中，让其充分反应，结果剩余 $\frac{1}{10}$ 原体积的气体（同温同压），原混合气体中 NO_2 和 O_2 的体积比可能是 ()
 A. $18:7$ B. $3:2$ C. $9:1$ D. $43:7$

二、填空题

17. 有机物 A 能发生下述变化：



推断各结构简式：A _____，B _____，C _____，D _____，E _____，F _____。

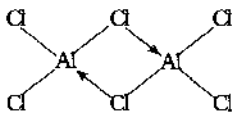
18. 某化合物 $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{Cl}$ ，分析数据表明，分子中有两个 $-\text{CH}_3$ ，两个 $-\text{CH}_2-$ ，一个 $-\text{CH}-$ 和一个 $-\text{Cl}$ 。它的可能结构只有 4 种，这 4 种结构简式是 (1) _____，(2) _____，(3) _____，(4) _____。

19. a g 铜与含 b g 硝酸的溶液恰好反应,则反应中被还原的硝酸的质量为 _____ g(用含 a 、 b 的代数式表示)。

三、简答题

20. 当化学反应 $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ 处于平衡状态时,向其中加入一种 ^{37}Cl 含量较多的氯气,平衡发生移动,在建立新平衡前, PCl_5 中所含 ^{37}Cl 的质量分数比原平衡状态是否会增加? 请说明理由。

21. 已知气态氯化铝分子以双聚形式存在,其结构式如下图所示:



图中“ $\text{Cl} \rightarrow \text{Al}$ ”表示 Cl 原子提供了一对电子与 Al 原子共享。又已知硼酸 H_3BO_3 为白色固体,溶于水显弱酸性,但它却只是一元酸,可以用硼酸在水溶液中的电离平衡解释它只是一元酸的原因。请写出下面这个方程式右端的两种离子的表达式:



四、计算题

22. 把一铁片投入盛有足量稀硝酸的烧瓶中,反应产生的气体全部收集在容器 A 中,待铁片全部溶解后,将烧瓶中的溶液浓缩、结晶,所得的固体,充分加热,使其完全分解,分解产生的气体也一并收集到 A 中。将 A 倒置于水槽、当水面不再上升时,再通入 0.672 L(标准状况)的氧气,使 A 中充满溶液,求投入铁片的质量和 A 溶液中溶质的质量。

[提示: $4\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 12\text{NO}_2 \uparrow + 3\text{O}_2 \uparrow$]

第二讲 化学计算型选择题的巧解(A)

【知识要点】

化学反应的实质是粒子之间的反应,因此,化学计算往往是通过物质的量这个基本量为桥梁,根据题意列式解题。这就是常规法解题的基本思路,是应当首先牢固掌握的。在此基础上训练一题多解,拓宽思路,掌握几种巧解方法,对于培养思维能力和提高解题速度是十分必要的。

选择题巧解的方法名目繁多,各有其说,主要有:中间(平均)值法、守恒法、量差法、极端法、等量变换法、估算法等。当然对个别具体的题目视题意可能还会有别的“异想天开”的巧妙解法,这里是无法概括的。

一、中间(平均)值法

若 A 、 B 、 C 三个数存在 $A < B < C$ 的关系,那么某一化学计算题中若有数 B' ,则在一定情况下就会存在一个小于 B' 的 A' 和大于 B' 的 C' 这样的数,而 A' 和 C' 的平均值为 B' 。这就是中间值法或平均值法的基本思想,特别适宜于解混合物组成、混合气平均相对分子质量等二元混合物类型的计算。常说的“交叉法”就包含有中间值法的思想,它适宜于求解同位素的原子摩尔分数,配制某质量分数的溶液所需两种质量分数的溶液的质量,及一定条件下由混合气的 $\bar{M}$ 求各组成的体积分数。

【例题解析】

1. 200℃时 CO_2 和 H_2O 混合气 11.6 g 与足量 Na_2O_2 充分反应后,固体质量增加 3.6 g,则混合气的 $\bar{M}$ 为
A. 15.8 B. 17.6 C. 23.2 D. 46.4

解析:按常规法是设 CO_2 的物质的量为 x 、 H_2O 的物质的量为 y ,由关系 $\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{Na}_2\text{O}_2} \frac{1}{2}\text{O}_2$, $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Na}_2\text{O}_2} \frac{1}{2}\text{O}_2$ 列式解得 $\bar{M} = 23.2 \text{ g/mol}$ 。或由放出 O_2 为 $\frac{11.6 \text{ g} - 3.6 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 0.25 \text{ mol}$,则 $x + y = 0.25 \text{ mol} \times 2 = 0.5 \text{ mol}$,则 $\bar{M} = \frac{11.6 \text{ g} - 3.6 \text{ g}}{0.5 \text{ mol}} = 23.2 \text{ g/mol}$ 。而由中间值概念其实不必计算,因混合气为 CO_2 和 H_2O 气,故必 $44 > \bar{M} > 18$,只有 C 对。

2. 有铷和另一碱金属的混合物 R,取 6 g R 与足量水反应得 2.24 L H_2 (S.T.P.),则 R 中另一碱金属为
A. Na B. Cs C. K D. Li

解析:由 $2\text{R} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2$ 得合金 $\bar{A} = \frac{6}{0.2} = 30$,而 $\text{Ar}(\text{Rb}) = 85.5$,大于 30,故选 A、D。

3. 一定条件下 A、B、C 三种烷烃组成的混合气 4 g,在催化条件下与足量氢气加成得 4.4 g 对应的三种烷烃,则其中必有一种烷烃为 ()
A. 戊烷 B. 丁烷 C. 丙烷 D. 乙烷

解析:可见 H_2 0.4 g,为 0.2 mol,则炔烃为 0.1 mol,生成的烷烃亦为 0.1 mol,即烷烃的 $\bar{M} = 44$ 。由选项知 $M(\text{戊烷}) = 72$ 、 $M(\text{丁烷}) = 58$ 、 $M(\text{丙烷}) = 44$,今 $\bar{M} = 44$,故必有 $M < 44$ 的烷烃,应选 D。

【练习测试】

1. 灼烧后质量可能不变的 1 组是 ()
A. Cu 和 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ B. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$
C. CaCO_3 和 MgCO_3 D. CaCO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$
2. 燃烧镁和某金属组成的合金,所生成的氧化物的质量为原合金质量 2 倍,则另一种金属可能是 ()
A. 铜 B. 铍 C. 钠 D. 铝
3. NO 、 NO_2 混合气试管倒置于水槽中,至液面不再上升时,管内液面上升 $\frac{1}{4}$,原混合气中 NO 的体积分数为 ()

A. 75% B. 62.5% C. 37.5% D. 25%

4. 由氧化镁和另一种金属氧化物组成的混合物 4 g, 已知含氧元素 1.8 g, 则另一种金属氧化物为 ()
 A. CuO B. Fe₂O₃ C. Al₂O₃ D. CaO
5. 在 0°C、1.01×10⁵ Pa 下, ①N₂、O₂, ②SO₂、HBr, ③CO₂、SO₂, ④NO、NO₂, ⑤HI、Cl₂ 中哪组气体混合后 $\overline{M_r}$ 可能为 50 ()
 A. 只有③ B. 只有③、④ C. 可以是③、④、⑤ D. 可以是全部
6. 两种气态烃组成的混合气共 0.1 mol, 完全燃烧后得 3.854 L CO₂(标准状况)和 3.6 g H₂O, 下列说法不正确的是 ()
 A. 一定有甲烷 B. 一定没有甲烷 C. 可能有乙烯 D. 一定没有乙烷
7. 两种碳原子数相邻的 -元饱和醇 a、b, 已知 b 的沸点比 a 高, a、b 混合物 3.76 g 与过量钠反应得气体 1.12 L (S.T.P.), 则 a、b 的名称是 ()
 A. 甲醇、乙醇 B. 乙醇、甲醇 C. 乙醇、丙醇 D. 丁醇、丙醇
8. 分析下列 3 题, 哪个有科学性错误: ①Li₂CO₃ 和 BaCO₃ 应以何质量比混合, 能与等质量的 CaCO₃ 消耗盐酸量相等? ②KOH 和 NaOH 应以何质量比混合, 能与等质量 Ca(OH)₂ 中和酸的能力相等? ③MgCl₂ 和 Mg(NO₃)₂ 应以何质量比混合, 能与等质量 MgSO₄ 消耗碱量[生成 Mg(OH)₂]相等?

二、守恒法

“收支平衡”是人们的常识。从事物的整体出发去考虑并解决问题, 就是守恒法的基本思路。其科学依据是化学变化中元素的物质的量守恒, 质量守恒, 阴、阳离子所带正负电荷数守恒及得失电子数(正、负化合价变化总数)守恒等, 使我们容易地从纷繁隐晦的题设情景中找到解题思路, 提高解题速度和解题准确度, 所以守恒法的适用面是很广的。

【例题解析】

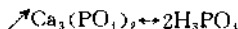
1. 1.92 g 铜和一定质量浓硝酸(14 mol/L)反应, 当铜反应完时共收集到 1.12 L (标准状况)气体, 则所消耗硝酸的物质的量为(不计 N₂O₄)
 A. 0.1 mol B. 0.2 mol C. 0.11 mol D. 0.22 mol

解析: 若按常规解, 需设生成 NO₂ 消耗 Cu 的物质的量为 x , 生成 NO 消耗 Cu 物质的量为 y , 然后列

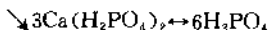
$$\left. \begin{array}{l} \nearrow \text{NO, NO}_2 \quad \frac{1.12}{22.4} \text{ mol} \\ \searrow \text{Cu(NO}_3)_2 \quad \frac{1.92}{64} \times 2 \text{ mol} \end{array} \right\} \text{共}$$

0.11 mol, 即选 C。

2. 向 3 份 V L 0.05 mol/L 的 Ca(OH)₂ 溶液中分别加入 0.1 mol/L H₃PO₄ 溶液, 反应后分别生成 Ca₃(PO₄)₂、CaHPO₄、Ca(H₂PO₄)₂, 所需 H₃PO₄ 溶液体积比为 ()
 A. 1:2:3 B. 3:2:1 C. 2:3:6 D. 6:3:2



解析: 因反应前后元素原子数守恒, 可列出 $3\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow 3\text{CaHPO}_4 \leftrightarrow 3\text{H}_3\text{PO}_4$ 故选 C。



3. 将 0.2 mol 某烷烃完全燃烧后生成的气体缓缓通入 0.5 L 2 mol/L NaOH 溶液中, 生成 Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 物质的量之比为 1:3, 则某烷烃为 ()
 A. 甲烷 B. 乙烷 C. 丙烷 D. 丁烷

解析: 设烷烃 C_nH_{2n+2}, Na₂CO₃ 的物质的量为 x , NaHCO₃ 的物质的量为 $3x$, 根据 Na⁺ 守恒, 有 $5x = 0.5 \text{ L} \times 2 \text{ mol/L}$ 得 $x = 0.2 \text{ mol}$, 很据 C 原子守恒, 有 C 为 0.2n mol, 即 $x + 3x = 0.2n \text{ mol}$, 得 $n = 4$, 选 D。

4. 硫化钠溶液中存在着多种离子和分子, 下列关系正确的是 ()

$$A. c(\text{OH}^-) = c(\text{HS}^-) + c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{S})$$

$$B. c(\text{OH}^-) = 2c(\text{HS}^-) + c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{S})$$

$$C. c(\text{OH}^-) = c(\text{HS}^-) + 2c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{S})$$

$$D. c(\text{OH}^-) = c(\text{HS}^-) + c(\text{H}^+) + 2c(\text{H}_2\text{S})$$

解析:这种有多个平衡存在的体系用常规法去分析是很困难的,如用电荷平衡和物料平衡的观点去判断则思路会很清晰。该题溶液中与 OH^- 有关的平衡有 3 个: $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$, $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$ 及 $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$, 可见 OH^- 均来自 H_2O 的电离。而水每电离出 1 个 OH^- 即同时有 1 个 H^+ , 这两者的关系是守恒的, 今 H^+ 会被束缚成 HS^- 及 H_2S , 故从物料平衡观点看当有 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HS}^-) + 2c(\text{H}_2\text{S})$, 故选 D。

【练习测试】

- 一定量的乙醇在氧气不足的情况下燃烧, 得到 CO 、 CO_2 和水的总质量为 27.6 g, 若其中水的质量为 10.8 g, 则 CO 的质量是 ()
A. 1.4 g B. 2.2 g C. 4.4 g D. 在 2.2 g 和 4.4 g 之间
- 将 KCl 和 KBr 的混合物 13.400 g 溶于水配制成 500 mL 溶液, 通入过量 Cl_2 , 反应后将溶液蒸干, 得固体 11.175 g, 则原溶液中 K^+ 、 Cl^- 、 Br^- 的物质的量浓度之比为 ()
A. 3:2:1 B. 1:2:3 C. 2:3:1 D. 3:2:2
- 将 10.5 g 锌、铁、镁粉混合物与一定量的质量分数为 25% 的稀硫酸恰好完全反应, 蒸干溶液后得固体 (不含结晶水) 29.7 g, 则产生 H_2 质量为 ()
A. 1.92 g B. 0.2 g C. 0.4 g D. 无法求得
- 某硫酸溶液 40 mL, 加入 1.60 g Fe_2O_3 全部溶解, 再向其中加入 5.00 g 铁粉, 溶液成淡绿色。反应停止后还剩 3.32 g 铁粉, 此硫酸的物质的量浓度为 ()
A. 1.5 mol/L B. 1.25 mol/L C. 1.75 mol/L D. 2.00 mol/L
- 取 1.5 mol/L H_2SO_4 11.5 mL, 投入 0.4 g 镁条充分反应后, 再滴入 1 mol/L 烧碱溶液将 Mg^{2+} 全部转为沉淀, 则烧碱溶液的用量至少为 ()
A. 23 mL B. 34.5 mL C. 43.5 mL D. 30.5 mL
- 在 0.10 mol/L H_2S 溶液中, 下列关系式不正确的是 ()
A. $c(\text{H}_2\text{S}) + c(\text{HS}^-) + c(\text{S}^{2-}) = 0.10 \text{ mol/L}$ B. $c(\text{H}^+) = c(\text{HS}^-) + 2c(\text{S}^{2-}) + c(\text{OH}^-)$
C. $c(\text{H}^+) < c(\text{HS}^-) + 2c(\text{S}^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ D. $c(\text{H}^+) = c(\text{HS}^-) + c(\text{S}^{2-}) + c(\text{OH}^-)$
- 将镁条在空气中燃烧后的全部产物溶解在 50 mL 1.8 mol/L 盐酸中, 以 20 mL 0.9 mol/L 的烧碱中和多余的酸。然后向此溶液加入过量烧碱, 将氨全部蒸出, 并用足量盐酸吸收, 知 NH_3 有 0.102 g [已知 $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3$], 则镁条质量为 ()
A. 1.20 g B. 0.792 g C. 2.40 g D. 0.892 g

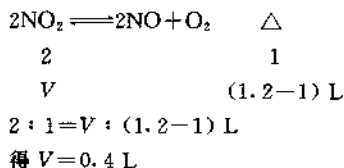
三、量差法

量差法解题时首先要确定“理论量差”(这个量差可以是质量、气相物质的体积、压强, 也可以是物质的量、反应过程中的热量等), 再由题意找出“题给量差”, 然后列比例式解题。有时由于命题者设置的障碍, 使理论量差十分隐蔽, 不妨利用图解并结合粒子守恒的方法通常容易找到量差。

【例题解析】

- 一定条件下 1 L NO_2 按下式分解: $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$, 平衡时气体体积变为 1.2 L, 则 NO_2 分解率为
A. 20% B. 40% C. 60% D. 80%

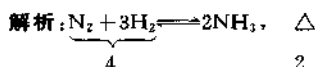
解析: 设 NO_2 分解的体积为 V



即分解率 40%, 选 B。

2. 合成氨反应达平衡时氮占体积 26%, 则反应后气体体积缩小的百分率为 ()

A. 52% B. 30% C. 26% D. 20.6%

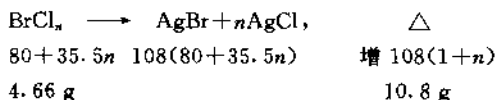


可见缩小的体积就是生成的 NH_3 的体积。今知平衡时含 NH_3 26%, 即 100 体积中有 NH_3 26 体积, 则原 N_2 、 H_2 气应为 126 体积, $\frac{26}{126} \times 100\% = 20.6\%$, 故选 D。

3. 将卤素互化物 BrCl_n 4.66 g 溶于水, 通入过量 SO_2 , 反应为 $\text{BrCl}_n + (n+1)\text{H}_2\text{O} + \frac{n+1}{2}\text{SO}_2 = \text{HBr} + n\text{HCl} + \frac{n+1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4$, 然后向生成的溶液中加入过量 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 过滤掉沉淀物后, 将滤液用过量 AgNO_3 溶液处理, 得沉淀 15.46 g, 则 n 值为 ()

A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

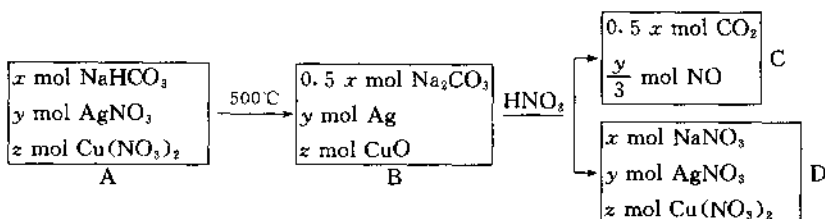
解析: 15.46 g 为 AgBr 和 AgCl , 是由 4.66 g BrCl_n 转化过来的, 题给量差为 $15.46 \text{ g} - 4.66 \text{ g} = 10.8 \text{ g}$, 而从关系知



即 $\frac{80 + 35.5n}{4.66 \text{ g}} = \frac{108(1+n)}{10.8 \text{ g}}$ 得 $n=3$, 选 C。

4. 有 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 AgNO_3 和 NaHCO_3 组成的混合物 8.66 g, 在 500°C 左右充分加热后, 将固体残渣用过过量稀硝酸溶解, 产生 448 mL 气体 (S.T.P.), 将此溶液小心蒸干, 得干燥的无水硝酸盐共重 8.68 g, 则原混合物中 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 的物质的量为 (已知 AgNO_3 分解成 Ag 、 NO_2 、 O_2) ()
- A. 0.01 mol B. 0.02 mol C. 0.03 mol D. 0.035 mol

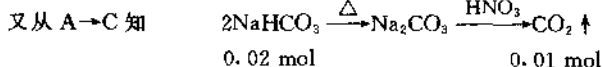
解析: 该题的理论量差一眼是看不出来的, 不妨图解分析, 已知 $2\text{AgNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$



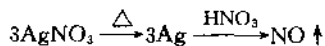
从框图明显看出质量变化的实质是 $x \text{ mol NaHCO}_3$ 转化为 $x \text{ mol NaNO}_3$, 理论量差也就明确了, $\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{NaNO}_3, \quad \Delta$

1 mol 85 g - 84 g = 1 g 故 $x = 0.02 \text{ mol}$

x 8.68 g - 8.66 g = 0.02 g



0.02 mol 0.01 mol



y $\frac{y}{3} = 0.01 \text{ mol}$, 即 $y = 0.03 \text{ mol}$

则 $z = \frac{(8.66 - 0.02 \times 84 - 0.03 \times 170) \text{ g}}{188 \text{ g/mol}} = 0.01 \text{ mol}$, 即选 A。

【练习测试】

1. 1.988 g CuO 加热时一部分分解为 Cu_2O , 此时混合物重 1.928 g, 则 CuO 的分解率为 ()

- A. 15% B. 20% C. 25% D. 30%
2. 天平两托盘上分别放置盛有同浓度、同体积的稀硫酸的烧杯,天平平衡。今向一杯中投入铝片,另一杯中投入镁片,且铝、镁均完全溶解,若要天平仍保持平衡,则铝、镁的物质的量之比为 ()
- A. 1:1 B. 11:12 C. 9:8 D. 10:13
3. W g NaHCO_3 加热分解一段时间后质量为 m g,则 NaHCO_3 的分解率为 ()
- A. $\frac{m}{W} \times 100\%$ B. $\frac{W-m}{W} \times 100\%$ C. $\frac{84(W-m)}{31W} \times 100\%$ D. $\frac{84m-53W}{31} \times 100\%$
4. 标准状态下一装满氮气的容器质量为 74.6 g,此容器若装满氢气质量为 66 g,此容器的容积是 ()
- A. 22.4 L B. 11.2 L C. 44.8 L D. 4.48 L
5. 使 CO 通过 m g 灼热的氧化铁,反应完毕后冷却,得 n g 残留物和 P g CO_2 ,若只知氧的相对原子质量为 16,则碳相对原子质量为 ()
- A. $\frac{16P}{m-n}$ B. $\frac{16P}{m-n} - 32$ C. $\frac{32P}{m+n} - 32$ D. $\frac{32P}{m-n} + 16$
6. 25.4 g NaHCO_3 与 AgNO_3 的混合物,加热到 500℃ 左右至不再放出气体,冷却后加足量稀硝酸,然后蒸发溶液得无水盐 25.5 g,则原混合物中 AgNO_3 的质量为 ()
- A. 17 g B. 8.5 g C. 8.4 g D. 9.2 g
7. 1 mol N_2 和 3 mol H_2 在一刚性密闭容器中于一定条件下反应达平衡,压强降为原来的 $\frac{3}{4}$,若温度不变,则 N_2 的转化率为 ()
- A. 25% B. 33.3% C. 50% D. 60%
8. 有稀硝酸和硝酸铁混合液 250 mL,其中 $c(\text{NO}_3^-) = 16 \text{ mol/L}$,将铁棒置于溶液中充分反应后取出铁棒(不带出溶液),称量溶液增重 41.5 g,则原溶液中硝酸铁的物质的量浓度是 ()
- A. 10 mol/L B. 7.5 mol/L C. 4 mol/L D. 3.5 mol/L
9. 某无变价元素的盐酸盐相对分子质量为 m ,其磷酸二氢盐相对分子质量为 n ,则该元素化合价数值为 ()
- A. $\frac{m-n}{n+m}$ B. $\frac{n-m}{62.5}$ C. $\frac{n-m}{61.5}$ D. $\frac{n-m+26.5}{132.5}$