



铸信文化系列丛书



主编 张祖德

亮



新高考

高三复习指导

二轮用书

2010年安徽自主
命题**首**选辅导教材

化学

蒯世定 主编

安徽大学出版社



铸信文化系列丛书

主编 张祖德

亮剑

新高考

高三复习指导

二轮用书

本册主编：蒯世定

编委：周朝晖 陶家财 李大庆 张有树 宗汉朋
李惠勇 张宏伙 陈辉 陈华敏 黄忠光
陶汪来 张爱国 蒯世定 海有涯

化学

安徽大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

亮剑新高考·高三复习指导·化学二轮用书/张祖德主编;
蒯世定分册主编—合肥:安徽大学出版社,2009.11

ISBN 978-7-81110-692-3

I. 亮... II. ①张...②蒯... 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(2009)第 199725 号

亮剑新高考·高三复习指导——化学(二轮用书)

蒯世定 主编

出 版 安徽大学出版社(合肥市肥西路3号 邮编 230039)

联系电话 0551-5107716 5108871

发行电话 0551-5357535 5358087

电子信箱 zhouchj163@163.com

丛书策划 周传军

责任编辑 镜 子 千 里

特约编辑 段 薇

封面设计 陈 爽

印 刷 合肥远东印务有限公司

开 本 880×1230 1/16

印 张 9.75

字 数 288 千

版 次 2009 年 11 月第 1 版

印 次 2009 年 11 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-81110-692-3

定 价 24.00 元

如有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换

亮劍新高考·高三复习指导

丛书 编 委 会

主 任：张祖德

副主任：罗季重

委 员：石 玉 万 潜 蒯世定

赵一红 张一书 方 晴

张宝璐 柴珊敏 长春子

丛书 科 目

● 数学(理科)

● 语 文

● 物 理

● 生 物

● 历 史

● 数学(文科)

● 英 语

● 化 学

● 政 治

● 地 理

前言

2009年是安徽省实行新课改后高考的第一年,自2009年起安徽高考各科试卷全部由安徽省自主命题。高考命题思路、评价标准,乃至考试内容、试题形式等都将有所改变,且将有别于国内其他省份。新课改,新高考,安徽自主命题,这些呼唤着高三教学必须有新的导向。《亮剑新高考·高三复习指导》丛书就是在这样的背景下应运而生的。

比较各种高考辅导材料,《亮剑新高考》试图具备以下鲜明特色:

一、宗旨宏大

检阅安徽省各名校使用的教辅书,鲜有安徽出版者,更遑论安徽有教辅的名牌了。这可谓咄咄怪事。安徽教育人不服,不甘,不忍心再这样下去了,这就是编辑这套丛书的缘起。而与编辑缘起对应的,是编辑这套丛书的宗旨:服务安徽,服务高考,服务师生,铸造名牌。

二、质量一流

丛书编排科学、严谨、实用、高效。中国科学技术大学著名教授张祖德先生(安徽省化学学会会长、中国奥林匹克竞赛高级教练)出任丛书主编,丛书各分册主编由省内名师担任。撰稿人由一线特级教师、高级教师和新课改新高考研究者担任。省内合肥一中、六中、八中、一六八中学、科大附中,马鞍山二中,蚌埠二中、三中,淮南一中、二中,安庆一中,屯溪一中、徽州一中等56所省级示范高中和中国科学技术大学、安徽大学、安徽师范大学、合肥学院等高校的百余位一线名师、高考命题研究专家和著名教授倾力效劳这套丛书。在丛书成书之前,编撰者审读、质疑、推敲、修改、再审读,“精而益求其精,备而益求其备”。这一切确保了本丛书的一流质量。

三、训练科学

《亮剑新高考》安排两轮复习:第一轮系统全面,夯实基础点;第二轮综合创新,突破重难点。第一轮、第二轮各有侧重而互有关照。遴选的训练题全、新、经典。2009年全国20套高考试卷的试题完全融入书中。合肥市、黄山市、芜湖市、淮北市以及江南十校

等省内优质模拟题和重庆、山东、武汉、黄冈等省外优质检测题都入选书中。一批原创题也精炼别致,可收到极佳的训练效果。

四、服务到位

编撰者从师生出发,为师生着想。学生用书在训练思路、训练方式、训练数量、训练程序上,体现学科特点,设计精心实用,循序渐进,不搞狂轰滥炸,重基础,重效率,能举一反三,能事半功倍,使学生得实惠,得实效。教师用书演绎考纲,厘清考点,精析例题,详解试题,提供拓展材料,让教师在材料整理上少花时间,少费精力,从而多在教法上用力,能在点拨、引领中指导学生获得理想的高考成绩。单元(专题)测试活页装订,方便师生使用。

我们申明:书中的疏漏处将及时修订,新课改的成功经验、新高考的研究成果,我们也将即时吸取。欢迎广大师生积极参与。

我们深信:《亮剑新高考·高三复习指导》丛书在广大师生的参与、帮助下,将以其“科学性、权威性、前瞻性、指导性、针对性和实用性”受到读者悦纳,并将逐步成为安徽教辅图书的名牌,成为安徽教育图书的品牌。

全套丛书按语文、数学(理)、数学(文)、物理、化学、生物、政治、历史和地理科目分为10卷,每卷分为一、二两轮用书两册。每轮单元(专题)测试题和模拟试题单行活页装订,方便师生使用。

本套丛书编写与出版,得到安徽大学出版社领导和编校、发行工作人员的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平和编写时间所限,本书还存在疏漏和不足之处,敬请读者不吝赐正。

丛书编委会

2009年11月

目 录

专题一 基本概念	(1)
第1讲 重要化学反应	(1)
第2讲 物质的量	(9)
第3讲 化学反应及能量变化	(14)
专题二 基本理论	(22)
第4讲 物质结构 元素周期律	(22)
第5讲 化学反应速率 化学平衡	(28)
第6讲 电解质溶液	(34)
第7讲 电化学	(39)
专题三 元素及其化合物	(45)
第8讲 非金属元素及其化合物	(45)
第9讲 金属元素及其化合物	(53)
第10讲 物质推断和无机化工生产流程	(60)
专题四 有机化学	(70)
第11讲 有机物的组成、结构与性质	(70)
第12讲 有机物的合成与推断	(85)
专题五 化学实验	(100)
第13讲 几个重要实验	(100)
第14讲 综合实验的设计与评价	(108)
专题六 选修部分	(118)
第15讲 物质结构与性质	(118)
第16讲 化学与技术	(126)
附 综合训练	(133)
综合训练一	(133)
综合训练二	(136)
参考答案	(142)

专题一 基本概念

第1讲 重要化学反应

考情分析

1. 2009年安徽省高考考试说明相关知识点

- (1)了解离子反应的概念,离子反应发生的条件。
- (2)了解常见的离子的检验方法。
- (3)能正确书写离子方程式。
- (4)了解氧化还原反应的本质是电子的转移。
- (5)掌握氧化还原反应的有关知识(氧化反应与还原反应、反应方程式的配平、物质的氧化性和还原性强弱判断)。

2. 考试说明解读

重要化学反应包括离子反应和氧化还原反应,是高考中重点内容,考生对相关知识点要熟练掌握。尤其是限定条件下溶液中离子或分子的共存,氧化还原反应及离子方程式书写。

3. 命题趋势及预测

(1)选择题形式:例如溶液中离子或分子的共存,离子方程式书写正误判断,物质氧化性、还原性强弱的比较及有关离子反应和氧化还原反应的计算。

(2)以某一社会热点问题为背景,结合元素化合物、电化学等知识对氧化还原反应及离子反应化学知识的综合考查,引导考生从化学视角观察和认识社会问题,体现化学学科价值,可以是选择、填空、物质推断或化学实验题。

专题整合

1. 离子反应

(1)离子反应方程式书写及正误判断

1)必须遵守“两大守恒”。

①原子守恒:元素的种类及原子的个数应守恒。

②电荷守恒:方程式两边各离子所带的电荷总数应相等。

2)必须符合反应事实:最好先写出物质的化学式,再思考判断。

①写成离子形式的物质通常是易溶、易电离的物质,如强酸、强碱、大多数可溶性盐。

②单质、沉淀物、气体、难电离物质、氧化物等写成化学式。如 CaCO_3 、 CH_3COOH 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 SO_2 、 Na_2O_2 、 Fe 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 、 H_2SiO_3 。

③酸式酸根离子只有 HSO_4^- 能拆开写,其余均不能拆开写,如 HCO_3^- 、 HS^- 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 。

④澄清石灰水中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 写成 Ca^{2+} 、 OH^- ,石灰乳写成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

⑤与量有关的反应——常以少量的物质为基准“1”配平计量数。如酸式盐与碱的反应,少量的

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与 NaOH 溶液混合: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

足量的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与 NaOH 溶液混合: $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

注意:不在溶液中进行的离子反应不写成离子方程式。如:铜与浓硫酸反应,铵盐与碱反应制氨气,食盐与浓硫酸加热制氯化氢气体,硝酸盐与浓硫酸反应制硝酸,等等。

(2) 怎样处理离子反应中的微溶物

一般原则:清离浑分,左离右分。

如在澄清石灰水中加入碳酸钠溶液: $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$

在石灰乳中加入大量的碳酸钠溶液: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{OH}^-$

软化硬水中的 CaSO_4 写离子形式,用碳酸钠溶液软化这种硬水时: $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$

反应物皆可溶,生成物可微溶;一反应物微溶,一生成物不溶;在反应物中难溶,生成物中更难溶。

① 溶 $\rightarrow$ 微溶、难溶



② 微溶 $\rightarrow$ 不溶

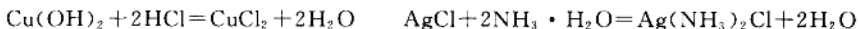


③ 难溶 $\rightarrow$ 更难溶

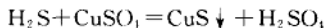


④ 难溶 $\rightarrow$ 溶(难电离)

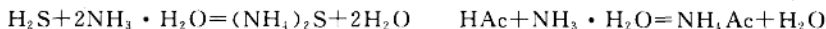
一般是通过中和反应或络合反应实现的。



⑤ 难电离 $\rightarrow$ 更难电离的不溶物



⑥ 难电离 $\rightarrow$ 更难电离的水



(3) 离子不能大量共存的规律

① 结合生成难溶物质的离子不能大量共存:如 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} , Ca^{2+} 与 CO_3^{2-} , Ag^+ 与 Cl^- 等。

② 结合生成挥发性物质的离子不能大量共存:如 H^+ 与 CO_3^{2-} 、 S^{2-} , NH_4^+ 与 OH^- 等。

③ 结合生成难电离物质的离子不能大量共存:如 H^+ 与 OH^- 、 CH_3COO^- 、 F^- 等。

④ 发生氧化还原反应的离子不能大量共存:如 Fe^{3+} 与 S^{2-} 、 I^- , NO_3^- (H^+) 与 Fe^{2+} 、 S^{2-} 、 I^- 等。

⑤ 发生双水解反应的离子不能大量共存:如 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 分别与 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SiO_3^{2-} 、 AlO_2^- 等。

⑥ 发生络合反应的离子不能大量共存:如 Fe^{2+} 与 SCN^- 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) 等。

⑦ 弱酸酸式根离子不能与 H^+ 、 OH^- 大量共存,如 HCO_3^- 、 H_2PO_4^- 分别与 H^+ 或 OH^- 等。

⑧ 在题目中提示酸性溶液或碱性溶液应在各待选答案中均加入 H^+ 或 OH^- 考虑。

⑨ 在题目中告知是无色溶液,应在各待选答案中排除具有颜色的离子,如 Fe^{3+} (黄)、 Fe^{2+} (浅绿)、 Cu^{2+} (蓝)、 MnO_4^- (紫红) 等离子。

(4) 离子反应的几个“不一定”

① 离子方程式不一定只表示一类离子反应。

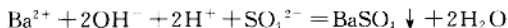
离子方程式可表示一个、一类或几类离子反应。

如: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 可表示三类离子反应:可溶性钡盐与可溶性硫酸盐,可溶性钡盐与硫酸,氢氧化钡溶液与可溶性硫酸盐。

如: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 可表示两类离子反应:强酸与强碱溶液,硫酸氢盐溶液与强碱溶液。

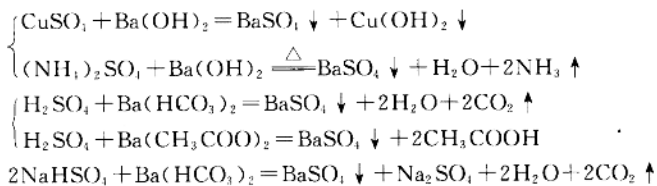
如: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$ 可表示一个离子反应和一类离子反应: $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$, AgNO_3 与可溶性的盐酸盐溶液,因为可溶性的银盐就只有 AgNO_3 。

有些离子方程式只代表一个离子反应。如: $\text{HAc} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{Ac}^- + \text{H}_2\text{O}$;



②离子方程式不一定表示所有同一类型的离子反应。实际上,所有离子方程式表示离子反应都是有条件的,且绝大多数物质都要加上“可溶的”条件。如: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 不能表示所有的中和反应,也不能表示所有的强酸与强碱溶液的反应,它只能表示强酸与强碱溶液反应不生成沉淀的一类离子反应。故不能表示: $\text{H}_2\text{S} + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$,硫酸与氢氧化钡的反应,等等。

同理,上述 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 所表示三类离子反应中也不乏例外,如:



又如: $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 只能表示锌与非氧化性强酸溶液反应,而酸不能是氧化性酸和弱酸。

③是离子反应也不一定要写离子方程式。

如:把 $\text{NaCl}(\text{固}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$,写成 $\text{H}^+ + \text{Cl}^- = \text{HCl} \uparrow$ 是错误的,因为不在溶液中反应。如果是在溶液中,食盐水与稀硫酸则不反应。

又如: $\text{BaCl}_2(\text{固}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow$,无离子方程式。

$\text{BaCl}_2(\text{溶液}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀}) = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$,其离子方程式为: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$

无离子方程式的: $\text{PbAc}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{PbS} \downarrow + 2\text{HAc}$

无法写出离子方程式的: $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{NaHSO}_4$,如果在溶液中可以认为没有发生反应,但蒸干可得到固体 NaHSO_4 。

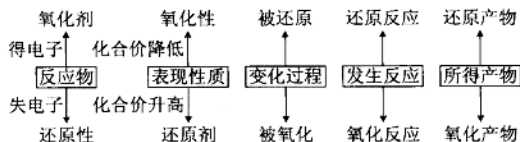
④一个离子反应不一定只有一个离子方程式。

铵盐与强碱的反应,若用固体氯化铵与固体强碱加热反应来制取氨气,则无离子方程式。若用来检验 NH_4^+ ,则离子方程式为: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$;若是氯化铵稀溶液与稀的强碱溶液不加热反应,则离子方程式为: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

2. 氧化还原反应

氧化还原反应中的概念与规律:

(1)五对概念:在氧化还原反应中,有五对既相对立又相联系的概念。它们的名称和相互关系如下图所示:



(2)五条规律

①表现性质规律:同种元素具有多种价态时,一般处于最高价态时只具有氧化性,处于最低价态时只具有还原性,处于中间可变价时既具有氧化性又具有还原性。

②性质强弱规律:在“氧化剂+还原剂 $\xrightarrow{\text{得 } ne^-}$ 还原产物+氧化产物”中,氧化性强弱顺序是:
 $\xrightarrow{\text{失 } ne^-}$

氧化剂>氧化产物;还原性强弱顺序是:还原剂>还原产物。

③反应先后规律:在浓度相差不大的溶液中,同时含有几种还原剂时,若加入氧化剂,则它首先与溶液中最强的还原剂作用;同理,在浓度相差不大的溶液中,同时含有几种氧化剂时,若加入还原剂,

则它首先与溶液中最强的氧化剂作用。例如,向含有 FeBr_2 溶液中通入 Cl_2 , 首先被氧化的是 Fe^{2+} 。

④价态归中规律:含不同价态同种元素的物质间发生氧化还原反应时,该元素价态的变化一定遵循“高价+低价 $\rightarrow$ 中间价”的规律。

⑤电子守恒规律:在任何氧化-还原反应中,氧化剂得电子(或共用电子对偏向)总数与还原剂失电子(或共用电子对偏离)总数一定相等。

(3)物质氧化性或还原性强弱的比较

①由元素的金属性或非金属性比较

金属阳离子的氧化性随其单质还原性的增强而减弱:

单质的还原性逐渐减弱

$\text{K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Sn, Pb, (H), Cu, Hg, Ag, Pt, Au}$

对应阳离子的氧化性逐渐减弱

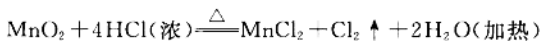
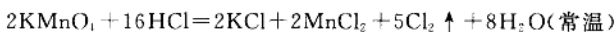
非金属阴离子的还原性随其单质的氧化性增强而减弱:

单质的氧化性逐渐减弱

F, Cl, Br, I

对应阴离子的还原性逐渐减弱

②由反应条件的难易比较:不同的氧化剂与同一还原剂反应时,反应条件越易,其氧化剂的氧化性越强。如:



前者比后者容易发生反应,可判断氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2$ 。同理,不同的还原剂与同一氧化剂反应时,反应条件越易,其还原剂的还原性越强。

③根据被氧化或被还原的程度不同进行比较:当不同的氧化剂与同一还原剂反应时,还原剂被氧化的程度越大,氧化剂的氧化性就越强。如 $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$, $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$, 根据铁被氧化程度的不同(Fe^{3+} 、 Fe^{2+}),可判断氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$ 。同理,当不同的还原剂与同一氧化剂反应时,氧化剂被还原的程度越大,还原剂的还原性就越强。

④根据反应方程式进行比较:

氧化剂+还原剂=还原产物+氧化产物。

氧化性:氧化剂>氧化产物;还原性:还原剂>还原产物。

⑤根据元素周期律进行比较:一般的,氧化性:上>下,右>左;还原性:下>上,左>右。

⑥某些氧化剂的氧化性或还原剂的还原性与下列因素有关:

温度:如热的浓硫酸的氧化性比冷的浓硫酸的氧化性强。

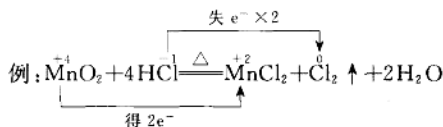
浓度:如浓硝酸的氧化性比稀硝酸的强。

酸碱性:如中性环境中 NO_3^- 不显氧化性,酸性环境中 NO_3^- 显氧化性;又如 KMnO_4 溶液的氧化性随溶液的酸性增强而增强。

注意:物质的氧化性或还原性的强弱只决定于得到或失去电子的难易,与得失电子的多少无关。如还原性: $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$, 氧化性:浓 $\text{HNO}_3 >$ 稀 HNO_3 。

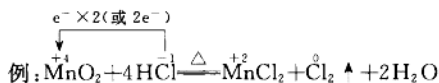
(4)氧化还原反应中电子得失情况的表示方法

①双线桥——表示电子得失的结果。



要点:双箭号(从反应物指向生成物);箭号起、止所指为同一种元素;标出得与失电子及总数(氧化剂得电子总数等于还原剂失电子总数)。

②单线桥——表示电子转移情况。



要点:单箭号(在反应物之间);箭号起点为被氧化(失电子)元素,终点为被还原(得电子)元素;只标转移电子总数,不标得与失(氧化剂得电子总数等于还原剂失电子总数)。

题例导航

例1 下列各组离子在水溶液中能大量共存的是()。

- (1) I^- 、 ClO^- 、 NO_3^- 、 H^+ (2) K^+ 、 NH_4^+ 、 HCO_3^- 、 OH^-
 (3) SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 OH^- (4) Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
 (5) H^+ 、 K^+ 、 AlO_2^- 、 HSO_3^- (6) Ca^{2+} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-}

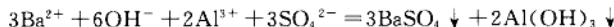
- A. (1)和(6) B. (3)和(4) C. (2)和(5) D. (1)和(4)

【解析】通常组合选择题需对题干及各项逐一分析,选出符合题意的组合,然后与各选项比较得出结论。但本题可用排除法,先判断出组合(1)由于次氯酸是弱酸,故 ClO^- 与 H^+ 不能大量共存,发生反应: $\text{H}^+ + \text{ClO}^- = \text{HClO}$, 次氯酸有较强的氧化性以及硝酸(NO_3^- 、 H^+)都能与 I^- (具有还原性)发生氧化还原反应,因此该组不合题意,凡是含(1)的选项即 A 和 D 都不正确,可以排除。(2)中因发生: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 而不能大量共存,由此排除 C, 正确答案为 B。其中(3)和(4)这两组离子在水溶液中能大量共存。本题涉及的组合(5)也不能大量共存,因为发生: $\text{H}^+ + \text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$, $\text{H}^+ + \text{HSO}_3^- = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 而不能大量共存。组合(6)中因 $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$ 析出沉淀而不能大量共存。 答案:B

【点拨】判断离子能否大量共存,要熟记离子不能大量共存的 9 种情况,特别要注意 HCO_3^- 与 H^+ 、 OH^- 、 Al^{3+} (双水解)、 AlO_2^- (强酸制弱酸)等不能大量共存,还有 H^+ 和 NO_3^- 与 Fe^{2+} 、 I^- 、 Br^- 、等还原性离子不能大量共存。

例2 下列离子方程式正确的是()。

A. 等物质的量浓度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与明矾溶液以体积比 3:2 混合:



B. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 溶于稀硝酸中: $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 3\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$

C. H_2^{18}O 中投入 Na_2O_2 固体: $2\text{H}_2^{18}\text{O} + 2\text{O}_2^{2-} = 4\text{OH}^- + ^{18}\text{O}_2 \uparrow$

D. CuCl_2 溶液中加入 Na_2S 溶液: $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2\text{S} \uparrow$

【解析】B 中硝酸有氧化性,要氧化+2 价的铁:



C 应为 $2\text{H}_2^{18}\text{O} + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{NaOH} + 2\text{Na}^{18}\text{OH} + \text{O}_2 \uparrow$; D 应为 $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow$ 答案:A

【点拨】判断离子方程式是否正确时,要特别注意反应物之间量的关系,常以少量的物质为基准“1”配平计量数。当给定两反应物的物质的量之比时,先按比例写出各离子的计量数,然后找出能反应的两离子,根据它们反应的物质的量之比,少量的离子计量数不变,过量的离子计量数重新配平。

例3 制备氰基化钙的化学方程式: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCN} = \text{Ca}(\text{CN})_2 + \text{CO} \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow$, 在此反应中()。

- A. 氢元素被氧化,碳元素被还原 B. HCN 既是氧化剂又是还原剂
 C. $\text{Ca}(\text{CN})_2$ 是还原产物, H_2 是氧化产物 D. CO 为氧化产物, H_2 为还原产物

【解析】本题考查氧化还原反应的有关概念。 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCN} = \text{Ca}(\text{CN})_2 + \text{CO} \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow$, 注意生成物 CO_2 中碳元素来自 CaCO_3 , 它的化合价在反应前后没有发生变化, HCN 中氢元素化合

价降低,碳元素化合价为+2价,部分升为+4价[Ca(CN)₂中碳元素],故HCN既是氧化剂又是还原剂,Ca(CN)₂是氧化产物,H₂是还原产物;CO既不是氧化产物,也不是还原产物。 答案:B

[点拨] 此类结合实例确定氧化还原反应的有关概念的试题,其解题方法是:找变价→判类型→分升降→定其他。其中“找变价”是非常关键的一步,特别是反应物中含有同种元素的氧化还原反应(如本题反应物均含有碳元素),必须弄清它的变化情况。

例4 120℃、101.3 kPa条件下,有2 L H₂O、2 L CO、1 L CO₂、0.5 L O₂和1 L H₂组成的混合气体。将混合气体通过分别放有足量Cu粉、C粉和CuO粉的三个灼热的反应管。假设气体通过每个反应管都能充分反应,且不论三个反应管以何种顺序排列,问:

- (1)尾气是否有可能是单一气体? _____(填“可能”或“不可能”)。若可能,该气体是_____。
- (2)原气体中是否有几种(或一种),不可能再存在于尾气之中 _____(填“有”或“没有”)。若有,它们(或它)是_____。
- (3)原气体中是否有几种(或一种)肯定存在于尾气中? _____(填“有”或“没有”)。若有,它们(或它)是_____。

[解析] 解题时若将放有足量Cu粉、C粉和CuO粉的三个反应管排列组合,共有6种情况,逐一分析,固然可以求解,但相当费时费力。如运用发散思维从还原剂Cu粉可吸收O₂,C粉可将O₂、CO₂、H₂O还原成CO、H₂;氧化剂CuO可将CO、H₂氧化成CO₂、H₂O等角度来考虑,就能找到一个新角度,发现新的解法(如下表)。

反应管盛放物质	可吸收气体	能反应产生新气体
灼热 Cu 粉(还原剂)	O ₂	无
灼热 C 粉(还原剂)	CO ₂ 、H ₂ O、O ₂	CO、H ₂
灼热 CuO 粉(氧化剂)	CO、H ₂	CO ₂ 、H ₂ O

不难发现,Cu粉、C粉和CuO粉的三个反应管无论如何排列,O₂一定不再存在,尾气之中有CO₂、H₂O或CO、H₂存在。

答案:(1)不可能;(2)有,O₂;(3)没有。

[点拨] 解此类题时要特别注意题干中的关键条件(题眼),如题中的“足量”、“充分反应”、“不论三个反应管以何种顺序排列”等,因这些条件直接影响反应后何种气体剩余,从而影响最终结论。

例5 在反应 $3\text{BrF}_3 + 5\text{H}_2\text{O} = \text{HBrO}_3 + \text{Br}_2 + 9\text{HF} + \text{O}_2 \uparrow$ 中,若有5 mol H₂O做还原剂,被水还原的BrF₃的物质的量为多少?

[解析] 该题中反应物都有多种角色,BrF₃既是氧化剂又是还原剂,H₂O部分是还原剂,还有部分未发生氧化还原。但只要抓住“得失电子相等”的关系,5 mol H₂O做还原剂可失 $2 \times 5 \text{ mol e}^-$,BrF₃做氧化剂时,1 mol可得3 mol e⁻,设被还原的BrF₃为x,则 $3x = 10 \text{ mol}$, $x = \frac{10}{3} \text{ mol}$ 。此题中5 mol H₂O中的“5”与方程式中的“5”没有什么关系,不要被其迷惑。 答案: $\frac{10}{3} \text{ mol}$ 。

[点拨] 解答此类氧化还原题时,首先要正确标出发生变化的各元素的化合价,同一元素反应前后有相同的价态,则产物中该元素直接由反应物中同价态的元素转变得到,即没有发生电子得失;同一元素化合价有升有降时,要遵循“就近”和“不交叉”原则。

实战操练

1. 在酸性溶液中能大量共存而且为无色透明的溶液是()。
 - A. NH₄⁺、Al³⁺、SO₄²⁻、NO₃⁻
 - B. K⁺、Na⁺、NO₃⁻、SO₃²⁻
 - C. K⁺、MnO₄⁻、NH₄⁺、NO₃⁻
 - D. Na⁺、K⁺、F⁻、NO₃⁻
2. 对某酸性溶液(可能含有Br⁻、SO₄²⁻、H₂SO₃、NH₄⁺)分别进行如下实验:①加热时放出的气

体可以使品红溶液褪色;②加碱调至碱性后,加热时放出的气体可以使润湿的红色石蕊试纸变蓝;③加入氯水时,溶液略显黄色,再加入 BaCl_2 溶液时,产生的白色沉淀不溶于稀硝酸,对于下列物质不能确认其在溶液中是否存在的是()。

- A. Br^- B. SO_4^{2-} C. H_2SO_3 D. NH_4^+

3. 实验室常用 MnO_2 与浓盐酸共热制取 Cl_2 ,也可用 KClO_3 、 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 代替 MnO_2 与浓盐酸反应制 Cl_2 。若制取等量的 Cl_2 ,电子转移数最少是()。

- A. KClO_3 和浓盐酸反应 B. MnO_2 和浓盐酸反应
C. KMnO_4 和浓盐酸反应 D. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 和浓盐酸反应

4. 下列离子方程式的书写不正确的是()。

- A. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中滴入少量的 NaHSO_4 溶液: $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
B. 硫酸亚铁酸性溶液中加入过氧化氢: $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
C. 次氯酸钙溶液中通入过量二氧化碳: $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{HCO}_3^- + \text{HClO}$
D. 浓硝酸跟金属铜反应: $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2 \uparrow$

5. 已知反应: $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$,若用 $\text{K}^{35}\text{ClO}_3$ 和 H^{37}Cl 作用,下列说法正确的是()。

- A. KCl 中只含 ^{35}Cl B. 生成 3 mol Cl_2 有 5 mol 电子转移
C. Cl_2 中只含 ^{37}Cl D. 被氧化和被还原的氯原子数之比为 6:1

6. 已知硫酸铅难溶于水,也难溶于硝酸,却可溶于醋酸铵溶液形成无色溶液,其化学方程式是 $\text{PbSO}_4 + 2\text{CH}_3\text{COONH}_4 = \text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。当在 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ (醋酸铅)溶液中通入 H_2S 时,有黑色沉淀 PbS 生成。表示这个反应的有关离子方程式正确的是()。

- A. $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{PbS} \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$
B. $\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{PbS} \downarrow + 2\text{H}^+$
C. $\text{Pb}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{S} = \text{PbS} \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$
D. $\text{Pb}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-} = \text{PbS} \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$

7. 硫代硫酸钠可作为脱氯剂,已知 25.0 mL、0.100 mol/L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液恰好把 224 mL (标准状况下) Cl_2 完全转化为 Cl^- ,则 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 将转化成()。

- A. S^{2-} B. S C. SO_3^{2-} D. SO_4^{2-}

8. 能正确表示下列反应的离子方程式是()。

- A. NH_4HCO_3 溶液中加入足量 NaOH 溶液共热: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
B. 过量的铁与浓硝酸反应: $\text{Fe} + 6\text{H}^+ + 3\text{NO}_3^- = \text{Fe}^{3+} + 3\text{NO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
C. 硫酸亚铁酸性溶液中加入过氧化氢: $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
D. 用食醋溶解水垢: $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

9. 过氧化氢俗名双氧水,医疗上利用它有杀菌消毒作用来清洗伤口。对于下列涉及 H_2O_2 的反应(未配平), H_2O_2 仅体现氧化性的反应是()。

- A. $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}_2$ B. $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Ag} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
C. $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ D. $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

10. 有 M、N、P、E 四种元素,有下列实验事实:

- (1) $\text{M} + \text{N}^{2+} = \text{M}^{2+} + \text{N}$ (在溶液中反应)。
(2) $\text{P} + 2\text{H}_2\text{O} (\text{冷}) = \text{P}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$ 。
(3) N 和 E 相连放入 E 的硫酸盐溶液中,电极反应式为: $\text{E}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{E}$, $\text{N} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{N}^{2+}$ 。

根据以上事实,试判断它们还原性由强到弱的顺序,正确的是()。

- A. M、N、P、E B. M、N、E、P C. E、P、M、N D. P、M、N、E

11. 将一定量的 Fe 和 Fe_2O_3 的混合物投入 250 mL、1.8 mol/L 的 HNO_3 溶液中,当固体混合物

完全溶解后,在标准状况下生成 1.12 L NO(HNO_3 的还原产物仅此一种),再向反应后的溶液中加入 1.0 mol/L NaOH 溶液,若要使铁元素完全沉淀下来,所加入的 NaOH 溶液体积最少应为()。

- A. 300 mL B. 400 mL C. 450 mL D. 500 mL

12. 已知 Co_2O_3 在酸性溶液中易被还原成 Co^{2+} , Co_2O_3 、 Cl_2 、 FeCl_3 、 I_2 的氧化性依次减弱,下列反应在水溶液中不可能的是()。

- A. $3\text{Cl}_2 + 6\text{FeI}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 4\text{FeI}_3$ B. $\text{Cl}_2 + \text{FeI}_2 = \text{FeCl}_2 + \text{I}_2$
C. $\text{Co}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{CoCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ D. $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$

13. A、B、C、D、E 五种可溶性化合物,分别由阳离子 Fe^{3+} 、 Ba^{2+} 、 Al^{3+} 、 Na^+ 、 Ag^+ 和阴离子 NO_3^- 、 OH^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 中的各一组成(离子不重复),做如下实验:

- ①A 和 E 的溶液显碱性,0.1 mol/L A 溶液的 pH 小于 13;
②在 B 的溶液中逐滴加入氨水有白色沉淀生成,继续加氨水至过量,沉淀消失;
③在 C 的溶液中加入铁粉,溶液的质量增加;
④在 D 的溶液中加入过量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,没有沉淀。

(1)根据以上事实推断 A、B、E 的化学式:

A _____, B _____, E _____。

(2)写出③和④的离子方程式:

③ _____;

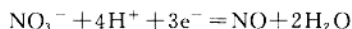
④ _____。

14. 有一无色透明的溶液可能含有 H^+ 、 Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Ag^+ 、 Cl^- 、 OH^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 HCO_3^- 离子,该溶液与铝反应放出的气体只有 H_2 ,该溶液存在的离子有两种组合情况。

(1)第一种组合:其中一定含有 _____ 离子,一定不存在 _____ 离子(水电离出的 H^+ 、 OH^- 忽略不计,下同)。

(2)第二种组合:其中一定含有 _____ 离子,一定不存在 _____。

15. 氧化还原反应中实际上包含氧化和还原两个过程。下面是一个还原过程的反应式:



KMnO_4 、 Na_2CO_3 、 Cu_2O 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 四种物质中的一种物质(甲)能使上述还原过程发生。

(1)写出该氧化还原反应的方程式: _____。

(2)反应中硝酸体现了 _____、_____ 性质。

(3)反应中若产生 0.2 mol 气体,则转移电子的物质的量是 _____ mol。

(4)若 1 mol 甲与某浓度较大的硝酸反应时,被还原硝酸的物质的量增加,原因是 _____。

16. 将几滴 KSCN 溶液(SCN^- 是“类卤离子”)加入酸性 Fe^{3+} 溶液中,溶液立即变成红色①,将此红色溶液分为两份,一份中加入 KMnO_4 溶液,红色褪去②;向另一份红色溶液中通入 SO_2 时红色也消失③,再滴加 KMnO_4 溶液,其紫色也褪去④。试解释以上四部分颜色变化的原因,并写出有关反应的离子方程式:

① _____, ② _____,

③ _____, ④ _____。

第2讲 物质的量

考情分析

1. 2009年安徽省高考考试说明相关知识

- (1)掌握物质的量、摩尔质量、物质的量浓度、气体摩尔体积的含义。
- (2)理解阿伏加德罗常数的含义。
- (3)掌握物质的量与微粒(原子、分子、离子等)数目、气体体积(标准状况下)之间的相互关系。
- (4)掌握有关物质的量、气体摩尔体积、溶液的物质的量浓度的计算。

2. 考试说明解读

本讲内容大多以选择题形式出现,重点是对有关物质的量概念的理解及灵活运用,涉及内容广泛,其中阿伏加德罗常数是命题的热点。考查考生对物质的量等相关概念的理解及简单的计算能力。同时考查考生思维的缜密性和灵活性。

3. 命题趋势及预测

- (1)以阿伏加德罗常数为载体,结合原子结构、电解质的电离、元素化合物等知识。考查对物质的量等相关概念的理解。
- (2)以物质的量为中心,涉及其他物理量的计算及阿伏加德罗定律与推论的应用。

专题整合

1. 物质的量

- (1)定义:表示含有一定数目粒子的集体;
- (2)符号: n ;
- (3)单位:摩尔,符号 mol;
- (4)1 mol 任何粒子(分子、原子、离子、电子、质子、中子)数与 $0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 中所含碳原子数相同;
- (5)架起微观粒子与宏观物质之间联系的桥梁。

2. 阿伏加德罗常数

- (1)定义:1 mol 任何粒子的粒子数叫阿伏加德罗常数;
- (2)符号: N_A ;
- (3) $0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 所含的碳原子数就是阿伏加德罗常数(N_A), 6.02×10^{23} 是它的近似值;
- (4)换算关系为: $N = n \times N_A$ 。

注意:叙述或定义摩尔时一般用“阿伏加德罗常数”,在具体计算时常取“ 6.02×10^{23} ”。

3. 摩尔质量

- (1)定义:单位物质的量物质所具有的质量叫摩尔质量;
- (2)符号: M ;
- (3)单位: g/mol 或 kg/mol;
- (4)若以 g/mol 为单位,数值上与该物质相对原子质量或相对分子质量相等;
- (5)计算公式: $m = n \times M$ 。

4. 气体摩尔体积

- (1)定义:标准状况下,单位物质的量气体所占的体积叫气体摩尔体积;
- (2)符号: V_m ;
- (3)单位: L/mol;
- (4)公式: $V(L) = V_m(L/mol) \times n(\text{mol})$ 。

5. 物质的量浓度

(1)定义:单位体积溶液中所含溶质B的物质的量来表示溶液组成的物理量叫溶质B的物质的量浓度。表达式: $c(B)=\frac{n(B)}{V}$ 。

注意:①体积是溶液的体积,不是溶剂的体积;②溶质可以是单质、化合物,也可以是离子或某种特定组合;③在一定浓度的溶液里取出任意体积的溶液,其浓度大小不变,所含溶质的质量改变。

(2)单位: mol/L。

(3)溶液的稀释与混合:

①溶液的稀释定律由溶质的质量稀释前后不变有: $m_{\text{浓}} \times \omega_{\text{浓}} = m_{\text{稀}} \times \omega_{\text{稀}}$;

由溶质稀释前后物质的量不变有: $c_{\text{浓}} \times V_{\text{浓}} = c_{\text{稀}} \times V_{\text{稀}}$ 。

②溶液在稀释或混合时,溶液的总体积不一定是二者混合的体积之和。如给出溶液混合后的密度,应根据质量和密度求体积。

(4)物质的量浓度与溶质质量分数 ω 的换算(ρ 为该溶液的密度):

$$c = \frac{1000 \rho \omega}{M}, \quad \omega = \frac{c M}{1000 \rho}。$$

(5)一定物质的量浓度溶液的配制:

主要仪器是容量瓶,容量瓶有各种不同的规格,一般有 100 mL、250 mL、500 mL 和 1000 mL 几种。

步骤:①计算:计算所需固体溶质质量或液体溶质的体积。②称量:用托盘天平称量固体溶质或用量筒量取液体体积。③溶解:将溶质加入小烧杯中,加适量水溶解。④移液洗涤:将已溶解而且冷却的溶液转移到容量瓶中,并用玻璃棒引流,再洗涤烧杯和玻璃棒 2~3 次,将洗涤液倒入容量瓶中。⑤定容:缓缓向容量瓶中注入蒸馏水,直到容量瓶液面接近刻度线 1~2 cm 时,改用胶头滴管滴加蒸馏水至溶液的凹液面正好与刻度线相切,盖好,反复上下颠倒,摇匀。最后将容量瓶中溶液转移到试剂瓶中备用。

6. 阿伏加德罗定律及其重要推论

由 $PV=nRT$ 可推知:在同温同压下,相同体积的任何气体含有相同数目的分子。

$$PV = nRT = \frac{m}{M}RT, \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}。$$

(1)定律:在相同温度和压强下,相同体积的任何气体都含有相同数目的分子,

即同温同压下: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{N_1}{N_2}$ 。

(2)重要推论:同温同压下: $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$; 同温同体积下: $\frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{N_1}{N_2}$ 。

(3)气体的密度和相对密度:

标准状况下: $\rho(\text{气体}) = \frac{M}{22.4 \text{ L/mol}}$ 。

A 气体对 B 气体的相对密度: $D(B) = \frac{\rho(A)}{\rho(B)} = \frac{M(A)}{M(B)}$ 。

(4)摩尔质量 M (或平均摩尔质量 $\bar{M}$):

$$M = 22.4 \text{ L/mol} \times \rho, \quad \bar{M} = \frac{n(A) \cdot M(A) + n(B) \cdot M(B) + \dots}{n(A) + n(B) + \dots},$$

$\bar{M} = M(A)\varphi(A) + M(B)\varphi(B) + \dots$ (φ 为体积分数)。

7. 有关物质的量的易错点

(1)阿伏加德罗定律也适用于混合气体。

(2)考查气体摩尔体积时,常用在标准状况下非气态的物质来迷惑考生,如 H_2O 、 SO_3 、己烷、 CHCl_3 、乙醇等。