

国家级示范高中



启东中学内部讲义 高考化学专题教程

走向清华、北大

江苏省启东中学是国家级示范高中，近年来，全校高考成绩始终在全省乃至全国处于领先地位。在2001年高考中，全校理科生平均分为597.12，文科生平均分为593.40，分别江苏省第三和第一位；全校本科上线率达99.6%，重点大学的上线率达96.9%，列江苏省第一位；学校的一个班中，有12名同学考取清华大学，3名同学考取北京大学，该班高考平均分高达646分，列全国第一；全校有39人列入教育部公布的2001年保送生名单，遥遥领先于全国所有重点中学。

丛书主编 / 启东中学校长 王生

奥林匹克

江苏省启东中学

QIDONG FOREIGN LANGUAGE SCHOOL

中国大百科全书出版社

启东中学内部讲义

高考化学专题教程

Gao Kao Hua Xue Zhuan Ti Jiao Cheng

《启东中学内部讲义》编委会

丛书主编:王生 (江苏省启东中学校长兼党总支书记、特级教师、教育管理博士)

丛书副主编:王安平 (江苏省启东中学党总支副书记)

黄炳勋 (江苏省启东中学副校长)

钱宏达 (江苏省启东中学副校长)

徐慕家 (江苏省启东中学党总支副书记)

丛书执行主编:张国声 (江苏省启东中学教育科学研究室副主任)

丛书编委:王生 王安平 黄炳勋 钱宏达 徐慕家 杨正杰 陈杰 陈仲刘

黄蔚 卢卫忠 黄祥 范小辉 沈平 陆斌 汤宏群 张国声

顾云松 邢正贤 邢标 吴伟丰 陈允飞 谢光明 邱志明 曹瑞彬

本册主审:钱宏达

本册主编:吴伟丰

本册副主编:苏俭生

本册编委:钱宏达 吴伟丰 苏俭生 朱圣辉 龚娟 徐晓勇

(以上作者分别为江苏省启东中学各学科特高级教师及奥赛金牌教练)

* * * * *

丛书总编:毛文凤 (华东师范大学哲学博士)

中国大百科全书出版社

图书在版编目(CIP)数据

启东中学内部讲义·高考化学专题教程/王生主编. -北京:中国大百科全书出版社,2002.1

ISBN 7-5000-6520-5

I. 高… II. 王… III. 化学课-高中-升学参考资料 IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 084685 号

责任编辑:岑 红

封面设计:可 一

启东中学内部讲义
高考化学专题教程

*

中国大百科全书出版社出版发行

<http://www.ecph.com.cn>

(北京阜成门北大街 17 号 邮编:100037)

安徽芜湖金桥印刷有限责任公司印刷

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 14.5 字数 233 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

印数:1-10,000 册

ISBN 7-5000-6520-5/G·417

定 价:16.00 元

序

王生

“3+X”是我国高校招生考试制度改革的重要举措，这一举措在考试内容上突出了对学生能力和综合素质的考查。这一改革的根本目的是为了全面推进以德育为核心，以创新精神和实践能力培养为重点的素质教育，从而减轻学生过重负担，提高教学质量和效果。

教学质量是怎么来的？教学质量是在教学过程中产生的，备课、上课、作业、辅导、复习、考查等若干教学环节，环环相扣组成教学单元；若干教学单元首尾相接组成一定的教学周期；若干教学周期循环往复，螺旋上升，构成完整的教学过程。我们这套高考复习资料就是从如何进一步地提高教学质量入手，配以我校广大教师对新高考模式的深入研究编写的，因而具有极强的针对性、指导性、实战性。

近几年来，江苏省启东中学全面贯彻党的教育方针，把“坚持全面发展，培养特色人才，为学生的终身发展奠基”作为自己的办学理念，积极实施素质教育，教育教学工作一年一个新台阶，创造出一个又一个让世人瞩目、使国人鼓舞的辉煌业绩。学校连续多年在全国数、理、化、生等学科竞赛中独占鳌头，高考本科上线率接近100%，其中重点大学上线率超过95%。继去年我校创造了一个班有10名同学考取清华大学的奇迹后，2001届高三取得的成绩更是令人惊叹不已：一个班有12名同学考取清华大学，3名同学考取北京大学，班高考平均分达646分；在教育部公布的今年符合保送条件的学生名单中，我校以39人遥遥领先于全国所有重点中学；2001届全校理科均分597.12，文科均分593.40，比省平均线高出97.12分和113.4分，分别列全省第三、第一，本科上线率达99.6%，其中重点大学上线率达96.9%。

2001年7月上旬，从土耳其安塔利亚市和美国华盛顿分别传来喜讯，在刚刚结束的第32届国际中学生物理奥林匹克竞赛和第42届国际中学生数学奥林匹克竞赛中，我校高三学生施陈博和陈建鑫双双夺得金牌，这是我校继毛蔚、陈宇翱、蔡凯华、周璐同学在国际中学生学科竞赛中夺得两金两银之后，在素质教育中取得的又一丰硕成果，三年取得“四金二银”的优秀成绩，为我校教育创下新的辉煌。

在实行高校招生制度改革的过程中,更新教学资料、改革教学方法、探索教学模式、提高教学质量是摆在广大教育工作者面前的一项重要而紧迫的工作。为此,我们组织学校一线教师系统整理编写了这套高考一、二、三轮复习资料,该套资料全面总结了我校近几年来高三一线教师教学方面的智力成果,较好地应答了在新的高考形势下,如何提高学生的知识水平、能力水平和素质水平。总结这些经验,将会使名校的教育资源在更大范围内得以推广和利用,同时也方便了很多一直向我校索要试卷及资料的其他兄弟学校。因此,这套丛书的编写工作,我觉得很有意义。

全套资料按高三的教学和复习进度,分成一、二、三轮,其中每轮又分语文、数学、英语、政治、历史、地理、物理、生物、化学、文科综合、理科综合和文理大综合等分册。各册编写教师经过不断推敲,反复斟酌,认真梳理,努力使各分册从形式到内容都适应高考的要求。全套资料从培养学生创新能力和实践能力出发,精编、精选、精析了大量试题,其中包括了我们学校这么多年来之所以取得骄人战绩的“内部原创题”,现在我们把这些经验和“秘笈”毫无保留地奉献出来,希望它们能成为广大考生叩开大学之门的成功法宝。

最后,我们由衷地企盼这套由我们学校第一次正式出面组织编写的高考复习资料能对广大备考师生有所裨益,同时也希望广大师生多提宝贵意见和建议,我们将及时修订改正,推陈出新,奉献社会。

(作者系江苏省启东中学校长兼党总支书记、特级教师、教育管理博士)

编写说明

《启东中学内部讲义·高考各科专题教程》丛书，共分语文、数学、英语、物理、化学、生物、政治、历史、地理九个分册。各分册的编写人员均是我们启东中学从事高三教学的骨干教师，我们根据多年来实际带班复习的经验，以专题归类的形式把高中各科繁杂的内容明晰化、条理化、概念化、规律化；专题关注各学科高考重点、热点、难点，突出学科知识在时代、社会、科技中的运用，专题后面配有强化训练，让同学们在训练中熟记考试内容，掌握应试技巧，提高综合素质。

丛书编写依据《教学大纲》和《考试说明》的要求，贴近教学实际，贴近高考，充分体现了高考二轮复习的系统性、深刻性、启发性、层次性和科学性，有很强的可操作性。

丛书编写过程中，我们注重学科知识点与面的结合，试题编制巧妙，题型新颖，设计规范，立意创新，答案科学，资料详实，并最大程度地体现今后高考改革命题方向，实为广大高考师生不可或缺的参考资料。

由于时间的限制，及作者本身认识和实践水平所限，本丛书中定有许多不足和疏漏之处，恳请广大读者提出批评和修改意见。

编者

目 录

第一单元	基本概念和基本理论	/1
专题一	质量守恒定律 阿伏加德罗常数及定律	/1
专题二	氧化还原反应	/6
专题三	物质结构 元素周期律	/12
专题四	化学键与晶体结构	/19
专题五	水的电离和溶液的 pH	/26
专题六	化学反应速率和化学平衡图像	/31
专题七	电化学	/37
专题八	离子共存 离子方程式	/42
专题九	溶液中粒子浓度大小的比较	/47
第一单元	综合测试	/51
第二单元	元素及其化合物	/55
专题十	非金属知识规律	/55
专题十一	金属知识规律	/60
专题十二	无机物的推断及检验	/64
第二单元	综合测试	/69
第三单元	有机化学	/73
专题十三	同系物及同分异构体	/73
专题十四	有机物之间的衍变关系	/80
专题十五	有机物的性质、推断、鉴别及合成	/89
专题十六	糖类 油脂 蛋白质 合成材料	/96
第三单元	综合测试	/105
第四单元	化学实验	/111
专题十七	实验基础知识和基本操作、技能	/111
专题十八	实验设计和评价	/118
第四单元	综合测试	/124
第五单元	化学计算	/131
专题十九	化学计算中的方法和技巧	/131
专题二十	综合计算	/139
第五单元	综合测试	/146
第六单元	化学与科学、技术、社会(STS)	/149
专题二十一	环境保护	/149
专题二十二	化工生产和生活中的化学问题	/155
专题二十三	化学与现代科技	/162
专题二十四	诺贝尔奖	/166
专题二十五	学科间综合渗透	/171
第六单元	综合测试	/183
高考化学模拟试卷		/188
高考理科综合模拟试卷		/193
高考文理大综合模拟试卷		/199
参考答案		/205

第一单元 基本概念和基本理论

专题一 质量守恒定律 阿伏加德罗常数及定律

考试大纲要求

1. 理解质量守恒定律的涵义。
2. 理解阿伏加德罗常数的涵义。了解气体摩尔体积的涵义。

知识规律总结

一、质量守恒定律

1. 内容

参加化学反应的物质的质量总和等于反应后生成的物质的质量总和。

2. 实质

化学反应前后元素的种类和原子的个数不发生改变。

二、阿伏加德罗定律

1. 内容

在同温同压下,同体积的气体含有相同的分子数。即“三同”定“一同”。

2. 推论

(1) 同温同压下, $V_1/V_2 = n_1/n_2$

(2) 同温同体积时, $p_1/p_2 = n_1/n_2 = N_1/N_2$

(3) 同温同压等质量时, $V_1/V_2 = M_2/M_1$

(4) 同温同压同体积时, $W_1/W_2 = M_1/M_2 = \rho_1/\rho_2$

注意:①阿伏加德罗定律也适用于不反应的混合气体。②使用气态方程 $PV = nRT$ 有助于理解上述推论。

三、阿伏加德罗常数

物质的量是以阿伏加德罗常数来计量的,0.012kg 碳-12 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。

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} 。

思维技巧点拨

一、质量守恒定律的直接应用

【例 1】 有一在空气里暴露过的 KOH 固体样品,经分析其含水 7.65%,含 K_2CO_3 4.32%,其余是 KOH。若将 a g 样品放入 b mL 1 mol/L 的盐酸中,使其充分作用后,残酸用 25.25 mL c mol/L 的 KOH 溶液恰好中和完全。蒸发所得溶液,得到固体质量的表达式中(单位 g)

- A. 只含有 a B. 只含有 b C. 必含有 b D. 一定有 a 、 b 和 c

☉ 专题一 质量守恒定律 阿伏加德罗常数及定律

【解析】 本题如使用 Cl 原子守恒的方法可大大简化解题步骤。由题意,反应后溶液为 KCl 溶液,其中的 Cl^- 来自盐酸,所以所得 KCl 固体的物质的量与 HCl 的物质的量相等,即为 0.0016mol ,质量为 0.07456g 。如果解题时使用 $a\text{g}$ 这个数据,也能获得答案,此时答案中也会含有 b ,请读者自行解答。

本题正确答案为 C。

【例 2】 在一定条件下, 16gA 和 22gB 恰好反应生成 C 和 4.5gD 。在相同条件下, 8gA 和 15gB 反应可生成 D 和 0.125molC 。从上述事实可推知 C 的式量为_____。

【解析】 根据质量守恒定律,当 16gA 与 22gB 恰好反应生成 4.5gD 的同时,生成 C 的质量应为 $16+22-4.5=33.5\text{g}$,当 8gA 和 15gB 反应时,根据判断 B 是过量的, A 与 C 的质量关系应是 $16:33.5=8:x$, $x=16.75\text{g}$, $M_C=16.75\text{g}/0.125\text{mol}=134\text{g/mol}$,即 C 的式量为 134。

二、阿伏加德罗常数的直接应用

【例 3】 下列说法正确的是(N_A 表示阿伏加德罗常数)

A. 标准状况下,以任意比例混合的甲烷和丙烷混合物 22.4L ,则所含有的分子数为 N_A

B. 标准状况下, 1L 辛烷完全燃烧后,所生成气态产物的分子数为 $\frac{8}{22.4}N_A$

C. 常温常压下,活泼金属从盐酸中置换出 1molH_2 时发生转移的电子数为 $2N_A$

D. 常温常压下, 1mol 氦气含有的核外电子数为 $4N_A$

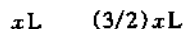
【解析】 阿伏加德罗定律所述的气体包括混合气体。标准状况下, 22.4L 混合气体所含有的分子数为 N_A ,所以选项 A 正确。标准状况下,辛烷是液体,不能使用标准状况下气体的摩尔体积 22.4L/mol 这一量,所以 1L 辛烷的物质的量不是 $1/22.4\text{mol}$,选项 B 错误。每生成 1molH_2 时必有 2molH^+ 获得 2mol 电子,即转移电子数为 $2N_A$,选项 C 正确。1 个氦原子核外有 4 个电子,氦气是单原子分子,所以 1mol 氦气含有 4mol 电子,这与外界温度和压强无关,所以选项 D 正确。本题正确答案为 A, C, D。

三、阿伏加德罗定律与化学方程式计算的综合应用

【例 4】 在一定条件下,有 $a\text{L O}_2$ 和 O_3 的混合气体,当其中的 O_3 全部转化为 O_2 时,体积变为 $1.2a\text{L}$,求原混合气中 O_2 和 O_3 的质量百分含量。

【解析】 由阿伏加德罗定律,结合化学方程式的意义可知,化学方程式中气体化学式的系数比等于其体积比,所以此题实际上是阿伏加德罗定律的应用题。

设混合气体中 O_3 占 $x\text{L}$,则 O_2 为 $(a-x)\text{L}$



$(3/2)x + (a-x) = 1.2a$, 解得 $x = 0.4a$

根据阿伏加德罗定律: $n(\text{O}_3):n(\text{O}_2)$, $V(\text{O}_2):V(\text{O}_2)$, $0.4a:0.6a = 2:3$

$$w(\text{O}_3) = \frac{3 \times 32}{(2 \times 48) + (3 \times 32)} \times 100\% = 50\%, w(\text{O}_2) = 1 - 50\% = 50\%。$$

四、阿伏加德罗定律与质量守恒定律的综合应用

【例 5】 在某温度时,一定量的元素 A 的氢化物 AH_3 在一定体积密闭容器中可完全分解成两种气态单质,此时压强增加了 75%。则 A 单质的一个分子中有_____个 A 原子, AH_3 分解反应的化学方程式为_____。

【解析】 由阿伏加德罗定律的推论:相同温度和压强时, $p_1/p_2 = N_1/N_2$ 得反应前后气体的分子数之比为 $1:1.75 = 4:7$,可理解为反应式左边气体和反应式右边气体系数之和的比为 $4:7$,再按氢原子守恒不妨先将反应式写为 $4\text{AH}_3 \longrightarrow \text{A}_x + 6\text{H}_2$,再由 A 原子守恒得 A 右下角的数字为 4。

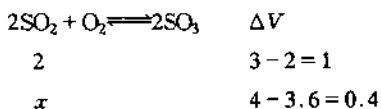
本题答案为: $4, 4\text{AH}_3 \longrightarrow \text{A}_4 + 6\text{H}_2$ 。

五、阿伏加德罗定律与化学平衡的综合应用

【例6】 1体积SO₂和3体积空气混合后,在450℃以上通过V₂O₅催化剂发生如下反应:2SO₂(气)+O₂(气)⇌2SO₃(气),若在同温同压下测得反应前后混合气体的密度比为0.9:1。则反应掉的SO₂是原有SO₂的_____ %。

【解析】 由阿伏加德罗定律的推论可知: $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{V_1}{V_2}$, $V_2 = 0.9 \times (3 + 1) = 3.6$ 体积。

设参加反应的SO₂为x体积,由差量法



2:1=x:0.4 解得 x=0.8 体积,所以反应掉的体积是原有SO₂的 $\frac{0.8}{1} \times 100\% = 80\%$ 。

六、阿伏加德罗定律与热化学方程式的综合应用

【例7】 将4g甲烷和适量氧气混合后通入一密闭容器中,点燃使之恰好完全反应,待恢复到原温度后,测得反应前后压强分别为 $3.03 \times 10^5 \text{ Pa}$ 和 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$,同时又测得反应共放出222.5kJ热量。试根据上述实验数据,写出该反应的热化学方程式。

【解析】 书写热化学方程式有两个注意事项:一是必须标明各物质的聚集状态,二是注明反应过程中的热效应(放热用“+”,吸热用“-”)。要写本题的热化学方程式,需要解决两个问题,一是水的状态,二是反应过程中对应的热效应。由阿伏加德罗定律的推论可知: $\frac{p_1}{p_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{3.03 \times 10^5}{1.01 \times 10^5} = \frac{3}{1}$,根据甲烷燃烧反应的化学方程式可知,水在该状态下是液体(想一想,如为气体则反应前后的压强比应为多少?),因4g甲烷燃烧时放出222.5kJ热量,则1mol甲烷燃烧时放出的热量为 $\frac{222.5}{4} \times 16 = 890 \text{ kJ}$ 。

本题答案为: $\text{CH}_4(\text{气}) + 2\text{O}_2(\text{气}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{气}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + 890 \text{ kJ}$

能力突破训练

一、选择题

1. 根据化学反应 $\text{A} + \text{B} \longrightarrow \text{C} + \text{D}$ 中,某学生作了如下四种叙述:①若 $m \text{ g A}$ 与 B 充分反应后生成 $n \text{ g C}$ 和 $w \text{ g D}$,则参加反应的 B 的质量为 $(m + n - w) \text{ g}$;②若 $m \text{ g A}$ 和 $n \text{ g B}$ 完全反应,生成的 C 和 D 的总质量是 $(m + n) \text{ g}$;③若取 A 、 B 各 $m \text{ g}$,则反应生成 C 和 D 的质量总和不一定为 $2m \text{ g}$;④反应物 A 、 B 的质量比一定等于 C 、 D 的质量比 ()

A. ①②③ B. ②③④ C. ①④ D. ②③

2. 现有 A 、 B 、 C 三种化合物,各取 40 g 相混合,完全反应后,得 $\text{B} 18 \text{ g}$, $\text{C} 49 \text{ g}$,还有 D 生成。已知 D 的式量为 106 。现将 22 g A 和 11 g B 反应,能生成 D ()

A. 1 mol B. 0.5 mol C. 0.275 mol D. 0.25 mol

3. 质量为 25.4 g 的 KOH 和 KHCO_3 混合物先在 250°C 加热,冷却后发现混合物质量损失 4.9 g ,则原混合物中 KOH 和 KHCO_3 的组成为 ()

A. 物质的量 $\text{KOH} = \text{KHCO}_3$ B. 物质的量 $\text{KOH} > \text{KHCO}_3$
C. 物质的量 $\text{KOH} < \text{KHCO}_3$ D. $\text{KOH} < \text{KHCO}_3$ 的任意比

4. 在反应 $\text{X} + 2\text{Y} \longrightarrow \text{R} + \text{M}$ 中,已知 R 和 M 的摩尔质量之比为 $22:9$,当 1.6 g X 与 Y 完全反应后,生成 4.4 g R ,则此反应中 Y 和 M 的质量之比为 ()

A. $16:9$ B. $32:9$ C. $23:9$ D. $46:9$

5. 设 N_A 表示阿伏加德罗常数,下列说法正确的是 ()

☐ 专题一 质量守恒定律 阿伏加德罗常数及定律

- A. 1L 1mol/L 的 Na_2CO_3 溶液中含 CO_3^{2-} $0.1N_A$
 B. 标准状况下, 22.4L SO_3 含分子数为 N_A
 C. 常温下 100mL 0.1mol/L 醋酸溶液中含醋酸分子 $0.01N_A$
 D. 0.1mol Na_2O_2 与足量水反应转移电子数 $0.1N_A$

6. 设阿伏加德罗常数为 N_A , 标准状况下, 某种 O_2 和 N_2 的混合气体 m g 含有 b 个分子, 则 n g 该混合气体在相同条件下所占的体积(L) 应是 ()

- A. $\frac{22.4nb}{mN_A}$ B. $\frac{22.4mb}{nN_A}$ C. $\frac{22.4nN_A}{mb}$ D. $\frac{nbN_A}{22.4m}$

7. n mol N_2 和 n mol ^{14}CO 相比较, 下列叙述中正确的是 ()

- A. 在同温同压下体积相等 B. 在同温同压下密度相等
 C. 在标准状况下质量相等 D. 分子数相等

8. 常温常压下, 某容器真空时质量为 201.0g, 当它盛满甲烷时质量为 203.4g, 而盛满某气体 Y 时质量为 205.5g, 则 Y 气体可能是 ()

- A. 氧气 B. 氮气 C. 乙烷 D. 一氧化氮

9. 同温同压下, 1 体积氮气和 3 体积氢气化合生成 2 体积氨气。已知氮气和氢气都由最简单分子构成, 推断它们都是双原子分子和氨的化学式的主要依据是 ()

①阿伏加德罗定律; ②质量守恒定律; ③原子或分子数只能为整数; ④化合价规则

- A. ①③ B. ①②③ C. ①②④ D. ①②③④

10. 将空气与 CO_2 按 5:1 体积比混合, 跟足量的赤热的焦炭充分反应, 若反应前后温度相同, 则在所得气体中, CO 的体积百分含量为(假设空气中氮、氧体积比为 4:1, 其它成分可忽略不计) ()

- A. 29% B. 43% C. 50% D. 100%

二、非选择题

11. 在一密闭容器中盛有 H_2 、 O_2 、 Cl_2 组成的混合气体, 通过电火花引爆后, 三种气体恰好完全反应。经充分反应后, 测得所得溶液的质量分数为 33.4%, 则原混合气中三种气体的体积比是_____。

12. 已知 A、B 两种气体在一定条件下可发生反应: $2A + B \rightleftharpoons C + 3D + 4E$ 。现将相对分子质量为 M 的 A 气体 m g 和足量 B 气体充入一密闭容器中恰好完全反应后, 有少量液滴生成; 在相同温度下测得反应前后压强分别为 $6.06 \times 10^5 \text{Pa}$ 和 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$, 又测得反应共放出 $Q \text{kJ}$ 热量。试根据上述实验数据写出该反应的热化学方程式:

13. 化合物 A 是一种不稳定的物质, 它的分子组成可用 O_xF_y 表示。10mL A 气体能分解生成 15mL O_2 和 10mL F_2 (同温同压)。

(1) A 的化学式是_____, 推断理由是_____。

(2) 已知 A 分子中 x 个氧原子呈 $\cdots\text{O}-\text{O}-\text{O}\cdots$ 链状排列, 则 A 分子的电子式是_____, A 分子的结构式是_____。

14. A、B 两种金属元素的相对原子质量之比是 8:9。将两种金属单质按物质的量之比为 3:2 组成 1.26g 混合物。将此混合物与足量稀硫酸溶液反应, 放出 1.344L (标准状况) 氢气。若这两种金属单质在反应中生成氢气的体积相等, 则 A 的摩尔质量是_____, B 的摩尔质量是_____。

15. 氢气和氧气的混合气体, 在 120°C 和一定压强下体积为 a L, 点燃后发生反应, 待气体恢复到原来的温度和压强时测得其体积为 b L, 原混合气体中氢气和氧气各是多少升?

16. 测定人呼出气体中 CO_2 的含量时, 将 100mL 呼出的气体通入 50.0mL $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中, 使其完全吸收, 过滤后取 20.0mL 澄清溶液, 用 0.100mol/L 盐酸滴定, 当耗掉 20.4mL 盐酸时, 恰好完全反应。另取 20.0mL 原 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 用同种盐酸滴定耗去 36.4mL 盐酸时, 恰好完全反应。试计算人呼出气体中 CO_2

的体积分数(气体体积均在标准状况下测定)。

17. 用电解法根据电极上析出物质的质量来验证阿伏加德罗常数值, 其实验方案的要点为:

①用直流通电电解氯化铜溶液, 所用仪器如图 1-1 所示。

②在电流强度为 I A(安), 通电时间为 t s 后, 精确测得某电极上析出的铜的质量为 m g。

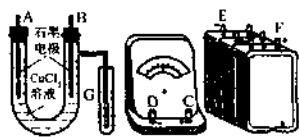


图 1-1

试回答:

(1)连接这些仪器的正确顺序为(用图中标注仪器接线柱的英文字母表示, 下同): E 接 _____, C 接 _____, _____ 接 F。

实验线路中的电流方向为 _____ → _____ → _____ → C → _____ → _____。

(2)写出 B 电极上发生反应的离子方程式: _____; G 试管中淀粉 KI 溶液变化的现象为 _____; 相应的离子方程式是 _____。

(3)为精确测定电极上析出铜的质量, 所必需的实验步骤的先后顺序应是 _____。

①称量电解前电极质量; ②刮下电解后电极上的铜并清洗; ③用蒸馏水清洗电解后电极; ④低温烘干电极后称量; ⑤低温烘干刮下的铜后称量; ⑥再次低温烘干后称量至恒重。

(4)已知电子的电量为 1.6×10^{-19} C。试列出阿伏加德罗常数的计算表达式:

$N_A =$ _____。

18. 将标况下 1L 由 CO 和某气态单烯烃的混合气体与 9L O_2 混合。点燃、充分燃烧后在压强不变、温度为 409.5K 时, 测得气体的总体积为 15L。试求该烯烃的分子式以及它在混合气体中占的体积分数。

专题二 氧化还原反应

考试大纲要求

理解氧化和还原、氧化性和还原性、氧化剂和还原剂等概念。能判断氧化还原反应中电子转移的方向和数目,并能配平反应方程式。

知识规律总结

一、氧化还原反应中的有关判断

1. 氧化还原反应、氧化剂和还原剂、氧化产物和还原产物的判断

氧化还原反应的实质是电子的转移,特征是反应前后元素的化合价发生了变化。我们判断某反应是否为氧化还原反应可根据反应前后元素的化合价是否发生了变化这一特征。氧化还原反应中的概念一般是成对出现的,理清概念是解决问题的关键。

表 2-1 氧化还原反应中反应物与生成物的关系

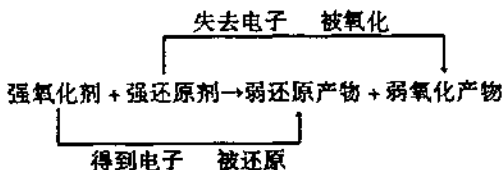
反应物	变化特点	生成物
还原剂	失、高、氧	氧化产物
氧化剂	得、低、还	还原产物

2. 氧化性、还原性强弱的判断

(1) 根据元素的化合价

物质中元素具有最高价,该元素只有氧化性;物质中元素具有最低价,该元素只有还原性;物质中元素具有中间价,该元素既有氧化性又有还原性。对于同一种元素,价态越高,其氧化性就越强;价态越低,其还原性就越强。

(2) 根据氧化还原反应方程式



在同一氧化还原反应中,氧化性:氧化剂 > 氧化产物

还原性:还原剂 > 还原产物

氧化剂的氧化性越强,则其对应的还原产物的还原性就越弱;还原剂的还原性越强,则其对应的氧化产物的氧化性就越弱。

(3) 根据金属活动性顺序表

在金属活动性顺序表中,金属的位置越靠前,其还原性就越强(铂金除外);金属的位置越靠后,其阳离子的氧化性就越弱。

(4) 根据元素周期表

同周期元素,随着核电荷数的递增,氧化性逐渐增强,还原性逐渐减弱。同主族元素,随着核电荷数的递增,氧化性逐渐减弱,还原性逐渐增强。

(5) 根据反应的难易程度

氧化还原反应越容易进行(表现为反应所需条件越低),则氧化剂的氧化性和还原剂的还原性就越强。

(6)其它条件

一般溶液的酸性越强或温度越高,则氧化剂的氧化性和还原剂的还原性就越强,反之则越弱。

注意:①氧化还原性的强弱只与该原子得失电子的难易程度有关,而与得失电子数目的多少无关。得电子能力越强,其氧化性就越强;失电子能力越强,其还原性就越强。

②同一元素相邻价态间不发生氧化还原反应。

二、氧化还原反应方程式的配平

1. 依据原则

在氧化还原反应中,元素得到电子的总数(或化合价升降的总数)相等。

2. 配平方法

一标、二找、三定、四平、五查。

思维技巧点拨

一、氧化性和还原性强弱的判断

【例1】 根据反应式:(1) $2Fe^{3+} + 2I^- \rightleftharpoons 2Fe^{2+} + I_2$, (2) $Br_2 + 2Fe^{2+} \rightleftharpoons 2Br^- + 2Fe^{3+}$,可判断离子的还原性从强到弱的顺序是

- A. Br^- 、 Fe^{2+} 、 I^- B. I^- 、 Fe^{2+} 、 Br^- C. Br^- 、 I^- 、 Fe^{2+} D. Fe^{2+} 、 I^- 、 Br^-

【解析】 对于反应:氧化剂+还原剂 \rightleftharpoons 氧化产物+还原产物,有以下规律:还原剂的还原性>还原产物的还原性,氧化剂的氧化性>氧化产物的氧化性。由反应式(1)可知 $I^- > Fe^{2+}$,由反应式(2)可知 $Fe^{2+} > Br^-$ 。本题正确答案为B。

【例2】 G、Q、X、Y、Z均为氯的含氧化合物,我们不了解它们的分子式(或化学式),但知道它们在一定条件下具有如下的转换关系(未配平):(1) $G \rightarrow Q + NaCl$ (2) $Q + H_2O \xrightarrow{\text{电解}} X + H_2$ (3) $Y + NaOH \rightarrow G + Q + H_2O$ (4) $Z + NaOH \rightarrow Q + X + H_2O$ 这五种化合物中氯的化合价由低到高的顺序为

- A. QGZYX B. GYQZX C. GYZQX D. ZXGYQ

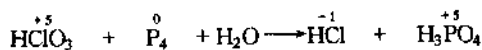
【解析】 根据氧化还原反应的特征可知,氧化还原反应中元素化合价有升必有降。由(1)得 $Q > G$,因为该反应为歧化反应,G中氯元素的化合价必介于Q和-1价氯之间。同理由(3)结合(1)得 $Q > Y > G$,由(2)得 $X > Q$,由(4)结合(2)得 $X > Z > Q$ 。本题正确答案为B。

二、氧化还原反应方程式配平的常见题型

1. 定项配平

【例1】 配平下列方程式,将系数填在空格内: $\square HClO_3 + \square P_4 + \square H_2O \rightarrow \square HCl + \square H_3PO_4$

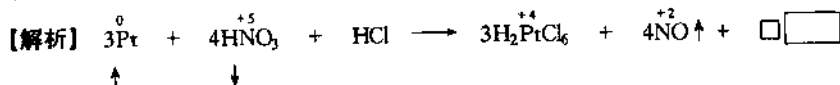
【解析】 分析反应前后Cl和P的化合价变化,每个氯原子由+5 \rightarrow -1,化合价升高数为6,而每个P原子化合价由0变为+5, P_4 中4个P原子降低数为20,由最小公倍数可得HClO₃前的系数为10, P_4 前的系数为3,其它元素原子的系数使用观察法配平。配平的中间步骤可表示如下:



本题答案: $10HClO_3 + 3P_4 + 18H_2O \rightleftharpoons 10HCl + 12H_3PO_4$

2. 缺项配平

【例2】 完成并配平下列化学方程式: $\square Pt + \square HNO_3 + \square HCl \rightarrow \square H_2PtCl_6 + \square NO \uparrow + \square \square$



专题二 氧化还原反应

4×3 3×4

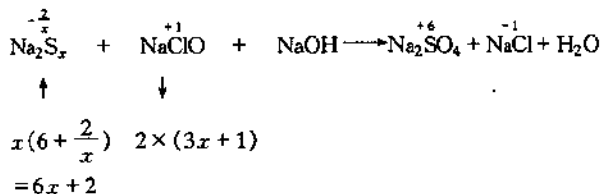
比较反应式两边的原子或原子团可知,右边有18个Cl⁻离子,左边只有1个Cl⁻离子,应在HCl前加18,再比较反应式两边H、O原子个数不等。可见未知生成物中含有氢、氧元素,未知物应为水,由原子个数守恒得系数为8。本题答案为: $3\text{Pt} + 4\text{HNO}_3 + 18\text{HCl} \longrightarrow 3\text{H}_2\text{PtCl}_6 + 4\text{NO}\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

3. 未知量配平

【例3】由硫可制得多硫化钠Na₂S_x,x值一般为2~6,已知Na₂S_x与NaClO反应的化学方程式如下:
 $\square\text{Na}_2\text{S}_x + \square\text{NaClO} + \square\text{NaOH} \longrightarrow \square\text{Na}_2\text{SO}_4 + \square\text{NaCl} + \square\text{H}_2\text{O}$

试配平上述方程式,若某多硫化钠在反应中消耗的NaClO和NaOH的物质的量之比为2:1,试以求得的x值写出该多硫化钠的分子式_____。

【解析】本题解答的关键必须正确标出Na₂S_x中硫的化合价,由化合物中化合价的代数和等于零这一原则得硫的化合价为 $-\frac{2}{x}$ 。分析反应前后元素的化合价变化情况,硫元素由 $-\frac{2}{x}$ 升高到+6价,每个硫原子净升高数为 $6 + \frac{2}{x}$,x个硫原子共升高 $6x + 2$,NaClO中氯元素的化合价由+1降到-1价,净降低数为2,根据最小公倍数可得Na₂S_x前的系数为1,NaClO和NaCl前的系数为 $3x + 1$ 。

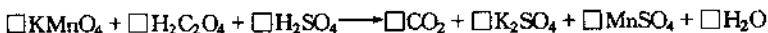


其它物质前面的系数使用观察法配平。根据 $(3x + 1)/(2x - 2) = 2$,算出 $x = 5$ 。

本题答案为: $1\text{Na}_2\text{S}_x + (3x + 1)\text{NaClO} + (2x - 2)\text{NaOH} \longrightarrow x\text{Na}_2\text{SO}_4 + (3x + 1)\text{NaCl} + (x - 1)\text{H}_2\text{O}$,
多硫化钠的化学式为Na₂S₅。

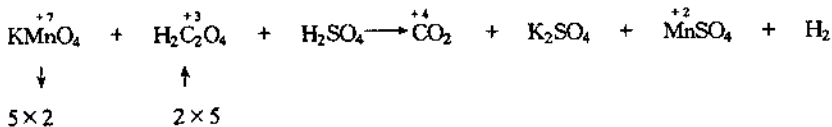
4. 有机氧化还原反应方程式配平

【例4】配平以下氧化还原反应方程式:

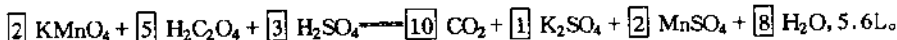


当KMnO₄消耗0.05mol时,产生的CO₂的体积为_____L(标准状况)。

【解析】有机氧化还原反应方程式的配平与无机氧化还原反应方程式相似,关键是正确标定有机物中碳的化合价。为了方便地标出碳的化合价,在遇到有机物用结构简式表示时,一定要把它写成分子式。



根据最小公倍数,可得KMnO₄和MnSO₄前的系数为2,H₂C₂O₄和CO₂前的系数为5,其它使用观察法配平。配平后的反应式可得关系式 $2\text{KMnO}_4 \sim 10\text{CO}_2$,设产生CO₂的体积为xL,由 $2:22.4 = 0.05:x$ 解得 $x = 5.6\text{L}$ 。本题正确答案为:



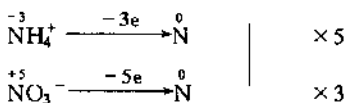
三、有关氧化还原反应的计算

【例5】一定条件下硝酸铵受热分解的未配平化学方程式为 $\text{NH}_4\text{NO}_3 \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$,在反应中被氧化与被还原的氮原子之比为

- A. 1:1 B. 5:4 C. 5:3 D. 3:5

【解析】本题使用电子守恒法解答比较简单。本反应的实质是NH₄⁺中-3价氮和NO₃⁻中+5价氮归

中变为 N_2 中的 0 价氮。



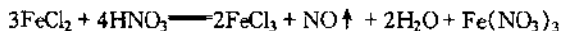
由上可知,被氧化与被还原的氮原子个数比为 5:3。本题正确答案为 C。

能力突破训练

一、选择题

- 已知锌与某浓度的硝酸反应,锌与 HNO_3 恰好完全反应时物质的量为 5:12,则还原产物一定是 ()
 A. N_2O B. NO C. NH_4NO_3 D. N_2
- 下列反应中,属于非氧化还原反应的是 ()
 A. $3CuS + 8HNO_3 \rightleftharpoons 3Cu(NO_3)_2 + 2NO \uparrow + 3S \downarrow + 4H_2O$
 B. $3Cl_2 + 6KOH \rightleftharpoons 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$
 C. $3H_2O_2 + 2KCrO_2 + 2KOH \rightleftharpoons 2K_2CrO_4 + 4H_2O$
 D. $3CCl_4 + K_2Cr_2O_7 \rightleftharpoons 2CrO_2Cl_2 + 2COCl_2 + 2KCl$
- $R_2O_8^{n-}$ 离子在一定条件下可以把 Mn^{2+} 离子氧化为 MnO_4^- ,若反应后 $R_2O_8^{n-}$ 离子变为 RO_4^- 离子。又知反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 5:2,则 n 的值是 ()
 A. 1 B. 2 C. 3 D. 4
- 已知某金属硝酸盐,在受热分解时生成了金属氧化物、二氧化氮与氧气。测得产物中 NO_2 与 O_2 的体积比为 6:1(同温同压下测得),试分析该硝酸盐分解时金属化合价的变化情况是 ()
 A. 升高 B. 降低 C. 不变 D. 不能确定
- 溴化碘的分子式为 IBr。它的化学性质活泼,能跟大多数金属反应,也能跟某些非金属单质反应,它跟水反应的化学方程式为 $H_2O + IBr \rightleftharpoons HBr + HIO$ 下列关于溴化碘的叙述中,不正确的是 ()
 A. 固态 IBr 是分子晶体
 B. 把 0.1mol IBr 加入水中配成 500mL 溶液,所得溶液中 Br^- 和 I^- 的物质的量浓度均为 0.2mol/L
 C. IBr 跟水的反应是一个氧化还原反应
 D. 在化学反应中,IBr 可以作为氧化剂
- 下列各组离子,在强碱性溶液中可以大量共存的是 ()
 A. K^+, Na^+, HSO_3^-, Cl^- B. $Na^+, Ba^{2+}, AlO_2^-, NO_3^-$
 C. $NH_4^+, K^+, Cl^-, NO_3^-$ D. K^+, Na^+, ClO^-, S^{2-}
- 20mL 0.05mol/L 含有 $R_2O_7^{2-}$ 离子的浓溶液恰好能将 20mL 0.3mol/L 的 Fe^{2+} 溶液完全氧化,则元素 R 在还原产物中的化合价为 ()
 A. +2 价 B. +3 价 C. +4 价 D. +5 价
- 将 KCl 和 $CrCl_3$ 两种固体混合物共熔,得化合物 X。X 由 K、Cr、Cl 三种元素组成。将 1.892g X 中的铬元素全部氧化成 $Cr_2O_7^{2-}$,后者可以从过量的 KI 溶液中氧化出 2.667g 碘单质 ($Cr_2O_7^{2-} + 6I^- + 14H^+ \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 3I_2 + 7H_2O$)。如果取溶有 1.892g X 的溶液加入过量 $AgNO_3$ 溶液,可得到 4.52g $AgCl$ 沉淀。则 X 的化学式为 ()
 A. $K_3Cr_2Cl_7$ B. $K_3Cr_2Cl_5$ C. $K_3Cr_2Cl_4$ D. K_3CrCl_4
- 根据下列反应判断有关物质还原性由强到弱的顺序是 ()
 $H_2SO_3 + I_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_4 + 2HI$ $2FeCl_3 + 2HI \rightleftharpoons 2FeCl_2 + 2HCl + I_2$

☐ 专题二 氧化还原反应



- A. $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{NO}$ B. $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{NO}$
 C. $\text{Fe}^{2+} > \text{I}^- > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{NO}$ D. $\text{NO} > \text{Fe}^{2+} > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{I}^-$

10. 今有下列三个氧化还原反应: ① $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} \longrightarrow 2\text{KCl} + 2\text{FeCl}_2 + \text{I}_2$ ② $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$ ③ $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \longrightarrow 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 若某溶液中有 Fe^{2+} 、 I^- 和 Cl^- 共存, 要氧化除去 I^- 而不影响 Fe^{2+} 和 Cl^- , 可加入的试剂是 ()

- A. Cl_2 B. KMnO_4 C. FeCl_3 D. HCl

二、非选择题

11. 针对以下四个涉及 H_2O_2 的反应(未配平), 填写空白:

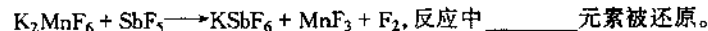
- A. $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_3 + \text{NaCl}$ B. $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{Ag} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 C. $\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ D. $\text{H}_2\text{O}_2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

(1) H_2O_2 仅体现氧化性的反应是 _____, 该反应配平的化学方程式为 _____。

(2) H_2O_2 既体现氧化性又体现还原性的反应是 _____。

(3) H_2O_2 体现弱还原性的反应是 _____。

12. (1) 1986 年, 化学上第一次用非电解法制得氟气, 试配平该反应的化学方程式:



(2) 氰 $(\text{CN})_2$ 、硫氰 $(\text{SCN})_2$ 的化学性质和卤素 (X_2) 很相似, 化学上称为拟卤素。它们阴离子的还原性强弱为 $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{CN}^- < \text{SCN}^- < \text{I}^-$ 。试写出

① $(\text{CN})_2$ 与 KOH 溶液反应的化学方程式:

_____;

② 在 NaBr 和 KSCN 的混合溶液中加入 $(\text{CN})_2$, 反应的离子方程式:

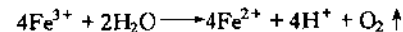
_____。

13. 铁酸钠 $(\text{Na}_2\text{FeO}_4)$ 是水处理过程中使用的一种新型净水剂, 它的氧化性比高锰酸钾更强, 本身在反应中被还原为 Fe^{3+} 。

(1) 配平制取铁酸钠的化学方程式: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{FeO}_4 + \text{NaNO}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, 反应中 _____ 元素被氧化, 转移电子总数为 _____;

(2) 铁酸钠之所以能净水, 除了能消毒杀菌外, 另一个原因是 _____。

14. 希尔(Hill, R.) 将分离出的叶绿体加到草酸高铁钾盐溶液中, 经过光照以后放出氧气, 同时草酸高铁被还原成草酸低铁。



试回答下列问题:

- (1) 希尔反应 _____ (填“是”或“不是”) 光反应;
 (2) 希尔实验中每生成 1 mol 氧气, 电子转移数目为 _____;
 (3) 希尔实验的主要意义是 _____。

15. 298K 时, 向 VL 真空容器内通入 $n \text{ mol SO}_2$ 和 $m \text{ mol H}_2\text{S}$ 。

- (1) 若 $n = 2$, 则当 $m =$ _____ 时, 反应后容器内气体的密度最小;
 (2) 若 $2n > m$, 则反应后氧化产物与还原产物的质量差为 _____ g;
 (3) 若 $5n = m$, 且反应后氧化产物与还原产物的质量和为 48g, 则 $n + m =$ _____。

16. 目前, 世界各国的不少科学家致力于研制高效、安全、无毒的饮用水消毒剂。

(1) 近年来, 某些自来水厂有用液氯进行消毒处理时还加入少量液氨, 其反应的化学方程式为:

