

四川省高考复习指导用书

四川省招生考试图书发行有限责任公司 编

MINGSHI JINGBIAN

高考直通车

名师精编

化学

考点透视

知识解析

分步练习

答案详解

命题趋势

方法集成

内含
四川高考真题
深度评析



中国出版集团 现代教育出版社

名师精编

四川省高考复习指导用书

高考直通车

四川省招生考试图书发行有限责任公司 编

化学



中国出版集团 现代教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

高考直通车. 化学/田间编. —北京:现代教育出版社, 2006. 8

ISBN 7-80196-350-4

I. 高... II. 田... 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(2006)第 093317 号

高考直通车——化学

主 编 田 间

出 版 现代教育出版社

责任编辑 王春霞

特约编辑 隆 宇

封面设计 范海荣

社 址 北京市朝阳区安定门外安华里 504 号 E 座

邮政编码 100029

发 行 四川新华文轩连锁股份有限公司

开 本 285mm×210mm 1/16 印张 15

印 刷 成都市辰生印务有限责任公司

版 次 2006 年 8 月第 1 版

印 次 2006 年 8 月第一次印刷

定 价 20.00 元

书 号 ISBN 7-80196-350-4

如发现印装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换

电 话 (028)88522071

前言

四川省高考复习指导用书·高考直通车

《高考直通车》系列丛书按高考科目分解为语文、数学、英语、历史、政治、地理、物理、化学、生物共九册，各学科均有吻合学科特点的编写框架，体现该学科具体的考试复习要求。作为四川考生高考复习指导用书，《高考直通车》汇集了四川省内各科名师最权威的教研成果和多年的辅导心得。

该丛书具有以下特点：

权威

——由四川省高考辅导资料的权威策划机构——四川省招生考试图书发行公司组织 29 位四川省特级教师、省市学科带头人倾力编写，尽显名校名师辅导精髓。

针对

——紧紧把握四川省高考自主命题方向，深度评析往年四川高考试题，展望当年四川高考自主命题趋势。

高效

——系统归纳、详细解读，精析精练，有效提升考生备考能力，助其在较短的时间内达到最佳的复习效果。

直达

——考点透视、方法集成、分步练习、命题猜想，步步为营，一脉贯通。

何谓“直通车”？省时、高效、直达目标，这就是《高考直通车》带给考生最直接的感受。

本套丛书虽经作者和编者反复审按、修改，也难免存在着疏忽和差漏之处，希望广大考生和读者批评指正。

《高考直通车》编写组

各科作者

语文

主 编	邓文光	成都树德中学	成都市学科带头人	语文教研组组长
	刘一中	双流中学	四川省特级教师	
编 写	陈光明	棠湖中学	四川省特级教师	语文教研组组长
	钟 毕	成都八中	四川省特级教师	语文教研组组长
	姜维平	绵阳南山中学	四川省特级教师	
	王启多	西北中学	成都市学科带头人	语文教研组组长
	唐 焱	成都石室中学	语文教研组组长	
	曾 伟	四川大学附中	语文教研组组长	
	廖 云	华西中学	语文教研组组长	
	熊光燕	熊星虎	罗小维	刘方敏 吴海音 王本志
	叶松林	陈 婷	杨小全	李 职 彭科友 姚远富
	阳小波	田雪梅	王 焰	廖文明 邓晓燕

数学

主 编	刘裕文	彭州中学	全国著名教育专家	四川省特级教师
	殷相刚	成都石室中学		
副主编	黎方平	成都石室中学		
	许 勇	成都七中	四川省学科带头人	数学教研组组长
编 写	卢建义	自贡蜀光中学	四川省特级教师	
	青久俊	南充高中	四川省特级教师	数学教研组组长
	刘 杰	南充周口中学	四川省特级教师	
	陆 珂	魏 华	方廷刚	颜红梅 傅雪惠 张 明
	王永忠	陈明芬		

英语

主 编	雷家端	成都七中	四川省特级教师	
	倪 蓉	成都石室中学	成都市学科带头人	
副主编	李作诗	成都树德中学	成都市学科带头人	
	闫燕萍	成都七中		
编 写	彭长贵	成都实验外国语学校	英语教研组组长	
	杨 惠	成都七中	成都市学科带头人	
	陶家跃	倪 弛	张 弛	马智慧 刘 钰 朱文英
	王国民	罗健康	刘凯华	刘 涛 刘 婷 贾朝艳
	陈遐龄	李 洁	贺小燕	涂 鸣 田 涛 彭长江
	欧祖铭	翟启航	李 娟	廖 薇 马怀平 马剑琴
	黄林海	胡 琴	李白莲	

历史

主 编	崔新萍	盐道街中学	四川省特级教师	
编 写	李 都	成都七中	四川省特级教师	
	王开元	成都七中	成都市学科带头人	
	刘建国	张力生 游 恒	刘莉华 王德伍 陈 诚	

政治

主 编	王德强	成都十八中	四川省特级教师	
编 写	陈永洪	曾春人 范 勇	兰贵文 刘贵成 毛有余	
	蒲 松	吴 峨 王 平	余国东 于 宁 邓西红	
	张贵平	邹成林 章映剑		

地理

主 编	肖本朴	四川大学附中	成都市学科带头人	
	张建国	成都树德中学	成都市学科带头人	
编 写	钟世茂	刘家永 邓 杰	袁 蓉	

生物

主 编	孙会敏	四川师范大学附中		
编 写	赵广宇	四川大学附中	四川省特级教师	
	文 宗	成都七中	成都市学科带头人	
	吴光举	玉林中学	成都市学科带头人	
	蒋 毅	程 宇 郑达钊	陈 亮 胥芸萍 徐爱琳	

化学

主 编	田 间	成都石室中学	成都市学科带头人	
编 写	杨为民	四川大学附中		
	王 勇	谭丽花 李 胜	甘大祥 周富光 伍学文	

物理

主 编	周昌鲜	成都石室中学	四川省特级教师	
副主编	夏 进	成都七中	成都市学科带头人	物理教研组组长
	何建明	成都石室中学		
编 写	陈吉萍	成都树德中学	四川省特级教师	
	张 玲	成都树德中学	成都市学科带头人	
	姜 原	成都石室中学	物理教研组组长	
	董泽敏	四川师范大学附中	物理教研组组长	
	吕 昊	吕 渊 湛瑞华	陈川芳 李亚飞 张森文	
	熊李程	袁世明 邓学平	鲁道富 张家发 黄 钟	
	杜 锋			

目 录

第一部分 基本概念和基本理论

一、化学的基本概念	(1)
(一)物质的组成、性质、分类、变化	(1)
(二)化学用语和化学常用计量	(5)
(三)氧化 还原反应和离子反应	(12)
(四)分散系	(18)
二、物质结构 元素周期律	(26)
(一)原子结构	(26)
(二)元素周期律和元素周期表	(29)
(三)化学键、分子极性和晶体结构	(35)
三、化学反应速度 化学平衡	(42)
(一)化学反应速度	(43)
(二)化学平衡	(46)
四、电解质溶液	(55)
(一)弱电解质的电离平衡	(55)
(二)水的电离和溶液的 pH	(58)
(三)盐类的水解	(61)
(四)酸碱中和滴定	(64)
(五)原电池、电解池	(67)

第二部分 元素及其化合物

一、金属部分	(77)
(一)金属的概述	(77)
(二)碱金属	(81)
(三)镁、铝	(86)
(四)铁及其化合物	(90)
二、非金属部分	(98)
(一)非金属概述	(98)
(二)卤族元素	(102)
(三)硫和硫的化合物、环境保护	(106)
(四)氮族元素	(111)
(五)碳族元素	(116)

第三部分 有机化学

一、有机物的组成、结构和性质	(125)
二、同系物 同分异构体	(133)
三、有机反应的主要类型和燃烧规律	(137)
(一)有机反应的主要类型	(137)
(二)烃的衍生物的相互转化中有机反应类型之间的关系	(138)
(三)烃及其含氧衍生物的燃烧规律	(138)

四、有机合成与有机推断	(141)
五、有机实验	(147)

第四部分 化学实验

一、化学实验基础知识	(152)
(一)实验基础知识	(152)
(二)实验基本操作	(153)
二、气体的制备与净化	(157)
(一)常见气体发生装置	(158)
(二)气体的收集方法	(158)
(三)气体的净化与干燥	(158)
(四)尾气的吸收与处理装置	(158)
(五)实验装置的连接顺序	(158)
(六)常见气体的制备归纳	(158)
三、物质的分离、提纯和鉴别	(163)
(一)混合物分离与提纯的方法	(163)
(二)常见离子、气体和有机物的鉴别	(164)
四、重要的定量实验	(167)
(一)一定物质的量浓度溶液的配制	(167)
(二)配制一定溶质的质量分数溶液	(168)
(三)硫酸铜晶体中结晶水含量的测定	(168)
(四)中和滴定	(168)
(五)中和热的测定	(168)
五、实验考试目标	(172)
(一)观察与识记	(173)
(二)操作与运用	(173)
(三)分析与表述	(174)
(四)设计与评价	(174)

第五部分 化学计算

一、化学基本计算	(184)
(一)以化学式为中心的计算	(184)
(二)有关化学方程式的计算	(186)
二、化学计算的基本方法与技巧	(190)

参考答案	(205)
------------	-------

2006 年普通高等学校招生全国统一考试(四川卷)

化学科试题分析	(218)
---------------	-------

2006 年普通高等学校招生全国统一考试(四川卷)

理科综合能力测试及参考答案	(222)
---------------------	-------

第一部分 基本概念和基本理论

一、化学的基本概念



考纲引领

1. 了解物质的组成、性质、变化和分类,了解同素异形体的概念;
2. 理解单质、氧化物、酸、碱、盐等各类物质间的相互关系;
3. 掌握常见化学用语(元素符号、化合价、化学式、化学方程式等)、常用化学计量及其规范使用;
4. 掌握化学反应的四种基本类型;
5. 理解氧化还原反应的初步知识,了解常见的氧化剂和还原剂;
6. 了解化学反应中的能量变化;
7. 了解溶液和胶体的有关概念及其应用。



思路方法

归纳小结化学教材中的相关概念,利用对比的方法加深记忆和理解。

(一)物质的组成、性质、分类、变化



课前诊断

1.《美国化学会志》曾报道,中国科学家以二氧化碳为碳源,金属钠为还原剂,在 470℃、80 MPa 下合成了金刚石,其实验的成功具有深远意义。下列说法不正确的是 ()

- A. 由二氧化碳合成金刚石是化学变化
- B. 金刚石是碳的一种同位素
- C. 钠被氧化最终生成碳酸钠
- D. 金刚石中只含有非极性共价键

2. 下列物质有固定元素组成的是 ()

- A. 空气
- B. 石蜡
- C. 氨水
- D. 二氧化氮气体

3. 下列各物质中不易用物理性质区分的是 ()

- A. 苯和四氯化碳
- B. 酒精和汽油
- C. 氯化铵和硝酸铵晶体
- D. 碘和高锰酸钾固体

4. 下列各物质中,前者是后者的酸酐,正确的是 ()

- ① Cl_2O_7 、 HClO
- ② SO_3 、 H_2SO_4
- ③ NO_2 、 HNO_3
- ④ SiO_2 、 H_2SiO_3
- ⑤ Mn_2O_7 、 HMnO_4

- A. ②③
- B. ③④
- C. ④⑤
- D. ①③④

5. 下列俗称表示同一物质的是 ()

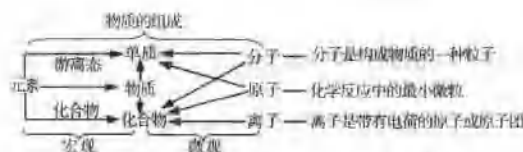
- A. 苏打和小苏打
- B. 胆矾和绿矾
- C. 三硝酸甘油酯和硝化甘油
- D. 纯碱和烧碱



知识技能

1. 物质的组成

(1) 物质的组成应从宏观和微观两个方面理解(见下表)。



(2) 元素:元素是具有相同核电荷数(质子数)的同一类原子总称。例如, Fe 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} , 它们的核电荷数均为 26, 故总称为铁元素。

(3) 同位素:具有相同的质子数和不同中子数的同一元素的不同原子互称同位素。同位素在周期表中占有同一位置。例如, ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O 互称为氧的同位素, 它们是氧的三种同位素。碳元素有 ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C 等几种同位素。 ^{12}C 就是作为相对原子质量标准的碳原子(通常叫做碳-12)。

(4) 同素异形体:由同种元素组成的不同单质互称为同

素异形体。

(5) 构成物质的粒子: 分子、原子和离子。

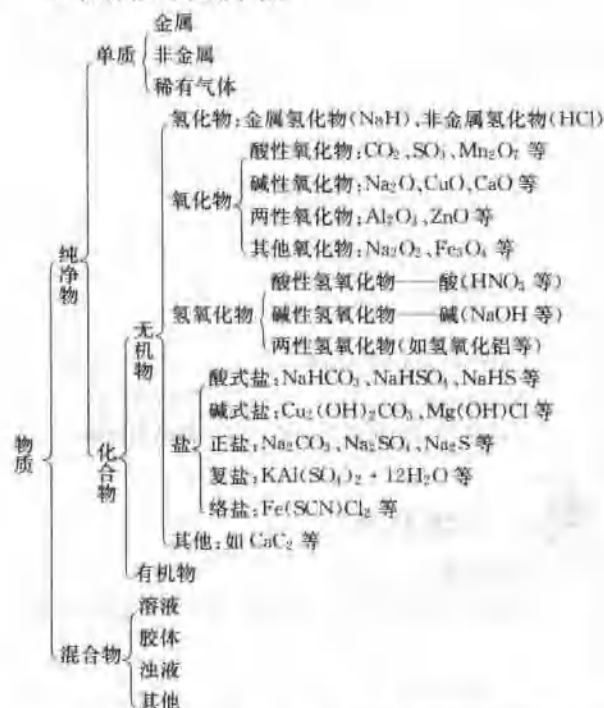
① 由分子构成的物质: 晶体状态时为分子晶体。主要有: 稀有气体、多数非金属(P_4 、 C_{60} 等)、气态氢化物、酸酐、酸(无水状态)和多数有机物(烃、卤代烃、醇、醛、羧酸、酯、糖类、蛋白质等)等。在原子晶体、离子晶体中均不存在单个的小分子。

② 由原子直接构成的物质: 晶体状态时为原子晶体的包括少数非金属(金刚石、晶体硅等)和少数化合物(SiO_2 、 SiC 等); 金属原子构成金属单质; 稀有气体实际上是原子构成的。

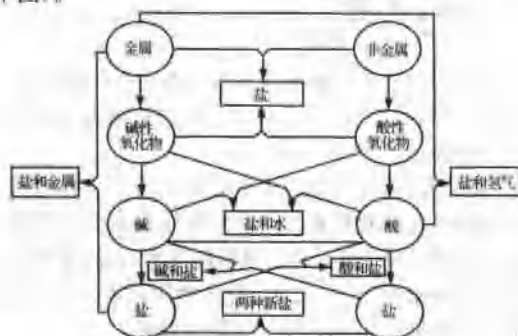
③ 由离子构成的物质: 晶体状态时为离子晶体。主要有: 强碱、绝大多数盐和某些活泼金属的氧化物(Na_2O 、 Na_2O_2 、 MgO 、 Al_2O_3)等。

(6) 原子团: 在许多化学反应中, 原子团作为一个整体参加, 好像一个原子一样, 这样的集团叫原子团。原子团包括基和根。

2. 物质的分类(见下表)



单质、氧化物、酸、碱、盐等各类物质的相互关系(见下图)。



各类物质的相互关系图

3. 物质的性质和变化

(1) 物理性质: 物质不需要发生化学变化就能表现出来的性质, 是构成物质的微粒聚集在一起时表现出来的性质, 如颜色、状态、气味、味道、溶解性、密度、硬度、熔点、沸点等性质。

(2) 化学性质: 物质在发生化学变化时表现出来的性质, 是组成物质的分子、原子、离子等的结合方式改变时表现出来的性质, 如氧化性、还原性、稳定性、酸碱性等。

(3) 物理变化与化学变化的比较见下表。

变化	物理变化	化学变化
宏观表现	没有新物质生成	有新物质生成
微观实质	无新的微粒生成	有新的微粒生成
变化特征	物质的形状、状态发生改变	发热、发光、气体生成、沉淀产生等
包括范围	汽化、液化、凝固、升华、体积变化	分解、化合、复分解、置换、有机反应
二者关系	发生化学变化时一定伴随着物理变化, 发生物理变化时不一定发生化学变化。 物理变化是化学变化的基础, 化学变化是物理变化的深入。	
备注	物质的性质决定了物质的变化, 物质的变化反映了物质的性质	



典型例题

【例 1】下列各组物质能真实表示物质分子组成的是

()

- A. NO 、 C_2H_5OH 、 HNO_3 、 I_2
 B. CaO 、 N_2 、 HCl 、 H_2O
 C. NH_3 、 H_2S 、 Si 、 CO
 D. P_4 、 SO_2 、 CH_3COOK 、 H_2SO_4

解题思路: 离子化合物和由原子通过共价键形成的原子晶体中没有分子, 其化学式不代表分子组成。B 选项中的 CaO 是离子化合物, C 选项中的 Si 是原子晶体, D 中 CH_3COOK 是离子化合物, 所以 B、C、D 两项不符合题意。

答案: A

【例 2】下列说法中正确的是

()

- A. 酸性氧化物均可跟碱起反应
 B. 酸性氧化物在常温常压下均为气态
 C. 金属氧化物都是碱性氧化物
 D. 不能跟酸反应的氧化物一定能跟碱反应

解题思路: 本题考查酸性氧化物和碱性氧化物的概念及氧化物的性质。

化学上根据氧化物能否直接跟酸、碱反应生成盐和水, 将氧化物分为成盐氧化物和不成盐氧化物。在成盐氧化物中, 凡能跟碱反应生成盐和水的氧化物叫做酸性氧化物; 凡能跟酸反应生成盐和水的氧化物叫做碱性氧化物; 既能跟酸反应生成盐和水, 又能跟碱反应生成盐和水的氧化物叫做两性氧化物。由酸性氧化物的定义知

选项 A 的叙述正确。酸性氧化物在常温常压下有的是气体,如 CO_2 、 SO_2 、 N_2O_5 ;也有的不是气体,如 P_2O_5 、 SO_3 等,因而选项 B 不正确。有许多金属氧化物是碱性氧化物,但也有些金属氧化物是两性氧化物,如 Al_2O_3 、 ZnO ;还有高价金属氧化物是酸性氧化物,如 Mn_2O_7 、 CrO_3 ,因而选项 C 不正确。还有些氧化物既不跟酸反应,也不跟碱反应,如 CO 、 NO ,因而选项 D 也不正确。

答案: A

【例 3】1995 年诺贝尔化学奖授予了致力于研究臭氧层破坏问题的三位环境化学家。大气中的臭氧层可滤除大量的紫外线,保护地球上的生物。氟利昂(如 CCl_2F_2)可在光的作用下分解,产生 Cl 原子,Cl 原子会对臭氧层产生长久的破坏作用(臭氧的分子式为 O_3),有关化学反应为 $\text{O}_3 \xrightarrow{\text{Cl}} \text{O}_2 + \text{O}$, $\text{Cl} + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO} + \text{O}_2$, $\text{ClO} + \text{O} \rightarrow \text{Cl} + \text{O}_2$ 。其总反应为 $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$ 。

则在上述臭氧变成氧气的反应过程中,Cl 是 ()

- A. 反应物 B. 生成物
C. 中间产物 D. 催化剂

在上述的有关叙述, O_3 和 O_2 是 ()

- A. 同分异构体 B. 同系物
C. 同素异形体 D. 同位素

解题思路: 此题结合环境保护和环境化学研究新成果,考查有关催化剂和同素异形体的概念。题的出法比较新颖,有一定的迷惑性。前一个问题的解题关键是,对臭氧层被破坏时发生的化学反应进行分析,从而判断 Cl 原子在反应中的作用。第二个问题考查的则是同素异形体的概念。要在与同分异构体、同系物、同位素四个带有“同”字的概念的比较中作出判断,找出正确答案。这就是要求对四个概念的区别有清楚的认识。下表对这四个不同的概念进行比较:

	同分异构体	同系物	同素异形体	同位素
概念	分子式相同,空间构型不同的物质之间互为同分异构体	通式相同,结构相似,分子组成相差若干个 CH_2 原子团的有机物之间互为同系物	同种元素组成的单质之间互为同素异形体	质子数相同,中子数不同的原子间互为同位素
存在范围	一般在有机物中存在同分异构体	一般在有机物中存在同系物	在无机物单质之间	在原子或简单的离子之间

由题中所给的有关化学反应可知,氯原子所起的作用是促进臭氧分子转化成氧气分子,而它本身在反应前后并未发生变化。根据催化剂的概念“能改变其他物质的反应规律,而本身的质量和化学性质在反应前后没有改变的物质为催化剂”可知,Cl 的作用是起催化剂作用。故在第一个问题中, D 选项符合题意。

答案: D; C

【例 4】有下列变化: ①木材干馏; ②从煤焦油中提取苯和苯的同系物; ③将溴水滴入 CCl_4 中,振荡后褪色; ④

制肥皂时加食盐盐析得肥皂; ⑤加热 NH_4Cl 固体,在试管上部又出现白色固体; ⑥纯碱晶体在空气中变成粉末。其中属于化学变化的是 ()

- A. ①②⑤ B. ②③④ C. ①⑤⑥ D. 全都是

解题思路: 有无新物质生成是判断是否是化学变化的唯一标准。①木材干馏是把木材在隔绝空气的条件下加强热,使之分解生成木炭、木焦油等多种新物质的过程; ②煤焦油是含有多种芳香族化合物的复杂混合物,通过分馏的方法可以得到苯和苯的同系物; ③溴在 CCl_4 中的溶解度大于在水中的溶解度,可以用 CCl_4 萃取溴水中的溴单质; ④加入食盐能使高级脂肪酸钠的溶解度大大减小而析出; ⑤加热 NH_4Cl 会分解生成 NH_3 和 HCl ,在试管上部遇冷又化合成 NH_4Cl ; ⑥结晶水合物在空气中失去部分或全部结晶水的过程叫风化,风化后有水等新物质生成。则①、⑤、⑥是化学变化。

答案: C

【例 5】某物质经分析,只含有一种元素,则此物质 ()

- A. 一定是一种单质
B. 一定是纯净物
C. 一定是化合物
D. 可能是单质,也可能是混合物

解题思路: 只含一种元素的物质可能是一种单质如 H_2 ,但也可能不是一种单质如 O_2 和 O_3 的混合物。只含一种元素的物质既可能是一种纯净物,又可能是混合物如金刚石与石墨的混合物。

答案: D

拓展点评: 1. 中学化学中的常见混合物、纯净物和俗名。

(1) 混合物。

名称	主要成分的化学式	名称	主要成分的化学式
漂白粉	$\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 CaCl_2 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$	硅胶	$\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
碱石灰	CaO 、 NaOH	泡花碱	$\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
草木灰	KCl 、 K_2CO_3 、 K_2SO_4	玻璃	Na_2SiO_3 、 CaSiO_3 、 SiO_2
石英	SiO_2	普钙	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaSO}_4$
石英砂	SiO_2	硫铁矿	FeS_2
水晶	SiO_2	孔雀石	$\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3$
脉石	SiO_2	黄铜矿	CuFeS_2
硅石	SiO_2	菱铁矿	MgCO_3
石灰石	CaCO_3	菱铁矿	FeCO_3
大理石	CaCO_3	磁铁矿	Fe_3O_4
硝石	KNO_3	褐铁矿	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
方解石	CaCO_3	方铅矿	PbS
钟乳石	CaCO_3	锡石矿	SnO_2
磷矿石	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	焊锡	Sn 、 Pb
萤石	CaF_2	无定形碳	焦炭、炭黑、活性炭
重晶石	BaSO_4	钨剂	Al 和某些金属氧化物
冰晶石	Na_3AlF_6	铜绿	$\text{Cu}_2(\text{OH})_2(\text{CO}_3)$

名称	主要成分的化学式	名称	主要成分的化学式
光卤石	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$	纯净盐酸	HCl, H_2O
白铁	Zn, Fe (Zn 作镀层)	马口铁	Sn, Fe (Sn 作镀层)
黑火药	S, KNO_3, C	铁锈	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$
金刚砂	SiC	工业盐酸	$HCl(FeCl_3), H_2O$
铝矾土	$Al_2O_3 \cdot H_2O, Al_2O_3 \cdot 3H_2O, Fe_2O_3, SiO_2$		
水泥	$2CaO \cdot SiO_2, 3CaO \cdot SiO_2, 3CaO \cdot Al_2O_3$		

(2) 纯净物。

名称	主要成分的化学式	名称	主要成分的化学式
面碱、洗涤碱	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	钙盐	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$
纯碱(苏打)	Na_2CO_3	液氨	NH_3
烧(火)碱	$NaOH$	重钙	$Ca(H_2PO_4)_2$
硫磺	S	蓝(胆)矾	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$
小苏打(面碱子)	$NaHCO_3$	绿矾	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$
大苏打(海波)	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	明(白)矾	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
生石灰	CaO	皓矾	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$
消石灰(熟石灰)	$Ca(OH)_2$	金刚石	C
石膏	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	石墨	C
熟石膏	$2CaSO_4 \cdot H_2O$	水银	Hg
干冰	CO_2	水晶	SiO_2
铁红	Fe_2O_3	芒硝	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$
磁性氧化铁	Fe_3O_4	尿素	$CO(NH_2)_2$
碳酸铵	$(NH_4)_2CO_3$	碳酸	CO_2
硫酸铵	$(NH_4)_2SO_4$	硫酐	SO_2
硝酸铵	NH_4NO_3	硝酐	N_2O_5

2. 元素和原子的区别和联系。

①元素是同一类原子(即质子数相同)的总称;原子是一种粒子。②元素是宏观概念,只有种类之分,没有数量之别。如已发现元素一百多种,不能说一百多个;原子是微观概念,既分种类,又论个数。如6个银原子,8个氧原子,而不能说是6个银元素,8个氧元素。③元素是表示物质组成的一个宏观概念,应用于描述物质的宏观组成;原子是表示物质构成的一个微观概念,应用于描述物质的微观构成。如铜有两种说法:a.铜是由铜元素组成的;b.铜是由大量铜原子构成的。又如二氧化碳有三种说法:1.二氧化碳是由碳元素和氧元素组成的;2.是由大量二氧化碳分子构成的;3.每个二氧化碳分子是由一个碳原子和两个氧原子构成的。



实战练习

一、选择题(每小题只有一个选项符合题意)

- 下列说法正确的是 ()
A. 三氧化硫是由一个硫元素和三个氧元素组成
B. 三氧化硫是由硫单质和氧气组成
C. 每个三氧化硫分子是由一个硫原子和三个氧原子构成的
D. 三氧化硫是由一个硫原子和三个氧原子组成的
- 下列关于分子、离子、原子的叙述正确的是 ()
A. 分子是化学变化中的最小粒子
B. 原子得到电子后变成阳离子

- 原子是不能再分的最小粒子
- 离子是构成物质的一种粒子

3. 下列叙述正确的是 ()

- 一切物质都是由分子构成的
- 在化学变化中,分子可以再分,原子不能再分
- 原子是保持物质化学性质的最小微粒
- 分子在不断运动,原子不运动

4. 下列产品的使用不会对环境造成污染的是 ()

- 含磷洗衣粉
- 酒精
- 氟里昂
- 含汞电池

5. 下列指定粒子的个数比为2:1的是 ()

- Ba^{2+} 离子中的质子和电子
- 1H 原子中的中子和质子
- $NaHCO_3$ 晶体中的阳离子和阴离子
- BaO_2 (过氧化钡) 固体中的阴离子和阳离子

6. 只含有一种元素的物质 ()

- 可能是纯净物也可能是混合物
- 可能是单质也可能是化合物
- 一定是纯净物
- 一定是一种单质

7. 下列各组物质中不易用物理性质区分的是 ()

- 苯和四氯化碳
- 酒精和汽油
- 氯化铵和硝酸铵晶体
- 碘和高锰酸钾固体

8. 空气中含量最多的元素和地壳中含量最多的金属元素、非金属元素组成的化合物是 ()

- 碳酸钠
- 硝酸镁
- 硝酸铝
- 硫酸铁

二、非选择题

9. 现有①氧气, ②空气, ③碱式碳酸铜, ④氯酸钾, ⑤硫, ⑥水, ⑦氧化镁, ⑧氯化钠等物质, 其中属于单质的有_____; 属于化合物的有_____; 其中属于含氧化合物, _____ 属于氧化物; 属于混合物的有_____。(填序号)

10. 填写下表空白(分类栏按氧化物、酸、碱、盐填写)。

物质名称	氧化铁	干冰	消石灰	氢硫酸	生石灰	纯碱	铜绿
化学式							
分类							

11. A、B、C和D分别是 $NaNO_3$ 、 $NaOH$ 、 HNO_3 和 $Ba(NO_3)_2$ 四种溶液中的一种, 现利用另一种溶液 X, 用如下图所示的方法, 即可将它们一一确定。



试确定 A、B、C、D、X 各代表何种溶液。

A: _____ B: _____ C: _____
D: _____ X: _____

(二) 化学用语和化学常用计量



课前诊断

1. 某些化学试剂可用于净水。水处理中使用的一种无机高分子混凝剂的化学式可表示为 $[\text{Al}_m(\text{OH})_n\text{Cl}_{3-m}\cdot y\text{H}_2\text{O}]_x$ ，式中 m 等于 ()

- A. $3-n$ B. $6-n$ C. $6+n$ D. $3+n$

2. 下列分子电子式书写正确的是 ()

- A. 氮气 $\text{H}:\text{N}::\text{N}:\text{H}$ B. 四氯化碳 $\text{Cl}:\text{C}::\text{C}:\text{Cl}$
C. 氮气 $:\text{N}::\text{N}:$ D. 二氧化碳 $:\text{O}::\text{C}::\text{O}:$

3. 下列各组物质中，硫元素的化合价都相同的一组是 ()

- A. S 、 SO_2 、 SO_3
B. SO_3 、 Na_2SO_3 、 NaHSO_3
C. H_2S 、 SO_2 、 H_2SO_3
D. H_2SO_4 、 Na_2SO_4 、 H_2S

4. 在同温同压下，下列各物质热化学方程式中 $Q_2 > Q_1$ 的是 ()

- A. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -Q_1$
 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_2$
B. $\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_1$
 $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_2$
C. $\text{C}(\text{s}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_1$
 $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_2$
D. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_1$
 $1/2\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_2$

5. 以 N_A 表示阿伏加德罗常数，下列说法中正确的是 ()

- A. 53 g 碳酸钠中含 N_A 个 CO_3^{2-}
B. 0.1 mol OH^- 含 N_A 个电子
C. 1.8 g 重水 (D_2O) 中含 N_A 个中子
D. 标准状况下 11.2 L 臭氧中含 N_A 个氧原子

6. 某固体仅由一种元素组成，其密度为 5 g/cm^3 。用 X 射线研究该固体，结果表明在棱长为 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}$ 的立方体中含有 20 个原子，则此元素的相对原子质量最接近 ()

- A. 32 B. 65 C. 120 D. 150

7. 如果 $a \text{ g}$ 某气体中含有的分子数为 b ，则 $c \text{ g}$ 气体在标准状况下占有的体积应表示为 (式中 N_A 为阿伏加德罗常数) ()

- A. $(22.4bc/aN_A) \text{ L}$ B. $(22.4ab/cN_A) \text{ L}$
C. $(22.4ac/bN_A) \text{ L}$ D. $(22.4b/acN_A) \text{ L}$

8. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列关于 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液不正确的说法是 ()

- A. 2 L 溶液中的阴、阳离子总数为 $0.8 N_A$
B. 500 mL 溶液中 NO_3^- 离子浓度为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C. 500 mL 溶液中 Ba^{2+} 离子浓度为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D. 500 mL 溶液中 NO_3^- 离子总数为 $0.2 N_A$



知识技能

1. 化学用语

(1) 元素符号：元素符号包括了下列三层含义，以 Na 为例，①表示钠元素；②表示一个钠原子；③表示钠元素的相对原子质量 (A_r) 为 23。

(2) 同位素符号、离子符号、价标符号 (见下表)。

	表示方法	举例
同位素符号	在元素符号的左上角用小写字母表示该原子的质量数；左下角用小写字母表示原子核中的质子数	^1_1H 、 ^2_1H 、 ^3_1H ，表示质量数为 1、2、3 的氢元素同位素。通式为 ^A_ZX
离子符号	在元素符号的右上角，用小数字带正、负号，表示该离子所带电荷的数量和性质	Mg^{2+} 表示带 2 个单位正电荷的镁离子。 Cl^- 表示带 1 个单位负电荷的氯离子
价标符号	在元素符号的上方，用正或负的小写数字表示该元素的化合价	FeCl_3 表示在该化合物中，Fe 为 +3 价， $\overset{-1}{\text{Cl}}$ 为 -1 价。 $\overset{0}{\text{Cl}_2}$ 表示 Cl 为 0 价， $\overset{0}{\text{Cl}}$

(3) 化合价。

一种元素一定数目的原子跟其他元素一定数目的原子相化合的性质，叫这种元素的化合价。

元素化合价的一般规律：①金属元素没有负价；②单质中元素化合价为 0；③化合物中各元素化合价的代数和等于零；④非金属与氢和金属化合时一般显负价，与氧化合时一般显正价；⑤氢元素一般显 +1 价 (只有在金属氢化物如 NaH 中氢元素才显 -1 价)，氧元素一般显 -2 价 (在过氧化物中氧元素显 -1 价)；⑥化合物中带有电荷的原子团叫做根，根的化合价的数值等于其所带的电荷数，如 CO_3^{2-} 为 -2 价。

下表是常见元素化合价表。

元素	化合价	元素	化合价	元素	化合价
H	+1, -1	Cu	+2, +1	Kr	+4, +2
C	+4, -4, +2	Zn	+2	S	+6, +4, -2
O	-2, -1	Br	-1, +3, +7, +1, +5	Cl	-1, +1, +3, +5, +7
N	-3, +4, +5, +1, +2, +3	Ag	+1, +3	K	+1
F	-1	Sn	+4, +3	Ca	+2
Na	+1	I	-1, +5, +7, +1	Mn	+2, +4, +6, +7, +5
Mg	+2	Xe	+4, +2, +6, +8	Al	+3, +1
Al	+3	Ba	+2	Hg	+2, +1
Si	+4, +2	W	+6, +5, +4, +3, +1	Pb	+2, +4
P	+5, +3, -3	Pt	+4, +2, +3, +5, +6	U	+6, +4, +3, +5
Fe	+3, +2				

(4) 原子、分子结构的表示。

①原子和离子结构示意图。



②化学式。

化学式的含义：①表示物质的名称及组成物质的元素种类；②表示物质的量度和物质中元素的质量比；③由分子构成的物质，则表示物质的1个分子及1个分子中各原子的个数。离子化合物和原子晶体中没有分子，表达的是离子或原子个数的最简单整数比。

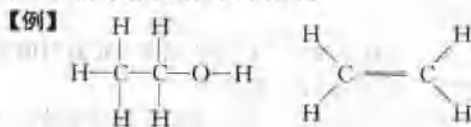
③电子式。

在元素符号周围用小黑点(·)或(×)来表示原子最外层电子的式子。它可用来表示原子、离子、分子以及化合物的形成过程。

要求会书写下列粒子的电子式： Mg^{2+} 、 S^{2-} 、 NH_4^+ 、 $NaOH$ 、 N_2 、 CO_2 、 $-OH$ 、 OH^- 、 $-CH_3$ 、 CH_3^+ 、 NH_4Cl 、 Na_2O_2 、 $MgCl_2$ 、 Na_2O 、 H_2O_2 、 HCl 、 $HClO$

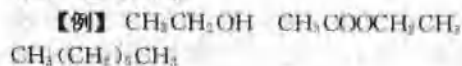
④结构式。

用短线来表示共用电子的图式。



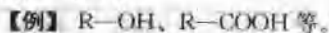
⑤结构简式。

将结构中的“短线”省去并把相同的原子或原子团合并写一起的图式。



⑥示性式。

表示化合物分子中所含官能团的简化结构式。它也可用来表示同系物：



⑦实验式(最简式)。

用元素符号表示组成化合物的元素和各元素原子个数的最简整数比的式子。实验式不表示分子中实际的原子数目。



乙烯的组成和结构可表示如下表。

最简式	分子式	电子式	结构式	结构简式
CH_2	C_2H_4	$H \quad H$ $H : \overset{\cdot\cdot}{C} :: \overset{\cdot\cdot}{C} : H$	$H \quad H$ $H - C = C - H$	$CH_2=CH_2$



典型例题

【例1】有A、B两种化合物，均由X、Y两种元素组成，已知A中含X 44%，B中含X 34.4%，若A的最简式是 XY_2 ，则B的最简式是 ()

A. X_2Y B. XY C. XY_2 D. X_3Y

解题思路：解本题的关键是把微粒个数与质量有机地联系起来。最简式是化合物中各元素原子个数的最简单整数比，也就是各元素的物质的量之比。由于本题不知道元素的相对原子质量，因此只能先通过A中X、Y元素的质量比和两种元素的物质的量之比，求出X、Y的摩尔质量关系。再由此计算B中X、Y的原子个数比。

设X、Y的摩尔质量分别为 M_X 、 M_Y ，B的最简式为 XY_n 。

根据A的已知条件， $44/M_X : 56/M_Y = 1 : 2$

$$M_X = 11M_Y/7 \quad \dots\dots\dots ①$$

根据B的已知条件， $34.4/M_X : 65.6/M_Y = 1 : n$

$$n = 65.6M_X/34.4M_Y \quad \dots\dots\dots ②$$

解①、②两式，得 $n=3$ ，所以B的最简式为 XY_3 。

本题也可以用估算法巧解。A分子组成中X、Y原子个数比1:2，B分子中X的含量比A低，而Y的含量比A高，所以B分子中 $n(X)/n(Y) < 1/2$ ，只有选项C符合条件。

答案：C

【例2】某金属R没有可变化价，其氧化物式量为M，其氯化物式量为N，则R的化合价数值为 ()

A. $(2N-M)/27.5$ B. $(2N-M)/55$
C. $(M-N)/55$ D. $(N-M)/55$

解题思路：设R的化合价为 $+x$ ，R的相对原子质量为A，则其氧化物的化学式为 RO_x ，而其氯化物的化学式可能为 R_2O_x 或 $RO_{x/2}$ (x 可能为奇数或偶数)。根据这两种情况，分别得出结论(计算得到)。

当 x 为奇数时： $A+35.5x=N$ ， $2A+16x=M$ ， $x=(2N-M)/55$ ；当 x 为偶数时： $A+35.5x=N$ ， $A+16x/2=M$ ， $x=2(N-M)/55$ 。

答案：B

【例3】1993年8月，国际相对原子质量委员会确认我国张青莲教授测定的铈元素相对原子质量(121.760)为标准相对原子质量。已知铈有两种以上的天然同位素，则121.760是 ()

A. 铈原子的质量与 ^{12}C 原子质量1/12的比值
B. 一个铈原子的质量与 ^{12}C 原子质量1/12的比值
C. 按各种铈的天然同位素相对原子质量与这些同位素所占的一定原子个数百分比计算出的平均值
D. 按各种铈的天然同位素相对原子质量与这些同位素所占的一定质量分数计算出的平均值

解题思路：相对原子量是化学常用计量中一个最基本、最重要的化学基本概念。分为四种：①原子的相对原子量是指某种元素原子的质量跟一种碳原子(碳-12)质量1/12相比较所得的数值；②原子的近似相对原子量在数值上等于该原子的质量数；③元素的相对原子量是按各种同位素的相对原子质量和这种同位素原子所占的

一定原子个数百分比计算出的平均值；④元素的近似相对原子量按各种同位素的质量数和这种同位素原子所占的一定原子个数百分比计算出的平均值。121.760 为铈元素的相对原子量，再对照四个选项就可得出正确答案。

A 选项中没有明确“铈原子的质量”是指的哪种铈原子质量，所以 A 选项不对。

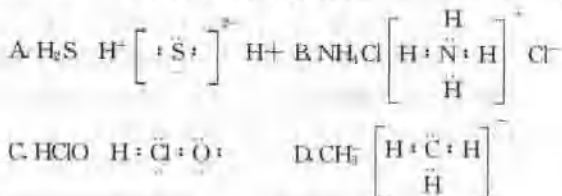
B 选项中说“一个铈原子的质量……”，也不符合“平均值”的提法，所以不正确。

C 选项的叙述符合“有多种天然同位素的元素，其相对原子质量应是各同位素相对原子质量与其所占的一定原子个数百分比计算出的平均值”的定义，所以 C 选项正确。

D 选项用“质量分数”代替“原子个数百分比”是错误的。

答案：C

【例 4】下列电子式书写正确的是



解题思路：书写物质的电子式时，要有下面的思路：

(1) 判断原子之间是哪种类型的化学键，化学键的类型不同，其电子式的书写方法也不同。(2) 如果是共价键，考虑每种原子最外层电子数是多少，由此得出形成稀有气体稳定结构时所差的电子数，也就是与其他一种或两种原子之间所共用的电子对数。(3) 如果是离子键，考虑原子达到稀有气体结构时分别得、失电子数，根据得失电子数相等的原理而得出每种原子所需的电子个数。在写电子式时要标明每种离子所带的电荷数。(4) 如果是配位键，则要分析哪个原子或离子有空轨道，哪些原子或分子有孤对电子，在此基础上写电子式。(5) 如果一个分子或一种物质有多种化学键，可分别按每种化学键的思考和书写的方法进行。

具体分析如下：A 中因 H_2S 是共价化合物，故电子式错了；B 中 Cl^- 的电子式没写对；C 中 HClO 分子中各原子结合顺序为 HOCl ，其电子式应为 $\text{H} : \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{Cl}} :$ ；只有 D 中电子式正确。

答案：D

【例 5】某非金属 X 的最高价为 $+m$ ，它的最高价氧化物所对应的酸分子中有 a 个氧原子，则这种酸的分子式为

解题思路：本题考查的是根据化合价书写分子式的抽象思维能力。要善于将 a 、 $+m$ 当作具体数字对待，然后根据化合物中各种元素化合价代数和为零的原则，设该酸分子中有 n 个氢原子，则 $n+m+(-2a)=0$ ，解得 $n=2a-m$ 。

答案： $\text{H}_{2a-m}\text{XO}_a$

(5) 质量守恒定律和表示物质变化的方程式。

①质量守恒定律：参加反应的各种物质的质量总和等于反应后生成的各种物质的质量总和。

②电离方程式——表示物质溶于水或受热熔化时离解成自由移动的离子的式子，书写弱电解质的电离方程式时应用可逆符号“ $\rightleftharpoons$ ”。

③化学方程式——用化学式（分子式、结构简式）来表示化学变化的式子，书写化学方程式时应该以客观事实为依据并遵循质量守恒定律。

化学方程式的意义：①表示物质种类的变化；②表示反应物和生成物的粒子数之比；③表示反应物和生成物的质量比；④若物质为气态时，可表示在相同条件下气态反应物和气态生成物的体积比。

④热化学方程式——表明化学反应中所放出或吸收的热量的化学方程式。在化学反应中，由于化学键的断裂与生成，必然伴随着能量的变化，这些能量常常以热能的形式表现出来。在化学反应过程中所放出或吸收的热量，通常叫做反应热。反应热的大小与参加反应的反应物的物质的量的多少有关，也与物质的聚集状态有关，因此热化学方程式中的热量与物质的化学计量数相对应，与物质的聚集状态有关。

【例】 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{HCl}(\text{g}), \Delta H = -184.6 \text{ kJ/mol}$

上式表明 1 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 与 1 mol $\text{Cl}_2(\text{g})$ 反应生成 2 mol $\text{HCl}(\text{g})$ ，放出 184.6 kJ 热量。

又如： $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta H = -571.6 \text{ kJ/mol}$

$\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}), \Delta H = -241.8 \text{ kJ/mol}$

书写注意事项：要注明反应条件，因 ΔH 的大小与反应温度、压强有关，若没有注明的，一般是指 25℃ 和 1 个大气压；要注明物质的聚集状态；同一物如果聚集状态不同，在反应中放出或吸收的热量不同；热量一般写在方程式的右端，用“；”隔开，以 ΔH 的形式表示，放热用“-”表示，吸热用“+”表示（若写在左方，符号相反）。热量的单位是 kJ/mol。

⑤离子方程式——用实际参加反应的离子的符号表示离子反应的式子。

书写离子方程式时应注意：把易溶于水、易电离的物质以离子形式表示；把难溶于水、难电离的物质以化学式表示；检查方程式两边离子电荷、原子个数是否配平，如果是氧化还原反应还应该检查得失电子数是否相等。

⑥电极反应式——表示原电池或电解池中电极反应的式子，书写电极反应式时，应注意两个电极上得失的电子总数相等，并标明电极名称。

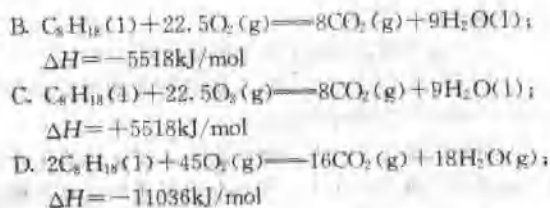


典型例题

【例 1】已知在 25℃，101 kPa 下，1 g C_6H_{18} （辛烷）燃烧生成二氧化碳和液态水时，放出 48.40 kJ 热量。表示辛烷燃烧热的热化学方程式正确的是

A. $\text{C}_6\text{H}_{18}(\text{l}) + 22.5\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{g})$;

$\Delta H = -48.40 \text{ kJ/mol}$



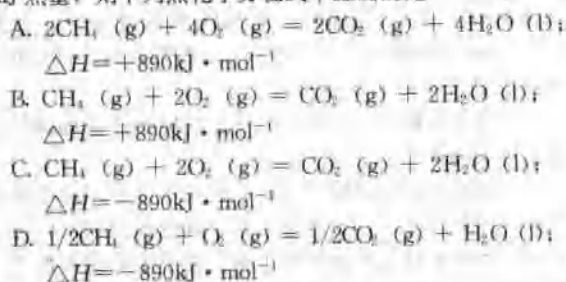
解题思路: 本题考查对“燃烧热”定义的理解程度。“燃烧热”是指在 25°C , 101kPa 下, 1mol 物质(辛烷)完全燃烧生成稳定的氧化物时所放出的热量。A 选项中放热计算错误; C 选项中 $\Delta H > 0$, 表示反应吸热, 不符合事实; D 选项可以表示辛烷燃烧的热化学方程式, 但不是表示辛烷燃烧热的式子。

答案: B

拓展点评: 燃烧热与中和热的区别与联系

	燃烧热	中和热
相同点	能量变化	放热反应
	ΔH	$\Delta H < 0$, 单位: kJ/mol
不同点	反应物的量	可能是 1mol , 也可能是 0.5mol
	生成物的量	不限
	反应热的含义	1mol 反应物完全燃烧时放出的热量; 不同反应物, 燃烧热不同
		生成 $1\text{mol H}_2\text{O}$ 时放出的热量, 不同反应物的中和热大致相同, 均约为 57.3kJ/mol

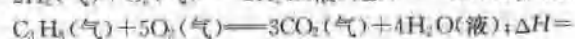
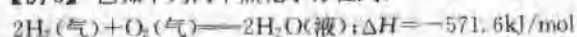
【例 2】 沼气是一种能源, 它的主要成分是 CH_4 。 0.5mol CH_4 完全燃烧生成二氧化碳和液态水时, 放出 445kJ 热量, 则下列热化学方程式中正确的是 ()



解题思路: 0.5mol CH_4 完全燃烧生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 时, 放出 445kJ 热量, 即 1mol 甲烷完全燃烧生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 时, 放出热量为 890kJ 。根据热化学方程式的有关书写规则, 可判断选项 C 符合题意。

答案: C

【例 3】 已知下列两个热化学方程式:



-2220.0kJ/mol

实验测得氢气和丙烷的混合气体共 5mol , 完全燃烧时

放热 3847.0kJ , 则混合气体中氢气和丙烷的体积比是

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

解题思路: 按常规计算如下:

设 H_2 为 $x\text{mol}$, C_3H_8 为 $(5-x)\text{mol}$, 根据热化学方程式可知每摩尔 H_2 燃烧能放出 285.8kJ 的热量。

依题意: $285.8x + (5-x) \times 2220.0 = 3847.0$

C_3H_8 为 $5 - 3.75 = 1.25(\text{mol})$

$3.75:1.25 = 3:1$

其实, 解本题不必进行复杂的计算。因为从数据上看, 5mol 混合气体中不可能有 $2\text{mol C}_3\text{H}_8$, 因为其总放热仅 3847.0kJ , 而 $2\text{mol C}_3\text{H}_8$ 完全燃烧放出 4440.0kJ 。所以选项 A、C 被否定, D 也不可能, 剩下的 B 则为正确答案。

答案: B

2. 化学常用计量

(1) 相对原子质量 (A_r) 和相对分子质量 (M_r)。

① 同位素的相对原子质量 (A_r): 是指某种原子的质量 (即一种同位素原子的质量) 与 ^{12}C 原子质量的 $1/12$ 的比值。

【例】 某同位素 X 的相对原子质量为 A , $(X) = m(X) / [m(^{12}\text{C}) \times 1/12] = 12m(X) / m(^{12}\text{C})$

② 元素的相对原子质量: 是指该元素各种同位素的相对原子质量与该同位素在自然界中所占原子百分比的乘积的代数和。

例如氯元素在自然界中有两种稳定同位素 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl , 氯元素的相对原子质量的计算方法如下。

符号	同位素的相对原子质量	在自然界中各同位素的原子百分比
^{35}Cl	34.969	75.77%
^{37}Cl	36.966	24.23%

氯元素的相对原子质量为 $A_r(\text{Cl}) = 34.969 \times 75.77\% + 36.966 \times 24.23\% = 35.453$

同理, 也可由同位素的质量数计算出元素的近似相对原子质量。

③ 相对分子质量在数值上等于组成分子的各原子的相对原子质量之和。

(2) 物质的量 (n) 与物质的质量 (m)、摩尔质量 (M)、粒子数 (N)、气体体积 (V)、溶质的物质的量浓度 (c) 之间的关系如下图。



(3) 物质的体积 V 、质量 m 、密度 ρ 之间的关系:

$$\rho = m/V \quad \rho = M/Vm$$

(4) 阿伏加德罗定律及其推论

——同温同压条件下,相同体积的任何气体都含有相同数目的分子,这个规律叫做阿伏加德罗定律。

根据阿伏加德罗定律可作出如下推论:

①同温同压条件下,气体体积之比等于其物质的量之比, $V_1 : V_2 = n_1 : n_2$

②同温同体积的气体,压强之比等于其物质的量之比, $P_1 : P_2 = n_1 : n_2$

③同温同压条件下,气体密度之比等于其摩尔质量之比, $\rho_1 : \rho_2 = M_1 : M_2$



典型例题

【例 1】已知 1 个 X 原子的质量为 $a \text{ g}$, 1 个 ^{12}C 原子的质量为 $b \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 X 的摩尔质量可以表示为 ()

- A. $a \cdot N_A \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $a/b \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $N_A/a \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $b/12a \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

解题思路: (1) 以 ^{12}C 原子的质量为依据, 可有以下两种解题思路。

解法 1: 根据原子的质量比等于其摩尔质量之比, 得关系式 $a \text{ g} : b \text{ g} = M(\text{X}) : 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$M(\text{X}) = 12a/b \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 选项 B 不正确。

解法 2: 根据定义, X 的相对原子质量 $A_r(\text{X}) = \frac{\text{X 原子的质量}}{^{12}\text{C 原子的质量} \times 1/12} = 12a/b$, 所以 X 的摩尔质量为 $(12a/b) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

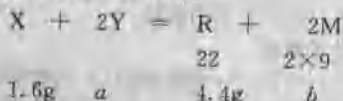
(2) 以阿伏加德罗常数为依据计算, X 的摩尔质量 = 1 个 X 原子的质量 $\times$ 阿伏加德罗常数, 即 $M(\text{X}) = a \cdot N_A = a \cdot N_A \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: A

【例 2】在反应 $\text{X} + 2\text{Y} = \text{R} + 2\text{M}$ 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. 23 : 9 C. 32 : 9 D. 46 : 9

解题思路: 设参加反应的 Y 的质量为 a , 生成 M 的质量为 b , 则有下列关系:



根据化学方程式中各物质的质量比有: $22 : 2 \times 9 = 4.4\text{g} : b$ $\therefore b = 3.6\text{g}$

根据质量守恒定律有: $1.6\text{g} + a = 4.4\text{g} + 3.6\text{g}$
 $\therefore a = 6.4\text{g}$

$$m(\text{Y}) : m(\text{M}) = 6.4\text{g} : 3.6\text{g} \quad m(\text{Y}) : m(\text{M}) = 16 : 9$$

答案: A

【例 3】 N_A 为阿伏加德罗常数, 下列叙述正确的是 ()

- A. 80 g 硝酸铵含有氮原子数为 $2N_A$
B. 1 L 1 mol/L 的盐酸溶液中, 所含氯化氢分子数为 N_A

C. 标准状况下, 11.2 L 四氯化碳所含分子数为 $0.5 N_A$

D. 在铜与硫的反应中, 1 mol 铜失去的电子数为 $2 N_A$

解题思路: 80 g 硝酸铵的物质的量为 1 mol, 含有 2 mol N 原子; 盐酸溶液中不存在氯化氢分子; 标准状况下四氯化碳为液体, 气体摩尔体积只适用于气体; 铜与硫反应时生成 Cu_2S , 1 mol Cu 只失去 1 mol 电子。只有选项 A 符合题意。

答案: A

拓展点评: 解答阿伏加德罗常数 (N_A) 问题的试题时, 必须注意下列一些细微的知识点。

(1) 状态问题。如水在标准状况下时为液态或固态; SO_2 在标准状况下为固态, 常温常压下为液态; 戊烷及碳原子数大于 5 的低碳的烃, 在标准状况下为液态或固态。

(2) 特别物质的摩尔质量。如 D_2O 、 T_2O 、 $^{18}\text{O}_2$ 等。

(3) 某些物质分子中的原子个数。如 Ne 、 O_3 、白磷等。

(4) 一些物质中的化学键数目。如 SiO_2 、 Si 、 CH_4 、 P_4 、 CO_2 等。

(5) 较复杂的化学反应中, 转移电子数的求算。如 $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Cl}_2 + \text{NaOH}$ 、电解 AgNO_3 溶液等。

(6) 用到 22.4 L/mol 时, 必须注意气体是否处于标准状况下。

(7) 某些离子或原子团在水溶液中能发生水解或电离反应, 使其数目减小。如 Na_2S 溶液中 $n(\text{S}^{2-})$ 、 $n(\text{Na}^+)$ $< 1 : 2$ 。

上述 7 项也往往是命题者有意设置的干扰性因素, 常常易疏忽。

【例 4】在标准状况下氢气和一氧化碳的混合气体 7 L, 质量为 2.25 g, 求 H_2 和 CO 的质量分数和体积分数。

解题过程: 一种思路可设 H_2 、 CO 各自的质量, 然后分别根据质量求出体积使它们之和为 7 L, 联立方程求解。另一思路是由混合气体的体积和质量求出混合气体在 22.4 L 时的质量, 得出平均摩尔质量后找出体积关系或质量关系解题。

【解法一】设 CO 质量为 x , H_2 质量为 y

$$\begin{cases} x + y = 2.25\text{g} \\ \frac{x}{28\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} + \frac{y}{2\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} = 7\text{L} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = 1.75\text{g} \\ y = 0.5\text{g} \end{cases}$$

$$\text{CO 体积: } \frac{1.75\text{g}}{28\text{g/mol}} \times 22.4\text{L/mol} = 1.4\text{L}$$

$$\text{H}_2 \text{ 体积: } \frac{0.5\text{g}}{2\text{g/mol}} \times 22.4\text{L/mol} = 5.6\text{L}$$

$$\text{所以 } \omega(\text{H}_2) = \frac{0.5\text{g}}{2.25\text{g}} \times 100\% = 22.2\%, \varphi(\text{H}_2) =$$

$$\frac{5.6\text{L}}{7\text{L}} \times 100\% = 80\%$$

$$\omega(\text{CO}) = \frac{1.75\text{g}}{2.25\text{g}} \times 100\% = 77.8\%$$

$$\varphi(\text{CO}) = \frac{1.4\text{L}}{7\text{L}} \times 100\% = 20\%$$

(注: ω 表示质量分数, φ 表示体积分数)

【解法二】设 CO 、 H_2 的物质的量分别为 x 、 y , 则:

$$\begin{cases} 28\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot x + 2\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot y = 2.25\text{g} \\ (x+y) \times 22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} = 7\text{L} \end{cases}$$

$$\text{求得} \begin{cases} x = 0.0625\text{mol} \\ y = 0.25\text{mol} \end{cases}$$

其他同解法一。

【解法三】设 H_2 的体积为 x , CO 的体积为 $(7-x)\text{L}$

$$\frac{x}{22.4\text{L/mol}} \times 2\text{g/mol} + \frac{7\text{L}-x}{22.4\text{L/mol}} \times 28\text{g/mol} = 2.25\text{g}$$

$$x = 5.6\text{L} \quad \text{CO 为 } 1.4\text{L}$$

$$\text{H}_2 \text{ 的质量: } \frac{5.6\text{L}}{22.4\text{L/mol}} \times 2\text{g/mol} = 0.5\text{g}$$

$$\text{CO 的质量: } 2.25\text{g} - 0.5\text{g} = 1.75\text{g}$$

其他同解法一。

【解法四】设混合气体平均摩尔质量为 $\bar{M}$, 体积分数 H_2 为 $x\%$, CO 为 $(1-x\%)$

$$\text{①求混合气体的摩尔质量: } \frac{2.25\text{g}}{\bar{M}} = \frac{7\text{L}}{22.4\text{L/mol}}$$

$$\bar{M} = 7.2\text{g/mol}$$

$$\text{②求体积分数: } x\% \times 2\text{g/mol} + (1-x\%) \times 28\text{g/mol} = 7.2\text{g/mol}$$

$$x\% = 80\% \quad \text{CO 为 } 20\%$$

③求质量分数: 由②知

$$V(\text{H}_2) : V(\text{CO}) = 80 : 20 = 4 : 1 = n(\text{H}_2) : n(\text{CO})$$

H_2 与 CO 的质量比为

$$(4 \times 2) : (1 \times 28) = 2 : 7$$

$$\omega(\text{H}_2) = \frac{2}{2+7} \times 100\% = 22.2\%$$

$$\omega(\text{CO}) = \frac{7}{2+7} \times 100\% = 77.8\%$$

【解法五】①求混合气体平均摩尔质量, 解法同前得 $\bar{M} = 7.2\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

②用十字交叉法求 H_2 和 CO 的体积比(即物质的量比)

$$\begin{array}{ccc} \text{CO} & 28 & (7.2 - 2) = 5.2 \\ & 7.2 & \\ \text{H}_2 & 2 & (28 - 7.2) = 20.8 \end{array}$$

故 $V(\text{CO}) : V(\text{H}_2) = 5.2 : 20.8 = 1 : 4$, 其他解法同前。

拓展点评: 一题多解是提高解题能力的重要手段。

解法二的思路是中学化学计算的重要思路, 即“见量化摩, 求啥先求摩”是有关物质的量等各量间计算的“法宝”。解法五较简易, 它用到的十字交叉法, 属平均中间值的思路。

【例5】某温度时, 一定量的 A 的氢化物 AH_3 在一定体积的密闭容器中可完全分解生成两种气态单质, 此时容器的压强增加了 75%, 则 A 单质的一个分子中含有 _____ 个 A 原子, AH_3 分解的化学方程式为 _____。

解题思路: 解答本题需应用阿伏加德罗定律和质量守恒定律。根据题目给定的反应物和生成物:

①写出一个不完整的方程式: $\text{AH}_3 \longrightarrow \text{H}_2 + \text{A}_n$

②根据阿伏加德罗定律, 气体的压强比等于气体的物质的量之比, 反应前后气体的物质的量之比为 $1 : 1.75$,

③系数代入方程式: $4\text{AH}_3 \longrightarrow \text{H}_2 + \text{A}_n$

共有 7mol

④根据氢原子守恒, 确定 H_2 系数为 6,

所以 A_n 的系数为 1, $n=4$, 得 $4\text{AH}_3 = 6\text{H}_2 + \text{A}_4$ 。

答案: $4; 4\text{AH}_3 = 6\text{H}_2 + \text{A}_4$

【例6】100mL 某硝酸和硫酸的混合溶液中, 加入 50mL 4mol/L 的 NaOH 溶液, 正好完全中和, 然后再取 10mL 原混合溶液, 加入足量 BaCl_2 的溶液, 得沉淀 1.165g, 求:

(1) 原混合溶液中 H^+ 的物质的量浓度;

(2) 原混合溶液中所含 HNO_3 的质量。

解题过程: 本题是物质的量应用于化学方程式或离子方程式的计算的典型例题, 利用物质的量及物质的量浓度进行有关化学方程式的计算, 比利用物质的质量进行计算要简便、快速。

答案: (1) 混合酸溶液与 NaOH 反应的离子方程式为: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$, 消耗 NaOH 的物质的量为 $4\text{mol/L} \times 0.05\text{L} = 0.2\text{mol}$, 故可知混合溶液中所含的 H^+ 的物质的量为 0.2mol, 故 H^+ 的物质的量浓度为 $c(\text{H}^+) = 0.2\text{mol}/0.1\text{L} = 2.0\text{mol/L}$;

(2) 向混合酸溶液中加入 BaCl_2 后, 发生的离子反应为: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$, 10mL 混合溶液产生 1.165g BaSO_4 沉淀, 即 $1.165\text{g}/233\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.005\text{mol}$, 由此可知原溶液中含有 H_2SO_4 0.005mol, 0.005mol H_2SO_4 可提供 $0.005 \times 2 = 0.01\text{mol}$ H^+ , 则 HNO_3 提供的 H^+ 为 $0.2\text{mol} - 0.01\text{mol}$, HNO_3 质量为 $0.1\text{mol} \times 63\text{g/mol} = 6.3\text{g}$ 。



创新变化

【例】假设 ^{12}C 相对原子质量为 24, 如果以 $0.024\text{kg}^{12}\text{C}$ 所含原子数为阿伏加德罗常数, 下列数据肯定不变的是 ()

- 气体摩尔体积(标准状况)
- 标准状况下, 16g O_2 所占体积
- O_2 的相对分子质量
- 一定条件下, 与 2g H_2 相结合的 O_2 的物质的量

解题思路: 此题题设中, 以 $0.024\text{kg}^{12}\text{C}$ 所含的原子数为阿伏加德罗常数, 则阿伏加德罗常数变为原来的 2 倍, 即 1mol 气体所含的分子数为原来的 2 倍, 则标准状况下气体的摩尔质量变为原来的 2 倍, A 项变化了。B 项明确了气体的温度、压强和质量, 体积一定, 不随相对原子质量标准及阿伏加德罗常数的改变而改变。对于 C 项, 由于 ^{12}C 相对原子质量变为原来的 2 倍, 各种分子的相对分子质量均发生变化, O_2 的相对分子质量变为 64。对于 D 项, 与 2g H_2 化合的 O_2 的质量是不变的, 因为 O_2 的摩尔质量改变, 故 O_2 的物质的量也发生改变。