

前言

QIAN YAN

按照我国最新的教学教育改革的发展方向,《高中全程复习优化设计》系列丛书率先推出了案例探究式复习法的备考模式。

传统的备考模式大都是以讲为主,从复习目标到知识梳理,从重难点解析到典型例题剖析,依次展开,复习课往往就变成了新授课。这种模式忽视了学生在备考中的主观能动性,备考主体的潜力得不到充分挖掘,事倍而功半。案例探究式复习法就是通过案例举证来引导学生做题并发现问题,学生会什么,不会什么,一目了然,平时学习中知识的疏漏以及与高考要求的差距就会很明显地凸现出来。然后通过案例剖析和知识梳理来校正知识偏差,通过"拓展"来补充知识,开拓视野,并进行能力的培养。很显然,案例探究式复习法的复习是有重点、有选择的复习,是有目的、有针对性的复习。

根据教育部最新的考试精神和考试中心制定的2003年《考试说明》,本书在编写中注重培养学生对自然科学的基本事实、基本原理和基本规律的获得的能力,注重对基础知识和基本技能的培养,强调学生在实验课中要注意实验操作的规范性、实验设计的严密性和科学性的培养,同时,加强学生对正确、简练地表述实验现象、结果、过程及结论的训练。

本书按学科内热点综合专题、跨学科热点综合专题和综合模拟试题三部分编写。所谓热点,并不是盲目地追赶时髦、紧跟形式,而是用热点问题作为素材,培养学生运用基本知识和技能分析问题、解决问题的能力。

本书具备如下特点:

案例探究,素质备考 素质教育,首先要有情景创设。案例探究式复习法就是通过大量与社会生产、生活实际及时事热点相结合的案例(题例)及剖析来培养学生动手实践的创造能力和人文素养。备考的关键是在夯实基础的条件下对知识的贯通,以适应综合考试。本丛书通过学科内综合专题知识和双综合模拟两个梯级,强化学生的学科内综合能力,提升学生学科间交叉综合素养,最终实现素质备考的目标。

高考提前,备考提速 2003年高考提前到六月份,这样,以前的复习进度安排就不太适应了。本书从基础综合过关版开始,将章节复习提炼为单元复习,大部分学科还把双综合复习中的知识专题前移至基础综合过关版中,加快了复习进度。双综合模拟版语文、数学、英语三大主科分热点专题和综合模拟两部分,物理、化学、生物、政治、历史、地理六科分学科内综合热点专题、学科间交叉综合热点专题和综合模拟三部分,在强调综合复习的同时,体现单科复习过程的完整性。

模式创新,功能齐备 本套丛书采用"1+1"模式编写,即一本学生用书,相应配一本教师用书,学生用书和教师用书相互配合,各成体系。学生用书侧重于训练和知识方法的引导,提供备考复习的最佳模式,教师用书着重



于指导并进行了总复习的组织与规划,使学、讲、练紧密结合,功能齐备。

两个版本,个性设计 目前,正值原人教版统编教材与试验修订教材新旧交替时期,本套丛书数学、物理、化学、生物、历史、地理新旧版内容差异较大的各科均按两个版本编写,这就满足了使用不同教材读者的不同需求。

本书体例设计注重创新,主要由以下栏目组成:

【问题磁场】将典型问题精心设计,创设情景,引发思考。用“磁石”将读者引入设定的“磁场”之中。

【案例探究】根据问题磁场栏目中激活的思维,有目的有针对性地精选案例进行系统剖析,并培养考生的解题方法与技巧。

【知识归纳与拓展】进行知识大盘点,高度凝练知识体系,构建单元或专题考点网络,对重难点知识,特别是考生平时学习中容易疏漏或出现理解偏差的知识进行补充或详细诠释。

【备考创新训练】精心编选各类典型试题,凸现创新、综合和实践能力的培养。注重练测,以巩固知识、掌握技巧、形成技能。

本丛书全新改版,我们热切希望新的设计思想能引领新时期高三备考复习模式的新浪潮。但案例探究式复习法毕竟还是新的模式、新的探索,更需要广大读者的关心与呵护。丛书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2002 年 12 月

目 录

第一编 学科内综合热点专题	(001)
第一专题 物质的组成、性质和分类	(001)
第二专题 化学用语	(006)
第三专题 化学中常用计量及其计算	(011)
第四专题 阿伏加德罗定律与阿伏加德罗常数	(015)
第五专题 化学反应基本类型与氧化还原反应	(019)
第六专题 溶液 溶液的有关计算 胶体	(024)
第七专题 原子结构 化学键	(028)
第八专题 晶体结构与物质的物理性质	(031)
第九专题 元素周期律及其应用	(033)
第十专题 化学反应速率 勒夏特列原理的应用	(036)
第十一专题 电解质与电离平衡	(040)
第十二专题 水的离子积 pH 及其有关计算	(044)
第十三专题 盐类水解知识及其应用	(047)
第十四专题 原电池 电解原理 电镀	(050)
第十五专题 离子浓度 离子共存	(055)
第十六专题 非金属元素及其重要化合物	(058)
第十七专题 金属元素及其重要化合物	(064)
第十八专题 无机框图与无机推断	(070)
第十九专题 有机物的结构与性质	(074)
第二十专题 同系物 同分异构体	(079)
第二十一专题 有机化学反应的主要类型	(082)
第二十二专题 有机合成	(085)
第二十三专题 有机框图与有机推断	(088)
第二十四专题 有机物的燃烧与有机物分子式确定的计算	(091)
第二十五专题 有机信息给予	(094)
第二十六专题 化学实验的基本操作	(097)
第二十七专题 常见气体的制备	(100)
第二十八专题 物质的分离 提纯和鉴别	(103)
第二十九专题 定量实验与误差分析	(108)
第三十专题 化学实验设计与综合实验	(111)
第三十一专题 化学反应方程式的有关计算	(117)
第三十二专题 混合物的有关计算	(119)
第三十三专题 过量计算与多步反应的计算	(122)



目录

第三十四专题 讨论型计算与综合计算.....	(124)
第二编 学科间交叉热点专题	(128)
第一专题 化学与生活.....	(128)
第二专题 化学与环境.....	(132)
第三专题 化学与能源.....	(137)
第四专题 化学与材料.....	(141)
第五专题 化学与科技.....	(144)
第六专题 化学与物理.....	(148)
第七专题 化学与生物.....	(152)
第八专题 化学与数学.....	(157)
第三编 跨学科综合模拟训练	(159)
高考理科综合模拟训练 (一).....	(159)
高考理科综合模拟训练 (二).....	(163)
高考理科综合模拟训练 (三).....	(168)
高考理科综合模拟训练 (四).....	(172)
参考答案.....	(177)

第一编

学科内综合热点专题

第一专题 物质的组成、性质和分类

问题磁场

1. 化学变化不能实现的是

- ①一种原子变成另一种原子 ②一种离子变成另一种离子
③一种分子变成另一种分子 ④一种单质变成另一种单质
⑤一个质子变成一个中子 ⑥一种同素异形体变成另一种同素异形体
⑦一混合物变为各成分纯净物 ⑧有毒有污染的物质变为无毒无公害的物质
⑨由有机物小分子合成生命体 ⑩克隆 ⑪金属变成非金属 ⑫点石成金

- A. ①⑤⑨⑩⑪ B. ②③④⑥⑦⑧⑨
C. ①⑤⑪ D. 以上均不正确

2. 下列各组物质前一种是混合物,后两种是纯净物的是

- A. 蓝矾、玻璃、无色的刚玉
B. 汽油、液氯、无色的水晶
C. 石蜡、纯盐酸、软水
D. 干冰、铝热剂、铁触媒

案例探究

[案例 1] 将下列物质按酸、碱、盐分类依次排列正确的是

- A. 硫酸、纯碱、石灰石
B. 硫化氢、烧碱、绿矾
C. 石炭酸、熟石膏、醋酸钠
D. 磷酸、乙醇钠、苛性钾

剖析:酸是指“电离时生成的阳离子全部是 H^+ 的化合物”。依此判断 H_2SO_4 、 H_2S 、 C_6H_5OH 、 H_3PO_4 都可认为是酸;碱是指“电离时生成的阴离子全部是 OH^- 的化合物”,故 Na_2CO_3 属于盐, $NaOH$ 属于碱, $2CaSO_4 \cdot H_2O$ 属于盐, C_2H_5ONa 不属于碱也不属于盐;按盐的概念分析知: $CaCO_3$ 、 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 、 CH_3COONa 均属于盐,而苛性钾(KOH)属于碱。

答案:B

[案例 2] 下列变化一定属于化学变化的是

- ①导电 ②爆炸 ③缓慢氧化 ④变色 ⑤无水硫酸铜吸水
⑥工业制氧气 ⑦白磷转变成红磷 ⑧久置浓硝酸变黄
⑨丁达尔现象 ⑩发光

- A. ①④⑨ B. ⑥⑧⑩
C. ②⑥⑦ D. ③⑤⑦⑧

剖析:①金属及石墨的导电属于物理变化,电解质溶液及其熔融液的导电为电解过程(化学);②爆炸分为化学爆炸(氧化还原反应过程)、物理爆炸(如气球爆裂)、核爆炸(如原子弹爆炸不属于化学过程);③一切氧化过程均属于化学变化;④分为化学变色、物理变色(如吸附)、光学变色(如对光的折射);⑤化学变化;⑥分离空气制 O_2 属于物理过程;⑦、⑧为化学变化;⑨胶体的丁达尔现象是其光学方面的性质,不属于化学变化;⑩发光也分为化学发光(放热反应)、物理发光(如电能转变为光能)、生物发光(如萤火虫发光)等。

答案:D

[案例 3] 下列物质中,均直接由原子构成的是

- ①二氧化碳 ②二氧化硅 ③钠蒸气 ④金刚石 ⑤单晶硅
⑥白磷 ⑦硫 ⑧氩 ⑨溴化氢 ⑩碘蒸气

- A. ①⑥⑩ B. ②③④⑤
C. ①⑦⑧ D. ⑧⑨⑩

剖析:原子也是构成物质的一种粒子,如原子晶体(含单质或化合物)、稀有气体(如 Ne)、蒸气状态下的金属单质等。平常只用单一元素符号表示的物质不一定是由原子直接构成的,如红磷(P)、硫(S)、铁(Fe)等,而是由于这些物质的组成比较复杂,通常用元素符号予以表示,而金属晶体通常认为是由相应的金属阳离子和自由电子组成的,也不认为是由原子直接构成。该题中的①⑥⑦⑧⑨⑩是由分子构成的,它们在固态时形成分子晶体。

答案:B



知识归纳与拓展

1. 物质的组成

	概念	特征	举例	备注
原子	原子是化学变化中的最小粒子	有大小和质量、运动、呈电中性	由原子直接构成的物质(原子晶体): 金刚石、SiO ₂ 、SiC、石墨(混合型晶体)	①化学变化中只改变电子层结构,原子核无变化,原子变成离子后仍为原来的元素 ②有自己的性质,可形成原子晶体 ③金属单质及稀有气体不形成原子晶体,但其原子保持原物质的化学性质
分子	分子是保持物质的化学性质的一种粒子	有大小和质量、运动、呈电中性,分子间有一定间隙和作用力,分子在化学反应中可再分(单原子分子除外)	由分子构成的物质: 非金属单质、非金属的氢化物及氧化物、酸类、大多数有机物	①同种物质的分子性质相同 ②稀有气体为单原子分子 ③分子可形成分子晶体 ④分子分为极性或非极性分子 ⑤单独的分子无物理性质
离子	离子是指带有电荷的原子或原子团。分为阳离子和阴离子	带正电荷或负电荷,半径与相应原子的不同,式量与所带电荷无关,电子层结构及性质与相应原子不同	离子化合物、强碱、大多数盐、低价金属氧化物	①主族元素的简单离子的电子层为稳定结构 ②可形成离子晶体 ③金属晶体中只有阳离子而无阴离子
元素	元素是具有相同核电荷数(即核内质子数)的一类原子的总称	具有相同质子数的粒子,它们带的电荷数可以不同,具有的化合价可以不同,所以粒子具有的性质也可不同	地壳中各元素的质量分数(前五种): O:48.6%; Si:26.3%; Al:7.73%; Fe:4.75%; Ca:3.45%	①论种类,不论数量 ②存在形式有游离态,也有化合态 ③一种元素可有多种同位素,各元素的稳定同位素在自然界中的丰度(摩尔分数)保持不变 ④某些元素可形成不同的单质(性质、结构不同)——同素异形体

	同位素	同素异形体
概念	具有相同的质子数和不同的中子数的同一元素的原子互称同位素	由同一种元素形成的多种单质叫这种元素的同素异形体
说明	①某种元素的各天然同位素的原子含量一般不变 ②大多数元素都有同位素 ③同位素有许多重要用途 ④同价态的同位素化学性质几乎完全相同	①互为同素异形体的单质,其化学性质几乎完全相同而物理性质有较大差异 ②同素异形体间可以互相转化,属于化学变化,但无价态变化,不是氧化还原反应 ③常见同素异形体 O ₂ 与 O ₃ , 白磷与红磷、金刚石、石墨与 C ₆₀ 等

	原子团	根	基
概念	由两种或两种以上的原子构成,在化学反应中往往不分开,好象一种原子一样,这叫做原子团。它分为根和基	根是带有电荷的原子团,它属于离子	不带电荷的原子团,它呈电中性,不能单独存在,它是从化合物分子中去掉原子形成的
举例	_____	氢氧根 OH ⁻ ; 硫酸根 SO ₄ ²⁻ ; 铵根 NH ₄ ⁺	氨基(—NH ₂); 甲基(—CH ₃); 羟基(—OH); 硝基(—NO ₂)

2. 物质的性质与变化

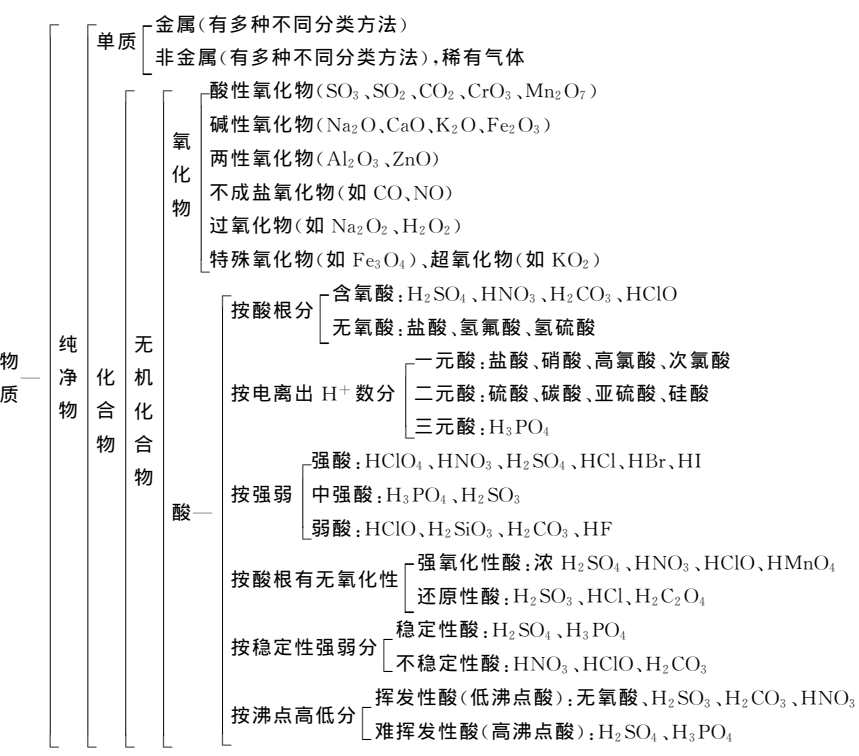
	物理性质	化学性质
概念(宏观)	物质不需要发生化学变化过程而表现出来的性质	物质在化学变化时表现出来的性质
实质(微观)	物质的分子组成和结构没有发生改变时呈现的性质	物质的分子组成和结构发生改变时呈现的性质
性质包括内容	颜色、状态、气味、毒性、密度、熔点、沸点、溶解性、导电导热性等	一般指物质跟金属、非金属、氧化物、酸、碱、盐能否发生反应及热稳定性等

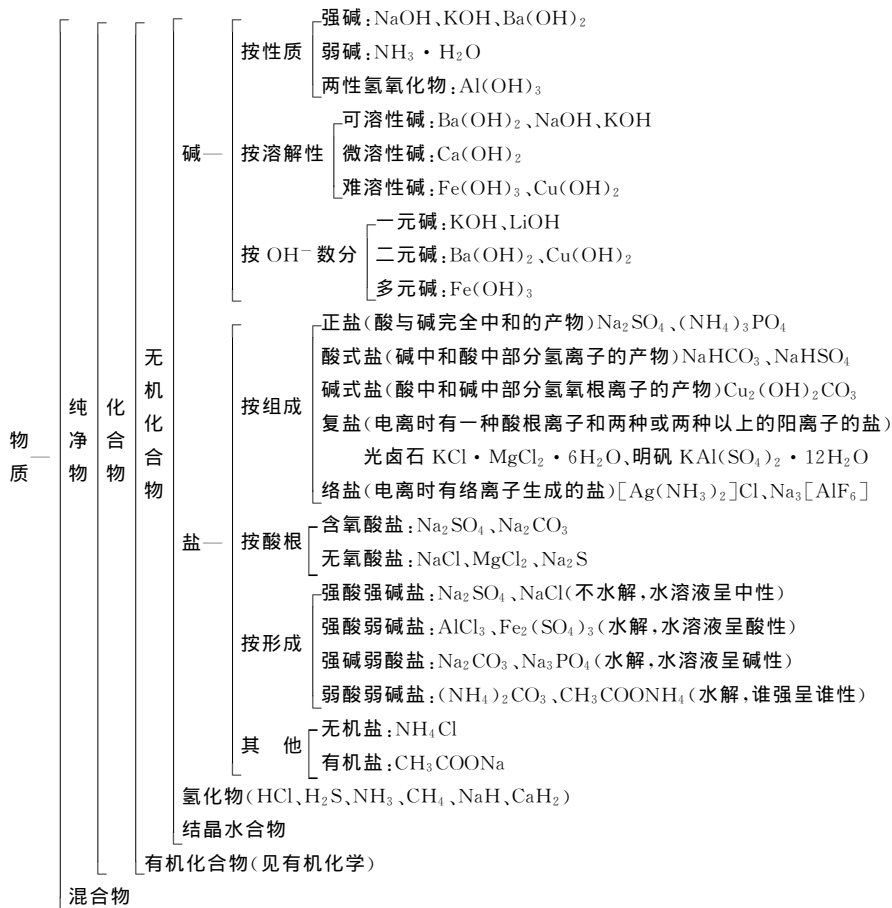
	物理变化	化学变化
概 念	没有新物质生成的变化	有新物质生成的变化,也叫化学反应
实 质	物质粒子间隔发生变化,物质的组成、结构没有发生变化,没有新物质生成,原物质分子保持不变	物质的组成、结构发生变化,物质中原子重新组合,旧键断裂新键生成,有新物质生成。一般伴有物理变化(发光、放热、变色、↑、↓、产生电流……)
实 例	物质的三态变化、金属导电、蒸馏、分馏、升华、挥发、吸附、盐析、电泳、焰色反应、汽油去油污、潮解、粉碎、凝聚……	同素异形体间相互转化、风化、硫化、老化、裂化、硝化、裂解、干馏、脱水、脱氧、燃烧、火药及粉尘爆炸、电解、原电池反应、电化腐蚀、电镀、气割、钝化、硬水软化、CO ₂ 溶于水、分解、化合、氧化、还原、蛋白质变性……
说 明	①两者常常同时发生,化学变化中一定有物理变化,但物理变化中一定没有化学变化 ②溶解、潮解、电泳过程中既有物理变化又有化学变化 ③某些元素原子的裂变、聚变等,虽有新物质生成,但不属于中学化学意义上的化学变化(可属于放射变化),也不属于中学化学意义上的物理变化;焰色反应、氖泡发红光等,也不是化学变化,而是在灼烧或通电时与元素原子的核外电子能级跃迁时能量变化外显的有关现象,此过程无新物质生成 ④原子核发生改变的变化不属于化学变化 ⑤化学反应遵循质量守恒定律	

性质分类

- ①从得失电子的难易程度——氧化性、还原性、金属性、非金属性
- ②从物质在溶液中释出和结合 H⁺、OH⁻ 的能力——酸性、碱性
- ③从键能和分子间作用力大小的角度——稳定性和不稳定性,挥发性和不挥发性(熔点和沸点),物质的三态变化,可溶性、不溶性和微溶性

3. 物质的分类





备考创新训练

- 1. ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 、 H^+ 、 H_2 是
- A. 氢的五种同位素
B. 五种氢元素
C. 氢的五种同素异形体
D. 氢元素的五种不同粒子
- 2. 下列广告用语在科学性上没有错误的是
- A. 这种饮料中不含任何化学物质
B. 这种蒸馏水绝对纯净,其中不含任何离子
C. 这种口服液含丰富的氮、磷、锌等微量元素
D. 没有水就没有生命
- 3. 在化学反应中,反应前与反应后相比较,肯定不变的是...
- ①元素的种类 ②原子的种类 ③分子数目 ④原子数目
⑤反应前物质的质量总和与反应后物质的质量总和
⑥如果在水溶液中反应,则反应前与反应后阳离子所带的正电荷总数
- A. ①②③④ B. ①②⑤⑥ C. ①②④⑤ D. ②③⑤⑥
- 4. 下列各组物质都是纯净化合物的是
- A. 重水、王水、石灰水、氨水、软水
B. 甘油、汽油、煤焦油、豆油
C. 冰、干冰、冰醋酸、冰晶石
D. 氨气、氯气、水煤气、石油气
- 5. 下列物质一定属于混合物的是
- ①冰、水混合物 ②红磷与白磷的混合物 ③不含杂质的

盐酸 ④含 H_2^{16}O 和 H_2^{18}O 的水 ⑤氯水 ⑥铁触媒
⑦纯净的磷酸 ⑧常况下的 NO_2 气体 ⑨天然油脂
⑩分子式为 C_5H_{12} 的有机物

- A. ②③⑤⑥⑧⑨ B. ①④⑦⑩
C. 全部 D. 以上答案均不合题意
- 6. 下列物质的主要成分,皆为同一种酸所对应的盐的一组是
- A. 硫铁矿、赤铁矿、铝土矿、磁铁矿
B. 萤石、冰晶石、重晶石、硝石
C. 苏打、大苏打、小苏打、重钙
D. 生石膏、皓矾、芒硝、蓝矾
- 7. 下列各组物质中:① Cl_2O_7 、 HClO_3 ② SO_2 、 H_2SO_4 ③ NO 、 HNO_2 ④ SiO_2 、 H_2SiO_3 ⑤ Mn_2O_7 、 HMnO_4 ⑥ CO_2 、 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ⑦ NO_2 、 HNO_3 ⑧ Al_2O_3 、 HAlO_2 ,前者是后者的酸酐,正确的是
- A. ①②③⑥ B. ②③⑤⑦
C. ④⑤ D. ①③④⑧
- 8. 下列关于物质分类的正确组合是

组别	碱	酸	盐	碱性氧化物	酸性氧化物
A	纯碱	盐酸	烧碱	氧化铝	二氧化碳
B	烧碱	硫酸	食盐	氧化镁	一氧化碳
C	苛性钠	醋酸	萤石	过氧化钠	二氧化硫
D	苛性钾	油酸	苏打	氧化钠	硫酐

- 9. 下列有关氧化物的说法正确的是



- A. 凡是酸性氧化物,均可与水反应生成相应的酸
B. 金属氧化物都是碱性氧化物
C. 与水反应生成酸的氧化物不一定是酸酐,与水反应生成碱的氧化物不一定是碱性氧化物
D. 不能跟酸反应的氧化物一定能跟碱反应
- 10. 下列物质组互为同素异形体的是
A. ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O B. 金刚石、石墨、 C_{60}
C. HCl 、 DCl 、 TCI D. CH_4 、 C_2H_6 、 C_3H_8
- 11. 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 $[\text{Al}_2(\text{OH})_n\text{Cl}_m \cdot y\text{H}_2\text{O}]_x$ 式中 m 等于
A. $3-n$ B. $6-n$ C. $6+n$ D. $3+n$
- 12. 道尔顿的原子学说曾起了很大的作用,他的学说中包含有 3 个论点:①原子是不能再分的粒子;②同种元素的原子的各种性质和质量都相同;③原子是微小的实心球体。从现代的观点看,你认为这 3 个论点中不确切的是 _____。
- 13. 下列物质:①过氧化氢②次氯酸③石英④氯仿⑤金刚砂⑥苯甲酸钠⑦硫磺, S_8 氯化铝⑨氫气⑩胆矾。其中:
A. 由分子构成的物质是 _____;
B. 由原子构成的物质是 _____;
C. 由离子构成的物质是 _____。
- 14. 下列物质中属于纯净化合物的是 _____。
①福尔马林②水③纤维素④石蜡⑤石墨⑥干冰⑦硫铁矿⑧醋酸酐
- 15. 下列说法中正确的是 _____。
①质子数相同的粒子一定属于同一种元素
②氯酸钾是离子晶体,它含有氯离子
③质子数相同、电子数也相同的两种粒子,不可能是一种

分子和一种离子

- ④电子数相同的原子一定是同一种元素
⑤化学变化过程中,不一定同时发生物理变化
⑥在物理变化过程中,不一定发生化学变化
⑦当单质分子里的原子不变时,这种单质不能发生化学变化
⑧反应后各物质的物质的量之和一定等于反应前各物质的物质的量之和
⑨反应前各物质的摩尔质量之和与反应后各物质的摩尔质量之和一定相等。
- 16. 物质 A 和 B 可直接化合为 C,甲、乙、丙、丁、戊五个学生分别做 A 与 B 的化合反应实验,充分反应时,每人用 A、B 的质量各不相同,但总质量均为 9 g。五人所用 A、B 质量及得到化合物 C 的质量如下表,请填写表中的空格。

	甲	乙	丙	丁	戊
$m(\text{A})$	7 g	2 g	4 g	6 g	
$m(\text{B})$	2 g		5 g	3 g	
$m(\text{C})$	6 g	3 g			4.44 g

- 17. 常温下, A 和 B 两种气体组成的混合物, [已知 $M_r(\text{A}) > M_r(\text{B})$], 经分析混合气体中只含有氟和氢两种元素, 而且不论 A、B 以何种比例混合, 氟和氢的质量比总是大于 19 : 1, 由此可以确定
(1) A 是 _____, B 是 _____。
(2) 若上述混合气体中氟与氢的质量比恰为 38 : 1, 则混合气体中 $n(\text{A}) : n(\text{B}) =$ _____。



复习札记

第二专题 化学用语

问题磁场

[案例 1] 某主族元素 R, 其最高正价与最低负价绝对值之差为 2, 其气态氢化物含氢 8.8%。求:

- (1) R 的最高正价和最低负价。
- (2) R 的相对原子质量。
- (3) 如果已知 R 的原子核中质子数比中子数少 1, 则 R 是什么元素?

[案例 2] (1) 向 NaHSO_4 溶液中, 逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至中性, 请写出发生反应的离子方程式。

(2) 在以上中性溶液中, 继续滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 请写出此步反应的离子方程式。

案例探究

[例 1] 某含氧酸的化学式是 $\text{H}_n\text{RO}_{3n-2}$, 该酸的酸酐可能是

- A. Cl_2O B. N_2O_5 C. SO_3 D. CO_2

剖析: 设含氧酸 $\text{H}_n\text{RO}_{3n-2}$ 里 R 元素的化合价为 x 价。

$$(+1) \cdot n + x + [(-2) \times (3n-2)] = 0$$

$$5n = 4 + x$$

若 $n=1$, 则 $x=1$, 含氧酸为 HRO , 它可为 HClO , 酸酐 Cl_2O

若 $n=2$, 则 $x=6$, 含氧酸为 H_2RO_4 , 它可为 H_2SO_4 , 酸酐是 SO_3

若 $n=3$, 则 $x=11$ (不合理, 舍去)

若 $n=4$, (只有 H_4SiO_4 , 且不稳定, 不合理, 舍去)。

答案: AC

[例 2] 下列离子方程式书写正确的是 _____。

① 碳酸氢钙溶液中加入过量氢氧化钠溶液:



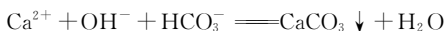
② 氯化铁溶液中通入硫化氢气体:



③ 次氯酸钙溶液中通入过量 CO_2 :



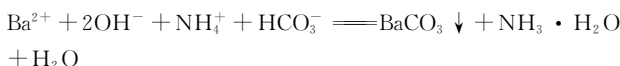
④ 澄清石灰水与少量小苏打溶液混合:



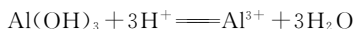
⑤ 向碳酸氢钙溶液中加入过量氢氧化钠:



⑥ 等体积等物质的量浓度的氢氧化钡溶液与碳酸氢铵溶液混合:



⑦ 氢氧化铝与足量盐酸反应:



⑧ 过量 CO_2 通入氢氧化钠溶液中:



剖析: 这类题目至少应考虑以下几个方面:

(1) 反应能否发生, 氧化还原的价态是否正确, 酸碱反应是否按反应式方向进行, 是否具有复分解的反应条件? 等等。

(2) 考虑溶解度, 是否应该写成离子的却写成了化合物的化学式, 应该写成化学式的却写成了离子符号?

(3) 物料平衡否, 电荷是否也已平衡?

(4) 气体、沉淀的符号是否都标清楚了?

这就需要对元素及其化合物的反应性质、酸碱盐的相互关系、复分解氧化还原的条件、物质溶解性、弱电解质的性质等方面的知识以及应用它们综合分析的能力。

① 由于 Ca^{2+} 会与生成的部分 CO_3^{2-} 结合成 $\text{CaCO}_3 \downarrow$, 应改为: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

② H_2S 气体应写化学式: $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{S} \downarrow$

③ CO_2 过量, 产物应为 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$: $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$

④⑤⑥⑦ 正确

⑧ 过量“ CO_2 ”时应生成 HCO_3^- , 应改为: $\text{CO}_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$ 。

答案: ④⑤⑥⑦

[例 3] 对于 H_2O_2 , 回答下列问题。

(1) 写出其电子式和结构式;

(2) 由 H_2O_2 的结构分析, 为何易发生如下分解: $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$

(3) 实验室中可将 Na_2O_2 加到冷冻水或冷的稀盐酸中来制取 H_2O_2 , 写出有关的化学方程式。

(4) 过氧化氢的沸点比水高, 但受热易分解。某试剂厂先制得 7%~8% 的 H_2O_2 溶液, 再浓缩成 30% 溶液时, 可采用的适宜方法是

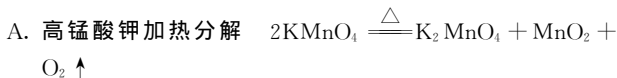
- 常压蒸馏
- 减压蒸馏
- 加生石灰常压蒸馏
- 加压蒸馏

(5) 为了使氯化亚铁和氯化铁酸性混合溶液中氯化亚铁全部

变为氯化铁,可使用的试剂是

- A. 氧气 B. 溴水
C. 过氧化氢 D. 过氧化钠

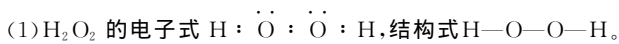
(6)下列的反应适用于实验室制备 O_2 的是



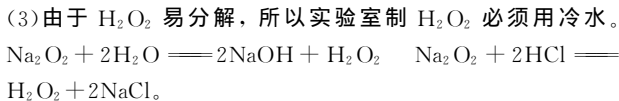
(7) H_2O_2 有弱酸性,写出它与 $Ba(OH)_2$ 溶液反应的方程式。

(8)由 H_2O_2 中氧的化合价分析,它在化学反应中是作氧化剂还是作还原剂?还是既可作氧化剂又可作还原剂?写出在酸性条件下分别与 Fe^{2+} 、 MnO_4^- 反应的离子方程式。

剖析: H_2O_2 是近几年高考的一个热点内容。要求考生具有较强的分析问题和解决问题的能力。从分析 H_2O_2 的分子结构,得到 H_2O_2 的性质,再利用结构和性质来解决有关问题。

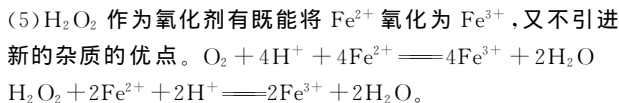


(2)由于分子中存在不稳定的过氧键 $-O-O-$,所以容易分解。

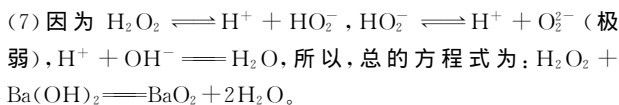


(4)为了防止 H_2O_2 分解,必须在低温下加热浓缩,减小压

强,水的沸点降低,这样在低温下水蒸发而 H_2O_2 又不会分解,故选 B。



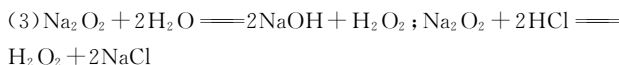
(6) MnO_2 、 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、光、热均能加速 H_2O_2 的分解,B、D 得到的是混合气体。故选 A、C。



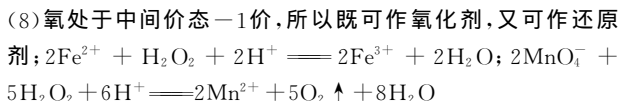
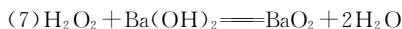
(8)由于 H_2O_2 中的氧处于中间价态 -1 价,所以既可作氧化剂,又可作还原剂,当与还原性物质反应时作氧化剂,如
 $2Fe^{2+} + H_2O_2 + 2H^+ = 2Fe^{3+} + 2H_2O$,当与氧化性比 H_2O_2 强的物质反应时,则作还原剂,如
 $2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 5O_2 \uparrow + 8H_2O$ 。



(2)由于存在不稳定的过氧键 $-O-O-$

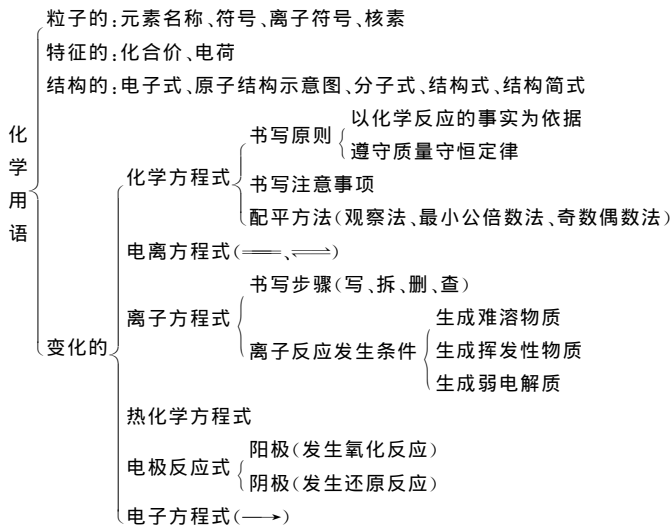


(4)B (5)AC (6)AC



知识归纳与拓展

1. 化学用语



2. 元素符号与化合价

(1)元素符号:化学上,采用不同的符号表示各种元素,这种符号叫元素符号。

(2)化合价:一种元素的一定数目的原子,跟其他元素的一定数目的原子化合的性质。实质是成键原子电子得失的数目或

共用电子对偏移的数目。

单质的化合价可视为零价,在化合物中正负化合价的代数和等于零。

3. 化学式

用元素符号表示物质组成和变化的式子。

(1)最简式(实验式):用元素符号表示化合物分子中元素的种类和各元素原子个数最简单整数比的式子。

(2)分子式:用元素符号表示物质分子组成的式子。

有些单质、原子晶体和离子晶体通常情况下不存在简单分子,它的化学式则表示这种晶体中各种元素的原子或离子数目的最简整数比。如 C 、 SiO_2 、 CsCl 、 Na_2CO_3 、 $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 等。

(3)电子式:在元素符号周围用“·”或“×”表示其最外层电子数的式子。

(4)结构式:用短线将分子中各原子按排列顺序和结合方式相互连接起来的式子。书写规律:一对共用电子对画一短线,没有成键的电子不画出。

(5) 结构简式:它是结构式的简写,一般用于有机物,书写时应将分子中的官能团表示出来。

4. 化学反应表示式

(1)化学方程式:用元素符号或分子式表示化学反应的式子。

书写时要以事实和质量守恒定律为依据(配平);注明反应条件;有沉淀和气体生成的生成物要用“ $\uparrow$ ”“ $\downarrow$ ”表示;可逆反应用“ $\rightleftharpoons$ ”,有机反应用“ $\longrightarrow$ ”。

(2)热化学方程式:热化学方程式是表明反应所放出或吸收的热量的化学方程式。它表明了化学反应与热效应的关系。

(3) 电离方程式: 表示电解质溶于水或受热熔化时离解成自由移动离子的过程的式子。

(4)离子方程式:用实际参加反应的离子的符号来表示电解质在水溶液中所起的反应。

5. 离子方程式的书写及正误判断原则

(1)明确离子反应的实质:离子反应是在溶液中进行的反应,没有自由移动的离子参加或生成的反应,不能简化成离子方程式。如: Cu 和浓 H_2SO_4 反应, Cl_2 通入石灰乳中制漂白粉等。

(2) 只有可溶性强电解质才能写成离子形式;弱电解质和不溶于水的强电解质,如沉淀、气体等要写成化学式。如 BaSO_4 虽是强电解质,但要写成化学式,是其不溶于水的缘故。

(3)切忌以偏概全。如硫酸铜溶液中加入过量 $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})$ 写成 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 是错误的,这是遗漏了 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ 的反应,正确写法是: $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。

(4) 注意质量守恒和电荷守恒,特别是电荷守恒。其实有些反应,不见得会写,但完全可以从电荷守恒或质量守恒的角度作出正误判断。如判断“硫酸亚铁溶液中加入过氧化氢溶液: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ ”之正误,就可从电荷是否守恒作出判断。

(5) 注意反应原理的正误要以反应事实为根据,不可杜撰离子方程式。如以下两离子方程式都是错误的。①铁和浓盐酸的反应写成: $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$; ②Fe 和稀 HNO_3 的反应写成: $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$; 前者要生成 Fe^{2+} ; 后者生成 Fe^{3+} , 放出 NO 气体而不是 H_2 。

(6) 来自同一物质的离子配比要正确。如碳酸氢钙溶液中加入过量 $\text{NaOH}(\text{aq})$, 写成: $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, 就忽视了来自 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 的 $n(\text{Ca}^{2+})$ 与 $n(\text{HCO}_3^-)$ 之比应为 1 : 2 才符合反应事实, 按离子配比写出的离子方程式两边若存在同一离子时可按量消去。如向 $\text{NaHSO}_4(\text{aq})$ 中逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})$ 至呈中性, 离子方程式的写法是:

①按离子配比写出: $2\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- =$
 $\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, ②消去多余的 SO_4^{2-} 得: $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
 $+ \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(7) 注意“量”的关系。分析近几年的高考题,凡离子方程式方面的,无一不与“量”发生关系,如“过量”“适量”“足量”“少量”“定量”及“隐含量”等,考生要谨防落入“量”的陷阱。如硝酸铝溶液中加入过量氨水,由于生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与过量的氨水不反应,这里的过量与少量并没有什么区别。

(8) 注意反应的先后顺序。FeI₂(aq)中通入少量 Cl₂，或 FeBr₂(aq)中通入少量 Cl₂。Cl₂是先与 Fe²⁺还是先与 I⁻(或 Br⁻)反应？这应由 Fe²⁺和 I⁻(或 Br⁻)的还原性决定。前者反应是：2I⁻ + Cl₂ = 2Cl⁻ + I₂，后者反应是 2Fe²⁺ + Cl₂ = 2Fe³⁺ + 2Cl⁻。再如碳酸氢镁溶液中加入与溶质等物质的量的澄清石灰水，OH⁻是与 Mg²⁺还是与 HCO₃⁻反应，这需由生成物 Mg(OH)₂和 H₂O 的电离程度来决定，其离子反应方程式应该是：Mg²⁺ + 2HCO₃⁻ + Ca²⁺ + 2OH⁻ = 2H₂O + MgCO₃↓ + CaCO₃↓，即首先生成更难电离的物质。

(9) 注意反应的连续性、阶段性。如①向 $\text{NaHSO}_4(\text{aq})$ 中逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})$ 至呈中性, 写出离子方程式 _____ (见上文(6)), ②在以上中性溶液中继续加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})$, 写出此反应的离子方程式 _____ ($\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$), 并写出这时反应的总离子方程式 _____ ($\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$)。

(10) 注意强氧化性物质的生成。如少量(或过量) SO_2 通入 $\text{Ca}(\text{ClO})_2(\text{aq})$ 中写成: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{CaSO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$, 或 $2\text{ClO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2 = 2\text{HClO} + 2\text{HSO}_3^-$, 都是错误的, 因为 HClO 能将硫元素氧化到它的最高价态: +6 价。

(11)注意单水解一般是微弱的(BaS 、 CaC_2 水解属强烈水解),水解方程式中不写“ $\rightleftharpoons$ ”,应写“ $\rightleftharpoons$ ”,不要写“ $\uparrow$ ”和“ $\downarrow$ ”符号。

(12)注意化学反应中络离子的生成。

备考创新训练

► 1. 下列化学式既能表示物质的组成,又能表示物质分子式的是

A. NH_4NO_3 B. SiO_2
C. $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ D. Cu

► 2. 1999 年曾报导合成并分离了含高能量的正离子 N_5^+ 的化合物 N_5AsF_6 , 下列叙述错误的是

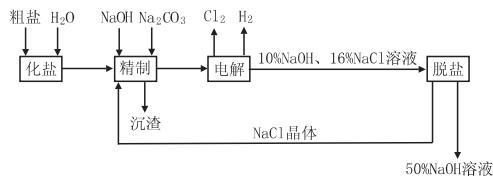
A. N_5^+ 共有 34 个核外电子
B. N_5^+ 中氮—氮原子间以共用电子对结合
C. 化合物 N_5AsF_6 中 As 化合价为 +1
D. 化合物 N_5AsF_6 中 F 化合价为 -1

►3. 下列物质的电子式书写正确的是

$$\textcircled{1} \text{Ca(OH)}_2 \quad [\text{H} : \ddot{\text{O}} :]^- \text{Ca}^{2+} [: \ddot{\text{O}} : \text{H}]^-$$
$$\textcircled{2} \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2^+ \left[\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ : \text{S} : \\ \cdot\cdot \end{array} \right]^{2-}$$
$$\textcircled{3} - \text{OH} \quad : \ddot{\text{O}} : \text{H}$$

④ Al^{3+} Al^{3+}

►17. 氯碱厂电解饱和食盐水制取 NaOH 的工艺流程示意图如下图所示：



依据上图,完成下列填空:

(1)在电解过程中,与电源正极相连的电极上所发生反应的化学方程式为_____,与电源负极相连的电极附近,溶液 pH _____(选填:“不变”“升高”或“下降”)。

(2)工业食盐含 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等杂质,精制过程发生反应的离子方程式为 _____, _____。

(3) 如果粗盐中 SO_4^{2-} 含量较高, 必须添加钡试剂除去 SO_4^{2-} , 该钡试剂可以是_____。

a. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ b. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ c. BaCl_2

(4)为有效除去 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} ，加入试剂的合理顺序为 (选填 a、b、c，多选扣分)。

a. 先加 NaOH, 后加 Na_2CO_3 , 再加钡试剂

b. 先加 NaOH, 后加钡试剂, 再加 Na_2CO_3

c. 先加钡试剂, 后加 NaOH , 再加 Na_2CO_3

(5)脱盐工序中利用 NaOH 和 NaCl 在溶解度上的差异,

通过_____、冷却、_____ (填写操作名称)除去 NaCl。

(6)在隔膜法电解食盐水时,电解槽分隔为阳极区和阴极区,防止 Cl_2 与 NaOH 反应;采用无隔膜电解冷的食盐水时, Cl_2 与 NaOH 充分接触,产物仅是 NaClO 和 H_2 ,相应的化学方程式为_____。

►18. 泡沫灭火机内含浓 NaHCO_3 溶液(置于铁桶内)和浓 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液(置于玻璃瓶内)。使用时把灭火机倒置即有泡沫状物喷出, 灭火。

(1) 写出倒置灭火器时的反应的离子方程式 _____

(2) 灭火机内 NaHCO_3 溶液体积和 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液体积之比约为 5 : 1, 请估计两种溶液浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 之比约是 _____, 是 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液还是 NaHCO_3 溶液过量更好些 _____。

(3) 因 Na_2CO_3 价格便宜。有人建议用等浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)、等体积 Na_2CO_3 代替 NaHCO_3 , 请评价此建议。

(4) 有人建议:把浓 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液置于铁桶内(溶液体积扩大了 5 倍),而把所需固体 NaHCO_3 置于玻璃瓶中。请评价此建议:



第三专题 化学中常用计量及其计算

问题磁场

[案例 1] 在化学学科中经常使用下列物理量, 其中跟阿伏加德罗常数(N_A)无关的组合是: ①相对原子质量(A_r) ②摩尔质量(M) ③原子半径(r) ④键能(E) ⑤物质的量(n) ⑥化学反应速率(v) ⑦气体摩尔体积(V_m) ⑧溶解度(S) ⑨燃烧热(ΔH) ⑩溶质的质量分数(w)

- A. ①③⑧⑩ B. ②④⑤⑥⑦⑨
C. ①②③④⑤ D. ⑥⑦⑧⑨⑩

[案例 2] 若某氯原子的质量为 a g, ^{12}C 原子质量为 b g, 用 N_A 表示阿伏加德罗常数, 下列说法中不正确的是

- A. 氯元素的相对原子质量一定是 $\frac{12a}{b}$
B. m g 该氯原子的物质的量一定是 $\frac{m}{aN_A}$ mol
C. 该氯原子 m g 中所含的电子数是 $\frac{17m}{a}$ 个
D. 该氯原子的相对原子质量是 $a N_A$ g

案例探究

[例 1] 将标准状况下的 a L $\text{HCl}(\text{g})$ 溶于 1000 g 水中, 得到的盐酸密度为 b g $\cdot \text{cm}^{-3}$, 则该盐酸的物质的量浓度是

- A. $\frac{a}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $\frac{ab}{22400} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $\frac{ab}{22400+36.5a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $\frac{1000ab}{22400+36.5a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

剖析: 要求溶液的浓度需知溶液的体积和溶质的物质的量。

$$\text{溶液体积: } V = \frac{\frac{a \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 1000 \text{ g}}{b \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} \times \frac{1}{1000} \text{ L} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$\text{溶质的物质的量: } n = \frac{a \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$\text{由溶液的浓度 } c = \frac{n}{V} \text{ 可得答案为 D。}$$

答案: D

[例 2] 我国化学科学家对元素相对原子质量的测定达到了国际先进水平, 精确地测定了铟、铊、铋等元素的相对原子质量。测定方法有多种, 如用 X 射线衍射法。

某晶体仅由一种元素组成, 其密度 $\rho = 5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 用 X 射线研究发现该晶体中, 在边长为 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}$ 的立方体中含有 20 个原子, 试回答

(1) 公式推导: 已知 $M = \frac{m}{n}$ 推导 $M = \rho V_m$ (M : 摩尔质量,

m : 质量, n : 物质的量, ρ : 密度, V_m : 摩尔体积)

(2) 计算该元素原子的摩尔质量。

剖析: (1) 设该晶体体积为 V , 则 $m = \rho V$, 由于 $n = V/V_m$

$$\text{则 } M = m/n = \rho V / \frac{V}{V_m} = \rho V_m$$

$$(2) \text{据题意: } V_m = \frac{(1 \times 10^{-7} \text{ cm})^3}{20} N_A = \frac{1 \times 10^{-21} \text{ cm}^3}{20} \times 6.02 \times$$

$$10^{23} \text{ mol}^{-1} = 30.1 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M = \rho V_m = 5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 30.1 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} = 150.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

答案: (1) 略 (2) $150.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

知识归纳与拓展

1. 诸“量”类析

(1) 原子的相对原子质量: 以 $^{12}_6\text{C}$ 原子的质量的 $1/12$ 作为标准, 其他原子的质量跟它相比较所得的数值。相对原子质量是相对的量, 是个比值, 除 $^{12}_6\text{C}$ 外全是非整数, 它是量纲一的量, 单位 1 一般不明确写出。

(2) 相对分子质量: 一个分子中各原子的相对原子质量总和。它也是量纲一的量。

(3) 质量数: 将某原子的原子核内所有质子和中子的相对质量取近似整数值相加, 所得的数值即质量数 (A) = 质子数 (Z) + 中子数 (N)。

(4) 元素相对原子质量: 按该元素各种天然同位素的相对原子质量和所占的一定百分含量, 算出来的平均值, (是非整数, 不同于原子的质量数)。

(5) 元素近似相对原子质量: 按该元素各种天然同位素的质量数和所占的一定百分含量算出来的平均值。

(6) 元素相对原子质量的近似值: 如 $\text{Cu } 64$ 、 $\text{H } 1$ 等, 是取了平均相对原子质量的近似整数值。

2. 物质的量

(1) 物质的量: 国际单位制中七个基本物理量之一, 它的单位是摩尔。每摩尔物质含有阿伏加德罗常数个粒子。粒子指分子、原子、离子、电子或其他粒子或这些粒子的特定组合体。

(2) 阿伏加德罗常数: $12 \text{ g } ^{12}_6\text{C}$ 所含的原子数 (是准确数值)。 6.02×10^{23} 是实验测得的阿伏加德罗常数的近似值。

(3) 摩尔质量: 单位物质的量的物质所具有的质量叫做摩尔质量。 1 mol 任何原子 (或分子、离子) 的质量就是以克为单位在数值上等于该原子 (或分子、离子) 的式量。

(4) 气体摩尔体积: 单位物质的量气体所占的体积叫做气体摩尔体积。在标准状况下气体摩尔体积为 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ (标况指 0°C 、 101 kPa)。

(5) 物质的量浓度: 以单位体积溶液里所含溶质 B 的物质的量来表示溶液组成的物理量, 叫做溶质 B 的物质的量浓度。

单位: $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

3. 相对原子质量的计算

(1) 原子的相对原子质量: $A_r = \frac{m(\text{原子})}{m(^{12}_6\text{C})/12}$

(2) 元素的平均相对原子质量

计算方法: 某元素的各种天然同位素的相对原子质量乘以该同位素原子分数之和。

计算公式: 元素的相对原子质量 $(M) = M_1 \cdot a_1\% + M_2 \cdot a_2\% + M_3 \cdot a_3\% + \dots$

式中 $M_1, M_2, M_3 \dots$ 为同位素原子的相对原子质量。 $a_1\%, a_2\%, a_3\% \dots$ 为对应的同位素的原子分数。

4. 相对分子质量的计算

(1) 标况下气体的相对分子质量: $M = 22.4\rho$

(2) 非标准状况下气体的相对分子质量: $M = \frac{\rho RT}{p}$

(3) 相对密度计算气体相对分子质量: $M_{\text{甲}} = M_{\text{乙}} \cdot D_Z$
“ D_Z ”甲气体对乙气体的相对密度

(4) 同温同压下, 气体的相对分子质量之比等于密度之比

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

(5) 同温同压下同体积的气体, 质量之比等于相对分子质量之比

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

根据化合物里元素的质量分数, 有机化合物的通式以及物质间的反应等计算式量。其方法一般是从产生的气体、沉淀、加入试剂等为突破口, 把复杂的反应, 梳理成序, 找出隐蔽条件, 采用关系式法、守恒法、差量法等解题的方法进行计算。

5. 混合气体的平均相对分子质量及其求算

(1) 混合气体的平均相对分子质量的计算方法: 各组分气体的相对分子质量乘以它的摩尔分数(体积分数)的加和。

(2) $\bar{M} = M(A) \cdot a\% + M(B) \cdot b\% + M(C) \cdot c\% + \dots$

$M(A), M(B), M(C)$ 是 A、B、C 各气体的相对分子质量, $a\%, b\%, c\%$ 是 A、B、C 各气体的体积分数。

(2) 常用公式

① 标况下: $\bar{M} = 22.4\rho(\text{混})$ ($\bar{M}$ ——平均相对分子质量)

② 相对密度: 在同温同压下, 甲气体的密度与乙气体密度之比, 叫做甲对乙的相对密度, 它无单位。

$$D(\text{甲对乙}) = \frac{\rho(\text{甲})}{\rho(\text{乙})} = \frac{M(\text{甲})}{M(\text{乙})} \quad (M\text{——相对分子质量})$$

$$\textcircled{3} \bar{M} = \frac{m(\text{总})}{n(\text{总})} \quad (m\text{——质量}, n\text{——物质的量})$$

$$\textcircled{4} \bar{M} = \frac{n_1 M_1 + n_2 M_2 + \dots}{n_1 + n_2 + \dots}$$

$$\textcircled{5} \bar{M} = \frac{\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} + \dots}{\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} + \dots}$$

⑥ “十字交叉法” [$M(\text{甲}) > M(\text{乙})$]

$$\begin{array}{ccc} M(\text{甲}) & & \bar{M} - M(\text{乙}) \\ & \searrow \quad \nearrow & \\ & M & \\ & \nearrow \quad \searrow & \\ M(\text{乙}) & & M(\text{甲}) - \bar{M} \end{array} = \frac{n(\text{甲})}{n(\text{乙})}$$

6. 与物质的量有关的计算

(1) 求气态物质的摩尔质量或式量。

气态物质的摩尔质量 = 标准状况下气体的密度 ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) $\times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = A$ 对 B 的相对密度 $\times B$ 的摩尔质量。气体

的摩尔质量去掉单位即为其相对分子质量。

(2) 比较气体体积的大小或含有微粒数目的多少: 关键是比较气体的物质的量的大小

a. 不同物质或相同物质, 在物质的量相同时, 所含构成的微粒数必相同, 即:

$$n_1 : n_2 = N_1 : N_2 \quad (n \text{ 表示物质的量}, N \text{ 表示微粒个数})$$

b. 相同质量(用 m 表示)的不同物质(其摩尔质量分别为 $M_1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, M_2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

$$N_1 : N_2 = n_1 : n_2 = \frac{m_1}{M_1} : \frac{m_2}{M_2} = M_2 : M_1$$

c. 一些包含关系, 如 $A \text{ mol } X_a, Y_b, Z_c$ 型的物质其所含 X、Y、Z 的物质的量分别为 $A \cdot a \text{ mol}, A \cdot b \text{ mol}, A \cdot c \text{ mol}$ 。

例如: $0.5 \text{ mol Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 中含 $\text{Ca}^{2+} 0.5 \text{ mol}$, 含 H_2PO_4^- 为 $0.5 \text{ mol} \times 2 = 1 \text{ mol}$, 氢原子为 $0.5 \text{ mol} \times 2 \times 2 = 2 \text{ mol}$, 氧原子为 $0.5 \text{ mol} \times 4 \times 2 = 4 \text{ mol}$

(3) 关于物质的量浓度的计算

关键是从已知条件中找出溶质的物质的量(mol)和溶液体积(L), 即可求溶液的物质的量浓度。若已知溶液的密度还可进行物质的量浓度与溶液中溶质的质量分数(或饱和溶液的溶解度)之间的相互求算:

溶质的物质的量浓度

$$c = \frac{1000 \text{ mL} \times \text{溶质的密度}(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}) \times \text{溶质质量分数}}{\text{溶质摩尔质量}(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 1 \text{ L}}$$

$$\text{为 } c = \frac{1000 \rho \cdot \omega}{M} \quad \text{则 } \omega = \frac{cM}{10 \cdot \rho} \%$$

因此, 在有关计算中形成解题思路一般由两个出发点:

① 由“定义式”出发: 物质的量浓度定义的数学表达式为 $c = n/v$, 由此可知, 欲求 c , 先求 n 及 v 。

② 由守恒的观点出发:

a. 稀释前后“溶质的物质的量守恒”。

b. 溶液中“微粒之间电荷守恒”(溶液呈电中性)。

c. 质量守恒。

(4) 溶液中微粒数目的计算。

当溶质是非电解质时, 溶解过程中不电离, 那么相同物质的量浓度、相同体积的溶液中都含有相同数目的分子。当溶质是电解质时, 情况比较复杂, 强电解质完全电离, 溶液中离子数目不仅与溶液浓度、体积有关, 还与其分子组成有关; 弱电解质部分电离, 除与上述因素有关外, 还与电离度有关。

(5) 物质的量浓度溶液的配制、稀释与混合的计算:

计算的关键是变化前后溶液中溶质的量始终不变, 根据这个原则可列出等式, 解方程后得到答案。这类题目应特别注意的是: 稀释或混合后溶液的体积是否发生了变化, 如果题目不给混合后溶液的密度, 一般不考虑体积变化(将混合的各溶液体积相加即可)。若给出了混合后溶液的密度, 则一定要考虑溶液体积的变化, 通常依据溶液的密度和质量求混合后溶液的体积。



备考创新训练

► 1. 在下列各项叙述中正确的是

- 由同种元素组成的物质肯定属于纯净物中的单质
- 具有相同质子数的微粒都属于同种元素
- 一种元素可有多种离子, 但只有一种电中性的原子

- D. 有新单质生成的化学反应,不一定都属于氧化还原反应
- 2. 1999年,我国也研制出了首批重氧气体($^{18}\text{O}_2$), ^{18}O 是一种稳定的同位素,下列有关说法正确的是
- ① $^{18}\text{O}_2$ 与 $^{16}\text{O}_2$ 的化学性质差异很大
 ② $^{18}\text{O}_2$ 与 $^{16}\text{O}_2$ 互为同位素而不是同素异形体
 ③ ^{18}O 可用于研究酯化和光合作用的机理
 ④同温同压下同体积 $^{18}\text{O}_2$ 和 $^{16}\text{O}_2$ 含有相同的原子个数
 ⑤1 mol 重氧水 H_2^{18}O 所含的中子数约为 6.02×10^{23} 个
 ⑥1.8 g $^{18}\text{O}_2$ 气体的物质的量是 0.1 mol
 ⑦ $^{18}\text{O}_2$ 气体的摩尔质量是 $36 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
 ⑧0.1 mol $^{18}\text{O}_2$ 气体的体积约为 2.24 L
- A. ①②⑤⑥⑧ B. ③④⑦
 C. 全正确 D. 全不正确
- 3. 常温常压下,向 50 mL 密闭容器中充入 $a \text{ mol H}_2\text{S}$ 和 $b \text{ mol SO}_2$,完全反应后容器中硫元素和氧元素的物质的量之比是
- A. $\frac{2a}{b}$ B. $\frac{a}{2b}$ C. $\frac{2b}{a+b}$ D. $\frac{a+b}{2b}$
- 4. 金属 R 可形成 $\text{R}_2(\text{SO}_4)_3$,已知 R 在所有化合物中的化合价不变,13.5 g R 可跟 12 g O_2 恰好化合,则 R 的相对原子质量是
- A. 70 B. 52 C. 56 D. 27
- 5. V_2O_3 和 V_2O_5 按不同的物质的量之比混合时,可按计量完全反应。今欲制备 V_8O_{17} ,则 V_2O_3 和 V_2O_5 的物质的量之比为
- A. 1:2 B. 2:1 C. 3:5 D. 5:3
- 6. p 克结晶水合物 $\text{A} \cdot n\text{H}_2\text{O}$,受热失去全部结晶水后,质量变为 q 克,由此可以得知该结晶水合物的相对分子质量为
- A. $\frac{18pn}{p-q}$ B. $\frac{18pn}{q}$ C. $\frac{18qn}{p}$ D. $\frac{18qn}{p-q}$
- 7. 将硫酸钾、硫酸铝、硫酸钾铝三种盐混合溶于硫酸酸化的水中,测得 $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0.105 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $c(\text{Al}^{3+}) = 0.055 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,溶液的 $\text{pH} = 2.0$ (假设溶液中 H_2SO_4 完全电离为 H^+ 和 SO_4^{2-}),则 $c(\text{K}^+)$ 为
- A. $0.045 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $0.035 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 C. $0.055 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $0.040 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 8. 磷在 Cl_2 中燃烧,若用去的氯气的物质的量是磷的 2 倍,则产物中 PCl_3 和 PCl_5 的物质的量之比为
- A. 1:1 B. 1:2 C. 2:1 D. 3:5
- 9. 2g AO_3^- 中核外电子数比质子数多 3.01×10^{22} 个,则元素 A 的摩尔质量是
- A. $12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. $80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. 无法计算
- 10. 在反应 $x + 2y \rightleftharpoons \text{R} + 2\text{M}$ 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 y 与 M 的摩尔质量之比为
- A. 16:9 B. 23:9 C. 32:9 D. 46:9
- 11. 某固体仅由一种元素组成,其密度为 $5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。用 X 射线研究该固体的结果表明: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
- 12. 在 100 g 浓度为 $18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、密度为 $\rho (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$ 的浓硫酸中加入一定量的水稀释成 $9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸,则加入水的体积为
- A. 小于 100 mL B. 等于 100 mL
 C. 大于 100 mL D. 等于 $\frac{100}{\rho} \text{ mL}$
- 13. 已知铜的密度为 $8.9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,铜的摩尔质量为 $64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。试估算每个铜原子的质量、体积和直径。(假设阿伏加德罗常数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)
- 14. 二价金属 A 与三价金属 B 的混合物 9 g,与过量盐酸反应放出 H_2 0.55 mol,A 的相对原子质量为 B 相对原子质量的 $\frac{1}{3}$,混合物中 A 与 B 的原子个数之比也为 1:3,通过计算确定 A 与 B 的相对原子质量各是多少?它们是什么元素?
- 15. 有 A、B、C 三种一元碱,它们的相对分子质量之比为 3:5:7,如果把 7 mol A、5 mol B 和 3 mol C 混合均匀,取混合碱 5.36 g,恰好能中和含 0.15 mol HCl 的盐酸。试求 A、B、C 的相对分子质量各是多少?
- 16. 密度为 $0.478 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 C_2H_4 、 C_2H_2 、 H_2 的混合物在 Ni 作催化剂条件下充分反应后,混合气体的密度增大为 $1.062 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (气体的密度均换算成标况下),试确定混合气体中各组分的体积分数。
- 17. 某工厂利用含硫酸的氢氟酸的溶液作为矿物中稀有元素的萃取液。生产要求该萃取液中硫酸的浓度为 $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{HF}) = 8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。现有一批回收酸液共 400 L,经测定其中 $c(\text{HF}) = 12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。现要用此回收酸液配制上述萃取液,400 L 的回收酸液经稀释可得到 _____ L $8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氢氟酸,在 400 L 的回收酸液中加入 _____ L 密度为 $1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 浓度为 98% 的浓 H_2SO_4 ,然后 _____,即可得到符合要求的萃取液。