

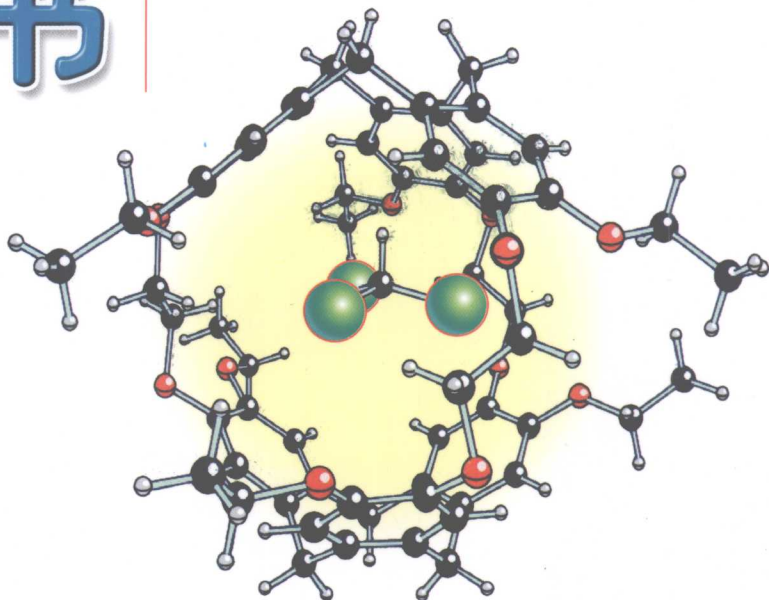


高中版 上册

新编中学化学

解题方法全书

梁伟 主编



哈尔滨工业大学出版社

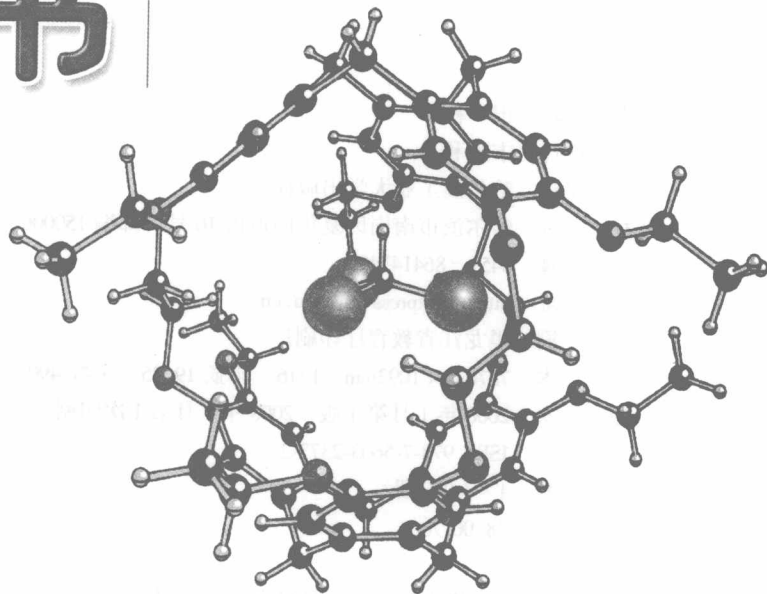


高中版 上册

新编中学化学

解题方法全书

梁伟 主编



哈尔滨工业大学出版社

内 容 提 要

本书共包括两部分:第一编基本概念和理论,第二编无机化学.本书以专题的形式对中学化学中的重点、难点进行了归纳总结,从而帮助读者深入理解化学的基本概念和理论,学会运用化学知识的本领,掌握正确巧妙的解题思路.本书适合于高中师生阅读.

图书在版编目(CIP)数据

新编中学化学解题方法全书:高中版.上册/梁伟主编.
—哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2008.1

ISBN 978-7-5603-2373-2

I.新… II.梁… III.化学课—高中—解题
IV.G634.85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 190232 号

责任编辑 田 秋
封面设计 卞秉利
出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006
传 真 0451-86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 黑龙江省教育厅印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 19.25 字数 490 千字
版 次 2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-2373-2
印 数 1~4 000 册
定 价 28.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)



上册

第一编 基本概念和理论

怎样理解阿伏加德罗常数(N_A)的概念	3
怎样计算物质的量浓度	7
怎样求解以物质的量为核心的计算题	11
怎样应用相对分子质量解题	17
怎样计算摩尔质量及平均摩尔质量	20
怎样解答涉及平均相对原子质量计算的问题	22
怎样求解与气体体积相关的计算题	24
怎样理解原子的构成及原子结构的表示方法	28
怎样区别元素、同位素、核素、同素异形体、同分异构体及同系物的概念	32
怎样进行混合物的计算	35
怎样应用元素周期表中的规律来解题	39
怎样应用“位—构—性”三者的关系解题	41
怎样应用原子核外电子排布规律解题	44
怎样比较微粒半径的大小及元素金属性或非金属性的强弱	48
怎样解答元素推断题	52
怎样确定元素原子序数	55
怎样根据原子序数推断元素在周期表中的位置	58
怎样区别键的极性与分子的极性	61
怎样表示化学键	63
怎样区别化学键、分子间作用力和氢键	66
怎样判断晶体的类型	68
怎样比较晶体熔沸点的高低	70
怎样解答有关晶体结构的问题(I)	72
怎样解答有关晶体结构的问题(II)	77
怎样理解化学反应中的能量变化	80
怎样书写热化学方程式并判断其正误	82
怎样进行关于热化学方程式的简单计算	84
怎样判断电解质的强弱	87
怎样正确书写离子方程式	90

目录 CONTENTS

目 录
CONTENTS

怎样判断离子能否共存	94
怎样比较电解质溶液中离子浓度的大小	96
怎样求解有关互相竞争的离子反应问题	99
怎样从离子的角度来分析化学中的一些常见问题	102
怎样巧记氧化还原反应的相关概念及规律	107
怎样理解氧化还原反应与四种基本反应类型之间的关系	111
怎样判断氧化性及还原性的强弱	114
怎样判断氧化还原反应的产物	117
怎样配平氧化还原反应方程式	120
怎样进行有关氧化还原反应的计算	124
怎样巧用“假设法”来判断氧化还原反应发生的先后顺序	127
怎样计算化学反应速率	129
怎样求解化学平衡计算题	132
怎样建立并应用等效化学平衡	135
怎样求解化学平衡中的图象问题	139
怎样理解水的电离和溶液 pH 的关系	141
怎样求解盐类水解问题	146
怎样书写电解原理中有水参与的电极反应式	151
怎样进行电化学的计算	155
怎样归类解析电池试题	159

目 录
CONTENTS

第二编 无机化学

怎样鉴别 Na_2CO_3 和 NaHCO_3	167
怎样应用碱金属元素性质的递变律解题	171
怎样用焰色反应检验碱金属离子的存在	174
怎样用多种方法求解 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 反应的计算题	176
怎样进行与钠反应相关的综合计算	178
怎样用差量法来求解关于 Na_2O_2 的计算题	180
怎样求解关于 Na_2O_2 与 NaHSO_4 在加热条件下反应的计算题	182
怎样用多种方法求解关于 NaOH 溶液与部分过量 CO_2 反应的计算题	184
怎样求解与 Na_2O_2 反应相关的各种计算题	186
怎样求解“镁、铝”图象题	190
怎样巧解铁及其化合物的典型题	195
怎样解析 Fe 与酸的反应问题	198
怎样检验 Fe^{2+} 和 Fe^{3+}	201
怎样应用质荷比来求解金属元素的计算题	203



怎样巧记卤族元素及其化合物的性质	206
怎样理解氟及其化合物的特殊性	210
怎样检验卤族元素的单质和离子	213
怎样运用卤素的歧化反应与归中反应求解问题	215
怎样解答与氯水有关的问题	218
怎样巧解巧算一道溴化亚铁和氯气反应的计算题	221
怎样求解关于推断“类卤素”、“卤素互化物”和“多卤化物”性质的问题	224
怎样求解某种物质的有效成分	227
怎样求解有关卤族元素的框图题	229
怎样通过题根研究来掌握氧族元素及其化合物的知识	232
怎样避免“氧族元素”学习中的误区	235
怎样解答以日常生活为题材的氧族元素习题	237
怎样确定化合物中硫元素的价态	240
怎样对漂白性物质进行分类	242
怎样应用臭氧的性质解题	245
怎样计算水体污染程度	247
怎样运用 CO_2 和 SO_2 性质的差异来解题	249
怎样解答有关 H_2O_2 的问题	251
怎样求解 H_2S 燃烧的讨论型计算题	254
怎样理解浓硫酸的吸水性和脱水性	256
怎样检验 SO_4^{2-} 和 SO_3^{2-}	258
怎样鉴别浓硫酸与稀硫酸	260
怎样进行有关硫酸工业的计算	263
怎样通过题根研究来掌握碳族元素及其化合物的知识	266
怎样解答“碳三角”之间的转化问题	270
怎样比较 CO_2 和 SiO_2 的差异	274
怎样理解硅的特殊性	277
怎样求解硅氧个数比	282
怎样确定离子型金属碳化物中碳元素的化合价	285
怎样对褪色反应进行分类	287
怎样确定氮的氧化物的化学式	290
怎样区别氨和氨水	293
怎样求解硝酸与金属反应的问题	296

目录

CONTENTS



高中版 上册

基本概念和理论

第一编

心得体会 拓广疑问

怎样理解阿伏加德罗常数(N_A)的概念

阿伏加德罗常数是中学化学计算中常用的数据,它将宏观物理量“物质的量”和微观粒子的数量“微粒数”之间联系起来,具有很强的实用性.

阿伏加德罗常数的定义是 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 中所含有的碳原子数,近似值为 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$,符号为 N_A ,其单位为 mol^{-1} ,叙述时用 N_A ,计算时用 6.02×10^{23} .根据“摩尔”的定义,“每摩尔物质含有阿伏加德罗常数个微粒”,也可以理解为“1 mol任何物质所含有的结构微粒数”.在化学上,“微粒”通常是指分子、原子、离子、质子、中子、电子等.

一、正确理解阿伏加德罗常数概念时的注意事项

1. 要注意气体摩尔体积的适用条件

由气体摩尔体积的概念可知它适用的前提条件是:标准状况下(0°C 、 101.325 kPa),而不是常温常压,即 $V \text{ L}$ 任何气体(无论是纯净物还是混合物)在标准状况下所含的分子数是 $V/22.4 \text{ mol}$ ($V/22.4 N_A$),即非标准状况下不能套用.如,“在常温常压下, 11.2 L N_2 含有 $0.5 N_A$ 个氮气分子”,这种说法是不对的.但需要注意,若题目给出的是气体的质量或物质的量,则微粒数目与外界条件无关.如常温常压下, 32 g SO_2 气体含有 $0.5 N_A$ 个分子,这种说法是正确的.

2. 要注意物质的状态


气体摩尔体积针对的是在标准状况下是气体的物质,在标准状况下不是气体的物质不适用.如,“在标准状况下 11.2 L CCl_4 所含的分子数为 $0.5 N_A$ ”,这种说法就不对.因为 CCl_4 此时为液态,所含的分子数远大于 $0.5 N_A$.相似的有水、三氧化硫、己烷、辛烷、三氯甲烷等物质,它们在标准状况下是液态而不是气体.

3. 要注意物质的组成形式

对于由分子构成的物质,有的是单原子分子(如稀有气体等),有的是双原子分子(如氧气、氮气、氢气、一氧化碳等),还有的是多原子分子(如氨气、甲烷、二氧化碳等),在解题时要注意它们的分子构成情况.如,“在常温常压下, 1 mol 氦气含有的原子数是 $2 N_A$ ”,这种说法是不对的,因为氦是单原子分子, 1 mol 氦气含有的原子数是 N_A .

4. 要注意晶体的结构

遇到与物质晶体有关的问题时,切记不能只看表面,想当然,而要看本质,即物质晶体的结构.最好先画出物质晶体的空间结构,然后再分析解答.如不能想当然地由白磷的化学式 P_4 认为 31 g 白磷中含 $1 N_A$ 个 P-P 键,因为由白磷的

分子结构  可知, 1 mol 白磷分子中含 4 mol 磷原子、 6 mol P-P 键,所以

31 g 白磷中应含 $0.25 N_A$ 个白磷分子、 1.5 mol P-P 键,即 P-P 键的数目为 $1.5 N_A$.再如不能想当然地认为在 SiO_2 晶体中,每摩尔硅原子与 4 摩尔氧原子形

随手练



如果 20 滴水的体积为 1 mL , 水的密度为 1 g/cm^3 , 1 滴水中含 a 个水分子,则阿伏加德罗常数的值为()

- A. a
- B. $20a$
- C. $18a$
- D. $360a$

成共价键,因为由二氧化硅晶体的结构式 $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ | \quad | \\ \text{O}-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O} \\ | \quad | \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$ 可知,每一个硅原子与 4 个氧原子成键,1 mol 二氧化硅晶体中含有 4 个 Si—O 键,但每个 O 原子均为相邻 2 个 Si 原子共用,Si、O 原子数之比为 1:2,所以每摩尔硅原子只与 $2N_A$ 个氧原子形成共价键。

5. 要注意微粒的种类

如果题目所提供的情境中有多种微粒,当题目针对的微粒不同时,答案就不一样,因此在解题时要注意看清题目的要求,明确要回答的微粒的种类或所要回答的情况,避免错误的发生.如,“1 L 0.2 mol·L⁻¹ Ba(NO₃)₂ 溶液中的微粒数等于 $0.6N_A$ ”,这种说法不对,因为溶液中的微粒既包括溶质中的,又包括溶剂中的,所以溶液中的微粒数应大于 $0.6N_A$.其中如果涉及核外电子数时,要注意根、基、离子的变换.如 8 g NH₂⁻ 离子含有的电子数应是 $5N_A$,而不是 $4.5N_A$,因为一个 NH₂⁻ 带一个单位的负电荷,故它的核外电子数不是 9,而是 10.

6. 要注意同位素原子的差异

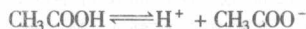
同位素原子虽然质子数、电子数分别相同,但由于中子数不同,因而导致质量数、相对原子质量不同,进行变换时如果稍不注意就容易出错.如 10 g 重水(D₂O)里含有的电子数应为 $5N_A$,因为重水的摩尔质量是 20 g·mol⁻¹,所以 10 g 重水的分子数是 $0.5N_A$,因此 10 g 重水所含的电子数是 $5N_A$.如果不明就里按普通水的 18 g·mol⁻¹ 计算显然会得出错误的结果.

7. 要注意氧化还原反应中电子转移数目与元素价态的变化

涉及氧化还原反应时,要注意根据氧化剂的氧化性与还原剂的还原性来确定反应中元素的价态变化情况及电子转移数目.因为同一氧化剂与还原性不同的物质作用,还原产物不同,反应中元素的价态变化情况与电子转移数目不同;同样,同一还原剂与氧化性不同的物质作用,氧化产物不同,反应中元素的价态变化情况与电子转移数目也不同.因此必须具体问题具体分析,不能一概而论,避免错误的发生.如 6.4 g 铜与足量的硫粉反应时,由于硫的氧化性较弱,所以铜只被氧化为 +1 价,每一个铜原子反应时仅失去一个电子,共失去 $0.1N_A$ 个电子;而 6.4 g 铜与足量的氯气、液溴反应时,由于氯气、液溴的氧化性相对较强,所以铜被氧化为 +2 价,每一个铜原子反应时失去两个电子,共失去 $0.2N_A$ 个电子.

8. 要注意可逆过程或化学平衡

要注意所回答的问题中是否涉及可逆过程或是否存在化学平衡,如果涉及可逆过程或存在化学平衡,则注意不能按纯净物或不可逆反应考虑问题.如 2 L 1 mol·L⁻¹ 醋酸溶液中含 H⁺ 的个数要小于 $2N_A$,因为



含有 N_A 个 Na⁺ 的小苏打溶液中, HCO₃⁻ 的物质的量小于 1 mol,因为 HCO₃⁻ 在水中会发生水解: $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$, 导致 HCO₃⁻ 的物质的量减少至不足 1 mol; 标准状况下 22.4 L NO₂ 气体含有的分子数小于 N_A , 因为 NO₂ 气体在一般情况下易发生双分子聚合反应: $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$, 导致部分 NO₂ 生成 N₂O₄, 使得 NO₂ 的分子数减少, 即 NO₂ 分子数少于 N_A .

例 1 如果 1 g 水中含有 m 个氢原子, 则阿伏加德罗常数可表示为

心得体会 拓广 疑问

上页随手练参考答案:

D

解析 水的分子式为 H_2O , 1 mol H_2O 中含有 2 mol H, 则 1 g 水中有

$$n(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{1 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$n(H) = 2n(H_2O)$$

$$N(H) = n(H) \cdot N_A$$

$$\frac{1 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 \times N_A = m$$

$$N_A = 9m \text{ mol}^{-1}$$

则
即
得

答案 $9m \text{ mol}^{-1}$

例 2 设阿伏加德罗常数为 N_A , 则下列说法中正确的是()

- A. 常温常压下, 11.2 L 甲烷中含有的氢原子数为 $2N_A$
- B. 标准状况下, 0.3 mol 二氧化硫中含有氧原子数为 $0.3N_A$
- C. 常温下, 2.7 g 铝与足量的盐酸反应, 失去的电子数为 $0.3N_A$
- D. 常温下, 1 L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $MgCl_2$ 溶液中含 Mg^{2+} 数为 $0.2N_A$

解析 A 项中状态是“常温常压”而不是“标准状况”, 故 A 错; B 项和 D 项中要注意“分子的物质的量”与“分子中某原子的物质的量”的关系, 可推知 B、D 不正确; C 项中按反应实质来分析电子转移的数量, 可知 C 项是正确的。

答案 C

例 3 N_A 表示阿伏加德罗常数, 下列说法中正确的是()

- A. 3.6 g 重水(D_2O)中所含质子数为 $2N_A$
- B. 4.48 L N_2 与 CO 的混合物中所含分子数为 $0.2N_A$
- C. 常温常压下, 14 g 碳烯($:CH_2$)所含电子总数为 $8N_A$
- D. 12.5 mL $16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓硫酸与足量锌反应, 转移的电子数为 $0.2N_A$

解析 A 项中重水的相对分子质量为 20, 所以 3.6 g 重水是 0.18 mol, 即所含质子数为 $1.8N_A$, A 错; B 项是对气体摩尔体积适用条件的考查, 22.4 L/mol 仅适用于标准状况下的气体体积和物质的量之间的换算, 所以本题中的 4.48 L 气体的物质的量就不一定是 0.2 mol, B 错; D 中浓硫酸与金属 Zn 反应生成硫酸锌、 SO_2 和水, 在反应中每 2 mol H_2SO_4 发生反应即有 1 mol H_2SO_4 被还原成 SO_2 , 得到 2 mol 电子, 共有 H_2SO_4 0.2 mol, 如果全部发生这样的反应转移电子应为 0.2 mol, 但由于在反应中 H_2SO_4 不断变稀, 稀硫酸与锌发生的是置换反应, 每 1 mol H_2SO_4 发生反应即转移 2 mol 电子, 所以在实际的反应过程中转移的电子数大于 $0.2N_A$, D 错。

答案 C

二、阿伏加德罗常数发生改变时与之相关的量如何改变

相对原子质量的标准及阿伏加德罗常数是人为规定的, 当它们发生改变时, 与之相关的量会如何改变呢? 我们通过以下的例题来讨论这个问题。

例 4 若 ^{12}C 的相对原子质量为 24, 以 0.024 kg ^{12}C 所含的 ^{12}C 原子数为阿伏加德罗常数, 则下列说法正确的是()

- A. 此时 ^{16}O 的相对原子质量为 32
- B. 标准状况下 44 g CO_2 体积为 11.2 L
- C. 44 g CO_2 与 28 g CO 含相同数目原子
- D. N_A 个 O_2 与 N_A 个 O_3 的质量比是 1:1

解析 有很多学生对以上这类题目感到无所适从, 其实只要认真推敲, 深

心得体会 拓广 疑问

随手练



设 N_A 为阿伏加德罗常数, 下列说法中正确的是()

- A. 46 g NO_2 和 N_2O_4 混合气体中含有原子数为 $3N_A$
- B. 标准状况下, 22.4 L H_2 中含中子数为 $2N_A$
- C. 1 L 1 mol/L 醋酸溶液中离子数为 $2N_A$
- D. 1 mol Mg 与足量 O_2 或 N_2 反应生成 MgO 或 Mg_3N_2 , 均失去 $2N_A$ 个电子

刻理解几个概念,这样的问题就可以迎刃而解,具体分析如下:

①相对原子质量是一个原子的实际质量与一个 ^{12}C 原子质量的 $1/12$ 得到的比值,即 $M = \frac{m}{1/12m(^{12}\text{C})}$, m 表示一个原子的实际质量,是一个不变的物理量,所以 M 如何变化取决于分母——相对原子质量的标准如何变化.例题中, ^{12}C 的相对原子质量为 24 ,即相对原子质量的标准为原来的一半,则所有原子的相对原子质量均为原来的 2 倍.

②摩尔质量是 1 mol 该物质微粒的质量和,其单位是 g/mol ,所以其大小取决于 1 mol 含有多少个微粒,如例题中,以 $0.024\text{ kg }^{12}\text{C}$ 所含的 ^{12}C 原子数为阿伏加德罗常数,则 1 mol 所含微粒数为原来的 2 倍,则摩尔质量、气体摩尔体积的数值也应为原来的 2 倍.

根据以上分析,可知A选项是正确的;对于B选项,标准状况下 44 g CO_2 体积 $V = \frac{44\text{ g}}{88\text{ g/mol}} \times 44.8\text{ L/mol} = 22.4\text{ L}$,所以B选项是错误的;对于C选项, 44 g CO_2 的原子数 $N(\text{CO}_2) = \frac{44\text{ g}}{88\text{ g/mol}} \times 3.2N_A/\text{mol} = 3N_A$, 28 g CO 的原子数 $N(\text{CO}) = \frac{28\text{ g}}{56\text{ g/mol}} \times 2 \times 2N_A/\text{mol} = 2N_A$,所以C选项是错误的;对于D选项, $m(\text{O}_2) = \frac{N_A}{2N_A/\text{mol}} \times 64\text{ g/mol} = 32\text{ g}$, $m(\text{O}_3) = \frac{N_A}{2N_A/\text{mol}} \times 96\text{ g/mol} = 48\text{ g}$, $m(\text{O}_2) : m(\text{O}_3) = 32 : 48 = 2 : 3$,所以D选项是错误的.

答案 A

例5 若以 ^{40}Ca 的相对原子质量为 20 ,则以下说法正确的是()

- A. CaO 的摩尔质量为 28 g/mol
- B. 标准状况下, 32 g O_2 的体积大约为 11.2 L
- C. 32 g O_2 与 O_3 的混合气体的原子数为 $2N_A$
- D. 44 g CO_2 的分子个数为 $0.5N_A$

解析 将 ^{40}Ca 的相对原子质量定为 20 ,即是相对原子质量标准扩大为原来的 2 倍,所有原子的相对原子质量均为原来的 $1/2$,但是阿伏加德罗常数没变,一个微粒质量不会变,阿伏加德罗常数微粒和也不会变,即所有物质的摩尔质量不变,则 CaO 的摩尔质量仍为 56 g/mol ,A错;标准状况下气体摩尔体积仍为 22.4 L/mol ,则 32 g O_2 的体积 $V = \frac{32\text{ g}}{32\text{ g/mol}} \times 22.4\text{ L/mol} = 22.4\text{ L}$,B错;对于C,可设 $m(\text{O}_2) = x\text{ g}$, $m(\text{O}_3) = y\text{ g}$,且 $x + y = 32$,则 $N(\text{O}) = \frac{x\text{ g}}{32\text{ g/mol}} \times 2N_A/\text{mol} + \frac{y\text{ g}}{48\text{ g/mol}} \times 3N_A/\text{mol} = (\frac{x}{16} + \frac{y}{16}) \cdot N_A = 2N_A$,C正确.对于D, $N(\text{CO}_2) = \frac{44\text{ g}}{44\text{ g/mol}} \times N_A/\text{mol} = N_A$,D错.

答案 C

综上所述,相对原子质量的标准及阿伏加德罗常数是人为规定的,它们如果发生改变,则相对原子质量、相对分子质量、摩尔质量、气体摩尔体积均均发生变化,而质量、微粒数、一定质量的气体的体积、气体的密度等绝对量却不发生变化.解这类题时,一方面要弄清“相对量”与“绝对量”的关系,另一方面要紧扣“物质的量”这一核心,通过判断物质的量如何变化来确定与物质的量有关的量会如何变化.

心得体会 拓广 疑问

上页随手练参考答案:
A、D

(贺金刚)

怎样计算物质的量浓度

一、物质的量浓度的概念

以单位体积的溶液中所含溶质 B 的物质的量来表示溶液组成的物理量,叫做溶质 B 的物质的量浓度,单位是 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. 由定义知

$$\text{物质的量浓度}(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}) = \frac{\text{溶质的物质的量}(\text{mol})}{\text{溶液的体积}(\text{L})}$$

即
$$c(\text{B}) = \frac{n}{V}$$

1. 对物质的量浓度概念的理解

(1) 要用溶液的体积,单位是升,而不是溶剂的体积.

(2) 溶质一定要用“物质的量”来表示.

(3) 带有结晶水的物质作为溶质时,其“物质的量”的计算用带有结晶水物质的质量除以带有结晶水物质的摩尔质量.

(4) 同一溶液,无论取出多大体积,其各种浓度(物质的量浓度、溶质的质量分数、离子浓度)均不变.

(5) 物质的量浓度还可应用于混合气体,即单位体积的气体所含某气体 B 的物质的量叫做气体 B 的物质的量浓度,单位为 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

例 1 下列溶液中,溶质的物质的量浓度为 1 mol/L 的是()

- A. 将 40 g NaOH 溶于 1 L 水中所得的溶液
- B. 将 80 g SO_3 溶于水并配成 1 L 的溶液
- C. 将 0.5 mol/L 的 NaNO_3 溶液 100 mL 加热蒸发掉 50 g 水后的溶液
- D. 含 K^+ 为 2 mol 的 K_2SO_4 溶液

解析 要正确理解物质的量浓度的概念,计算时要紧扣公式 $c(\text{B}) = \frac{n_{\text{B}}}{V}$, 分析 n_{B} 与 V 的关系. 要注意某些物质溶于水时成分的变化,一般要以生成的新物质作为溶质(NH_3 等除外). 根据公式 $c(\text{B}) = \frac{n_{\text{B}}}{V}$, 可知 A 选项中溶液的体积并不是 1 L ; C 选项中蒸发掉 50 g 水后所剩溶液的体积并不是 50 mL ; D 选项中溶液的体积未知,只有 B 正确.

答案 B

2. 物质的量浓度与溶质的质量分数的换算

$$n = \frac{V \cdot \rho \cdot w}{M}, c = \frac{n}{V} = \frac{\rho \cdot \text{g}\cdot\text{L}^{-1} \cdot w}{M \cdot \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = \frac{1000\rho \cdot \text{g}\cdot\text{cm}^{-3} \cdot w}{M \cdot \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}$$

一定体积的溶液,无论以何种方法表示其浓度,其中溶质的质量或者其物质的量是不变的.

例 2 体积为 $V \text{ mL}$ 密度为 $\rho \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的含有相对分子质量为 M 的某物质的溶液,其中溶质为 $m \text{ g}$,其物质的量浓度为 $c \text{ mol/L}$,溶质的质量分数为 $w\%$,则下列表示正确的是()

A. $c = \frac{1000w\rho}{M}$ B. $m = \frac{V\rho w}{100}$



随手练

将 $x \text{ mol/L H}_2\text{SO}_4$ 溶液 $a \text{ mL}$ 稀释到 $b \text{ L}$, 稀释后溶液的 H^+ 物质的量浓度为()

- A. $\frac{ax}{1000b} \text{ mol/L}$
- B. $\frac{ax}{500b} \text{ mol/L}$
- C. $\frac{ax}{2000b} \text{ mol/L}$
- D. $\frac{ax}{b} \text{ mol/L}$

$$C. w = \frac{cM}{1000\rho} \%$$

$$D. c = \frac{1000m}{VM}$$

解析 根据物质的量浓度与溶质质量分数的换算可知, $c = \frac{1000\rho w\%}{M}$, 故 A 错; $m = \rho V \cdot w\% = \frac{\rho V w}{100}$, B 正确; $w\% = \frac{c \cdot 1 \times M}{1000\rho} \times 100\% = \frac{cM}{1000\rho} \times 100\%$, 故 C 错; $c = \frac{m/M}{V \times 10^{-3}} = \frac{1000m}{VM}$, D 正确.

答案 B、D

3. 物质的量浓度与溶解度的换算

$$c = \frac{1000 \text{ mL} \times \rho \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times S \text{ g}}{M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1 \text{ L} \times (100 + S) \text{ g}}$$

例3 已知某温度下 NaCl 饱和溶液的溶解度为 $S \text{ g}$, 密度为 $\rho \text{ g/cm}^3$, 则该溶液的物质的量浓度为_____.

解析 本题先求得 $w(\text{NaCl}) = \frac{S}{100 + S} \times 100\%$, 再利用上述公式, 得

$$c(\text{NaCl}) = \frac{1000\rho S}{58.5(100 + S)} \text{ mol/L}$$

答案 $\frac{1000\rho S}{58.5(100 + S)} \text{ mol/L}$

二、有关物质的量浓度的计算

在进行有关物质的量浓度的计算时, 一定要熟练掌握以物质的量为核心的“万能恒等式”, 即

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_m} = c_B V$$

1. 溶液的稀释与混合的计算

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, 通常依据混合后溶液的密度和质量求混合后溶液的体积.

$$(1) \text{溶质守恒: } \begin{cases} m(\text{浓})w(\text{浓}) = m(\text{稀})w(\text{稀}) \\ c(\text{浓})V(\text{浓}) = c(\text{稀})V(\text{稀}) \text{ (稀释定律)} \end{cases}$$

$$(2) \text{溶液质量守恒: } m(\text{稀}) = m(\text{浓}) + m(\text{水})$$

体积一般不守恒. 对于两种不同浓度的溶液相混合, 混合后体积会改变, 密度会改变, 总体积不是两者的简单加和, 应根据混合液的总质量和溶液的密度求算混合后的体积, 即

$$V_{\text{混}} = \frac{m_{\text{混}}}{\rho_{\text{混}}}$$

只有当两种稀溶液浓度接近时, 体积变化可忽略不计, 近似用 $V_{\text{混}} = V_1 + V_2$ 进行计算.

(3) 气体溶于水, 计算溶液体积时, 有

$$V_{\text{溶液}} = \frac{m_{\text{溶液}}}{\rho}$$

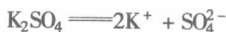
心得体会 拓广 疑问

上页随手练参考答案:

B

2. 有关离子浓度的计算

如 1 mol/L K_2SO_4 溶液, 根据



可确定

$$c(K^+) = 2 \text{ mol/L}$$

$$c(SO_4^{2-}) = 1 \text{ mol/L}$$

且根据电荷守恒原理, 得出守恒关系式

$$c(H^+) + c(K^+) = c(OH^-) + 2c(SO_4^{2-})$$

例 4 某 $Al_2(SO_4)_3$ 溶液 V mL 中含有 a g Al^{3+} , 取出 $\frac{V}{4}$ mL 溶液稀释成 $4V$ mL 后, SO_4^{2-} 的物质的量浓度为 ()

A. $\frac{125a}{54V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B. $\frac{125a}{36V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C. $\frac{125a}{18V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D. $\frac{125a}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

解析 稀释前 $c(Al^{3+}) = \frac{\frac{a}{27} \text{ mol}}{V \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{10^3 a}{27V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 取 $\frac{V}{4}$ mL 稀释到 $4V$ mL, 体积增大到原来的 16 倍, 则浓度变成原来的 $\frac{1}{16}$, 即

$$c'(Al^{3+}) = \frac{10^3 a}{27V} \times \frac{1}{16} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c'(SO_4^{2-}) = c'(Al^{3+}) \times \frac{3}{2} = \frac{10^3 a}{27 \times 16V} \times \frac{3}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{125a}{36V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

答案 B

例 5 标准状况下, 用 1 L 水吸收 560 L 氨气形成浓氨水, 该氨水的密度为 0.89 g/cm^3 . 求该溶液的物质的量浓度和溶质的质量分数.

解析 求气体溶质溶于水所得溶液的物质的量浓度时容易把溶液的体积错看成气体和水的体积的简单相加. 解此类题时, 要应用 $V = \frac{m}{\rho}$ 来求溶液体积.

$$c(\text{NH}_3) = \frac{n(\text{NH}_3)}{V(\text{aq})} = \frac{\frac{560 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}}}{\frac{\frac{560 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 17 \text{ g/mol} + 1000 \text{ g}}{0.89 \text{ g/cm}^3} \times 10^{-3} \text{ L/mL}} = 15.6 \text{ mol/L}$$

$$w(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{m(\text{NH}_3) + m(\text{H}_2\text{O})} \times 100\% = \frac{\frac{560 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 17 \text{ g/mol}}{\frac{560 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 17 \text{ g/mol} + 1000 \text{ g}} \times 100\% = 29.8\%$$

答案 该溶液的物质的量浓度为 15.6 mol/L , 溶质的质量分数为 29.8% .

例 6 把 $a \text{ L}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 NH_4NO_3 的混合溶液分成两份, 一份加入 $b \text{ mol}$ 烧碱并加热, 刚好把 NH_3 全部赶出. 另一份需消耗 $c \text{ mol BaCl}_2$, 沉淀反应刚好完全, 原溶液中 NO_3^- 的物质的量浓度为 ()

A. $\frac{b-2c}{a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B. $\frac{2b-c}{a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C. $\frac{a-b}{a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D. $\frac{2b-4c}{a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

解析 首先分析溶液中有哪些离子, 再分别求出各种离子的物质的量, 利用电荷守恒法求解.

心得体会 拓广 疑问

随手练



已知某饱和溶液的①溶液的质量, ②溶剂质量, ③溶液的体积, ④溶质的摩尔质量, ⑤溶质的溶解度, ⑥溶液的密度, 从以上条件的组合中, 不能用来计算该饱和溶液的物质的量浓度的是 ()

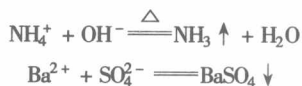
A. ①③④

B. ④⑤⑥

C. ①②③④

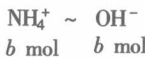
D. ①③④⑤

此题涉及离子反应有

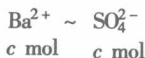


由题意可知, a L 混合溶液分成两等份:

其中一份有



另一份有



则 a L 混合液中, 有 $2b$ mol NH_4^+ , 有 $2c$ mol SO_4^{2-} , 在溶液中, 根据电荷守恒有

$$2b \text{ mol} \times 1 = 2c \text{ mol} \times 2 + c(\text{NO}_3^-) \times a \text{ L} \times 1$$

得

$$c(\text{NO}_3^-) = \frac{2b - 4c}{a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

答案 D

心得体会 拓广疑问

什么是化学

化学这门科学, 主要是研究物质的组成、结构以及它们的变化科学. 如果把物理比喻为万物之理, 那么化学可以比喻为“变化”之学. 化学可以变少为多, 变无为有, 变劣为优, 变废为利. 任何物质的形态或质地同原来不一样了, 皆可用“变化”一词来表示. “变化”一词有时连在一起用, 有时分开用, 有时又单独使用. 因为“化”比“变”更含有质变的含义, 例如“化为灰烬”比“变为灰烬”确切得多. 化学主要是研究物质发生质变规律的科学, 所以科学家们不取名“变学”, 而取名为“化学”. 世界各国虽然对化学这门科学的叫法和写法不一样, 但都是指人们专门从事认识物质和变革物质的这种特殊形式的科学研究活动.

上页随手练参考答案:

A

怎样求解以物质的量为核心的计算题

一、物质的量的概念

1. 物质的量

物质的量是国际单位制中七个基本物理量之一. 它是一个整体名词, 不能拆分. 物质的量是以阿伏加德罗常数为计数单位, 表示物质的基本单元数多少的物理量, 常用符号“ n ”表示.

2. 物质的量的单位

摩尔(mol)是物质的量的单位, 每摩尔任何物质含有阿伏加德罗常数个微粒. 规定 $0.012 \text{ kg } {}^{12}\text{C}$ 中所含有的原子数目为阿伏加德罗常数, 阿伏加德罗常数约为 6.02×10^{23} , 单位是 mol^{-1} .

在使用物质的量时, 基本结构微粒可以是分子、原子、离子、质子、中子、电子等微粒中的一种, 或是这些粒子的特定组合. 所说的特定组合可以是粒子聚集体, 如缔合分子、原子团、官能团等. 如 CH_3COOH 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{N}_2\text{O}$ 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 $-\text{OH}$ 、

$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$ 等, 也可以是粒子间的作用关系, 如化学键及特定的结构. 例如, 1 mol 氨分子中有 3 mol “N—H”共价键.

物质的量和摩尔只能用于微观粒子的计算, 使用时必须指明微粒的名称.

例 1 下列说法中正确的是()

- A. $200 \text{ mL } 1 \text{ mol/L } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中, Al^{3+} 和 SO_4^{2-} 总数为 6.02×10^{23}
 B. 标准状况下, $22.4 \text{ L } \text{Cl}_2$ 和 HCl 的混合气体中含分子总数为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$
 C. $0.1 \text{ mol } {}^{81}_{35}\text{Br}$ 原子中含中子数为 $3.5 \times 6.02 \times 10^{23}$
 D. 30 g 甲醛中含共用电子对总数为 $4 \times 6.02 \times 10^{23}$

解析 A 选项中, 因 Al^{3+} 水解, 所以 Al^{3+} 和 SO_4^{2-} 总数应小于 $0.2 \text{ L} \times 1 \text{ mol/L} \times (2+3) \times 6.02 \times 10^{23}$, 故 A 错; 标准状况下, $22.4 \text{ L } \text{Cl}_2$ 和 HCl 的混合气体中含分子总数应约为 6.02×10^{23} , B 错; $0.1 \text{ mol } {}^{81}_{35}\text{Br}$ 原子中含有中子数应为

$0.1 \times (81 - 35) \times 6.02 \times 10^{23}$, C 错; 由甲醛结构式($\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$)可知其含有 $4 \times 6.02 \times 10^{23}$ 共用电子对, D 正确.

答案 D

二、以物质的量为核心的判断和简单计算

1. 应用物质的量判定过量物质

在化学反应中, 反应物之间的反应是按一定的物质的量比进行的, 生成物也存在着一定的物质的量比, 因此利用反应物之间的物质的量比可进行过量判断. 如在 $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ 反应中, 当 $n(\text{FeS}) : n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 : 1$ 时为恰好反应; 当 $n(\text{FeS}) : n(\text{H}_2\text{SO}_4) > 1 : 1$ 时, FeS 过量; 当 $n(\text{FeS}) : n(\text{H}_2\text{SO}_4) < 1 : 1$ 时, H_2SO_4 过量.



下列说法错误的是()

- A. 1 mol 任何物质都含有约 6.02×10^{23} 个原子
 B. $0.012 \text{ kg } {}^{12}\text{C}$ 含有约 6.02×10^{23} 个碳原子
 C. 阿伏加德罗常数的集体就是 1 mol
 D. 使用摩尔时必须指明粒子的名称