

新视觉

高考总复习

化学

- 名师 编著
- 名师 点拨
- 例题 精选
- 真题 重现

知识全面
考点精准
难题闯关
举一反三

主编：侯跃臣

龙文天下名师系列丛书

新 课 标 专 用

新视觉

高考总复习

化学

主 编：侯跃臣

副主编：王坦友 徐雅楠

编 委：樊定南 姜士杰 雷云瑞 李清利
于金龙 王东升 朱湘莲

外语教学与研究出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

新视觉高考总复习. 化学 / 侯跃臣主编; 樊定南等编. — 北京: 外语教学与研究出版社, 2014.3 (2014.4 重印)

(龙文天下名师系列丛书)

新课标专用

ISBN 978-7-5135-4262-3

I. ①新… II. ①侯… ②樊… III. ①中学化学课—高中—升学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第047187号

出版人 蔡剑峰
责任编辑 王霖霖
执行编辑 姚 兰
封面设计 侯利倩
出版发行 外语教学与研究出版社
社 址 北京市西三环北路19号(100089)
网 址 <http://www.fltrp.com>
印 刷 三河市紫恒印装有限公司
开 本 880×1230 1/16
印 张 23.5
版 次 2014年3月第1版 2014年4月第2次印刷
书 号 ISBN 978-7-5135-4262-3
定 价 59.00元

外研社教辅出版分社:

咨询电话: 010-88819610(编辑部) 010-88819436/9050(市场部)

传 真: 010-68469248

新浪/腾讯官方微博: @外研社教辅(更多信息, 更多交流)

电子信箱: jiaofu@fltrp.com

购书电话: 010-88819928/9929/9930(邮购部)

购书咨询: (010) 88819929 电子邮箱: club@fltrp.com

外研书店: <http://www.fltrpstore.com>

凡印刷、装订质量问题, 请联系我社印制部

联系电话: (010) 61207896 电子邮箱: zhijian@fltrp.com

凡侵权、盗版书籍线索, 请联系我社法律事务部

举报电话: (010) 88817519 电子邮箱: banquan@fltrp.com

法律顾问: 立方律师事务所 刘旭东律师

中咨律师事务所 殷 斌律师

物料号: 242620001



第一章 化学计量在实验中的应用	(1)
第1讲 物质的量 气体摩尔体积	(1)
第2讲 物质的量在化学实验中的应用	(4)
本章小结	(8)
第二章 化学物质及其变化	(12)
第1讲 物质的分类	(12)
第2讲 离子反应	(16)
第3讲 氧化还原反应	(22)
本章小结	(28)
第三章 金属及其化合物	(31)
第1讲 钠及其重要化合物	(31)
第2讲 铝及其重要化合物	(37)
第3讲 铁及其重要化合物	(42)
第4讲 用途广泛的金属材料	(47)
本章小结	(52)
第四章 非金属及其化合物	(54)
第1讲 无机非金属材料的主角——硅	(54)
第2讲 富集在海水中的元素——氯	(59)
第3讲 硫及其化合物	(65)
第4讲 氮及其化合物	(73)
本章小结	(81)
第五章 物质结构 元素周期律	(85)
第1讲 元素周期表	(85)
第2讲 元素周期律	(90)
第3讲 化学键	(96)
本章小结	(100)
第六章 化学反应与能量	(102)
第1讲 化学反应与能量变化	(102)
第2讲 原电池 化学电源	(108)
第3讲 电解池 金属的电化学腐蚀与防护	(113)
本章小结	(120)

第七章 化学反应速率和化学平衡	(122)
第1讲 化学反应速率及影响因素	(122)
第2讲 化学平衡状态	(128)
第3讲 化学反应进行的方向和化学平衡的移动	(134)
本章小结	(139)
第八章 水溶液中的离子平衡	(142)
第1讲 弱电解质的电离	(142)
第2讲 水的电离和溶液的酸碱性	(147)
第3讲 盐类的水解	(152)
第4讲 难溶电解质的溶解平衡	(158)
本章小结	(162)
第九章 有机化合物	(167)
第1讲 甲烷及来自石油和煤的两种基本化工原料	(167)
第2讲 生活中两种常见有机物 基本营养物质	(172)
本章小结	(178)
第十章 化学与自然资源的开发利用	(180)
第1讲 开发利用金属矿物和海水资源	(180)
第2讲 资源综合利用 环境保护	(185)
本章小结	(190)
第十一章 化学实验基础	(192)
第1讲 常用仪器和基本操作	(192)
第2讲 物质的检验、分离和提纯	(200)
第3讲 常见气体的实验室制取	(208)
第4讲 化学实验方案的设计与评价	(216)
本章小结	(224)
选修3 物质结构与性质	(227)
第1讲 原子结构与性质	(227)
第2讲 分子结构与性质	(233)
第3讲 晶体结构与性质	(239)
选修5 有机化学基础	(245)
第1讲 认识有机化合物	(245)
第2讲 烃和卤代烃	(252)
第3讲 烃的含氧衍生物	(258)
第4讲 生命中的基础有机化学物质	(267)
第5讲 进入合成有机高分子化合物的时代	(273)
参考答案	(283)

第一章 化学计量在实验中的应用

第1讲 物质的量 气体摩尔体积

命题趋势

本节主要考查物质的量、阿伏加德罗常数、摩尔质量、气体摩尔体积的概念及相关计算。今年的高考仍会以选择题的形式围绕阿伏加德罗常数、气体摩尔体积设置知识陷阱,同时隐含对物质结构、氧化还原反应、电离、水解等知识的考查。相关计算也会出现在实验和计算题中。

知识梳理

一、物质的量及其单位

1. 物质的量

- (1) 概念:表示含有①_____的集合体,符号为②_____。
 - (2) 单位:摩尔,其符号为③_____。
 - (3) 作为物质的量的单位,摩尔仅能计量④_____粒子,如原子、分子、离子、原子团、电子、质子、中子等,不能用于计量宏观物质。
2. 阿伏加德罗常数
- (1) 概念:⑤_____所含的碳原子数为阿伏加德罗常数。
 - (2) 符号: N_A ,单位为⑥_____,实验测得其数值约为⑦_____。
 - (3) 物质的量(n)、阿伏加德罗常数(N_A)与粒子数(N)之间的关系: $n = \frac{N}{N_A}$ ⑧_____。

二、摩尔质量

1. 概念:①_____的物质所具有的质量。
2. 单位:②_____和 $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。符号为③_____。
3. 数值:当以 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 为单位时,在数值上等于其④_____。
4. 计算:物质的量(n)、质量(m)、摩尔质量(M)之间的关系为⑤_____。

三、气体摩尔体积

1. 影响物质体积的因素

- (1) 决定物质体积大小的因素:①_____、②_____和③_____。
- (2) 决定气体体积大小的主要因素:④_____和⑤_____。

2. 气体摩尔体积(V_m)

- (1) 概念:一定⑥_____下,单位物质的量的气体所占的体积。
- (2) 常用单位:⑦_____;符号:⑧_____。
- (3) 数值:在标准状况下(指温度为⑨_____,压强为⑩_____)约为⑪_____。
- (4) 计算:物质的量(n)、气体体积(V)和气体摩尔体积(V_m)的关系式 $V_m = \frac{V}{n}$ ⑫_____。

3. 阿伏加德罗定律

在相同的温度和压强下,相同体积的任何⑬_____都含有相同⑭_____的分子。

名师点拨

考点一 有关阿伏加德罗常数的应用

在解答该类题目时,首先要认真审题,特别注意试题中一些关键性的字、词,留心有无“陷阱”。陷阱主要有以下几种。

◎ 陷阱一 气体摩尔体积适用条件

$22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 指在标准状况下(0°C 、 101 kPa)的气体摩尔体积。若题中出现物质的体积,需考虑所给物质的状态是否为气体,条件是否为标准状况。

◎ 陷阱二 物质聚集状态

气体摩尔体积适用的对象是气体(包括混合气体)。一些在标准状况下是液体或固体的物质,如 CCl_4 、水、液溴、 SO_3 、己烷、苯等常作为命题的干扰因素迷惑大家。

◎ 陷阱三 物质的微观结构

此类题要求同学们对物质的微观构成非常熟悉,弄清楚微粒中相关粒子数(质子数、中子数、电子数)及离子数、电荷数、化学键之间的关系。常涉及稀有气体 He、Ne 等单原子分子, Cl_2 、 N_2 、 O_2 、 H_2 等双原子分子,及 O_3 、 P_4 、 $^{18}\text{O}_2$ 、 D_2O 、 Na_2O_2 、 CH_4 、 CO_2 等特殊物质。

◎ 陷阱四 电解质溶液

此类题要注重对弱电解质的电离和盐类水解等知识点的理解,关键是要弄清电离和水解的实质。如 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$ 中 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+)$ 。

◎ 陷阱五 氧化还原反应的电子转移数目

较复杂的氧化还原反应中,求算电子转移的数目。如 Na_2O_2 与 H_2O 、 Cl_2 与 NaOH 溶液反应等。

◎ 陷阱六 忽视可逆反应不能进行到底。如 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCl}$,合成氨等。

例1 (2012·江苏)设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ()

- 标准状况下, 0.1 mol Cl_2 溶于水,转移的电子数目为 $0.1N_A$
- 常温常压下, $18 \text{ g H}_2\text{O}$ 含有的原子总数为 $3N_A$
- 标准状况下, $11.2 \text{ L CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 中含有分子的数目为 $0.5N_A$
- 常温常压下, 2.24 L CO 和 CO_2 混合气体中含有的碳原子数目为 $0.1N_A$

【解析】本题考查阿伏加德罗常数计算中一些常见问题和注意事项。A项,标准状况下,0.1 mol Cl_2 溶于水,转移的电子数目小于 $0.1N_A$,因为 Cl_2 溶于水不能完全与水反应。C项,标准状况下 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 为液态,不适用于气体摩尔体积,无法计算物质的量。D项,非标准状况 2.24 L CO 和 CO_2 混合气体中含有的碳原子数目不一定为 $0.1N_A$ 。

【答案】B

【点评】解决此类问题的关键是灵活应用各种知识,尤其是基本概念与理论中元素守恒、化学键问题、晶体结构问题、氧化还原反应中电子转移问题、可逆反应问题及物质的量计算中一些特殊物质的状态等。

突破训练 1 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值,下列叙述正确的是 ()

- A. 1 mol 甲醇中含有 C—H 键的数目为 $4N_A$
- B. 25 °C, pH=13 的 NaOH 溶液中含有 OH^- 的数目为 $0.1N_A$
- C. 标准状况下, 2.24 L 己烷含有分子的数目为 $0.1N_A$
- D. 常温常压下, Na_2O_2 与足量 H_2O 反应, 共生成 0.2 mol O_2 , 转移电子的数目为 $0.4N_A$

考点二 有关阿伏加德罗定律及其推论

1. 阿伏加德罗定律推论

阿伏加德罗定律可表示为同温同压下 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{n_1}{n_2}$, 据此可以推论:

(1) 同温同压下, 气体的体积之比等于其物质的量之比, 即

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}。$$

(2) 同温同体积下, 气体的压强之比等于其物质的量之比, 即

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1}{n_2}。$$

(3) 同温同压下, 相同体积的任何气体的质量之比等于其摩尔质量或密度之比, 即 $\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}。$

(4) 同温同压下, 同质量的气体的体积与其摩尔质量成反比, 即 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{M_2}{M_1}。$

2. 气体摩尔质量的求解方法

(1) 摩尔质量定义法: $M = \frac{m}{n}$, 对于混合物 $\bar{M} = \frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}}}。$

(2) 标准状况密度法: $M = 22.4 (\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}) \times \rho (\text{g} \cdot \text{L}^{-1})。$

(3) 相对密度法: A 气体对 B 气体的相对密度, $D(\text{B}) =$

$$\frac{\rho(\text{A})}{\rho(\text{B})} = \frac{M_{\text{A}}}{M_{\text{B}}}, \text{如对空气: } M = D(\text{对空气}) \times 29。$$

(4) 体积分数法: $\bar{M} = M_1 \times V_1\% + M_2 \times V_2\% + \dots (V_1\%、V_2\% \dots \text{表示各组分的体积分数, 也等于物质的量分数})。$

例 2 (2013 · 石家庄质检) 标准状况下, $m \text{ g A}$ 气体与 $n \text{ g B}$ 气体分子数相等, 下列说法不正确的是 ()

- A. 标准状况下, 同体积的气体 A 和气体 B 的质量比为 $m:n$
- B. 25 °C 时, 1 kg 气体 A 与 1 kg 气体 B 的分子数之比为 $n:m$
- C. 同温同压下, 气体 A 与气体 B 的密度之比为 $m:n$
- D. 标准状况下, 等质量的 A 与 B 的体积比为 $m:n$

【解析】标准状况下, $m \text{ g A}$ 气体与 $n \text{ g B}$ 气体分子数相等, 根据阿伏加德罗定律, A、B 的物质的量相等, 由 $\frac{M_{\text{A}}}{M_{\text{B}}} = \frac{m}{n}$, 标准状况下, 同体积的 A、B 的物质的量相等, 质量比等于摩尔质量之比为 $m:n$, A 项正确; 等质量的 A、B 的体积之比等于摩尔质量的反比为 $n:m$, B 项正确; 同温同压下, 气体密度之比等于摩尔质量之比为 $m:n$, C 项正确; 标准状况下, 等质量的 A、B 的体积之比等于摩尔质量的反比为 $n:m$, D 项错误。

【答案】D

突破训练 2 在 120 °C 时分别进行如下四个反应:

- A. $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$
- B. $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$
- C. $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$
- D. $\text{C}_4\text{H}_8 + 6\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{CO}_2$

(1) 若反应在容积固定的容器内进行, 反应前后气体密度(d)和气体总压强(p)分别符合关系式 $d_{\text{前}} = d_{\text{后}}$ 和 $p_{\text{前}} > p_{\text{后}}$ 的是 _____; 符合关系式 $d_{\text{前}} = d_{\text{后}}$ 和 $p_{\text{前}} = p_{\text{后}}$ 的是 _____ (请填写反应的代号)。

(2) 若反应在压强恒定, 容积可变的容器内进行, 反应前后气体密度(d)和气体体积(V)分别符合关系式 $d_{\text{前}} > d_{\text{后}}$ 和 $V_{\text{前}} < V_{\text{后}}$ 的是 _____; 符合 $d_{\text{前}} > d_{\text{后}}$ 和 $V_{\text{前}} > V_{\text{后}}$ 的是 _____ (请填写反应的代号)。

拓展训练

真题重现

- (2013 · 江苏) 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ()
 - A. 1 L 1 mol · L⁻¹ 的 NaClO 溶液中含有 ClO^- 的数目为 N_A
 - B. 78 g 苯含有 C=C 双键的数目为 $3N_A$
 - C. 常温常压下, 14 g 由 N_2 与 CO 组成的混合气体含有的原子数目为 N_A
 - D. 标准状况下, 6.72 L NO_2 与水充分反应转移的电子数目为 $0.1N_A$

2. (2012 · 新课标) 用 N_A 表示阿伏加德罗常数的值。下列叙述中不正确的是 ()

- A. 分子总数为 N_A 的 NO_2 和 CO_2 混合气体中含有的氧原子数为 $2N_A$
- B. 28 g 乙烯和环丁烷 (C_4H_8) 的混合气体中含有的碳原子数为 $2N_A$
- C. 常温常压下, 92 g 的 NO_2 和 N_2O_4 混合气体含有的原子数为 $6N_A$
- D. 常温常压下, 22.4 L 氯气与足量的镁粉反应, 转移的电子数为 $2N_A$

3. (2011 · 广东) 设 N_A 为阿伏加德罗常数的数值, 下列说法正确的是 ()

- A. 常温下, 23 g NO_2 含有 N_A 个氧原子
- B. 1 L 0.1 mol · L⁻¹ 的氨水含有 0.1 N_A 个 OH^-
- C. 常温常压下, 22.4 L CCl_4 含有 N_A 个 CCl_4 分子
- D. 1 mol Fe^{2+} 与足量的 H_2O_2 溶液反应, 转移 $2N_A$ 个电子

举一反三

[A 组]

1. 下列数量的各物质所含原子个数按由大到小的顺序排列的是 ()

- ① 0.5 mol 氨气 ② 4 g 氦气 ③ 4 °C 时 9 g 水 ④ 0.2 mol 磷酸钠

- A. ①④③② B. ④③②①
- C. ②③④① D. ①④②③

2. 下列说法正确的是 ()

- ① 标准状况下, 6.02×10^{23} 个分子所占的体积约是 22.4 L
- ② 0.5 mol H_2 所占体积为 11.2 L
- ③ 标准状况下, 1 mol H_2O 的体积为 22.4 L
- ④ 标准状况下, 28 g CO 与 N_2 的混合气体的体积约为 22.4 L
- ⑤ 各种气体的气体摩尔体积都约为 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$
- ⑥ 标准状况下, 体积相同的气体的分子数相同

- A. ①③⑤ B. ④⑥
- C. ③④⑥ D. ①④⑥

3. 下列说法正确的是 ()

- A. 2.24 L CO_2 中含有的原子数为 $0.3 \times 6.02 \times 10^{23}$
- B. 1.8 g NH_4^+ 含有的质子数为 6.02×10^{23}
- C. 1 mol 重水分子所含中子数为 $10 \times 6.02 \times 10^{23}$
- D. 7.8 g Na_2O_2 中含有的阴离子数为 $0.2 \times 6.02 \times 10^{23}$

4. N_A 表示阿伏加德罗常数, 下列说法中正确的是 ()

- A. 由 ^2H 和 ^{18}O 所组成的水 11 g, 其中所含的中子数为 $4N_A$
 - B. 1 mol FeCl_3 跟水完全反应转化为氢氧化铁胶体后, 其中胶体粒子的数目为 N_A
 - C. 2.3 g Na 和足量的 O_2 完全反应, 在常温和燃烧时, 转移电子数均为 $0.1N_A$
 - D. 500 mL 0.1 mol · L⁻¹ 盐酸中, 含有 HCl 分子数目为 $0.25N_A$
5. 标准状况下, m_1 g 气体 A 与 m_2 g 气体 B 的分子数相等, 下列说法中正确的是 ()

- A. 1 个 A 分子的质量是 1 个 B 分子的质量的 $\frac{m_1}{m_2}$ 倍
- B. 同温同体积的 A 与 B 的质量之比为 $\frac{m_2}{m_1}$
- C. 同温同质量的 A 与 B 的分子数之比为 $\frac{m_1}{m_2}$
- D. 同温同压下 A 与 B 的密度之比为 $\frac{m_2}{m_1}$

6. (1) 2 mol O_3 与 3 mol O_2 的质量之比为 _____, 分子数之比为 _____, 同温同压下的密度之比为 _____, 含氧原子数之比为 _____, 体积之比为 _____。

(2) O_3 与 Cl_2 具有相似的性质, 均可用于自来水的消毒。已知二者在消毒时均被还原为最低价态, 则相同状况下 10 L O_3 与 _____ L Cl_2 的消毒能力相当。

(3) 气体化合物 A 分子式可表示为 O_xF_y , 已知同温同压下 10 mL A 受热分解生成 15 mL O_2 和 10 mL F_2 , 则 A 的化学式为 _____, 推断的依据为 _____。

[B 组]

7. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 如果 a g 某双原子分子气体的分子数为 p , 则 b g 该气体在标准状况下的体积 $V(\text{L})$ 是 ()

- A. $\frac{22.4ap}{bN_A}$ B. $\frac{22.4ab}{pN_A}$
- C. $\frac{22.4a}{bN_A}$ D. $\frac{22.4pb}{aN_A}$

8. (1) 在同温、同压下, 实验测得 CO、 N_2 和 O_2 三种气体的混合气体的密度是 H_2 的 14.5 倍, 其中 O_2 的质量分数为 ____。若其中 CO 和 N_2 的物质的量之比为 1 : 1, 则混合气体中氧元素的质量分数为 ____。

(2) 相同条件下, 某 Cl_2 与 O_2 混合气体 100 mL 恰好与 150 mL H_2 化合生成 HCl 和 H_2O , 则混合气体中 Cl_2 与 O_2 的体积比为 _____, 混合气体的平均相对分子质量为 _____。

第2讲 物质的量在化学实验中的应用

命题趋势

本节主要考查物质的量浓度的计算、配制一定物质的量浓度溶液的方法及实验操作过程中的误差分析。预测今后的高考中还会继续以选择题或实验题的形式考查相关的计算和实验技能。

知识梳理

一、物质的量浓度(c_B)

1. 概念:表示①_____溶液里所含溶质 B 的②_____的物理量。
2. 单位:③_____。
3. 表达式: $c_B = \frac{n_B}{V}$ ④_____。
4. 特点:从一定物质的量浓度的溶液中取出一定体积的溶液,其⑤_____与原溶液相同。

二、一定物质的量浓度溶液的配制

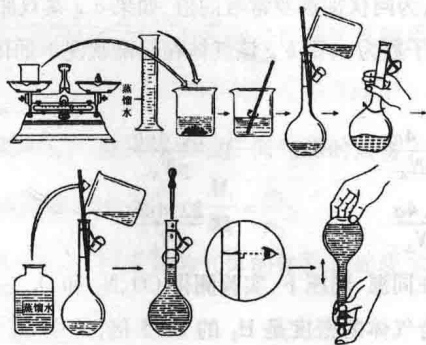
1. 主要仪器

- (1) 托盘天平:精确度为①_____g,称量前先调平衡,称量时左物右码。
- (2) 容量瓶:容积精确的容器,标有②_____,③_____,和④_____,常见规格有⑤_____mL、⑥_____mL、⑦_____mL、⑧_____mL 等。
- (3) 其他仪器:量筒、烧杯、⑨_____,⑩_____等。

2. 配制过程

以配制 500 mL 0.1 mol · L⁻¹ 的 NaOH 溶液为例。

(1) 图示过程



(2) 具体过程

计算:需 NaOH 固体的质量为⑪_____g;

称量:用⑫_____称量 NaOH 固体;

溶解:将称量好的 NaOH 固体放入烧杯中,加适量蒸馏水溶解;

移液:待烧杯中的溶液⑬_____后,用玻璃棒引流将溶液注入⑭_____;

洗涤:用少量蒸馏水洗涤烧杯内壁及玻璃棒⑮_____次,洗涤液转移到容量瓶中,轻轻摇动容量瓶,使溶液混合均匀;

定容:将蒸馏水注入容量瓶,当液面距瓶颈刻度线⑯_____时,改用⑰_____滴加蒸馏水至⑱_____;

摇匀:盖好瓶塞,反复上下颠倒,摇匀。

名师点拨

考点一 关于物质的量浓度、质量分数的计算

1. 溶质的质量分数(w)与物质的量浓度(c)

$$c = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m_{\text{质}}}{M_{\text{质}}}}{\frac{m_{\text{液}}}{1000\rho_{\text{液}}}} = \frac{m_{\text{液}} \times w}{M_{\text{质}}} = \frac{1000\rho_{\text{液}} w}{M_{\text{质}}} \quad (\text{密度的单位为 } g \cdot cm^{-3} \text{ 或 } g \cdot mL^{-1}).$$

2. 饱和溶液溶质的质量分数(w)与溶解度(S)

$$w = \frac{S}{100 + S} \times 100\%, c = \frac{1000\rho_{\text{液}} S}{(100 + S)M_{\text{质}}}$$

3. 标准状况下气体溶解于水后所得溶液的物质的量浓度

$c = \frac{1000\rho V}{MV + 22400V(H_2O)}$, 式中 V 为标准状况下气体的体积(单位为 L), $V(H_2O)$ 为水的体积(单位为 L, $\rho_{\text{水}} = 1 g \cdot mL^{-1}$), ρ 为溶液的密度(单位为 $g \cdot cm^{-3}$ 或 $g \cdot mL^{-1}$), M 为气体摩尔质量(单位为 $g \cdot mol^{-1}$).

例 1 (2010 · 四川) 标准状况下 V L 氨气溶解在 1 L 水中(水的密度近似为 $1 g \cdot mL^{-1}$), 所得溶液的密度为 $\rho g \cdot mL^{-1}$, 质量分数为 w . 物质的量浓度为 $c mol \cdot L^{-1}$, 则下列关系中不正确的是 ()

$$\begin{aligned} A. \rho &= \frac{17V + 22400}{22.4 + 22.4V} & B. w &= \frac{17c}{1000\rho} \\ C. w &= \frac{17V}{17V + 22400} & D. c &= \frac{1000V\rho}{17V + 22400} \end{aligned}$$

【解析】 $n(NH_3) = \frac{V}{22.4}$, $m(NH_3) = \frac{17V}{22.4}$, $m(H_2O) = 1000$, 溶液质量 $= \frac{17V}{22.4} + 1000$.

$\rho = \frac{\text{溶液质量}}{\text{溶液体积}}$, 但 A 选项中溶液体积、溶液质量均错误; B 选项, 假设溶液体积为 1 L, 所以溶质的物质的量为 c , 质量为 $17c$, 溶液的质量为 1000ρ , 依 $w = \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶液质量}}$ 可知 B 选项

正确; C 选项, $w = \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶液质量}} = \frac{m(NH_3)}{\text{溶液质量}} =$

$$\begin{aligned} & \frac{\frac{17V}{22.4}}{\frac{17V}{22.4} + 1000}, \text{正确}; c = \frac{n(NH_3)}{\text{溶液体积}} = \frac{\frac{V}{22.4}}{\frac{17V}{22.4} + 1000} \\ & = \frac{\frac{V}{22.4}}{\frac{17V}{22.4} + 1000} \cdot \frac{1000\rho}{1000\rho}, D \text{ 正确}. \end{aligned}$$

【答案】A

突破训练 1 (2013·大庆模拟)(1)标准状况下,用氨气做“喷泉实验”,实验完毕后,液体进入烧瓶总容积的 $\frac{2}{3}$,假设溶质不外泄,则所得溶液的物质的量浓度为_____。

(2)标准状况下,1体积水可以溶解700体积氨气,所得溶液的密度为 $0.90\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,则所得氨水的物质的量浓度为_____。

考点二 溶液的稀释与混合计算

1. 溶液稀释定律(守恒观点)

(1)溶质的质量在稀释前后保持不变,即 $m_1w_1=m_2w_2$ 。

(2)溶质的物质的量在稀释前后保持不变,即 $c_1\cdot V_1=c_2\cdot V_2$ 。

(3)溶液质量守恒, $m(\text{稀})=m(\text{浓})+m(\text{水})$ (体积一般不守恒)。

2. 同溶质不同物质的量浓度溶液的混合计算

(1)混合后溶液体积保持不变时, $c_1\cdot V_1+c_2\cdot V_2=c_{\text{混}}\times(V_1+V_2)$ 。

(2)混合后溶液体积发生改变时, $c_1\cdot V_1+c_2\cdot V_2=c_{\text{混}}\cdot V_{\text{混}}$,其中 $V_{\text{混}}=\frac{m_{\text{混}}}{\rho_{\text{混}}}$ 。

3. 溶质相同、质量分数不同的两溶液混合定律

同一溶质、质量分数分别为 $a\%$ 、 $b\%$ 的两溶液混合。

(1)等体积混合

①当溶液密度大于 $1\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 时,必然是溶液浓度越大,密度越大,(如 H_2SO_4 、 HNO_3 、 HCl 、 NaOH 等多数溶液)等体积混合后质量分数 $w>\frac{1}{2}(a\%+b\%)$ 。

②当溶液密度小于 $1\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 时,必然是溶液越浓,密度越小,(如酒精、氨水溶液)等体积混合后,质量分数 $w<\frac{1}{2}(a\%+b\%)$ 。

(2)等质量混合

两溶液等质量混合时(无论 $\rho>1\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 还是 $\rho<1\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$),

则混合后溶液中溶质的质量分数 $w=\frac{1}{2}(a\%+b\%)$ 。

例 2 (2012·石家庄模拟)已知25%氨水的密度为 $0.91\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,5%氨水的密度为 $0.98\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。若将上述两溶液等体积混合,所得氨水溶液的质量分数是()

- A. 等于15% B. 大于15%
C. 小于15% D. 无法估算

【解析】由题意可知,对于氨水(或酒精)浓度越大,溶液的密度越小,据溶液混合前后溶质的质量不变,有 $0.91\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}\times V\times 25\%+0.98\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}\times V\times 5\%=(0.91\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}\times V+0.98\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}\times V)w(\text{混})$,变形为 $\frac{w(\text{混})-5\%}{25\%-w(\text{混})}=\frac{0.91\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}V}{0.98\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}V}<1$,即 $w(\text{混})<15\%$ 。

【答案】C

突破训练 2 (2013·天津模拟)若以 w_1 和 w_2 分别表示浓度为 $a\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $b\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水的质量分数,且知 $2a=b$,则下列推断正确的是(氨水的密度比纯水的小)()

- A. $2w_1=w_2$ B. $2w_2=w_1$
C. $w_2>2w_1$ D. $w_1<w_2<2w_1$

考点三 一定物质的量浓度溶液的配制及误差分析

1. 容量瓶的使用方法和注意事项

(1)查漏:检查方法是加水→倒立→观察→正立,瓶塞旋转 180° →倒立→观察。

(2)使用前用蒸馏水洗净,但不能用待配溶液润洗。

(3)不能将固体或浓溶液直接在容量瓶中溶解或稀释,容量瓶也不能作为反应容器或长期贮存溶液。

(4)容量瓶的容积是在瓶身所标温度下确定的,因而不能将过冷或过热的溶液转移到容量瓶中。

(5)只能配制容量瓶上规定容积的溶液,即不能配制任意体积的一定物质的量浓度的溶液。

2. 误差分析

分析依据 $c=\frac{n}{V}=\frac{m}{MV}$,以配制 NaOH 溶液为例,在进行误差分析时,根据实验操作弄清是“ m ”还是“ V ”引起的误差,再具体分析,具体情况如下:

能引起误差的一些错误操作		因变量		$c_{\text{B}}/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
		n_{B} (或 m_{B})	V	
称量	天平的砝码上粘有其他物质或已生锈	增大	—	偏大
	砝码残缺	减小	—	偏小
	调整天平零点时,游码放在了刻度线的右端	增大	—	偏大
	药品、砝码左右位置颠倒,且称量中用到游码	减小	—	偏小
	称量易潮解的物质(如 NaOH)时间过长	减小	—	偏小
	用滤纸称量易潮解的物质(如 NaOH)	减小	—	偏小
	溶质中含有其他杂质	减小	—	偏小
量取	用量筒量取液态溶质时,仰视读数	增大	—	偏大
	用量筒量取液态溶质时,俯视读数	减小	—	偏小
	量取液态溶质时量筒内有水	减小	—	偏小
溶解转移	溶解搅拌时有溶液溅出	减小	—	偏小
	转移时有溶液溅出	减小	—	偏小
	未洗涤烧杯和玻璃棒	减小	—	偏小
	洗涤量取浓溶液的量筒并将洗涤液转移到容量瓶	增大	—	偏大
洗涤	溶液未冷却至室温就转移到容量瓶	—	减小	偏大

(续表)

能引起误差的一些错误操作		因变量		$c_B/\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
		n_B (或 m_B)	V	
定容	定容时,水加多了,用滴管吸出	减小	—	偏小
	定容后,经振荡、摇匀、静置,液面下降再加水	—	增大	偏小
	定容时,俯视刻度线	—	减小	偏大
	定容时,仰视刻度线	—	增大	偏小

注意:定容时俯视、仰视对结果的影响

①仰视刻度线(图1),导致溶液体积偏大。②俯视刻度线(图2),导致溶液体积偏小。

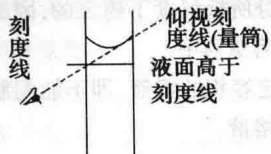


图1

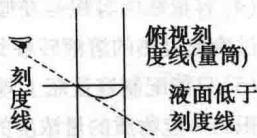


图2

例3 (2013·山西模拟)有下列化学仪器:①托盘天平;②玻璃棒;③药匙;④烧杯;⑤量筒;⑥容量瓶;⑦胶头滴管;⑧细口试剂瓶;⑨标签纸。

(1)现需要配制 500 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸溶液,需用质量分数为 98%、密度为 $1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的浓硫酸 _____ mL。

(2)从上述仪器中,按实验使用的先后顺序,其编号排列是 _____。

(3)容量瓶使用前检验漏水的方法是 _____。

(4)若实验遇到下列情况,对硫酸溶液的物质的量浓度有何影响(填“偏高”“偏低”或“不变”)?

- ①稀释硫酸的烧杯未洗涤, _____;
- ②未经冷却趁热将溶液注入容量瓶中, _____;
- ③摇匀后发现液面低于刻度线再加水, _____;
- ④容量瓶中原有少量蒸馏水, _____;
- ⑤定容时观察液面俯视, _____。

【解析】(1)设需 $w=98\%$ 、密度为 $1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的浓硫酸

$$\text{酸的体积为 } V. V \times 1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 98\% = 0.5 \text{ L} \times 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, V = 27.2 \text{ mL}.$$

(2)配制顺序是计算→量取→稀释→移液→定容以此判定使用仪器的顺序。(3)按规范操作回答。

【答案】(1)27.2 (2)⑤⑦④②⑥⑦⑧⑨

(3)往容量瓶内加适量水,塞好瓶塞,用食指顶住瓶塞,用另一只手的五指托住瓶底,把瓶倒立过来,如不漏水,把瓶塞旋转 180° 后塞紧,再把瓶倒立过来,若不漏水,才能使用。

(4)①偏低 ②偏高 ③偏低 ④不变 ⑤偏高

突破训练3 (2012·唐山模拟)实验室需要配制 $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液 480 mL。

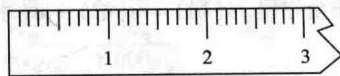
按下列操作步骤填上适当的文字,以使整个操作完整。

(1)选择仪器。完成本实验所必需的仪器有:托盘天平(精确到 0.1 g)、药匙、烧杯、玻璃棒、_____、_____以及等质量的两片滤纸。

(2)计算。配制该溶液需取 NaCl 晶体 _____ g。

(3)称量。

①天平调平之后,应将天平的游码调至某个位置,请在下图中用一根竖线标出游码左边缘所处的位置;



②称量过程中 NaCl 晶体应放于天平的 _____ (填“左盘”或“右盘”);

③称量完毕,将药品倒入烧杯中。

(4)溶解、冷却,该步实验中需要使用玻璃棒,目的是 _____。

(5)转移、洗涤。在转移时应使用 _____ 引流,需要洗涤烧杯 2~3 次是为了 _____。

(6)定容,摇匀。

(7)将配好的溶液静置一段时间后,倒入指定的试剂瓶,并贴好标签,注明配制的时间、溶液名称及浓度。

(8)在配制过程中,某同学观察定容时液面情况如图所示,所配溶液的浓度会 _____ (填“偏高”“偏低”或“无影响”)。



拓展训练

真题重现

1. (2012·广东)设 N_A 为阿伏加德罗常数的数值,下列说法正确的是 ()

- A. 常温下, 4 g CH_4 含有 N_A 个 C—H 共价键
- B. 1 mol Fe 与过量的稀 HNO_3 反应,转移 $2N_A$ 个电子
- C. 1 L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHCO_3 液含有 $0.1N_A$ 个 HCO_3^-
- D. 常温常压下, 22.4 L 的 NO_2 和 CO_2 的混合气体含有 $2N_A$ 个 O 原子

2. (2012·浙江)X、Y、Z、W 是原子序数依次增大的四种短周期元素,甲、乙、丙、丁、戊是由其中的两种或三种元素组成的化合物,己是由 Z 元素形成的单质。已知:甲 + 乙 =

丁 + 己, 甲 + 丙 = 戊 + 己; $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 丁溶液的 pH 为 13 (25°C)。下列说法正确的是 ()

- A. 原子半径: $W > Z > Y > X$
 B. Y 元素在周期表中的位置为第三周期第 IV A 族
 C. 1 mol 甲与足量的乙完全反应共转移了 1 mol 电子
 D. $1.0 \text{ L } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 戊溶液中阴离子总的物质的量小于 0.1 mol

3. (2011 · 新课标) 下列叙述正确的是 ()

- A. 1.00 mol NaCl 中含有 6.02×10^{23} 个 NaCl 分子
 B. 1.00 mol NaCl 中, 所有 Na^+ 的最外层电子总数为 $8 \times 6.02 \times 10^{23}$
 C. 欲配制 $1.00 \text{ L } 1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液, 可将 58.5 g NaCl 溶于 1.00 L 水中
 D. 电解 58.5 g 熔融的 NaCl , 能产生 22.4 L 氯气 (标准状况)、 23.0 g 金属钠

举一反三

【A 组】

1. 某氯化镁溶液的密度为 $1.18 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 其中镁离子的质量分数为 5.1%。 300 mL 该溶液中氯离子的物质的量约等于 ()
 A. 0.37 mol B. 0.63 mol
 C. 0.74 mol D. 1.5 mol
2. 设 N_A 表示阿伏加德罗常数的值, 下列关于 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液的叙述不正确的是 ()
 A. 2 L 溶液中阴阳离子总数为 $1.2N_A$
 B. 500 mL 溶液中 NO_3^- 物质的量浓度为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 C. 500 mL 溶液中 Ba^{2+} 物质的量浓度为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 D. 500 mL 溶液中 NO_3^- 物质的量为 0.2 mol
3. $V \text{ L } \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中含 $\text{Fe}^{3+} m \text{ g}$, 溶液中 SO_4^{2-} 的物质的量浓度是 (不考虑 Fe^{3+} 水解) ()
 A. $\frac{56}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $\frac{3m}{56V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 C. $\frac{m}{56V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $\frac{3m}{112V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
4. 由硫酸钾、硫酸铝和硫酸组成的混合溶液, 其 $\text{pH} = 1$, $c(\text{Al}^{3+}) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{K}^+)$ 为 ()
 A. $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 C. $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
5. 使用胆矾配制 $1 \text{ L } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸铜溶液, 正确的操作是 ()
 A. 将胆矾加热除去结晶水后, 称取 16 g 溶解在 1 L 水里
 B. 称取胆矾 25 g , 溶解在 1 L 水里
 C. 将 25 g 胆矾溶于水, 然后将此溶液稀释至 1 L

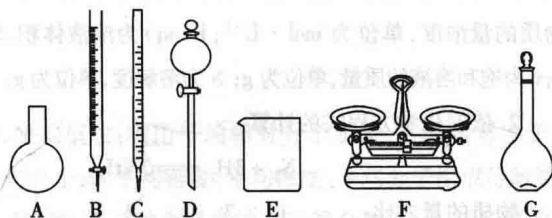
D. 将 16 g 胆矾溶于水, 然后将此溶液稀释至 1 L

6. 现有 $m \text{ g}$ 某气体, 它由四原子分子构成, 它的摩尔质量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。则:

- (1) 该气体的物质的量为 _____ mol 。
 (2) 该气体中所含的原子总数为 _____ 个。
 (3) 该气体在标准状况下的体积为 _____ L 。
 (4) 该气体溶于 1 L 水中 (不考虑反应), 其溶液中溶质的质量分数为 _____。
 (5) 该气体溶于水后形成 $V \text{ L}$ 溶液, 其溶液的物质的量浓度为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

【B 组】

7. 对于 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氨水, 下列叙述正确的是 (忽略溶液混合时的体积变化) ()
 A. 将标准状况下 22.4 L 氨气溶于 1 L 水中配成溶液, 即可得 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氨水
 B. $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氨水的质量分数小于 1.7%
 C. 将 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氨水与水等质量混合后, 所得氨水的物质的量浓度小于 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 D. 质量分数为 10% 的氨水与质量分数为 20% 的氨水等体积混合, 所得氨水的质量分数小于 15%
8. “84 消毒液”能有效杀灭甲型 H1N1 病毒, 某同学购买了一瓶某品牌“84 消毒液”, 通过查阅相关资料和消毒液包装说明得到如下信息:
 “84 消毒液”: 含 25% NaClO 、 1000 mL 、密度 $1.19 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 稀释 100 倍 (体积比) 后使用。
 请根据以上信息和相关知识回答下列问题:
 (1) 该“84 消毒液”的物质的量浓度为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
 (2) 该同学取 100 mL 该“84 消毒液”稀释后用于消毒, 稀释后的溶液中 $c(\text{Na}^+) =$ _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
 (3) 一瓶该“84 消毒液”能吸收 _____ L 空气中的 CO_2 (标准状况) 而变质。
 (4) 该同学参阅该“84 消毒液”的配方, 欲用 NaClO 固体配制 480 mL 含 25% NaClO 的消毒液。下列说法正确的是 _____。

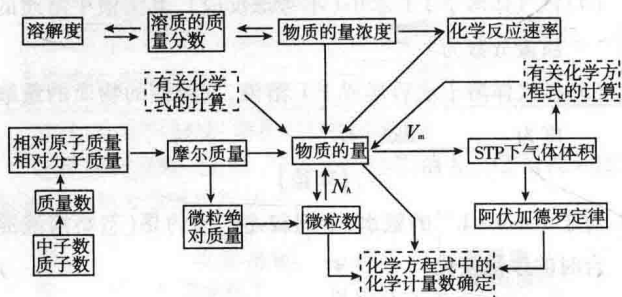


- A. 如上图所示的仪器中, 有四种是不需要的, 还需一种玻璃仪器
 B. 容量瓶用蒸馏水洗净后, 应烘干才能用于溶液配制
 C. 利用购买的商品 NaClO 来配制可能导致结果偏低
 D. 需要称量的 NaClO 固体质量为 143 g

本章小结

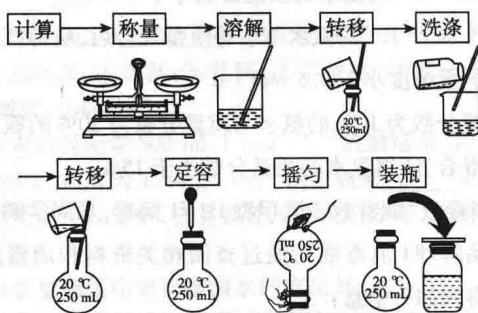
知识梳理

一、以物质的量为中心的转换关系



二、一定物质的量浓度溶液的配制步骤

一定物质的量浓度溶液的配制步骤



名师点拨

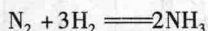
考点一 以物质的量为核心的基本计算

1. 熟练掌握下列恒等式:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{V(g)}{V_m} = \frac{N}{N_A} = \frac{Q}{\Delta H} = c \cdot V(aq) = \frac{xS}{M(100+S)}$$

式中 n 为物质的量, 单位为 mol ; m 为物质的质量, 单位为 g ; M 为摩尔质量, 单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $V(g)$ 为标准状况下气体体积, 单位为 L ; V_m 为标准状况下气体摩尔体积, 单位为 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$; N 为粒子个数; N_A 为阿伏加德罗常数约为 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; Q 为物质的反应热, 单位为 J 或 kJ ; ΔH 为焓变, 单位为 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; c 为物质的量浓度, 单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $V(aq)$ 为溶液体积, 单位为 L ; x 为饱和溶液的质量, 单位为 g ; S 为溶解度, 单位为 g 。

2. 依据化学方程式的计算



物质的量之比 1 : 3 : 2

气体体积之比 1 : 3 : 2

物质的分子数之比 1 : 3 : 2

物质的质量之比 28 : 6 : 34

例1 (2012·四川) 向 27.2 g Cu 和 Cu_2O 的混合物中加入某浓度的稀硝酸 0.5 L , 固体物质完全反应, 生成 NO 和

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 。在所得溶液中加入 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液 1.0 L , 此时溶液呈中性, 金属离子已完全沉淀, 沉淀质量为 39.2 g 。下列有关说法不正确的是 ()

- A. Cu 与 Cu_2O 的物质的量之比为 $2:1$
 B. 硝酸的物质的量浓度为 $2.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 C. 产生的 NO 在标准状况下的体积为 4.48 L
 D. Cu 、 Cu_2O 与硝酸反应后剩余 HNO_3 为 0.2 mol

【解析】本题考查化学计算。根据题意知最后得到的沉淀是 $\text{Cu}(\text{OH})_2$, 其质量是 39.2 g , 则 $n[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 0.4 \text{ mol}$, $n(\text{Cu}) = 0.4 \text{ mol}$, 即原化合物中的 $n(\text{Cu})$ 等于 0.4 mol , 设原化合物中的 Cu 和 Cu_2O 的物质的量分别是 x, y , 则有 $x + 2y = 0.4 \text{ mol}$, $64x + 144y = 27.2 \text{ g}$, 解得 $x = 0.2 \text{ mol}$, $y = 0.1 \text{ mol}$, 物质的量之比等于 $2:1$, A 项正确; 反应后得到溶质是 NaNO_3 , 则表现酸性的硝酸与氢氧化钠的物质的量相等, 即 1 mol , 0.2 mol Cu 和 0.1 mol Cu_2O 被硝酸氧化时共失去 $(0.4 + 0.2) \text{ mol } e^-$, 则有 0.2 mol 的硝酸被还原为 NO , 所以硝酸的总物质的量是 1.2 mol , 浓度是 $2.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 项错误; 产生的 NO 为 0.2 mol , 标准状况下体积是 4.48 L , C 项正确; 原混合物与硝酸反应生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $n(\text{Cu}) = 0.4 \text{ mol}$, 所以 $n(\text{NO}_3^-) = 0.8 \text{ mol}$, 被还原的硝酸是 0.2 mol , 硝酸的总物质的量是 1.2 mol , 所以剩余硝酸 0.2 mol , D 正确。

【答案】B

突破训练 1 (1) 20 g A 物质和 14 g B 物质完全反应, 生成 8.8 g C 物质、 3.6 g D 物质和 0.2 mol E 物质, 则 E 物质的摩尔质量为 _____。

(2) 12.4 g Na_2X 含有 $0.4 \text{ mol } \text{Na}^+$, Na_2X 的摩尔质量为 _____, 其相对分子质量为 _____, X 的相对原子质量为 _____, 该物质的化学式为 _____。

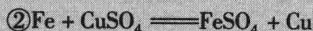
考点二 化学计算中的几种常用方法

1. 差量法: 差量法是指根据化学反应前后物质的某些量发生变化, 找出“理论差量”。这种差量可以是质量、物质的量、气态物质的体积和压强、反应过程中的热量等。用差量法解题是先把化学方程式中的对应差量(理论差量)跟实际差量列成比例, 然后求解。

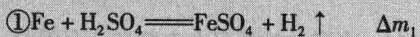
例2 取一定量的 CuO 粉末与 0.5 L 稀硫酸充分反应后, 将一根 50 g 铁棒插入上述溶液中, 至铁棒质量不再变化时, 铁

棒增重 0.24 g,并收集到 224 mL 气体(标准状况)。求此 CuO 粉末的质量。

【解析】由题意可知,CuO 粉末与稀硫酸充分反应后,硫酸过量。引起铁棒质量变化时涉及下列两个反应:



其中①反应使铁棒质量减少,②反应使铁棒质量增加,两者的代数和为 0.24 g。

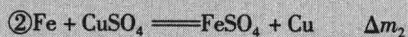


$$56 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 1 \text{ mol} \quad 56 \text{ g}$$

$$0.01 \text{ mol} \quad 0.56 \text{ g}$$

$$\Delta m_2 - \Delta m_1 = 0.24 \text{ g}, \Delta m_2 = \Delta m_1 + 0.24 \text{ g} = 0.56 \text{ g} + 0.24 \text{ g} = 0.8 \text{ g}。$$

设 CuO 的物质的量为 x ,则 CuSO₄ 的物质的量也为 x ,



$$1 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 8 \text{ g}$$

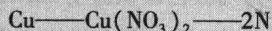
$$x \qquad \qquad \qquad 0.8 \text{ g}$$

$$\text{求得 } x = 0.1 \text{ mol}, m(\text{CuO}) = 0.1 \text{ mol} \times 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8 \text{ g}。$$

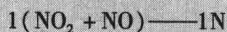
【答案】8 g

突破训练 2 某丁烷和乙炔的混合物 0.1 mol 与 20 L O₂ (标准状况, O₂ 过量) 完全反应, 将所得混合物通入足量 Na₂O₂ 固体粉末中, 使之完全反应, 得标准状况下气体 17.2 L。通过计算确定原混合气体中各烃的物质的量。

【解析】本题首先要明确: ① 22.4 mL 气体是否全是 NO₂。因 Cu—2NO₂, 所以 38.4 mg 铜共产生 NO₂ 为 $\frac{38.4 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{mg}^{-1}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times 10^3 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} = 26.88 \text{ mL} > 22.4 \text{ mL}$ 。故 22.4 mL 气体为 NO₂ 和 NO 的混合气体; ② 为什么浓 HNO₃ 反应后生成 NO 气体? 这正容易被忽视的一个实际问题: 随着反应的进行, 反应物逐渐减少, 其浓度也逐渐降低, 即开始为浓 HNO₃ 与 Cu 反应生成 NO₂, 但当 HNO₃ 的浓度降至稀 HNO₃ 时便生成了 NO。根据反应前后 N 原子守恒。反应消耗的 HNO₃ 中的 N 分别在 Cu(NO₃)₂ 和气体中。



$$\frac{38.4 \text{ mg} \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{mg}^{-1}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \qquad 1.2 \text{ mmol}$$



$$\frac{22.4 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \qquad 1 \text{ mmol}$$

$$\text{所以共耗 HNO}_3: 1.2 \text{ mmol} + 1 \text{ mmol} = 2.2 \text{ mmol}。$$

【答案】2.2 mmol

突破训练 3 取钠、钙各一小块, 投入适量水中, 反应完毕时收集到 H₂ 1.568 L (标准状况)。再取碳酸钠和碳酸氢钠的混合物 3.8 g 加入到所得的溶液中, 当反应完毕后 (此时 Ca²⁺、CO₃²⁻、HCO₃⁻ 等离子均完全进入沉淀) 将溶液蒸干, 得到白色固体 8.8 g, 再将白色固体用水洗涤、干燥得白色不溶物 4 g。试求:

(1) 钠、钙各多少克?

(2) NaHCO₃ 和 Na₂CO₃ 各多少克?

2. 守恒法: 利用化学中的质量守恒、电子守恒、电荷守恒等守恒关系解题, 可以不必纠缠过程的细节, 只注意所涉及问题始态与终态之间的某种守恒关系, 建立等式求解。这实际上是一种整体思维方式在化学上的应用。

例 3 38.4 mg 铜跟适量的浓硝酸反应, 铜全部作用后, 共收集到气体 22.4 mL (标准状况)。反应消耗 HNO₃ 的物质的量为多少摩尔? (忽略 NO₂ 与 N₂O₄ 之间的转化。)

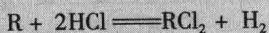
3. 平均值法: 利用平均相对分子质量、平均相对原子质量、平均分子式、平均密度、平均浓度、平均分子组成等解题。

例 4 锌、铁、镁三种金属中的两种混合物 13 g, 与足量的盐酸反应产生的氢气在标准状况下为 11.2 L, 则混合物中一定含有的金属是 ()

A. 锌 B. 铁 C. 镁 D. 无法推断

【解析】根据锌、铁、镁三种金属与足量的盐酸反应，均生成二价金属阳离子得：

(R 为金属，设平均相对原子质量为 M)



$$M \qquad \qquad 22.4 \text{ L}$$

$$13 \qquad \qquad 11.2 \text{ L}$$

$$M : 13 = 22.4 \text{ L} : 11.2 \text{ L}$$

$$M = 26$$

则必须有相对原子质量大于 26 和小于 26 的金属存在，又因为锌、铁的相对原子质量均大于 26，只有镁的相对原子质量小于 26，故答案为 C。

【答案】C

例 5 用向下排气法在容积为 V mL 的集气瓶中收集氨气，由于空气尚未排净，最后瓶内气体的平均相对分子质量为 19，将此盛满气体的集气瓶倒置于水中，瓶内水马上升到一定高度后，即停止上升，则在同温同压下，瓶内剩余气体的体积为 ()

A. $\frac{V}{4}$ mL

B. $\frac{V}{5}$ mL

C. $\frac{V}{6}$ mL

D. 无法判断

【解析】用十字交叉法计算氨气与空气的体积比：
(平均值法中的特例)

$$\begin{array}{ccc} \text{NH}_3 & 17 & 10 \quad 5 \\ & \searrow \quad \nearrow & \\ & 19 & \\ & \nearrow \quad \searrow & \\ \text{空气} & 29 & 2 \quad 1 \end{array}$$

所以氨气占 $\frac{5}{6}$ ，空气占 $\frac{1}{6}$ ；由于氨气易溶于水，故剩余气体为空气。

【答案】C

突破训练 4 把含有某一种杂质氯化物的 $MgCl_2$ 粉末 95 g 溶于水后，与足量 $AgNO_3$ 溶液反应，测得生成的 $AgCl$ 为 300 g，则该 $MgCl_2$ 粉末中杂质可能是_____。

A. NaCl

B. $AlCl_3$

C. KCl

D. $CaCl_2$

4. 关系式法：化学计算的依据是物质之间量的比例关系，这种比例关系通常情况下可以从化学反应方程式或分子式中得到。但对复杂问题，如已知物与所求之间是靠很多个反应来联系的，这种情况下就需要直接确定已知与未知之间的比例关系，即“关系式”。

例 6 高温下还原 m g 氧化铁得 n g 铁，若已知氧的相对原子质量为 16，则铁的相对原子质量可表示为_____。

【解析】是否一定要写出化学方程式才能解出此题呢？

本题的已知为 Fe_2O_3 、Fe 的质量及氧的相对原子质量，求 Fe 元素的相对原子质量，所以只需找出 Fe、O 之间的关系即可，而与 CO 、 CO_2 无关。

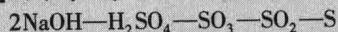
关系式： $Fe_2O_3 \sim 2Fe \sim 3O$

$$\frac{2M}{n} = \frac{3 \times 16}{m-n}, \text{解得 } M_{Fe} = \frac{24n}{m-n}$$

【答案】 $M_{Fe} = \frac{24n}{m-n}$

例 7 将 0.44 g 含硫的铁矿石在空气中充分煅烧，其中的硫全部转化成 SO_2 ， SO_2 全部氧化成 SO_3 ， SO_3 全部转化成 H_2SO_4 ，这些硫酸恰好被 20 mL $0.5 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ NaOH 溶液中和，则此铁矿中硫的质量分数为_____。

【解析】由于每一步反应硫均完全转化，可得关系式：



$$\begin{array}{ccc} 2 & & 1 \\ 0.02 \times 0.5 & & x \end{array}$$

$$x = 0.005 (\text{mol})$$

$$w = \frac{0.005 \times 32}{0.44} \times 100\% = 36\%$$

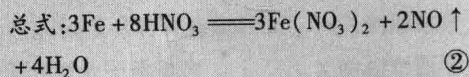
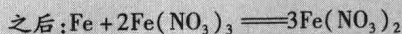
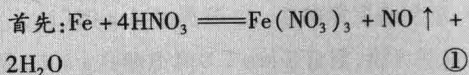
【答案】36%

突破训练 5 向 V mL 硫酸铁溶液中加入足量的苛性钠溶液，将产生的沉淀在高温下灼烧后得固体残渣 m g，则原溶液中 SO_4^{2-} 的物质的量浓度为_____。

5. 讨论法：该法涉及的数学知识、化学知识的范围广、跨度大，掌握起来有很大的困难。但由于此类型的计算题能够考查学生的整体素质，所以在高考中有较高的出现率。

例 8 40 g 铁粉投入到 500 g 稀 HNO_3 中，若反应完毕后两物质均无剩余，求此稀 HNO_3 的浓度及放出的气体在标准状况下的体积。

【解析】Fe 与稀 HNO_3 反应的过程为



(1) 当 Fe 与 HNO_3 恰好按①式进行时

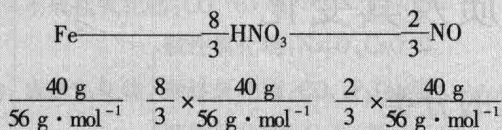
$$\begin{array}{ccc} Fe & 4HNO_3 & NO \\ \frac{40 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} & 4 \times \frac{40 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} & \frac{40 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \end{array}$$

$$HNO_3 \text{ 的质量为 } 4 \times \frac{40 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 63 = 180 \text{ g}$$

$$HNO_3 \text{ 的质量分数为 } \frac{180 \text{ g}}{500 \text{ g}} \times 100\% = 36\%$$

$$NO \text{ 的体积为 } \frac{40 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 16 \text{ L}$$

(2) 当 Fe 与稀 HNO_3 恰好按②式进行时



$$\text{HNO}_3 \text{ 的质量为 } \frac{8}{3} \times \frac{40 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 63 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 120 \text{ g}$$

$$\text{NO 的体积为 } \frac{40 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{2}{3} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 10.7 \text{ L}$$

$$\text{HNO}_3 \text{ 的质量分数为 } \frac{120 \text{ g}}{500 \text{ g}} \times 100\% = 24\%$$

(3) 当铁与 HNO_3 反应生成 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 和 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 时, HNO_3 的质量分数为 $24\% < w(\text{HNO}_3) < 36\%$

$$\text{NO 的体积为 } 10.7 \text{ L} < V(\text{NO}) < 16 \text{ L}$$

综合(1)、(2)、(3)三种情况可得:

$$\text{HNO}_3 \text{ 的质量分数为 } 24\% < w(\text{HNO}_3) < 36\%$$

$$\text{NO 的体积为 } 10.7 \text{ L} < V(\text{NO}) < 16 \text{ L}$$

【答案】 $24\% < w(\text{HNO}_3) < 36\%$

$$10.7 \text{ L} < V(\text{NO}) < 16 \text{ L}$$

突破训练 6 在标准状况下的 H_2 和 Cl_2 的混合气体 $a \text{ L}$, 经光照反应完全后, 所得气体恰好能使含 $b \text{ mol}$ NaOH 的稀溶液完全转化为盐, 分别求出下列各种情况下的 a, b 的关系。

(1) 若 $V(\text{H}_2) : V(\text{Cl}_2) > 1 : 1$, 则_____。

(2) 若 $V(\text{H}_2) : V(\text{Cl}_2) = 1 : 1$, 则_____。

(3) 若 $V(\text{H}_2) : V(\text{Cl}_2) < 1 : 1$, 则_____。

6. 极值法: 极值法是采用极限思维方式解决一些模糊问题的解题技巧。它是将题设构造为问题的两个极端, 然后依据有关化学知识确定所需反应物或生成物的量值, 进行判断分析, 求得结果。

例 9 已知 25°C 下, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 某二元酸 (H_2A) 溶液的 pH 大于 1, 其酸式盐 NaHA 溶液的 pH 小于 7。取等体积的 H_2A 溶液和 NaOH 溶液混合后, 所得溶液的 pH 等于 7, 则酸溶液与碱溶液的物质的量浓度之比是 ()

A. 小于 0.5

B. 等于 0.5

C. 大于 0.5 且小于 1

D. 大于 1 且小于 2

【解析】因为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2A 的 pH 大于 1, 所以 H_2A 是弱酸, 则 H_2A 与 NaOH 生成正盐 (Na_2A) 时, 由于 Na_2A 水解, 溶液显碱性, pH 大于 7, 此时酸溶液与碱溶液的物质的量浓度之比是 $1 : 2 = 0.5$ 。现已知混合液的 pH 等于 7, 故 H_2A 必须过量, NaOH 溶液的浓度只能小于 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 所以二者的物质的量浓度之比一定要大于 0.5, 即最小值大于 0.5。又因为 H_2A 与 NaOH 反应生成酸式盐 (NaHA) 时, 溶液的 pH 小于 7, 所以 NaHA 溶液显酸性, 此时酸溶液与碱溶液的物质的量浓度之比是 $1 : 1$, 要使溶液的 pH 等于 7, 二者的物质的量浓度之比的最大值要小于 1。由此可知, 酸溶液与碱溶液的物质的量浓度之比在 0.5 与 1 之间。

【答案】C

突破训练 7 常温下, 向 20 L 的真空容器中通入 $a \text{ mol}$ H_2S 和 $b \text{ mol}$ SO_2 (a 和 b 都是正整数, 且 $a \leq 5, b \leq 5$)。反应完全后, 容器内气体可能达到的最大密度是 ()

A. $24.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $14.4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

C. $8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $5.19 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

第1讲 物质的分类

知识梳理

一、简单分类法及其应用

Na_2CO_3		钠盐	据① 进行分类
Na_2SO_4		钾盐	
K_2SO_4		硫酸盐	据② 进行分类
K_2CO_3		碳酸盐	

物质 { 混合物

物质 { ③ { 单质 { ④ _____
⑤ _____

物质 { ③ { 化合物 { 无机物 { ⑥ _____
⑦ _____
⑧ _____
⑨ _____
有机物

无机化学 反应	{	按反应物、生成物种类及数目多少分为	{	⑩	
				⑪	
				⑫	
				⑬	
	{	按反应中有无⑭	分为	离子反应	
			非离子反应		
	{	按反应中有无⑮	分为	氧化还原反应	
			非氧化还原反应		
	{	按反应进行的程度和方向分为	⑯	反应	
			⑰	反应	
	{	按反应的热效应分为	⑱	反应	
			吸热反应		

分散质粒子直径

0 1 nm 100 nm

② ③ ④

向沸腾的蒸馏水中逐滴加入⑩_____，继续煮沸至液体呈⑪_____，停止加热，即制得 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体，化学方程式⑫_____。

```

graph LR
    A[物质  
(按成分)] --- B[纯净物  
(同种物质)]
    A --- C[混合物  
(不同种物质)]
    B --- D[单质  
(同种元素)]
    B --- E[化合物  
(不同种元素)]
    D --- F[金属]
    D --- G[非金属]
    G --- H[氢化物]
    G --- I[氧化物]
    G --- J[无机化合物]
    J --- K[碱]
    J --- L[酸]
    J --- M[盐]
    E --- N[有机化合物]
    E --- O[无机化合物]
    N --- P[烃]
    N --- Q[烃的衍生物]
    N --- R[糖类、油脂、蛋白质]
    C --- S[分散系]
    S --- T[分散质粒子大小]
    T --- U[溶液]
    T --- V[胶体]
    T --- W[浊液]
  
```