

考点解读

第一章 化学计量在实验中的应用

第一讲 物质的量 气体摩尔体积

1 | 考纲解读

教材诠释·课堂学案

考点	内容解读	要求	高考示例	常考题型	预测热度
1. 物质的量与阿伏加德罗常数	1. 准确理解物质的量、摩尔质量、气体摩尔体积、阿伏加德罗常数的含义	理解	2014 四川,5,6 分 2014 江苏,6,2 分	选择题	★★★★★
2. 气体摩尔体积	2. 理解阿伏加德罗定律及推论,并能简单应用	理解	2013 全国大纲,8,6 分	选择题	★★★★★

2 | 最新高考

教材诠释·课堂学案

二 考点一 物质的量与阿伏加德罗常数

- (2014 四川理综,5,6 分) 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ()
 - 高温下, 0.2 mol Fe 与足量水蒸气反应, 生成的 H_2 分子数目为 $0.3 N_A$
 - 室温下, 1 L pH = 13 的 NaOH 溶液中, 由水电离的 OH^- 离子数目为 $0.1 N_A$
 - 氢氧燃料电池正极消耗 22.4 L (标准状况) 气体时, 电路中通过的电子数目为 $2 N_A$
 - $5NH_4NO_3 \xrightarrow{\Delta} 2HNO_3 + 4N_2 \uparrow + 9H_2O$ 反应中, 生成 28 g N_2 时, 转移的电子数目为 $3.75 N_A$
- (2014 江苏,6,2 分) 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ()
 - 1.6 g 由氧气和臭氧组成的混合物中, 含有氧原子的数目为 $0.1 N_A$
 - 0.1 mol 丙烯酸中含有双键的数目为 $0.1 N_A$
 - 标准状况下, 11.2 L 苯中含有分子的数目为 $0.5 N_A$
 - 在过氧化钠与水的反应中, 每生成 0.1 mol 氧气, 转移电子的数目为 $0.4 N_A$
- (2014 广东,10,6 分) 设 N_A 为阿伏加德罗常数的数值。下列说法正确的是 ()
 - 1 mol 甲苯含有 $6 N_A$ 个 C—H 键
 - 18 g H_2O 含有 $10 N_A$ 个质子
 - 标准状况下, 22.4 L 氨水含有 N_A 个 NH_3 分子
 - 56 g 铁片投入足量浓 H_2SO_4 中, 生成 N_A 个 SO_2 分子
- (2013 江苏化学,7,2 分) 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ()
 - 1 L 1 mol · L⁻¹ 的 NaClO 溶液中含有 ClO^- 的数目为 N_A
 - 78 g 苯中含有 $\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ C=C \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$ 双键的数目为 $3 N_A$
 - 常温常压下, 14 g 由 N_2 与 CO 组成的混合气体中, 含有的原子数目为 N_A
 - 标准状况下, 6.72 L NO_2 与水充分反应后, 转移的电子数目为 $0.1 N_A$
- (2012 课标,9,6 分) 用 N_A 表示阿伏加德罗常数的值。下列叙述中不正确的是 ()
 - 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 $2 N_A$
 - 28 g 乙烯和环乙烷 (C_4H_8) 的混合气体中含有的碳原子数为 $2 N_A$
 - 常温常压下, 92 g 的 NO_2 和 N_2O_4 混合气体中含有的原子



数为 $6N_A$

D. 常温常压下, 22.4 L 氯气与足量镁粉充分反应, 转移的电子数为 $2N_A$

6. (2012 广东理综, 11, 4 分) 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 与足量的稀 HNO_3 反应, 转移 $2N_A$ 个电子
- C. 1 L 0.1 mol · L⁻¹ $NaHCO_3$ 溶液中含有 0.1 N_A 个 HCO_3^-
- D. 常温常压下, 22.4 L 的 NO_2 和 CO_2 混合气体中含有 $2N_A$ 个 O 原子

7. (2011 全国, 12, 6 分) N_A 为阿伏加德罗常数。下列叙述错误的是 ()

- A. 18 g H_2O 中含有的质子数为 $10N_A$
- B. 12 g 金刚石中含有的共价键数为 $4N_A$
- C. 46 g NO_2 和 N_2O_4 混合气体中含有的原子总数为 $3N_A$
- D. 1 mol Na 与足量 O_2 反应, 生成 Na_2O 和 Na_2O_2 的混合物, 钠失去 N_A 个电子

考点二 气体摩尔体积

1. (2013 全国大纲, 8, 6 分) 下列关于同温同压下的两种气体 $^{12}C^{18}O$ 和 $^{14}N_2$ 的判断, 正确的是 ()

- A. 体积相等时, 密度相等
- B. 原子数相等时, 具有的中子数相等
- C. 体积相等时, 具有的电子数相等
- D. 质量相等时, 具有的质子数相等

2. (2012 上海化学, 11, 3 分) 工业上将氨气和空气的混合气体

通过铂-铑合金网发生氨氧化反应, 若有标准状况下 V L 氨气完全反应, 并转移 n 个电子, 则阿伏加德罗常数 (N_A) 可表示为 ()

- A. $\frac{11.2n}{5V}$
- B. $\frac{5V}{11.2n}$
- C. $\frac{22.4V}{5n}$
- D. $\frac{22.4n}{5V}$

3. (2012 江苏单科, 8, 2 分) 设 N_A 表示阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ()

- A. 标准状况下, 0.1 mol Cl_2 溶于水, 转移的电子数目为 0.1 N_A
- B. 常温常压下, 18 g H_2O 中含有的原子总数为 $3N_A$
- C. 标准状况下, 11.2 L CH_3CH_2OH 中含有的分子数目为 0.5 N_A
- D. 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 0.1 N_A

4. (2012 全国, 12, 6 分) 在常压和 500℃ 条件下, 等物质的量的 Ag_2O 、 $Fe(OH)_3$ 、 NH_4HCO_3 、 $NaHCO_3$ 完全分解, 所得气体体积依次为 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 。体积大小顺序正确的是 ()

- A. $V_3 > V_2 > V_4 > V_1$
- B. $V_3 > V_4 > V_2 > V_1$
- C. $V_3 > V_2 > V_1 > V_4$
- D. $V_2 > V_3 > V_1 > V_4$

5. (2011 海南单科, 10, 4 分) 设 N_A 是阿伏加德罗常数的数值。下列说法正确的是 ()

- A. 1 mol Al^{3+} 离子含有的核外电子数为 $3N_A$
- B. 1 mol Cl_2 与足量的铁反应, 转移的电子数为 $3N_A$
- C. 10 L pH=1 的硫酸溶液中含有的 H^+ 离子数为 $2N_A$
- D. 10 L pH=13 的 NaOH 溶液中含有的 OH^- 离子数为 N_A

3 | 高考热点精讲

教材诠释 · 课堂学案

考点一 物质的量与阿伏加德罗常数

例 1 (2014 广州调研) 设 N_A 是阿伏加德罗常数的数值。下列说法正确的是 ()

- A. 1 L 0.1 mol · L⁻¹ 的 $FeCl_3$ 溶液中, Fe^{3+} 的数目为 0.1 N_A
- B. 1 mol NH_3 中含有 N—H 键的数目为 $3N_A$
- C. 7.8 g Na_2O_2 中含有的阳离子数目为 0.1 N_A
- D. 标准状况下, 22.4 L 水中水分子的数目为 N_A

【解题思路】 对有关 N_A 的正误判断, 要认真审题, 抓住题目相关量, 明确题中的陷阱。解题时, 要突出物质的量的核心和桥梁作用, 一般模式为: 已知的物理量 $\xrightarrow{\text{计算}}$ 物质的量 $\xrightarrow{\text{计算}}$ N_A 等。

【解析】 Fe^{3+} 发生水解, 溶液中 Fe^{3+} 的数目小于 0.1 N_A , A 错; 1 个 NH_3 分子中含有 3 个 N—H 键, B 对; Na_2O_2 是由 2 个 Na^+ 和 1 个 O_2^{2-} 组成的, 7.8 g Na_2O_2 的物质的量为 0.1 mol, 其含有的阳离子的数目为 0.2 N_A , C 错; 标准状况下, 水不是气体, 不能用气体摩尔体积来计算, D 错。

【答案】 B

【提醒】 有关阿伏加德罗常数的选择题题型稳定, 每个选项都会考查一个不同的问题, 得分率不高, 主要原因是陷阱较多。做题时, 若给出物质的体积, 要先看是否为标准状况, 再

看标准状况下是否为气体; 若给出气体的物质的量或质量, 则粒子数与外界条件无关; 若为气体单质, 注意稀有气体为单原子分子; 若给出溶液的浓度, 注意是否给出溶液的体积, 否则无法计算粒子的物质的量。

例 2 (2015 武汉联考) 如果 a g 某气体中含有的分子数为 b , 则 c g 该气体在标准状况下的体积是 (式中 N_A 为阿伏加德罗常数) ()

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

【解题思路】 $m_1, N_1, N_A \longrightarrow M \xrightarrow{m_2} n_2 \xrightarrow{V_m} V_2$

【解析】 设该气体的摩尔质量为 M g · mol⁻¹, 则 $\frac{a}{M} N_A = b$, 所以 $M = \frac{aN_A}{b}$ g · mol⁻¹, 则 c g 该气体在标准状况下的体积 $= c \text{ g} \div (\frac{aN_A}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{22.4bc}{aN_A}$ L。

【答案】 A

【提醒】 以物质的量为中心的有关物理量的换算关系, 除了能够进行物质的量、质量、物质的量浓度、气体摩尔体积等正确换算外, 还要能够根据具体的反应, 确定各种物质之间的比例关系。

二 考点二 气体摩尔体积

例 3 (2015 泰安模拟) 标准状况下, m g A 气体与 n 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 与气体 B 的质量比为 $m:n$
 B. 25℃ 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 的体积之比为 $n:m$

【解题思路】 本题要把阿伏加德罗定律及其推论与公式 $n = \frac{m}{M}$ 、 $n = \frac{V}{V_m}$ 紧密结合起来分析问题。

【解析】 由题意可得 $\frac{M_A}{M_B} = \frac{m}{n}$ 。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 $m:n$, A 项正确;

等质量的 A、B 的体积之比等于摩尔质量的反比 $n:m$, B 项正确; 同温同压下, 气体密度之比等于摩尔质量之比 $m:n$, 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 $n:m$, D 项错误。

【答案】 D

【提醒】 对阿伏加德罗定律及其推论的考查, 意在考查考生对气体物质的量与气体体积之间关系的理解。无论是阿伏加德罗定律还是其推论, 均只适用于气体, 不适用于固体或液体。对阿伏加德罗定律及其推论的各比例关系均可由理想气体状态方程进行推导: $pV = nRT \rightarrow pV = \frac{m}{M}RT \rightarrow pM = \frac{m}{V}RT \rightarrow pM = \rho RT$ 。

4 | 规律方法突破

教材诠释 · 课堂学案

方法一 解以阿伏加德罗常数 (N_A) 为背景的选择时应注意的问题

1. 注意某些物质在标准状况下的聚集状态

例如, 在标准状况下, 水呈液态或固态, SO_3 呈固态。除甲烷、乙烷、丙烷、丁烷(碳原子数小于或等于 4) 外, 其他烃呈液态或固态。

2. 注意特殊物质的摩尔质量、电子数、质子数和中子数

如 H_2O 、 D_2O 、 T_2O 、 NH_4^+ 、 H_2O_2 等。

3. 注意气体是否处于标准状况下

如标准状况下, 22.4 L 氧气含有的氧原子数为 $2N_A$ 。若在其他状态下, 就不一定是 $2N_A$ 。

4. 注意分散系的变化导致微粒数目的变化

如饱和的 $FeCl_3$ 溶液转化为 $Fe(OH)_3$ 胶体时, 胶体粒子的数目要小于原溶液中 Fe^{3+} 的数目, 因为胶体微粒是分子的集合体。

5. 注意弱电解质的电离或某些盐水解引起的离子数目的变化

如 1 mol $FeCl_3$ 溶于水后, Fe^{3+} 的数目小于 1 mol; 1 mol CH_3COOH 溶于水后, CH_3COO^- 的数目小于 1 mol。

6. 注意某些物质的组成

如稀有气体为单原子分子, 臭氧 (O_3) 为三原子分子, 白磷 (P_4) 是四原子分子; Na_2O_2 中, 阴、阳离子的个数比不是 1:1, 而是 1:2。

7. 一些物质结构中化学键的数目

如 SiO_2 、 Si 、 CH_4 、 P_4 、 CO_2 等。

8. 较复杂的氧化还原反应中, 电子转移数目的求算

如 Na_2O_2 和水的反应、 Cl_2 和 $NaOH$ 溶液的反应、电解 $AgNO_3$ 溶液等。

上述 8 项往往是命题者有意设置的干扰性因素, 常为考生易疏忽之处。

例 1 (2014 南京模拟) 设 N_A 表示阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ()

- A. 常温常压下, 5.6 L CH_4 含有的 C—H 键的数目为 N_A

B. 常温常压下, 100 g 17% H_2O_2 水溶液含有的氧原子的总数为 N_A

C. 标准状况下, 5.6 L O_2 与适量 Na 加热反应, 转移的电子数一定为 N_A

D. 常温常压下, 14 g 乙烯与丙烯的混合气体, 含有的碳原子总数为 N_A

【解题思路】 已知物理量 \rightarrow 物质的量 \rightarrow 粒子个数

【解析】 A 项, 不是标准状况, 不能用标准状况下的气体摩尔体积进行计算, A 错; B 项, H_2O_2 水溶液中的 H_2O 中也含有氧原子, 故氧原子的总数大于 N_A , B 错; C 项, 当钠与氧气在加热条件下反应生成 Na_2O_2 时, 转移的电子的物质的量为 $\frac{5.6 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 2 = 0.5 \text{ mol}$, 即转移的电子数为 $0.5N_A$, C 错; D 项, 因乙烯和丙烯的最简式均为 CH_2 , 故 14 g 乙烯与丙烯的混合气体中碳原子的总数为 N_A , 正确。

【答案】 D

方法二 阿伏加德罗定律的应用

1. 气体的密度和相对密度 (M_r 为相对分子质量)

标准状况下, 气体的密度 $\rho = \frac{M_r}{22.4} (\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$ 。

同温同压下, A 气体的密度 [$\rho(A)$] 与 B 气体的密度 [$\rho(B)$] 之比称为 A 气体对 B 气体的相对密度 ($D = \rho(A) / \rho(B) = M_r(A) / M_r(B)$)。

2. 摩尔质量(相对分子质量)的几种求算方法

(1) 根据气体的密度求解: 在标准状况下, $M = \rho \cdot 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 根据气体的相对密度 ($D = \frac{\rho_2}{\rho_1}$) 求算: $M_2 = D \cdot M_1$ 。

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

(4) 根据物质的量或体积百分含量求混合气体的平均摩



尔质量: $\bar{M} = M_A \cdot a\% + M_B \cdot b\% + \dots$

其中, $a\%$ 、 $b\%$...是混合气体中 A、B...成分的物质的量或体积百分含量。

3. 确定气体的分子组成

一般思路是:根据阿伏加德罗定律,由体积比推导出微粒分子的个数比,再根据质量守恒定律确定化学式。

例如,2 体积气体 A_x 与 1 体积气体 B_y 恰好完全反应,生成 2 体积 A_2B ,由阿伏加德罗定律可知:同温、同压下,气体的分子数之比等于其体积比,即 $N(A_x):N(B_y):N(A_2B) = 2:1:2$,所以,根据质量守恒定律可推出两气体反应物均为双原子分子,即为 A_2 和 B_2 。

例 2 (2014 河北石家庄二模,7,6 分) 在两个密闭容器中,分别充有质量相同的甲、乙两种气体,若两容器的温度和压强均相同,且甲的密度大于乙的密度,则下列说法正确的是 ()

- A. 甲的分子数比乙的分子数多
- B. 甲的物质的量比乙的物质的量少
- C. 甲的摩尔体积比乙的摩尔体积小
- D. 甲的相对分子质量比乙的相对分子质量小

【解题思路】

分析题意 $\xrightarrow[\text{密度:甲} > \text{乙}]{\text{温度、压强、气体质量相同}}$ 体积: $V_{\text{甲}} < V_{\text{乙}}$

【解析】

分析选项	同温同压下 $V_{\text{甲}}:V_{\text{乙}} = n_{\text{甲}}:n_{\text{乙}}$	$n_{\text{甲}} < n_{\text{乙}}$, B 正确
	同温同压下 $n_{\text{甲}}:n_{\text{乙}} = N_{\text{甲}}:N_{\text{乙}}$	$N_{\text{甲}} < N_{\text{乙}}$, A 错误
	同温同压下 气体摩尔体积相同	$V_{m\text{甲}} < V_{m\text{乙}}$, C 错误
	$M = \frac{m}{n}, n_{\text{甲}} < n_{\text{乙}}$	$M_{\text{甲}} > M_{\text{乙}}$, D 错误

【答案】 B

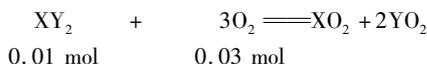
例 3 (2005 全国卷 I) 一定质量的液态化合物 XY_2 ,在一定质量的 O_2 中恰好完全燃烧,反应方程式为: $XY_2(l) + 3O_2(g) \xrightarrow{\text{点燃}} XO_2(g) + 2YO_2(g)$,冷却后,在标准状况下测得生成物的体积是 672 mL,密度是 2.56 g/L,则:

- (1) 反应前 O_2 的体积为 _____。
- (2) 化合物 XY_2 的摩尔质量是 _____。
- (3) 若 XY_2 分子中 X、Y 两元素的质量比是 3:16,则 X、Y 两元素分别为 _____ 和 _____ (写元素符号)。

【解题思路】 解答本题的关键是要明确该反应是一个等体积反应,再根据质量守恒来求解。

【解析】 (1) 由反应 $XY_2(l) + 3O_2(g) \xrightarrow{\text{点燃}} XO_2(g) + 2YO_2(g)$ 可知,反应前后气体的体积变化为 0,故 $V(O_2) = 672 \text{ mL}$ 。

(2) 由 $m = \rho V$ 可知,生成物的质量 $m = 0.672 \text{ L} \times 2.56 \text{ g/L} = 1.72 \text{ g}$,



$$\text{所以 } M(XY_2) = \frac{1.72 \text{ g} - 0.03 \text{ mol} \times 32 \text{ g/mol}}{0.01 \text{ mol}} = 76 \text{ g/mol}。$$

(3) 由 $\frac{X}{2Y} = \frac{3}{16}$, $X + 2Y = 76$ 得知, $X = 12$, $Y = 32$,则 X 为 C, Y 为 S。

【答案】 (1) 672 mL (2) 76 g/mol (3) C S

第二讲 物质的量在化学实验中的应用

1 | 考纲解读

教材诠释·课堂学案

考点	内容解读	要求	高考示例	常考题型	预测热度
1. 物质的量浓度	1. 掌握有关溶液浓度的计算, 掌握物质的量浓度、溶质的质量分数和溶解度之间的换算 2. 了解配制一定物质的量浓度溶液的方法	掌握	201 四川, 6, 6 分	选择题	★★★★★
2. 一定物质的量浓度溶液的配制		理解	2014 全国大纲, 6, 6 分	综合题	★★★★★

2 | 最新高考

教材诠释·课堂学案

考点一 物质的量浓度

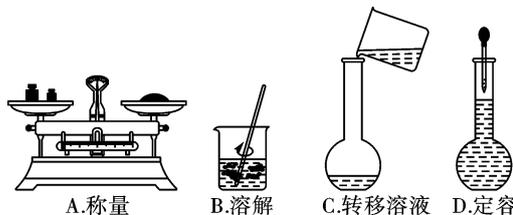
- (2014 四川, 6, 6 分) 下列溶液中, 粒子的量浓度关系正确的是 ()
 - 0.1 mol/L NaHCO_3 溶液与 0.1 mol/L NaOH 溶液等体积混合, 所得溶液中: $c(\text{Na}^+) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{OH}^-)$
 - 20 mL 0.1 mol/L CH_3COONa 溶液与 10 mL 0.1 mol/L HCl 溶液混合后溶液呈酸性, 所得溶液中: $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{H}^+)$
 - 室温下, pH = 2 的盐酸与 pH = 12 的氨水等体积混合, 所得溶液中: $c(\text{Cl}^-) + c(\text{H}^+) > c(\text{NH}_4^+) + c(\text{OH}^-)$
 - 0.1 mol/L CH_3COOH 溶液与 0.1 mol/L NaOH 溶液等体积混合, 所得溶液中: $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+) + c(\text{CH}_3\text{COOH})$
- (2013 课标 II, 9, 6 分) N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列叙述正确的是 ()
 - 1.0 L 1.0 mol · L⁻¹ 的 NaAlO_2 水溶液中含有的氧原子数为 $2N_A$
 - 12 g 石墨烯(单层石墨)中含有六元环的个数为 $0.5 N_A$
 - 25 °C 时 pH = 13 的 NaOH 溶液中含有 OH^- 的数目为 $0.1 N_A$
 - 1 mol 羟基与 1 mol 氢氧根离子所含的电子数为 $9 N_A$
- (2012 重庆理综, 11, 6 分) 向 10 mL 0.1 mol · L⁻¹ $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中滴加等浓度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 x mL, 下列叙述中正确的是 ()
 - $x = 10$ 时, 溶液中有 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} , 且 $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Al}^{3+})$
 - $x = 10$ 时, 溶液中有 NH_4^+ 、 AlO_2^- 、 SO_4^{2-} , 且 $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{SO}_4^{2-})$
 - $x = 30$ 时, 溶液中含有 Ba^{2+} 、 AlO_2^- 、 OH^- , 且 $c(\text{OH}^-) < c(\text{AlO}_2^-)$
 - $x = 30$ 时, 溶液中含有 Ba^{2+} 、 Al^{3+} 、 OH^- , 且 $c(\text{OH}^-) = c(\text{Ba}^{2+})$
- (2011 上海, 17, 3 分) 有 120 mL 含有 0.20 mol 碳酸钠的溶

液和 200 mL 盐酸, 不管将前者滴加入后者, 还是将后者滴加入前者, 都有气体产生, 但最终生成的气体体积不同, 则盐酸的浓度合理的是 ()

- 2.0 mol/L
 - 1.5 mol/L
 - 0.18 mol/L
 - 0.24 mol/L
- (2011 海南化学, 10, 4 分) 设 N_A 是阿伏加德罗常数的数值, 下列说法正确的是 ()
 - 1 mol Al^{3+} 含有的核外电子数为 $3N_A$
 - 1 mol Cl_2 与足量的铁反应, 转移的电子数为 $3N_A$
 - 10 L pH = 1 的硫酸溶液中含有的 H^+ 数为 $2N_A$
 - 10 L pH = 13 的 NaOH 溶液中含有的 OH^- 数为 N_A

考点二 一定物质的量浓度溶液的配制

- (2014 全国大纲, 6, 6 分) 下列叙述正确的是 ()
 - 锥形瓶可用作加热的反应器
 - 室温下, 不能将浓硫酸盛放在铁桶中
 - 配制溶液定容时, 俯视容量瓶刻度, 会使溶液浓度偏高
 - 用蒸馏水润湿的试纸测溶液的 pH, 一定会使结果偏低
- (2013 江苏, 5, 2 分) 用固体样品配制一定物质的量浓度的溶液, 需经过称量、溶解、转移溶液、定容等操作。下列图示对应的操作规范的是 ()



- (2012 福建高考, 6, 6 分) 下列说法不正确的是 ()
 - 易燃试剂应与强氧化性试剂分开放置并远离火源
 - 用湿润的红色石蕊试纸检验氨气
 - 在 50 mL 量筒中配置 0.1000 mol · L⁻¹ 碳酸钠溶液
 - 金属钠着火时, 用细沙覆盖灭火
- (2012 天津, 4, 6 分) 完成下列实验所选择的装置或仪器(夹

持装置已略去)正确的是 ()

	A	B	C	D
实验	用 CCl_4 提取溴水中的 Br_2	除去乙醇中的苯酚	从 KI 和 I_2 的固体混合物中回收 I_2	配制 $100 \text{ mL } 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液
装置或仪器				

5. (2011 课标, 7, 6 分) 下列叙述正确的是 ()
- 1.00 mol NaCl 中含有 6.02×10^{23} 个 NaCl 分子
 - 1.00 mol NaCl 中, 所有 Na^+ 的最外层电子总数为 $8 \times 6.02 \times 10^{23}$
 - 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
 - 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

3 | 高考热点精讲

教材诠释 · 课堂学案

考点一 物质的量浓度

例 1 (2006 年高考全国卷 II) 某氯化镁溶液的密度为 1.18 g/cm^3 , 其中镁离子的质量分数为 5.1% 。 300 mL 该溶液中, Cl^- 离子的物质的量约等于 ()

- A. 0.37 mol B. 0.63 mol C. 0.74 mol D. 1.50 mol

【解析】 已知溶液密度 ρ 、 Mg^{2+} 质量分数 $\omega(\text{Mg}^{2+})$ 、溶液体积 V , 欲求 $n(\text{Cl}^-)$, 有多种计算方法。

解法一: 先求 $c(\text{MgCl}_2)$ 。

$$c(\text{MgCl}_2) = \frac{1000 \text{ cm}^3/\text{L} \times 1.18 \text{ g/cm}^3 \times 5.1\% \times \frac{95}{24}}{95 \text{ g/mol}}$$

$$\text{则 } n(\text{Cl}^-) = c(\text{MgCl}_2) \cdot V \cdot 2$$

$$= \frac{1.18 \times 51}{24} \text{ mol/L} \times 300 \times 10^{-3} \text{ L} \times 2 = 1.50 \text{ mol}。$$

解法二: 先求 $c(\text{Mg}^{2+})$ 。直接依据公式 $c = \frac{1000\rho\omega}{M}$ 得:

$$c(\text{Mg}^{2+}) = \frac{1000 \times 1.18 \times 5.1\%}{24} \text{ mol/L}, \text{ 而 } c(\text{Cl}^-) =$$

$2c(\text{Mg}^{2+})$, 则可得 $n(\text{Cl}^-) = 2c(\text{Mg}^{2+}) \cdot V$, 答案同解法一。

解法三: 先求 $n(\text{Mg}^{2+})$ 。

$$n(\text{Mg}^{2+}) = \frac{300 \text{ mL} \times 1.18 \text{ g/cm}^3 \times 5.1\%}{24 \text{ g/mol}},$$

$$\text{则 } n(\text{Cl}^-) = 2n(\text{Mg}^{2+}) = \frac{300 \times 1.18 \times 5.1\%}{24} \text{ mol} \times 2$$

$= 1.50 \text{ mol}。$

【答案】 D

例 2 (2010 四川, 12, 6 分) 标准状况下 $V \text{ L}$ 氨气溶解在 1 L 水中 (水的密度近似为 1 g/mL), 所得溶液的密度为 $\rho \text{ g/mL}$, 质量分数为 ω , 物质的量浓度为 $c \text{ mol/L}$, 则下列关系中不正确的是 ()

- $\rho = (17V + 22400) / (22.4 + 22.4V)$
- $\omega = 17c / (1000\rho)$
- $\omega = 17V / (17V + 22400)$
- $c = 1000V\rho / (17V + 22400)$

【解题思路】 本题考查气体溶质溶于水后相关量的计

算, 要抓住以物质的量为核心, 套用基本公式来求解。

【解析】 B 项, 由物质的量浓度与质量分数之间的关系 c

$$= \frac{1000\rho\omega}{17} \text{ 变形可得; C 项, } \omega = \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶液质量}} = \frac{\frac{V}{22.4} \times 17}{\frac{V}{22.4} \times 17 + 1000 \times 1}$$

$$= \frac{17V}{17V + 22400}; \text{ D 项, } c = \frac{1000\rho\omega}{17} = \frac{1000\rho \times 17V}{17 \times (17V + 22400)} =$$

$\frac{1000V\rho}{17V + 22400}$; A 项, 变形后为 $\rho = \frac{\frac{V}{22.4} \times 17 + 1000 \times 1}{1 + V}$, 可以看出该项错误的原因是因为认为氨水的体积为氨气和水的体积的简单加和。

【答案】 A

【提醒】 在解答有关溶液的计算类试题时, 应注意体积指的是溶液的体积, 而不是溶剂的体积。气体 (如 HCl 、 NH_3) 溶于水后, 计算浓度时要注意溶液的体积应通过溶液的密度来计算。

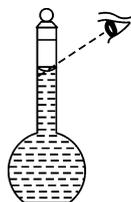
考点二 一定物质的量浓度溶液的配制

例 3 (2015 湖北联考) 某实验需用到 $480 \text{ mL } 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液, 实验室配制上述浓度的 NaCl 溶液, 有如下操作:

- 称量 _____ g NaCl 晶体放入小烧杯中, 加适量蒸馏水溶解;
- 把所得溶液小心转入 _____ mL 容量瓶中;
- 继续向容量瓶中加入蒸馏水, 至液面接近刻度线 $2 \sim 3 \text{ cm}$ 处, 改用胶头滴管小心滴加蒸馏水, 直至液面底部与刻度线相切;
- 用少量蒸馏水洗涤小烧杯和玻璃棒 $2 \sim 3$ 次, 每次洗涤的液体都小心转入容量瓶中, 并轻轻摇匀;
- 将容量瓶塞紧, 充分摇匀。

请填写下列空白:

- 填写操作步骤①②中的两处空白。
- 操作步骤的正确顺序 (填序号) _____。
- 本实验用到的基本仪器有: _____。
- 定容时, 某学生观察刻度线的情况如图



所示,则所配溶液的浓度会_____ (填“偏高”、“偏低”、“无影响”,下同)。

(5)若出现如下情况,判断所配制溶液的浓度会偏高还是偏低。

①没有进行操作步骤④,会_____;

②加蒸馏水时不慎超过了刻度线,会_____。

【解题思路】 本题主要考查一定物质的量浓度溶液的配制及误差分析。解答本题,一要明确容量瓶的规格;二要知道误差的两大来源:称量药品时引起的误差以及配制过程中引起的误差。

【解析】 由于没有 480 mL 的容量瓶,只能取用 500 mL

容量瓶,需要的 NaCl 的量应按 500 mL 计算: $m(\text{NaCl}) = 0.5 \text{ L} \times 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 14.6 \text{ g}$ 。

关于误差分析:定容时若俯视,实际液面低于刻度线, V 偏小,导致 c 值偏高;若无洗涤过程,则导致 n 偏小, c 值偏低;若加水超过刻度线,则 V 偏大, c 值偏低。

【答案】 (1)14.6 500 (2)①②④③⑤

(3)天平、药匙、量筒(可有可无)、烧杯、玻璃棒、胶头滴管、500 mL 容量瓶 (4)偏高 (5)偏低 偏低

【提醒】 配制一定物质的量浓度溶液的误差分析的依据: $c = \frac{n}{V} = \frac{m}{mV}$,若 V 不变,分析 n 的变化;若 n 不变,分析 V 的变化。

4 | 规律方法突破

教材诠释·课堂学案

方法一 物质的量浓度的相关计算

1. 溶液稀释或混合的相关计算

对于任何溶液来说,稀释前后它的溶质质量或溶质的物质的量都是不变的,这就是溶液的稀释定律: $c_{\text{稀}} V_{\text{稀}} = c_{\text{浓}} V_{\text{浓}}$

$$V_1 \cdot \rho_1 \cdot \omega_1 = V_2 \cdot \rho_2 \cdot \omega_2 = c_1 \cdot V_1 \cdot M = c_2 \cdot V_2 \cdot M$$

同种溶质(或含同种离子)的溶液混合,可根据混合前后该溶质(或该离子)的总物质的量不变列式计算。稀释(或混合)前后,溶液与水(或另一种浓度的溶液)的质量可以相加,但体积一般不可以相加,而应用 $V(\text{后}) = \frac{m_{\text{后}}}{\rho(\text{后})}$ 计算出稀释

(或混合)后溶液的总体积。只有稀溶液再稀释(或混合)且题中未给出稀释(或混合)后溶液的密度时,才可以忽略稀释(或混合)后的体积变化,将二者体积直接相加,得到溶液的总

2. 物质的量浓度与溶质质量分数 ω 的换算

$c = \frac{n}{V} = \frac{1000\rho\omega}{M}$ (此处取 1 L 溶液为研究对象; ρ 为溶液密度,单位为 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$; M 为溶质的摩尔质量,单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

3. 溶解度与溶质质量分数的换算

$$\omega = \frac{S}{100 + S} \times 100\%$$

4. 溶解度与物质的量浓度的换算

$$c = \frac{n}{V} = \frac{1000\rho S}{M(100 + S)}$$

5. 溶质为气体的溶液浓度的计算

已知气体溶质的体积(标准状况)、水的体积和溶液的密度,计算溶质的物质的量浓度时,应先运用 $n = \frac{V_{\text{气体}}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$

求出溶质的物质的量,然后运用 $V = \frac{m}{\rho}$ 求出溶液的体积,最后运用 $c = \frac{n}{V}$ 进行计算。

如在标准状况下,1 L 水中溶解某气体 $V \text{ L}$,所得溶液的密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,已知气体分子的摩尔质量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,则

$$c = \frac{n}{V_{\text{溶液}}} = \frac{1000\rho V}{22400 + MV}$$

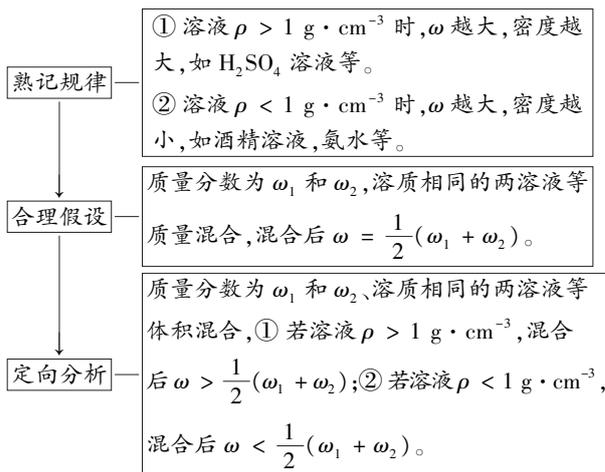
$$\omega = \frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶液})} = \frac{MV}{22400 + MV}$$

HCl、NH₃ 等气体经喷泉实验所得溶液浓度的无数据巧算方法:令气体体积(标准状况)为 1 L(不论是否充满烧瓶),喷泉实验后溶液体积亦为 1 L,故 $c = \frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 0.045 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 为恒值;但 ω 不为恒值,可根据气体摩尔质量、溶液密度(视为 $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$)来进行求算。

例 1 (2012 北京海淀,8,6 分) 已知 25% 的氨水密度为 $0.91 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,5% 的氨水密度为 $0.98 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,若将上述两种溶液等体积混合,所得氨水溶液的质量分数 ()

- A. 等于 15% B. 大于 15%
C. 小于 15% D. 无法估算

【解题思路】 该类问题的解题思路可表示为:



【解析】 由于氨水是浓度越大、密度越小的溶液,故等体积混合时, $\omega < \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} = 15\%$ 。

【答案】 C

例 2 (2013 东北三校二模,7,6 分) 某结晶水合物的化学式为 $\text{R} \cdot n\text{H}_2\text{O}$,其相对分子质量为 M 。25 °C,将 $a \text{ g}$ 该晶体溶于 $b \text{ g}$ 水中,恰好可以形成 $V \text{ mL}$ 饱和溶液。下列关系正确的是 ()



A. 饱和溶液的物质的量浓度为 $c(\text{R}) = \frac{1000a(M-18n)}{MV}$
 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B. 饱和溶液中溶质的质量分数为 $\omega = \frac{a(M-18n)}{M(a+b)}\%$

C. 25 °C 时 R 的溶解度为 $S = \frac{100a(M-18n)}{18na+Mb}$ g

D. 饱和溶液的密度为 $\rho = \frac{a(M-18n)}{a+b}$ g · L⁻¹

【解题思路】 解答以物质的量为核心的计算题时,应以不变应万变,抓住关键基本概念和公式。

【解析】 A 项, $c(\text{R}) = \frac{n(\text{R})}{V} = \frac{n(\text{R} \cdot n\text{H}_2\text{O})}{V} = \frac{\frac{a \text{ g}}{M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{V \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{1000a}{MV} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; B 项, $\omega = \frac{a \text{ g} \times \frac{M-18n}{M}}{(a+b) \text{ g}} \times 100\% = \frac{100a(M-18n)}{(a+b)M}\%$; C 项, $\frac{S}{100 \text{ g}} = \frac{a \text{ g} \times \frac{M-18n}{M}}{b \text{ g} + a \text{ g} \times \frac{M-18n}{M}}$, $S = \frac{100a(M-18n)}{Mb+18na}$ g; D 项, $\rho = \frac{m}{V} = \frac{(a+b) \text{ g}}{V \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{1000(a+b)}{V}$ g · L⁻¹。

【答案】 C

方法二 配制一定物质的量浓度溶液的误差分析方法

根据 $c = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV}$ 判断:

1. 若称量固体溶质时操作无误,但所用砝码生锈,则 m 偏大,结果偏高。

2. 若没有洗涤烧杯内壁,则 n 偏小,结果偏低。

3. 若容量瓶中有少量蒸馏水,或定容反复摇匀后发现液面低于刻度线,对结果无影响。

4. 俯视、仰视对结果的影响如下图所示。



(1) 仰视刻度线:由于操作时以刻度线为基准,故加水量增多,导致液体体积偏大, c 偏低。

(2) 俯视刻度线:加水量减少,则溶液体积偏小,故 c 偏高。

5. 其他常见的操作及对实验结果的影响如下表。

能引起误差的一些操作(以配制 0.1 mol · L ⁻¹ 的 NaOH 溶液为例)	因变量		$c/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$
	m	V	
称量时间过长	减小	—	偏小
用滤纸称 NaOH	减小	—	偏小
向容量瓶内移液时有少量流出	减小	—	偏小
未洗涤烧杯和玻璃棒	减小	—	偏小
定容时水加多了,用滴管吸出	减小	—	偏小
定容摇匀时,液面下降,再加水	—	增大	偏小