

第一部分 专题复习篇

# 专题2 化学常用计量



1. 物质的量、阿伏加德罗常数、相对原子（分子）质量、摩尔质量。
2. 适用范围、气体摩尔体积、阿伏加德罗定律。
3. 溶液的浓度、溶液的配制与稀释、误差。
4. 化学式、化合价、质量分数。

## 核心考点回扣

---

高考题型 1 有关化学式和化合价的判断

---

高考题型 2 基本微粒、化学键数目的计算

---

高考题型 3 溶液浓度的计算

---

## 1. 物质的量及相关概念

	物质的量	摩尔质量	气体摩尔体积	物质的量浓度	阿伏加德 罗常数
符号	$n$	$M$	$V_m$	$c(\text{B})$	$N_A$
单位	<u>mol</u>	<u><math>\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}</math></u>	<u><math>\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}</math></u>	<u><math>\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}</math></u>	<u><math>\text{mol}^{-1}</math></u>
换算公式	$n = \frac{m}{M} = \frac{V(\text{气体})}{V_m} = c(\text{B}) \cdot V(\text{溶液}) ; N = n \cdot N_A$				

## 2. 物质的量与各物理量之间的换算应用

若用  $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值，标准状况下有 3.36 L  $\text{NH}_3$ ：

(1) 该气体的物质的量为  $0.15 \text{ mol}$ ，质量为  $2.55 \text{ g}$ ，所含氨气分子数为 \_\_\_\_\_。

(2) 若将该气体溶于水配成 50 mL 溶液，密度为  $0.9 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，所得溶液的质量分数为 \_\_\_\_\_，物质的量浓度为 \_\_\_\_\_。

(3) 若将上述所得溶液取出 10 mL，其质量分数为  $5.67\%$ ，再加水稀释到 50 mL，所得溶液的物质的量浓度为  $0.6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

### 3. 物质的量在化学方程式中的应用

将 15.6 g  $\text{Na}_2\text{O}_2$  固体加入足量的水中，制成 200 mL 溶液。

- (1) 收集到标准状况下气体的体积为 2.24 L。
- (2) 反应过程中转移电子总数为  $0.2N_A$  或  $1.204 \times 10^{23}$ 。
- (3) 所得溶液的物质的量浓度为  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

## 真题调研

1.[2016·天津理综, 7(5)(6)] 下表为元素周期表的一部分

碳	氮	Y	
X		硫	Z

(5) 碳与镁形成的 1 mol 化合物 Q 与水反应, 生成 2 mol  $Mg(OH)_2$  和 1 mol 烃,



该烃分子中碳氢质量比为 9:1, 烃的电子式为\_\_\_\_\_。

Q 与水反应的化学方程式为  $Mg_2C_3 + 4H_2O \rightleftharpoons 2Mg(OH)_2 +$

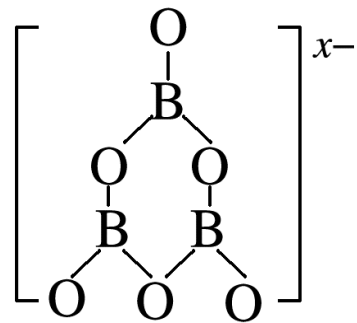
(6) 铜与一定浓度的硝酸和硫酸的混合酸反应，生成的盐只有硫酸铜，同时生成的两种气体均由上表中两种元素组成，气体的相对分子质量都小于 50。为防止污染，将产生的气体完全转化为最高价含氧酸盐，消耗 1 L 2.2 mol·L<sup>-1</sup> NaOH 溶液和 1 mol O<sub>2</sub>，则两种气体的分子式及物质的量分别为

**NO : 0.9 mol ; NO<sub>2</sub> : 1.3 mol** \_\_\_\_\_，生成硫酸铜物质的量为 **2 mol** \_\_\_\_\_。

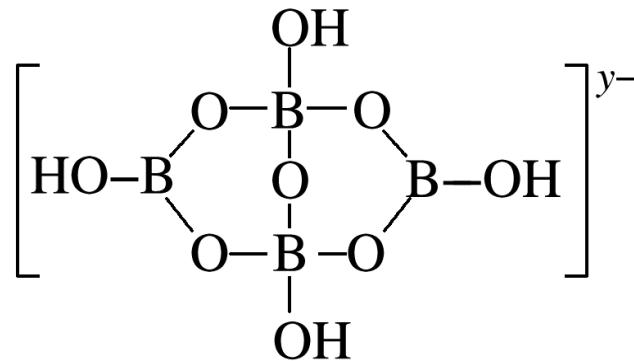
2.[2016·全国卷 I , 28(1)]NaClO<sub>2</sub> 中氯的化合价为<sup>+3</sup>\_\_\_\_\_。  
价

**解析** Na 为 + 1 价，O 为 - 2 价，根据化合价的代数和等于零即可计算出氯的化合价为 + 3 价。

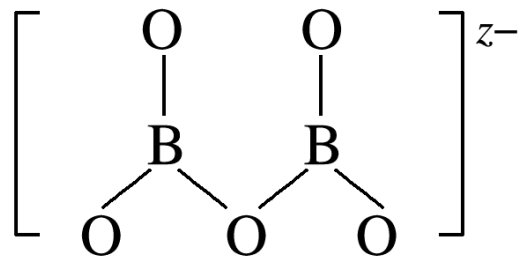
1. 四种多硼酸根离子的结构示意图如下，有关叙述正确的是 ( ? )



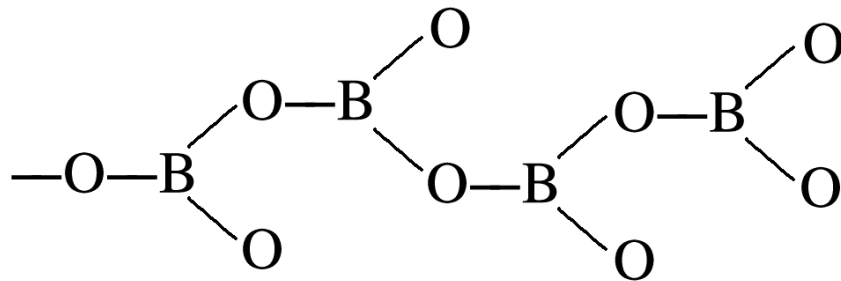
图(a)



图(b)



图(c)



图(d) 无限长单链结构

A.  $x = 2$

B.  $y = 3$

C.  $z = 4$

D. 图 (d) 的化学式为  $BO_2$

2. 将胆矾与生石灰、水按质量比为 1:0.56:100 混合配成无机铜杀菌剂波尔多液，其成分的化学式可表示为  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{CaSO}_4 \cdot x\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot y\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，当  $x = 3$  时， $y$  为 ( ? )

A.1                      B.3    C.5    D.7



**解析** 先依据胆矾与生石灰、水按质量比依次为 1:0.56:100 混合液中质量计算出  $\text{Cu}^{2+}$  离子和  $\text{Ca}^{2+}$  离子的物质的量比；然后依据化学式  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{CaSO}_4 \cdot x\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot y\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，求出当  $x = 3$  时， $y$  的值。

3. 处理污水的絮凝剂聚合硫酸铁的化学式是  $[\text{Fe}_2(\text{OH})_n(\text{SO}_4)_{\frac{n}{2}}]_m$ ，下列有关该物质说法不合理的是( )

A. 铁元素的化合价为 + 3 价

B.  $n$  取值范围是：  $0 < n \leq 6$

C. 不能在酸性较强的环境中使用

D. 若  $n = 2$ ，构成该物质的三种微粒个数比为 1:1:1

**解析** A 项，设铁的化合价为  $x$ ， $2x - n - 6 + n = 0$ ， $x = 3$ ，故 A 正确；

B 项，氢氧根与硫酸根电荷数的和为 6， $n$  不可能为 6，故 B 错误；

C 项，聚合硫酸铁能与酸反应，不能在酸性较强的环境中使用，故 C 正

## 真题调研

1.(2016·全国卷 I, 8) 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数值。下列有关叙述正确的是 ( ? )

✓ A. 14 g 乙烯和丙烯混合气体中的氢原子数为  $2N_A$

B. 1 mol  $N_2$  与 4 mol  $H_2$  反应生成的  $NH_3$  分子数为  $2N_A$

C. 1 mol Fe 溶于过量硝酸，电子转移数为  $2N_A$

D. 标准状况下，2.24 L  $CCl_4$  含有的共价键数为  $0.4N_A$

2.(2016·四川理综, 4 改编)  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是( ? )

A. 2.4 g Mg 在足量的  $O_2$  中燃烧, 转移的电子数为  $0.1N_A$

✓ B. 标准状况下, 5.6 L  $CO_2$  气体中含有的氧原子数为  $0.5N_A$

C. 氢原子数为  $0.4N_A$  的  $CH_3OH$  分子中含有的共价键数为  $0.4N_A$

D. 0.1 L  $0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $CH_3COOH$  溶液中含有的  $H^+$  数为  $0.05N_A$

## 高考常涉及到的关于 $N_A$ 的命题角度总结

考查方向	涉及问题
物质状态	<p>在标准状况下非气态物质，如 <math>H_2O</math>、苯、己烷、<math>CHCl_3</math>、<math>CCl_4</math>、酒精、<math>SO_3</math>、辛烷等</p>
物质结构	<p>一定物质的量的物质中含有的微粒（分子、原子、电子、质子等）数，如 <math>Na_2O_2</math>；或一些物质中的化学键数目，如 <math>CH_4</math>、<math>P_4</math> 等</p>

<p>电离、水解</p>	<p>弱电解质的电离，可水解的盐中的离子数目多少的判断。  如 1 L 1 mol·L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液中 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 数目小于 N<sub>A</sub>，因为 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 会部分水解</p>
<p>隐含的可逆反应</p>	<p>常见的可逆反应 (如 2NO<sub>2</sub> ⇌ N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)、弱电解质的电离平衡等</p>
<p>摩尔质量</p>	<p>特殊物质的摩尔质量，如 D<sub>2</sub>O、<sup>18</sup>O<sub>2</sub>、H<sup>37</sup>Cl</p>
	<p>单质的组成除常见的双原子分子 (如 H<sub>2</sub>、Cl<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>) 外还有单原</p>

## 考向 1 关注物质的组成、各物理量的适用范围判断微粒数

1.  $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值，下列有关叙述正确的是 ( ? )

A. 1 mol 苯中含有的碳碳双键数为  $3N_A$

✓ B. 6.2 g 氧化钠和 7.8 g 过氧化钠的混合物中含有的阴离子总数为  $0.2N_A$

C. 3.4 g  $\text{NH}_3$  中含 N—H 键数目为  $0.2N_A$

D. 常温下 1 L  $0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液与 2 L  $0.25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液

所含  $\text{NH}_4^+$  的数目相同

2. 用  $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值，下列叙述正确的是 ( ? )

A. 标准状况下，33.6 L HF 中含有氟原子的数目为  $1.5N_A$

✓ B. 12 g 石墨和  $C_{60}^{2-}$  的混合物中质子总数为  $6N_A$

C. 84 g  $NaHCO_3$  晶体中含有  $N_A$  个 CO

D. 标准状况下，0.1 mol 己烷中共价键数目为  $19N_A$

3.  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列叙述不正确的是 ( ? )

A. 常温常压下，7.0 g 乙烯与丙烯的混合物中含有氢原子的数目为  $N_A$

B. 分子总数为  $N_A$  的  $\text{NO}_2$  和  $\text{CO}_2$  的混合气体中含有的氧原子数为  $2N_A$

C. 1 mol  $\text{CH}_3^+$  (碳正离子) 中含有的电子数为  $8N_A$

✓ D. 1 mol 的羟基与 1 mol 的氢氧根离子所含电子数均为  $9N_A$

## 考向 2 化学反应中涉及微粒数目的判断

4. 用  $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是 ( ? )

A. 密闭容器中 46 g  $\text{NO}_2$  含有的分子数为  $N_A$

B.  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  碳酸钠溶液中  $\text{Na}^+$  的数目是  $2N_A$

C.  $0.1 \text{ mol AlCl}_3$  完全水解转化为氢氧化铝胶体，生成  $0.1N_A$  个胶粒

✓ D.  $V \text{ L } a \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的氯化铁溶液中，若  $\text{Fe}^{3+}$  的数目为  $6.02 \times 10^{23}$ ，则  $\text{Cl}^-$  的

数目大于  $3 \times 6.02 \times 10^{23}$

5. 用  $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值。下列有关叙述正确的是 ( ? ) )

✓ A.  $0.5 \text{ mol Fe}^{2+}$  被足量的  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液氧化，转移  $0.5N_A$  个电子

B. 用双氧水分解制取  $0.1 \text{ mol}$  氧气，转移的电子总数为  $0.4 \times 6.02 \times 10^{23}$

C.  $1 \text{ mol}$  铁粉在  $1 \text{ mol}$  氯气中充分燃烧，失去的电子数为  $3N_A$

D. 高温下， $16.8 \text{ g Fe}$  与足量水蒸气完全反应失去  $0.9N_A$  个电子

6.  $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ( ? )

A. 一定条件下，1 mol  $N_2$  和 3 mol  $H_2$  混合，反应转移的电子数目为  $6N_A$

B. 1.0 L  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $Na_2S$  溶液中含有的  $S^{2-}$  数为  $0.1N_A$

C. 1 mol  $Cu$  与含 2 mol  $H_2SO_4$  的浓硫酸充分反应，生成的  $SO_2$  的分子个数为

$\checkmark$   
 $N_A$

D. 向含有  $FeI_2$  的溶液中通入适量氯气，当有 1 mol  $Fe^{2+}$  被氧化时，该反应

转移电子的数目至少为  $3N_A$

### 考向 3 阿伏加德罗定律的应用

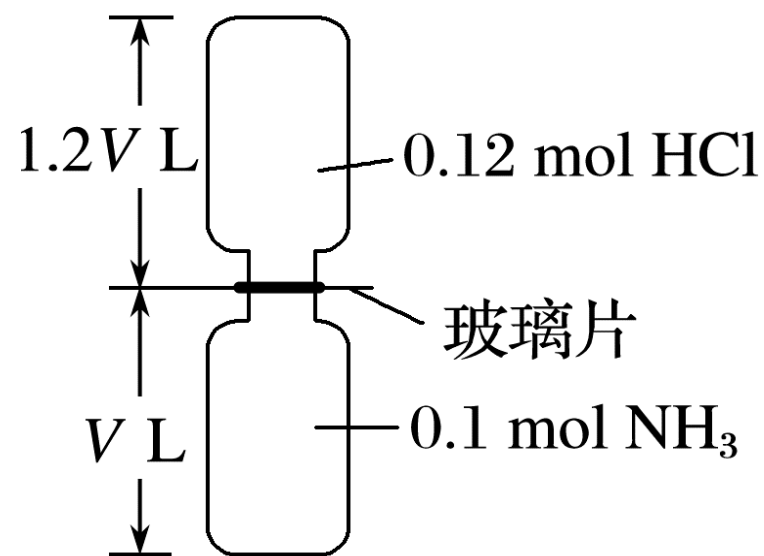
7. 如图，抽去右图所示装置中的玻璃片，使两种气体充分反应（整个过程中认为装置气密性良好），等温度恢复到原来温度。下列说法正确的是？

(A. 反应后瓶内压强是反应前的  $\frac{1}{10}$ )

✓ B. 装置中氢元素的总质量为 0.42 g

C. 生成物的分子数目为  $0.01N_A$

D. 反应结束后，两个集气瓶很容易分开



8. 由  $^{14}\text{CO}$  和  $^{12}\text{CO}$  组成的混合气体与同温同压下空气的密度相等 ( 空气的平均相对分子质量为 29 ) , 则下列关系正确的 ( ? ) )

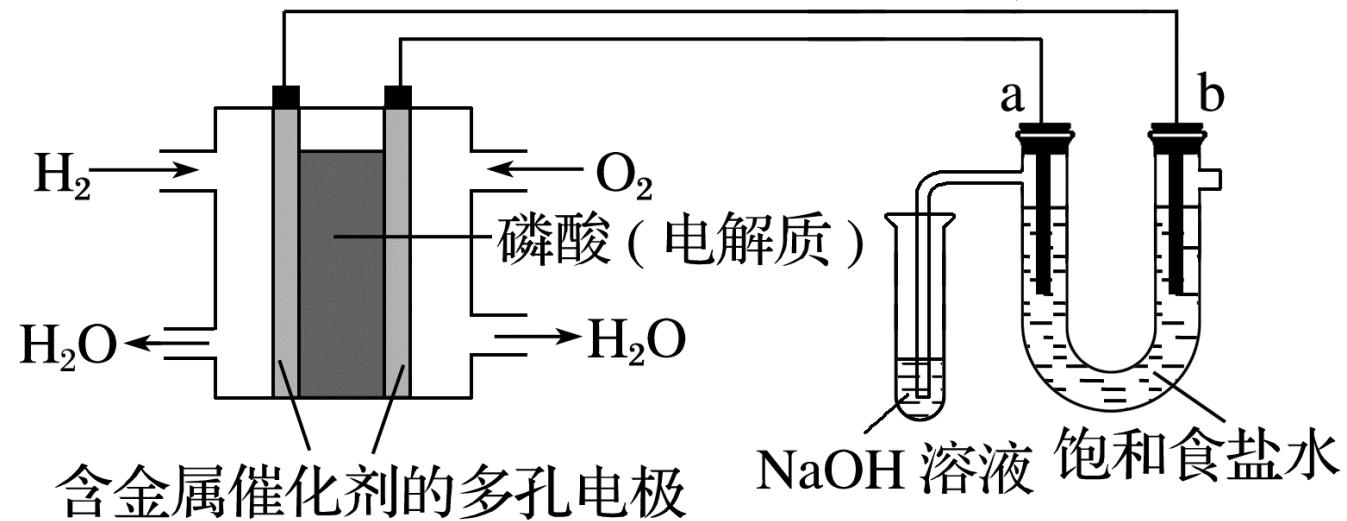
A. 混合气体中 ,  $^{12}\text{CO}$  占有的体积大于  $^{14}\text{CO}$  占有的体积

B. 混合气体中 ,  $^{12}\text{CO}$  与  $^{14}\text{CO}$  分子个数之比为 1:2

C. 混合气体中 ,  $^{12}\text{CO}$  与  $^{14}\text{CO}$  质量之比为 15:14

D. 混合气体中 ,  $^{12}\text{CO}$  与  $^{14}\text{CO}$  密度之比为 14:15

9. 用酸性氢氧燃料电池电解饱和食盐水的装置如图所示 (a、b 为石墨电极, 不考虑 U 形管中气体的溶解且 a 上产生的气体全部进入小试管中)。下列说法中错误的是 ( )



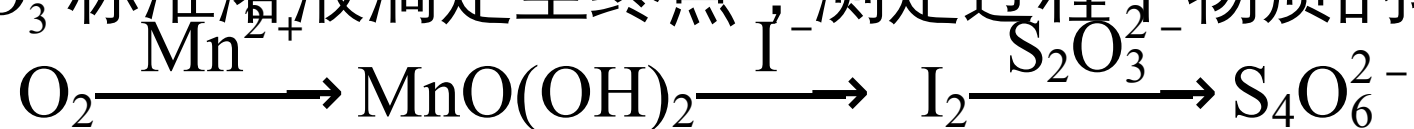
- A. 同温同压下, 燃料电池中参与反应的  $\text{H}_2$  和  $\text{O}_2$  的体积之比为 2:1
- B. 同等条件下, U 形管 a、b 两端产生的气体的密度之比为 35.5:1
- C. 燃料电池中消耗 0.2 g  $\text{H}_2$  时, U 形管中阴极产生的气体为 2.24 L (标准状况下)
- D. 燃料电池中消耗 1 mol  $\text{O}_2$  时, 小试管中反应转移的电子数约为  $4 \times 6.02 \times 10^{23}$

## 真题调研

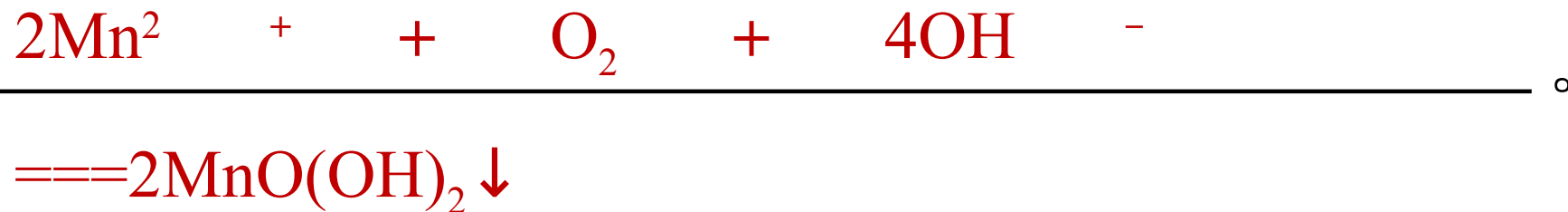
1.(2014·上海, 52) 焦硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$ ) 溶于水, 其中的  $\text{SO}_3$  都转化为硫酸。

若将 445 g 焦硫酸溶于水配成 4.00 L 硫酸, 该硫酸的物质的量浓度为  $\overset{1.25}{\quad}$   $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2.[2016·江苏，18(3)]水中溶解氧的测定方法如下：向一定量水样中加入适量  $\text{MnSO}_4$  和碱性  $\text{KI}$  溶液，生成  $\text{MnO}(\text{OH})_2$  沉淀，密封静置；加入适量稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，待  $\text{MnO}(\text{OH})_2$  与  $\text{I}^-$  完全反应生成  $\text{Mn}^{2+}$  和  $\text{I}_2$  后，以淀粉作指示剂，用  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定至终点，测定过程中物质的转化关系如下：



①写出  $\text{O}_2$  将  $\text{Mn}^{2+}$  氧化成  $\text{MnO}(\text{OH})_2$  的离子方程式：



② 取加过一定量  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  的池塘水样 100.00 mL，按上述方法测定水样的溶解氧，消耗  $0.010\ 00\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液 13.50 mL。计算该水样中的溶解氧（以  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  表示），写出计算过程。

## 核心透析

### 1. 物质的量浓度 $c$ 与质量分数 $w$ 的关系

The diagram illustrates the relationship between molar concentration  $c$  and mass fraction  $w$  through two conversion paths:

- Top Path:** From  $c$  to  $w$ , the conversion factor is  $\frac{m(\text{溶质})}{M}$ . From  $w$  to  $c$ , the conversion factor is  $n(\text{溶质}) \cdot M$ .
- Bottom Path:** From  $w$  to  $c$ , the conversion factor is  $\frac{m(\text{溶液})}{\rho}$ . From  $c$  to  $w$ , the conversion factor is  $\rho \cdot V(\text{溶液})$ .

The formulas for  $c$  and  $w$  are:

$$c = \frac{n(\text{溶质})}{V(\text{溶液})}$$
$$\frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶液})} = w$$

## 2. 溶液稀释或混合的计算方法

### (1) 稀释的计算方法

① 抓住稀释前后溶质的物质的量不变，即：

$$c_1 V_1 = c_2 V_2$$

② 依据稀释前后溶质的质量不变可得：

$$V_1 \rho_1 w_1 = V_2 \rho_2 w_2$$

据此计算有关的物理量。

### (2) 溶质相同、质量分数不同的两溶液混合问题

同一溶质、质量分数分别为  $a\%$ 、 $b\%$  的两溶液混合：

若两溶液等质量混合，则混合后溶液中溶质的质量分数  $w_{\text{混}} = \frac{1}{2} (a\% + b\%)$ 。

### 3. 气体溶于水中物质的量浓度的计算

把摩尔质量为  $M \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  的气体  $V \text{ L}$ (标准状况)溶解于  $m \text{ g}$  水中，所得溶液的密度为  $\rho \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，则：

$$w = \frac{\frac{V}{22.4}M}{\frac{V}{22.4}M + m} \times 100\% = \frac{MV}{MV + 22.4m} \times 100\% ,$$

$$c = \frac{1\ 000\rho w}{M} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = \frac{1\ 000\rho V}{MV + 22.4m} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} .$$

## 考向 1 各物理量之间的转化

1. 有硫酸镁溶液 500 mL，它的密度是  $1.20 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，其中镁离子的质量分数是 4.8%，则有关该溶液的说法不正确的是( ? )

- A. 溶质的质量分数是 24.0%
- B. 溶质的物质的量浓度是  $2.4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- C. 溶质和溶剂的物质的量之比是 1:40
- D. 硫酸根离子的质量分数是 19.2%

2. 在  $t\text{ }^{\circ}\text{C}$  时，将  $a\text{ g NH}_3$  完全溶于水得到  $V\text{ mL}$  溶液，假设该溶液的密度为  $\rho\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，质量分数为  $w$ ，其中含有  $\text{NH}_4^+$  的物质的量是  $b\text{ mol}$ ，下列叙述正确的是( ? )

A. 溶质的质量分数  $w = \frac{a}{\rho V - a} \times 100\%$

B. 溶质的物质的量浓度  $c = \frac{1\ 000a}{35V}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

C. 溶液中  $c(\text{OH}^-) = \frac{1\ 000b}{V}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} + c(\text{H}^+)$

D. 向上述溶液中加入  $V\text{ mL}$  水，所得溶液的质量分数大于  $0.5w$

3. 下列有关物质的质量分数和物质的量浓度的叙述正确的是 ( ? )

A. 等体积的硫酸铁、硫酸铜、硫酸钾溶液分别与足量氯化钡溶液反应，若生成硫酸钡沉淀的质量相等，则三种硫酸盐溶液的物质的量浓度之比

为 1:1:1

B. 将物质的量均为 0.1 mol 的  $\text{Na}_2\text{O}_2$  和  $\text{Na}_2\text{O}$  分别投入 100 g 水中，所得溶液

的物质的量浓度不等

D. 20 °C 时，饱和 KCl 溶液的密度为  $1.174 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，物质的量浓度为  $4.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则此溶液中 KCl 的质量分数为  $\frac{74.5 \times 4.0}{1.174 \times 1000} \times 100\%$

✓ C. 将质量分数分别为 5% 和 15% 的氨水等体积混合后所得溶液的质量分数 4.0 mol·L<sup>-1</sup>，则此溶液中 KCl 的质量分数为  $\frac{74.5 \times 4.0}{1.174 \times 1000} \times 100\%$

## 考向 2 配制溶液浓度误差分析

4. 下列说法正确的是 ( ? )

A. 欲配制 1.00 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

B. 在 50 mL 量筒中配制  $0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  碳酸钠溶液

C. 只有 100 mL 容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管（非玻璃仪器任选），  
用  $\text{pH} = 1$  的盐酸无法配制 100 mL  $\text{pH} = 2$  的盐酸

D. 用容量瓶配制溶液，定容时俯视刻度线，所配溶液浓度偏小

5. 某学生配制了  $100\text{ mL } 1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的硫酸溶液。然后对溶液浓度做精确测定，且测定过程中一切操作都正确，结果测得溶液的物质的量浓度低于  $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。那么，在配制过程中，下列操作可能导致溶液浓度偏低的是 ( )

- ①量筒用蒸馏水洗净后立即用来量取浓硫酸 ②将浓硫酸在烧杯中稀释，转移到容积为  $100\text{ mL}$  的容量瓶中后，没有洗涤烧杯 ③在转移过程中用玻璃棒引流，因操作不慎有少量溶液流到了容量瓶外面 ④最后定容时，加水超过了刻度线，马上用胶头滴管吸去多余的水，使溶液凹液面刚好与刻度线相切
- ✓