

目 录

Contents



第一部分 专题备考

Contents

模块一 基本概念	2
专题一 化学常用计量及定律	2
专题二 分散系	12
专题三 氧化还原反应	23
专题四 离子反应	33
基础过关检测(一)	43
模块二 基本理论	47
专题一 物质的组成与结构	47
专题二 化学反应速率和化学平衡	60
专题三 电解质溶液	73
专题四 电化学原理及应用	85
基础过关检测(二)	98
模块三 元素及其化合物	103
专题一 非金属元素知识规律(1)	103
专题二 非金属元素知识规律(2)	113
专题三 金属元素知识规律(1)	127
专题四 金属元素知识规律(2)	138
基础过关检测(三)	150

CHEMISTRY



Contents

模块四 有机化学	155
专题一 有机物结构、组成及性质	155
专题二 有机反应及有机物的推断	169
专题三 有机物的合成及应用	188
基础过关检测(四)	210
模块五 化学实验	216
专题一 化学实验基本操作	216
专题二 综合实验题的设计及探究	230
基础过关检测(五)	249
模块六 化学计算和化学热点问题	254
专题一 化学计算的分类及巧解	254
专题二 社会生活中的化学热点问题	267
基础过关检测(六)	278



第二部分 模拟冲刺

Contents

一、应试技巧	283
二、综合模拟	303
模拟试题(一)	303
模拟试题(二)	309



CHEMISTRY



ZONGFUXI QUANYOU

第一部分



专题备考



模块一 基本概念

专题一 化学常用计量及定律

高考展望

化学常用计量与化学基本定律,是重要的化学基础知识,与化学计算紧密相连,是高考的必考点。近几年的重要考点及命题特征与趋势是:

1. 相对原子质量、相对分子质量、物质的量、摩尔质量、气体摩尔体积和阿伏加德罗常数等基本概念考查仍将保持稳定性和连续性。

物质的量是化学计算的核心,是高考的必考点。以往的命题多以选择题、填空题或计算题等形式出现,现在逐步渗透到实验题、推断题等题型中,且定性、定量、定性与定量相结合,充分体现了物质的量及其相关计算在化学计算中的核心地位。考查的主要知识点是阿伏加德罗常数的应用。如已知阿伏加德罗常数 N_A ,判断一定量的物质所含某种粒子数目的多少;通过阿伏加德罗常数进行一些量之间的换算。

2. 阿伏加德罗定律及其推论、能量守恒定律、反应中能量变化与反应热仍会有考查。有关新能源的开发、利用等试题将成为命题的背景材料。

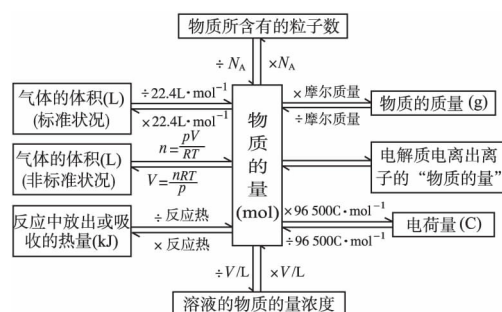
阿伏加德罗定律及其推论的应用仍是考查的热点。主要考点有:已知相同状况下不同气体或混合气体的某些信息,结合阿伏加德罗定律、质量守恒定律,推断气态产物或反应物的化学式或根据阿伏加德罗定律的推论,推断或比较它们的物理量的大小。

真题索引

- 2006 全国高考理综 I, 8
- 2006 北京高考理综, 6
- 2006 天津高考理综, 13
- 2006 江苏高考, 6、8
- 2006 广东高考, 1、12
- 2006 重庆高考理综, 7、10
- 2006 四川高考理综, 8
- 2005 全国高考理综 I, 8、13
- 2005 全国高考理综 II, 9
- 2005 全国高考理综 III, 12
- 2005 上海高考, 6
- 2005 广东高考, 3、22、26
- 2005 江苏高考, 10、4
- 2005 天津高考理综, 29
- 2005 北京高考理综, 29

主干知识

1 以物质的量为中心各化学量间的相互关系



2 万能恒等式

$$n = \frac{m}{M} = \frac{V_{\text{气}}}{V_m} = \frac{N}{N_A} = \frac{Q}{\Delta H} = cV$$

典题链接

【试题 1】2006 北京高考理综, 6 下列说法正确的是 ()

- A. 200 mL 1 mol · L⁻¹ Al₂(SO₄)₃ 溶液中, Al³⁺ 和 SO₄²⁻ 离子总数为 6.02 × 10²³
- B. 标准状况下, 22.4 L Cl₂ 和 HCl 的混合气体中含分子总数为 2 × 6.02 × 10²³
- C. 0.1 mol ⁸¹₃₅Br 原子中含中子数为 3.5 × 6.02 × 10²³
- D. 30 g 甲醛中含共用电子对总数为 4 × 6.02 × 10²³

解析: Al₂(SO₄)₃ 在水中发生水解, 所以 200 mL 1 mol · L⁻¹ Al₂(SO₄)₃ 溶液中 Al³⁺ 和 SO₄²⁻ 总数小于 6.02 × 10²³; 标准状况下 22.4 L Cl₂ 和 HCl 混合气体(1 mol)中分子总数为 6.02 × 10²³; ⁸¹₃₅Br 原子中中子数为 81 - 35 = 46 个, 所以 0.1 mol 该原子含中子数

4.6 × 6.02 × 10²³ 个; 每分子甲醛 $\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{H}$ 中有 4 对共用电子, 所以 30 g 甲醛(1 mol)含共用电子对 4 × 6.02 × 10²³。

答案: D

利用该恒等式可以解答与物质的量、物质的量浓度、摩尔质量、物质质量、标准状况下气体体积、粒子数、反应热以及阿伏加德罗常数有关的题目,随时根据题给条件建立相应的比例关系,做到解题时有条不紊、脉络清楚、得心应手。

3 质量守恒定律

质量守恒定律是物质在发生化学变化时所遵循的基本规律,其内涵是参加反应的各物质质量总和等于反应生成物的质量总和(反应前后各种原子的种类及个数相同)。化学反应中物质之间是按照一定的粒子数目比例进行的,因此又经常用到 $m=n \cdot M$ 这个关系,由这个关系就可以根据化学方程式,用已知量求未知量,如可以求反应物及生成物的质量,也可以确定其相对分子质量,还可以确定其化学式以及确定混合物中各组成成分的物质的量比或质量比。

4 阿伏加德罗定律及其推论

在相同温度和压强的条件下,体积相同的任何气体都含有相同的分子数。

说明:①阿伏加德罗定律可适用于任何气体,也包括混合气体。

②同温、同压、同体积和同分子数称为四“同”。它们共同存在,相互制约,只要有三个“同”成立,第四个“同”则必定成立。在实际应用中往往是三“同”导一“同”。

③“在标准状况下 1 mol 任何气体的体积都为 22.4 L,或在标准状况下气体摩尔体积 22.4 L · mol⁻¹”是阿伏加德罗定律的特定情况,对这种规律关系见表:

	温度	压强	气体体积	气体所含分子数目
阿伏加德罗定律	同温度	同压	相同体积	相同
1 mol 气体的体积	0 °C	101 kPa	22.4 L	约 6.02×10 ²³ 个

④阿伏加德罗定律的理论

相同条件	结论	
	公式	语言叙述
T, p 相同	$\frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2}$	同温、同压下,气体的体积与物质的量成正比
T, V 相同	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1}{n_2}$	温度、体积相同的气体,压强与物质的量成正比
T, p 相同	$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$	同温、同压下,气体的相对分子质量与气体密度成正比

【试题 2】2006 江苏高考,6 阿伏加德罗常数约为 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$,下列说法中一定正确的是 ()

A. 1.0 L 1.0 mol · L⁻¹ CH₃COOH 溶液中,CH₃COOH 分子数为 6.02×10^{23}

B. Na₂O₂ 与 H₂O 反应生成 1.12 L O₂(标准状况),反应中转移的电子数为 $2 \times 6.02 \times 10^{22}$

C. 32 g S₈ 单质中含有的 S—S 键个数为 6.02×10^{23}

D. 22.4 L N₂ 中所含的分子个数为 6.02×10^{23}

解析:虽然 A 选项中 $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.0 \text{ L} \times 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \text{ mol}$,由于 CH₃COOH 的电离,使 CH₃COOH 分子数减少,A 不正确;由 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 知,每生成标准状况下的 O₂ 22.4 L,转移 2 mol 电子,则生成 1.12 L O₂ 时转移电子数应为 6.02×10^{22} ,B 不正确;32 g S₈ 的物质的量为 $\frac{32 \text{ g}}{8 \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{1}{8} \text{ mol}$,由题给图示知,1 分子 S₈ 含 8 个 S—S 键,故 32 g S₈ 中含 S—S 键的数目为 $\frac{1}{8} \text{ mol} \times 8 \times N_A \text{ mol}^{-1} = N_A$,C 选项正确;由于没给出 22.4 L N₂ 所存在的条件,故 D 亦不正确。

答案:C

【试题 3】2005 全国高考理综Ⅲ,12 在 273 K 和 101 kPa 的条件下,将 2.00 g 氦气,1.40 g 氮气和 1.60 g 氧气混合,该混合气体的体积是 ()

A. 6.72 L

B. 7.84 L

C. 10.08 L

D. 13.44 L

解析:混合气体的物质的量:

$$n(\text{He}) + n(\text{N}_2) + n(\text{O}_2) = \frac{2.00 \text{ g}}{4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} + \frac{1.40 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} + \frac{1.60 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.6 \text{ mol}$$

混合气体的体积为 $0.6 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 13.44 \text{ L}$ 。

答案:D

【试题 4】在一定条件下,某化合物 X 受热分解: $2X \xrightarrow{\Delta} A \uparrow + 2B \uparrow + 4C \uparrow$,测得反应后生成的混合气体的质量是同体积 H₂(相同状况)质量的 11.43 倍,则 X 气体的相对分子质量为 ()

A. 11.43

B. 22.86

C. 80.01

D. 160.02

解析:由质量守恒定律 2 mol X 分解生成 7 mol 混合气体,则 7 mol 混合气体的质量即为 2 mol X 的质量,则 X 的相对分子质量为 $\frac{11.43 \times 2 \times 7}{2} = 80.01$ 。

答案:C

【试题 5】150 mL A₂ 气体跟 50 mL B₂ 气体恰好完全反应,生成的气体体积为 100 mL(同温、同压条件下),试填空:

(1)生成物的化学式是_____。

(2)推断化学式的依据是_____。

解析:设生成物的化学式为 A_xB_y,依题意反应物与生成物的体积比为 $V(\text{A}_2) : V(\text{B}_2) : V(\text{A}_x\text{B}_y) = 150 : 50 : 100 = 3 : 1 : 2$ 。根据阿伏加德罗定律,可知 3 : 1 : 2 既是体积比,又是物质的量之比,也是



续表

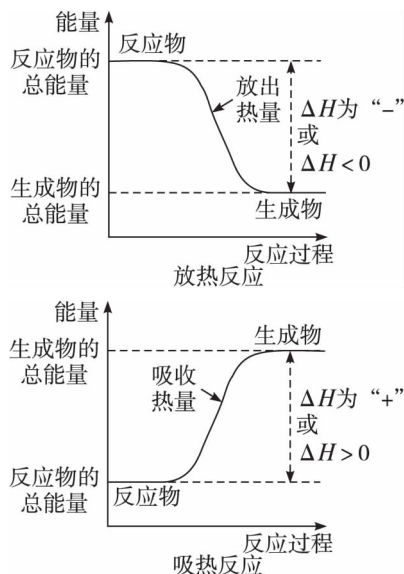
相同条件	结论	
	公式	语言叙述
T, p, V 相同	$\frac{M_1}{M_2} = \frac{m_1}{m_2}$	同温、同压下, 体积相同的气体, 其相对分子质量与质量成正比
T, p, m 相同	$\frac{M_1}{M_2} = \frac{V_1}{V_2}$	同温、同压下, 等质量的气体, 相对分子质量与其体积成反比

5 化学反应中的能量变化规律

(1) 化学反应的特征是有其他物质生成, 生成物与反应物所具有的总能量不同。

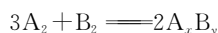
(2) 任何化学反应除遵循质量守恒外, 同样也都遵循能量守恒。

(3) 反应物与生成物的能量差若以热量形式表现即为放热反应和吸热反应, 如下图所示。



(4) 从反应的实质化学键的断裂和形成上看, 放热反应是断开旧化学键所吸收的能量 < 形成新化学键所放出的能量; 吸热反应则是形成新化学键所放出的能量 < 断开旧化学键所吸收的能量。

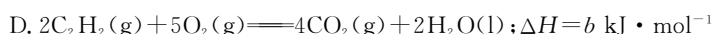
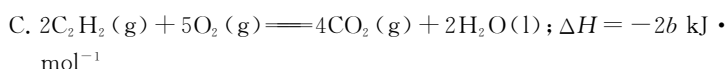
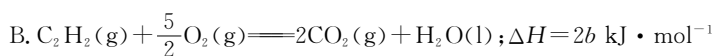
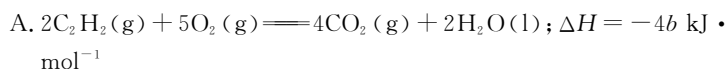
化学方程式中各物质的化学计量数比, 即可写成化学方程式的表示式:



又根据质量守恒定律可知反应前后各元素的原子个数不变, 即在反应物中 A 的原子数是 2×3 , B 的原子数是 2, 所以 A_xB_y 应为 A_3B_2 。

答案: (1) A_3B (2) 阿伏加德罗定律和质量守恒定律

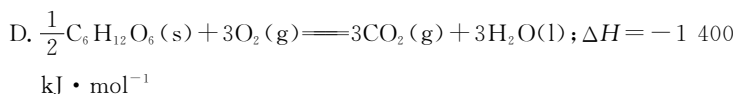
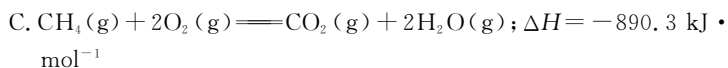
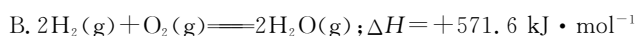
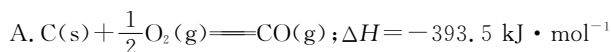
【试题 6】2005 全国高考理综 I, 13 已知充分燃烧 a g 乙炔气体时生成 1 mol 二氧化碳气体和液态水, 并放出热量 b kJ, 则乙炔燃烧的热化学方程式正确的是 ()



解析: 放热反应中 $\Delta H < 0$, 所以 B、D 错误。生成 1 mol CO_2 时放出 b kJ 的热量, 所以, 生成 4 mol CO_2 时放出热量为 $4b$ kJ, 所以 A 正确。

答案: A

【试题 7】2006 重庆高考理综, 10 25 °C、101 kPa 下, 碳、氢气、甲烷和葡萄糖的燃烧热依次是 393.5 kJ · mol⁻¹、285.8 kJ · mol⁻¹、890.3 kJ · mol⁻¹、2 800 kJ · mol⁻¹, 则下列热化学方程式正确的是 ()



解析: 燃烧热是指在 101 kPa 时, 1 mol 物质完全燃烧生成稳定的氧化物时放出的热量。对 C 而言稳定的氧化物指 $CO_2(g)$, 对 H_2 而言稳定的氧化物指 $H_2O(l)$ 。所以 A、B、C 错误, 正确答案为 D。

答案: D



1 阿伏加德罗常数

关于阿伏加德罗常数 (N_A) 的高考试题, 常常有意设置一些极易疏忽的干扰因素。在分析解答这类题目时, 要特别注意下列细微的知识点: ① 状态问题, 如水在标准状况下为液态或固态; SO_3 在标准状况下为固态、常温常压下为液态; 戊烷及碳原子数更多的烃, 在标准状况下为液态或固



【试题 1】2005 江苏高考, 10 阿伏加德罗常数约为 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 下列叙述正确的是 ()

A. 常温常压下, 18.0 g 重水 (D_2O) 所含的电子数约为 $10 \times 6.02 \times 10^{23}$

B. 室温下, 42.0 g 乙烯和丙烯的混合气体中含有的碳原子数约为 $3 \times 6.02 \times 10^{23}$

态。②特殊物质的摩尔质量,如 D_2O 、 T_2O 、 $^{18}\text{O}_2$ 等。③某些物质分子中的原子个数,如 Ne 、 O_3 、白磷等。④一些物质中的化学键数目,如 SiO_2 、 Si 、 CH_4 、 P_4 、 CO_2 等。⑤较复杂的化学反应中,转移电子数的求算,如 $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Cl}_2 + \text{NaOH}$ 、电解 AgNO_3 溶液等。⑥要用到 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 时,必须注意气体是否处于标准状况下。⑦某些离子或原子团在水溶液中能发生水解反应,使其数目减少。⑧注意一些常见的可逆反应。

2 相关化学计算

关于物质的量、有关气体相对分子质量、混合气体的平均相对分子质量的计算常用以下方法：

(1)守恒法:依据变化前后某一粒子物质的量保持不变,列出守恒关系求解。

(2) 差量法:把化学方程式的对应差量(理论差量)跟已知差量(实际差量)列成比例,然后求解。

(3) 十字交叉法: 先确定平均量, 再由十字交叉法确定比值。

3 平均摩尔质量及计算方法

平均摩尔质量是指“单位物质的量的混合物所具有的质量”，即 $\bar{M} = \text{混合物的质量} / \text{混合物的物质的量}$ 。常用于气体的计算。求算的方法有以下几种：

①已知混合物质的总质量〔 $m(\text{混})$ 〕和总物质的量〔 $n(\text{混})$ 〕: $\overline{M}(\text{混})=m(\text{混})/n(\text{混})$

②已知标准状况下混合气体的密度 $[\rho(\text{混})]: \bar{M}(\text{混}) = 2.24\rho(\text{混})$

③已知同温同压下混合气体的密度 $[\rho(\text{混})]$ 是一种简单气体 A 的密度 $[\rho(A)]$ 的倍数 d (也常叫相对密度法):

$$d = \frac{\rho(\text{混})}{\rho(A)} = \frac{\overline{M}(\text{混})}{M(A)}, \text{ 即有: } \overline{M}(\text{混}) = d \times M(A)$$

④已知混合物各成分的摩尔质量和在混合体系内的物质的量的分数或体积分数：

$$\overline{M}(\text{混}) = M_a \times A\% + M_b \times B\% + M_c \times C\% \dots\dots$$

D. 标准状况下, a L 甲烷和乙烷混合气体中的分子数约为 $\frac{a}{22.4} \times 6.02 \times 10^{23}$

解析:本题综合考查物质的量与质量、体积及阿伏加德罗常数之间的关系。1 mol D_2O 含有 10 mol 电子,故 18.0 g D_2O 所含电子数为: $\frac{18.0 \text{ g}}{20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 10 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} < 10 \times 6.02 \times 10^{23}$, A 不正确;乙烯、丙烯的实验式皆为 CH_2 ,故 42 g 混合气体所含有的碳原子数为: $\frac{42 \text{ g}}{14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 3 \times 6.02 \times 10^{23}$, B 正确;甲苯在标准状况下为液体,22.4 L 甲苯的物质的量远大于 1 mol,故 C 不正确;标准状况下, $a \text{ L CH}_4$ 和 C_2H_6 混合气体的物质的量为 $\frac{a}{22.4} \text{ mol}$,所含分子数为 $\frac{a}{22.4} \times 6.02 \times 10^{23}$, D 正确。

答案:BD

【试题 2】2003 年全国高考理综 I, 8 已知 Q 与 R 的摩尔质量之比为 9 : 22, 在反应 $X + 2Y \longrightarrow 2Q + R$ 中, 当 1.6 g X 与 Y 完全反应后, 生成 4.4 g R, 则参与反应的 Y 和生成物 Q 的质量之比为 ()

A. 46 : 9 B. 32 : 9
C. 23 : 9 D. 16 : 9

解析:已知 Q 与 R 的摩尔质量之比为 9 : 22, 结合方程式可以知道, 反应生成的 Q 和 R 的质量比为 18 : 22, 也就是 1.6 g X 与 Y 完全反应后, 生成了 4.4 g R, 同时生成了 $4.4 \text{ g} \times \frac{18}{22} = 3.6 \text{ g}$ Q, 消耗 Y 的质量为: $3.6 \text{ g} + 4.4 \text{ g} - 1.6 \text{ g} = 6.4 \text{ g}$ 。所以, 参加反应的 Y 和生成物 Q 的质量之比为 $6.4 \text{ g} : 3.6 \text{ g} = 16 : 9$ 。

答案:D



全优测控



教学札记

1 2004 全国高考理综Ⅲ,10 下列叙述正确的是 ()

- A. 同温、同压下, 相同体积的物质, 它们的物质的量必相等
B. 任何条件下, 等物质的量的乙烯和一氧化碳所含的分子数必相等
C. 1 L 一氧化碳气体一定比 1 L 氧气的质量小
D. 等体积、等物质的量浓度的强酸中所含的 H^+ 数一定相等

解析: 只有气体物质才符合阿伏加德罗定律——在同温、同压下, 具有相同体积时物质的物质的量相等, 所以 A 不正确; 具有相同物质的量的两种由分子组成的物质具有相同的分子数, 所以 B 正确; 气体的密度与温度、压强等条件有关, 不限定温度、压强时, CO 和 O₂ 的密度关系不能确定, 所以 C 不正确; 以 HCl、H₂SO₄ 为例考虑, 可知 D 不正确。

答案:B

2 2005 全国高考理综 II, 9 N_A 代表阿伏加德罗常数, 下列说法正确的是 ()

A. 在同温同压下, 相同体积的任何气体单质所含的原子数目相同

B. 2 g 氢气所含原子数目为 N_A

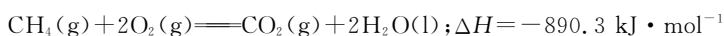
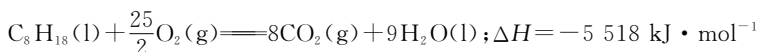
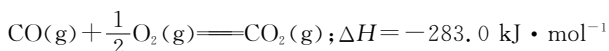
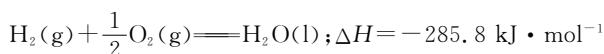
C. 在常温常压下, 11.2 L 氮气所含的原子数目为 N_A

D. 17 g 氨气所含电子数目为 $10 N_A$

解析: 在同温同压下, 相同体积的任何气体单质所含的分子数目相同, 但分子中所含原子个数不一定相同, 所以 A 错误; 2 g H_2 含 N_A 个 H_2 分子, $2N_A$ 个 H 原子, B 不正确; 常温常压下, 1 mol 气体的体积不等于 22.4 L, C 错误; 17 g NH_3 为 1 mol, 其中含有 $10N_A$ 个电子。

答案: D

3 2005 江苏高考, 4 氢气(H_2)、一氧化碳(CO)、辛烷(C_8H_{18})、甲烷(CH_4)的热化学方程式分别为:



相同质量的 H_2 、CO、 C_8H_{18} 、 CH_4 完全燃烧时, 放出热量最少的是 ()

A. $H_2(g)$

B. $CO(g)$

C. $C_8H_{18}(l)$

D. $CH_4(g)$

解析: 假设其质量皆为 1 g, 则它们放出的热量分别为:

$$H_2: \frac{1 \text{ g}}{2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 142.9 \text{ kJ}$$

$$CO: \frac{1 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 10.1 \text{ kJ}$$

$$C_8H_{18}: \frac{1 \text{ g}}{114 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 5518 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 48.4 \text{ kJ}$$

$$CH_4: \frac{1 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 55.64 \text{ kJ}$$

显然本题答案为 B。

答案: B

4 设阿伏加德罗常数的符号为 N_A , 标准状况下某种 O_2 和 N_2 的混合气体 m g 含有 b 个分子, 则 n g 该混合气体在相同状况下所占的体积(L)应是 ()

A. $22.4nb/mN_A$

B. $22.4mb/nN_A$

C. $22.4nN_A/mb$

D. $nbN_A/22.4m$

解析: n g 该混合气体所含有的分子数为 $\frac{nb}{m}$ 个, 则在标准状况下所占的体积为 $22.4 \frac{nb}{mN_A}$ 。

答案: A

5 (经典回放) 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. $w_1<w_2<2w_1$

解析: 设溶液的体积为 $V \text{ L}$, 密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 溶质的摩尔质量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 质量分数为 w , 物质的量浓度为 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则根据溶液浓度表达方式不同, 但其溶质不变有:

$$\frac{V \text{ L} \times 10^3 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \times \rho \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times w}{M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = V \text{ L} \cdot c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ 即 } c = \frac{1000\rho w}{M}。 \text{ 依据题意有}$$

$a = \frac{1000\rho_1 w_1}{M}, b = \frac{1000\rho_2 w_2}{M}$, 因 $2a=b$, 所以有 $2\rho_1 w_1 = \rho_2 w_2$, 又由于氨水的密度比纯水小, 且浓度越大, 密度越小, 即 $\rho_2 < \rho_1$, 代入上式得: $w_2 > 2w_1$ 。

答案: C

- 6 2006 四川高考理综,8 在体积相同的两个密闭容器中分别充满 O_2 、 O_3 气体,当这两个容器内温度和气体密度相等时,下列说法正确的是 ()

A. 两种气体的压强相等
B. O_2 比 O_3 的质量小
C. 两种气体的分子数目相等
D. 两种气体的氧原子数目相等

解析:根据 $m = \rho V$, 体积、密度相等的 O_2 、 O_3 的质量相等,物质的量之比为 $\frac{m}{32} : \frac{m}{48} =$

$3 : 2$, 压强之比为 $3 : 2$, 分子数目之比为 $3 : 2$, O 原子数目之比为 $\frac{2m}{32} : \frac{3m}{48} = 1 : 1$ 。正确

答案为 D。

答案:D

- 7 在一定体积的容器中加入 1.5 mol 氙气和 7.5 mol 氟气,在 400 °C 和 2 633 kPa 压强下加热数小时,然后迅速冷却至 25 °C,容器内除得到一种无色晶体外,还余下 4.5 mol 氟气。则所得无色晶体产物中,氙和氟的原子个数之比是 ()

A. 1 : 6
B. 1 : 4
C. 1 : 3
D. 1 : 2

解析:由题意知参加反应的 Xe 与 F_2 的物质的量之比为 $n(Xe) : n(F_2) = 1.5 \text{ mol} : (7.5 - 4.5) \text{ mol} = 1.5 \text{ mol} : 3 \text{ mol} = 1 : 2$, 所以原子个数比为 $N(Xe) : N(F) = 1 : 4$ 。

答案:B

- 8 中学化学教材中有大量数据,下列为某同学对数据的利用情况,其中不正确的是 ()

A. 用 NaOH 和 HCl 反应测得的中和热数据,推算一定量的稀 H_2SO_4 和 NaOH 溶液反应的反应热
B. 用沸点数据推测将两种液体混合物用蒸馏的方法分离开来的可能性
C. 用反应热数据的大小判断不同反应的反应速率的大小
D. 用原子(或离子)半径数据推断某些原子(或离子)氧化性或还原性的强弱

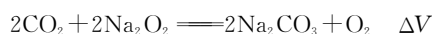
解析:由中和反应的实质 $H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$ 可知 A 正确;由分馏原理可知只要两组分的沸点不同,即可用此法分离,B 正确;化学反应速率的大小除与反应物的性质有关外,还受浓度、温度、压强、催化剂等因素的影响,与反应热的大小无关,C 不正确;原子(或离子)的半径越大,越易失去电子,越难得到电子,故 D 正确。

答案:C

- 9 2004 上海高考,19 等物质的量的 N_2 、 O_2 、 CO_2 混合气体通过 Na_2O_2 后,体积变为原体积的 $\frac{8}{9}$ (同温同压),这时混合气体中 N_2 、 O_2 、 CO_2 物质的量之比为 ()

A. 3 : 4 : 1
B. 3 : 3 : 2
C. 6 : 7 : 3
D. 6 : 9 : 0

解析:用差量法计算。设原来总体积为 9V,



$$\begin{array}{ccccccc} 2 & & & 1 & 1 & & \\ 2V & & & V & V & & 9V - 8V = V \end{array}$$

$$\text{反应后 } n(N_2) : n(O_2) : n(CO_2) = 3V : (3V + V) : (3V - 2V) = 3 : 4 : 1。$$

答案:A

- 10 用 1 L 1.0 mol · L⁻¹ 氢氧化钠溶液吸收 0.8 mol 二氧化碳,所得溶液中的 CO_3^{2-} 和 HCO_3^- 的物质的量浓度之比约是 _____, 所得溶液中离子浓度由大到小的顺序为 _____。

解析:设 $NaHCO_3$ 的物质的量为 x , Na_2CO_3 的物质的量为 y , 由 Na^+ 守恒, $x + 2y = 1 \text{ L} \times 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由 C 原子守恒, $x + y = 0.8 \text{ mol}$, 解得 $x = 0.6 \text{ mol}$, $y = 0.2 \text{ mol}$ 。

答案:1 : 3 $c(Na^+) > c(HCO_3^-) > c(CO_3^{2-}) > c(OH^-) > c(H^+)$

- 11 (经典回放) 在 25 °C, 101 kPa 条件下, 将 15 L O_2 通入 10 L CO 和 H_2 的混合气体中, 使其完全燃烧, 干燥后, 恢复至原来的温度和压强。

(1) 若剩余气体的体积是 15 L, 则原 CO 和 H_2 的混合气体中 $V(CO) =$ _____ L, $V(H_2) =$ _____ L。

(2)若剩余气体的体积为 a L,则原 CO 和 H_2 的混合气体中 $V(\text{CO}) : V(\text{H}_2) =$ _____。

(3)若剩余气体的体积为 a L,则 a 的取值范围是_____。

解析:因 $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$, $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$, 不论 CO 与 H_2 以何种比例混合,消耗的 O_2 总是 5 L,余下的 O_2 总是 10 L。(1)题中燃烧后恢复原状时,水为液体,气体体积为 15 L,则 CO_2 体积为 $15 \text{ L} - 10 \text{ L} = 5 \text{ L}$,即原 CO 体积为 5 L。(2)剩余气体为 a L,则 CO_2 体积为 $(a - 10)$ L, CO 体积为 $(a - 10)$ L, H_2 体积为 $[10 - (a - 10)] \text{ L}$,即 $(20 - a)$ L。(3)当 CO 与 H_2 的混合气体中,全部是 CO 时 a 为最大值,全部是 H_2 时 a 为最小值。 a 为最大值时生成 10 L CO_2 、剩余 10 L O_2 ,所以 a 为 20; a 为最小值时只是剩余 10 L O_2 。所以 $10 < a < 20$ 。

答案:(1)5 5 (2) $\frac{a-10}{20-a}$ (3) $10 < a < 20$



将 4 mol O_2 和 3 mol N_xH_y ($y > x$) 混合气体在 150°C 和 $1.05 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下点燃,完全反应后,恢复到原来的温度与压强时,测得反应后 N_2 、 O_2 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 混合气体比原混合气体的密度减少 $3/10$ 。

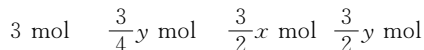
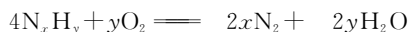
(1)此反应的化学方程式是(用 N_xH_y 表示)_____。

(2)推算 N_xH_y 化学式的根据是_____。

(3) x 与 y 的关系式为_____。

解析:(1)根据质量守恒定律可得如下化学方程式: $\text{N}_x\text{H}_y + \frac{y}{4}\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \frac{x}{2}\text{N}_2 + \frac{y}{2}\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)由题意知 O_2 过量,则有:



反应后所得气体的物质的量为 $(\frac{3}{2}x + \frac{3}{2}y + 4 - \frac{3}{4}y) \text{ mol}$ 。根据阿伏加德罗定律有

$$\frac{\frac{3}{2}x + \frac{3}{2}y + 4 - \frac{3}{4}y}{7} = \frac{10}{7}, \text{化简得 } 2x + y = 8。$$

答案:(1) $4\text{N}_x\text{H}_y + y\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2x\text{N}_2 + 2y\text{H}_2\text{O}$

(2)质量守恒定律和阿伏加德罗定律

(3) $2x + y = 8$

13 在天平的两个托盘上各放一盛 $m \text{ mol H}_2\text{SO}_4$ 稀溶液的烧杯,调至平衡,向一端烧杯中加入 $a \text{ g}$ 铁粉,另一端加 $b \text{ g}$ 镁粉,充分反应后天平仍然平衡,用代数式表示在下列情况下 a 与 b 的关系。

(1)若 $a/56 > m, b/24 > m$ 时,_____。

(2)若 $a/56 < m, b/24 < m$ 时,_____。

(3)若 $a/56 < m, b/24 > m$ 时,_____。

解析:(1)两种金属均过量,则生成 H_2 的质量相等。所以要使天平平衡加入两种金属的质量应相等。

(2)两种金属均不足,因而要使天平平衡,则两种金属完全反应后使溶液的增重应相同,由:

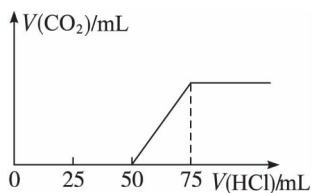
Fe	~	H_2	~	增重	Mg	~	H_2	~	增重
56 g		2 g		54 g	24 g		2 g		22 g
$a \text{ g}$				$54a/56 \text{ g}$	$b \text{ g}$				$\frac{22b}{24} \text{ g}$

得 $\frac{54a}{56} = \frac{22b}{24}$, 即 $a = \frac{77b}{81}$

(3) 铁粉不足而镁粉过量, 因而要使天平平衡, 两种金属使溶液的增重仍应相同, 加入镁粉的一端溶液增重 $(b-2m)$ g, 而加入铁粉的一端溶液增重 $54a/56$ g = $\frac{27a}{28}$ g, 即 $\frac{27a}{28} = b-2m$ 。

答案: (1) $a=b$ (2) $a = \frac{77b}{81}$ (3) $\frac{27a}{28} = b-2m$

- 14 2005 山东检测 有 50 mL NaOH 溶液, 向其中逐渐通入一定量的 CO_2 , 随后取此溶液 10 mL 将其稀释至 100 mL, 并向此稀释后的溶液中加入 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HCl 溶液, 产生 CO_2 气体的体积 (标准状况) 与所加入盐酸体积之间的关系如下图所示:



完成下列问题:

- (1) 稀释后的溶液中含有的溶质为 _____, 其物质的量之比为 _____。
 (2) 标准状况下生成 CO_2 的体积为 _____。
 (3) 原 NaOH 溶液的物质的量浓度为 _____。

解析: 向 NaOH 溶液中通入 CO_2 时, 得到的溶液有以下几种可能: ① NaOH 和 Na_2CO_3 , ② Na_2CO_3 , ③ Na_2CO_3 和 NaHCO_3 , ④ NaHCO_3 。再滴盐酸时, 按顺序发生下列反应:
 $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \cdots \cdots \text{a}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3 \cdots \cdots \text{b}$, $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \cdots \cdots \text{c}$ 。

(1) 从 0~50 mL 没有产生 CO_2 , 可知发生了反应 a, 即溶液中有 NaOH 存在, 从 50~75 mL, 加入盐酸后反应产生 CO_2 , 知发生了反应 c, 即此时溶液中存在 NaHCO_3 。根据前面的推测, 则溶质一定是 Na_2CO_3 和 NaOH, 且物质的量之比应为 1:1。

(2) 根据反应 c 可知, 与 NaHCO_3 反应的盐酸的体积为 $(75-50) \text{ mL} = 25 \text{ mL}$, 生成 CO_2 的体积可由加入的 25 mL 盐酸来确定, 即: $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.025 \text{ L} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 56 \text{ mL}$ 。

(3) 原 NaOH 溶液的物质的量浓度可由加入盐酸的总体积来确定, 因盐酸中的 Cl^- 全部成为 NaCl, 所以 $c(\text{NaOH}) = \frac{0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 75 \text{ mL} \times \frac{50 \text{ mL}}{10 \text{ mL}} \times 10^{-3} \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}}{50 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.75 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案: (1) Na_2CO_3 和 NaOH 1:1 (2) 56 mL (3) $0.75 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$



备课中心

资料精选

一、阿伏加德罗常数

阿伏加德罗常数的单位为 mol^{-1} , 表示符号是 N_A , 它的近似值为 6.02×10^{23} , 是 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 所含的原子数。因其测定实验方法不同, 所得阿伏加德罗常数值也不尽相同。这个 6.02×10^{23} 只是一个比较精确的近似值, 所以, 不能说含 6.02×10^{23} 个微粒的物质的量为 1 mol; 而只能说含阿伏加德罗常数个结构微粒的物质的量是 1 mol (即每摩尔物质

含有阿伏加德罗常数个结构微粒)。

二、相对分子质量的有关计算

1. 求相对分子质量的方法

(1) 已知气体在标准状况下密度为 ρ_0 , $M = \rho_0 \cdot V_m$, M 的数值即为相对分子质量。

(2) 根据相对密度来求。

若已知该气体相对氢气的密度 $d(\text{H}_2)$ 或空气的密度 $d(\text{空气})$, 则其相对分子质量 $= 2d(\text{H}_2) = 29d(\text{空气})$ 。

2. 混合气体的平均相对分子质量

(1) $\bar{M}$ (平均摩尔质量) = $\frac{m(\text{总})}{n(\text{总})}$, 其数值为平均相对分子质量

(2) 平均相对分子质量 = $M_1 \cdot a\% + M_2 \cdot b\% + M_3 \cdot c\% + \dots$

M_1, M_2, M_3 分别代表各组成成分相对分子质量

$a\%, b\%, c\%$ 分别代表各组分体积分数或物质的量分数

(3) 由理想气体状态方程 $pV = nRT = \frac{\rho V}{M} RT$, 即 $p = \frac{\rho}{M} RT$, 求 $\bar{M}$:

$\bar{M} = \frac{\rho}{p} RT$, $\bar{M}$ 值即为平均相对分子质量。

3. 混合物的平均相对分子质量和平均值规律

对于混合物来说, 其某些特性受各组分的一些特性的制约, 使得混合物的这些特性具有可预见性。例如: CO_2 的摩尔质量为 $44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 相对分子质量为 44, $w(\text{O}) = 72.7\%$; SO_2 的摩尔质量为 $64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 相对分子质量为 64, $w(\text{O}) = 50\%$; 则其混合物具有下列特性: $44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} < \text{混合物平均摩尔质量} < 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $44 < \text{混合物平均相对分子质量} < 64$; $50\% < \text{混合物中氧元素的质量分数} < 72.7\%$ 。这就是平均值规律。

平均值规律: 混合物的平均相对分子质量、元素的质量分数、平均相对原子质量、生成的某指定物质的量总是介于组分的相应量的最大值与最小值之间。而气体的平均相对分子质量实际上是借用“1 mol 某混合物质的质量以克为单位, 数值上等于其相对分子质量”关系而引入的概念, 即 1 mol 某混合物质的质量以克为单位时的数值。与此对应, 1 mol 某混合气体的质量也叫做该混合气体的平均摩尔质量。

平均相对分子质量 = 各组成成分的物质的量分数与其相对分子质量之积的总和。

如某混合物由 A、B、C 三种成分组成, A、B、C 的物质的量分数分别为 a, b, c , 相对分子质量分别为 M_A, M_B, M_C , 则混合物的平均相对分子质量为 $M = M_A \cdot a + M_B \cdot b + M_C \cdot c$ 。

例如 1 mol 空气约含有 0.8 mol 氮气和 0.2 mol 氧气, 其质量应为 $0.8 \text{ mol} \times 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.2 \text{ mol} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 28.8 \text{ g}$ 。

借鉴物质的摩尔质量与其相对分子、原子质量间的关系, 得出“平均相对分子质量”的概述。

4. 相对密度的求算方法

同温同压下, 气体 A 的密度与气体 B 的密度之比, 称为 A 对 B 的相对密度。

即 $d(\text{A 对 B}) = \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{M_A}{M_B}$

例如: (1) 氧气对氢气的相对密度为 16;

(2) 某气体对氧气的相对密度为 0.5, 此气体的相对分子质量为 16, 某碳氢化合物气体对氢气的相对密度为 8, 此气体的分子式为 CH_4 。

备选试题

【试题 1】阿伏加德罗定律之所以能存在的本质原因是 ...

..... ()

A. 气体体积的大小只随分子数的多少发生变化

B. 相同体积的不同气体含有相同分子数

C. 不同气体的分子的大小几乎相等

D. 不同气体在相同条件下分子间的平均距离几乎相等

解析: 1 mol 不同的固体或液体所占体积不同是由于构成粒子的大小不同所致, 而不同气体分子大小虽不同, 但其体积的大小是由分子间平均距离所决定, 在相同条件下, 不同气体分子间平均距离几乎相等, 这就决定了在相同条件下同体积的不同气体含有相同的分子数。

答案: D

【试题 2】由 A、B 两种气体组成的混合气体, 其相对分子质量分别为 M_A 和 M_B , 已知含 A 的质量分数为 $m\%$, 则该混合气体的平均相对分子质量为 ()

A. $M_A \cdot m\% + M_B(1-m\%)$

B. $M_B \cdot m\% + M_A(1-m\%)$

C. $(M_A + M_B)/2$

D. $\frac{100}{m/M_A + (100-m)/M_B}$

解析: 气体的平均相对分子质量即是 1 mol 混合气体的质量(数值上相等), 则此时所得混合气的平均相对分子质量为 $\frac{100}{m/M_A + (100-m)/M_B}$ 。

答案: D

【试题 3】 $a \text{ g O}_n$ 中含有的分子数为 b , 则 1 g O_n 与 H_2 完全反应时需要的氢气在标准状况下的体积为(式中 N_A 为阿伏加德罗常数) ()

A. $\frac{44.8ab}{N_A} \cdot n \text{ L}$

B. $\frac{44.8b}{aN_A} \cdot n \text{ L}$

C. $\frac{22.4}{bN_A} \cdot n \text{ L}$

D. $\frac{22.4b}{aN_A} \cdot n \text{ L}$

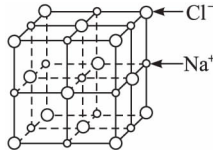
解析: 每个 O_n 分子的质量为: $\frac{a}{b} \text{ g}$, 1 g O_n 中含氧原子数为 $\frac{b}{a} \cdot n$ 个, 结合氢原子数为 $\frac{b}{a} \cdot 2n$ 个, 标准状况下

所占的体积为: $\frac{b \cdot 2n}{2N_A} \times 22.4 \text{ L}$ 。

答案: D

【试题 4】随着科学技术的发展, 阿伏加德罗常数的测定手段越来越多, 测定的精确度也越来越高。

(1) 现有一种简单可行的测定方法, 具体步骤为:

- 将固体 NaCl 细粒干燥后,  NaCl 晶体结构示意图
- 准确称取 $m \text{ g NaCl}$ 固体并转移到定容仪器 A 中;
- 用滴定管向 A 仪器中加苯, 不断振荡, 继续加苯至 A 仪器的刻度, 计算出 NaCl 固体的体积 $V \text{ cm}^3$ 。

请完成下列问题:

①步骤 a 中 A 仪器最好使用_____ (填序号)。

- A. 量筒
B. 烧杯
C. 容量瓶
D. 试管

②步骤 b 中用酸式滴定管还是用碱式滴定管_____,理由是_____。

③能否用水代替苯_____,理由是_____。

④已知 NaCl 晶体中,靠得最近的 Na^+ 与 Cl^- 间的平均距离为 a cm (如上图),用上述测定方法测得的阿伏加德罗常数 N_A 的表达式为_____。

(2)另一种方法是电解法,方法是:用铂电极电解 CuCl_2 溶液时,当电流为 I A,通电时间为 t min 时,阴极增加的质量为 m g,在阳极收集到气体体积(标准状况)为 V L,又知 1 个电子的电量为 Q C,铜的摩尔质量为 M g $\cdot$ mol $^{-1}$,则阿伏加德罗常数 N_A 的计算式为_____ ()

- A. $\frac{It}{QV}$
B. $\frac{32It}{mQ}$
C. $\frac{672It}{QV}$
D. $\frac{30MIt}{mQ}$

解析:(1)①欲准确测定 NaCl 固体的体积,应选取精确度高的定容仪器,因此 A 仪器为容量瓶。

②苯能溶解橡胶,因此盛装苯的滴定管应选酸式滴定管。

③NaCl 能溶于水但不溶于苯,因此测固体 NaCl 的体积时,不能用水代替苯。

④根据 NaCl 晶体结构示意图,NaCl 结构单元中含 4 个 Na^+ 和 4 个 Cl^- ,相当于 4 个 NaCl 粒子,NaCl 结构单元的体积为: $(2a \text{ cm})^3 = 8a^3 \text{ cm}^3$,NaCl 晶体的密度为 $\frac{m}{V} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

$$\text{所以 } \frac{8a^3 \text{ cm}^3 \times \frac{m}{V} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}{4} \times N_A \text{ mol}^{-1} = 58.5 \text{ g} \cdot$$

mol $^{-1}$,解得 $N_A = \frac{58.5V}{2ma^3}$ 。

(2)铂电极电解 CuCl_2 溶液时,电极反应式为:

阳极: $2\text{Cl}^- - 2e^- = \text{Cl}_2 \uparrow$, 阴极: $\text{Cu}^{2+} + 2e^- = \text{Cu}$

根据阴、阳两极转移电子电量相等,有:

$$60 \times t \text{ s} \times I \text{ A} = \frac{m \text{ g}}{M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 \times N_A \text{ mol} \times Q \text{ C}$$

$$= \frac{V \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 \times N_A \text{ mol}^{-1} \times Q \text{ C}$$

$$\text{解得 } N_A = \frac{30MIt}{mQ} \text{ 或 } N_A = \frac{672It}{QV}。$$

答案:(1)①C ②酸式滴定管 碱式滴定管的橡胶管能溶于苯 ③不能 NaCl 溶于水,不能测出 NaCl 固体的

$$\text{体积 } ④N_A = \frac{58.5V}{2ma^3}$$

(2)CD

【试题 5】乙烯和乙烷的混合气体共 a mol,与 b mol O_2 共存于一密闭容器中,点燃后充分反应,乙烯和乙烷全部消耗完,得到 CO 和 CO_2 的混合气体和 45 g H_2O ,试求:

(1)当 $a=1$ 时,乙烯和乙烷的物质的量之比 $n(\text{C}_2\text{H}_4) :$

$$n(\text{C}_2\text{H}_6) = \underline{\hspace{2cm}}。$$

(2)当 $a=1$,且反应后 CO 和 CO_2 的混合气体的物质的

量为反应前 O_2 的 $\frac{2}{3}$ 时, $b = \underline{\hspace{2cm}}$,得到的 CO 和

CO_2 的物质的量之比 $n(\text{CO}) : n(\text{CO}_2) = \underline{\hspace{2cm}}。$

(3) a 的取值范围是_____。

解析:(1)设原混合气体中 C_2H_4 、 C_2H_6 的物质的量分别

$$\text{为 } x, y, \text{ 则: } \begin{cases} x + y = 1 \text{ mol} \\ 2x + 3y = \frac{45 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \end{cases}$$

解得 $x = y = 0.5 \text{ mol}$,所以 $n(\text{C}_2\text{H}_4) : n(\text{C}_2\text{H}_6) = 1 : 1。$

(2)根据碳元素守恒, $n(\text{CO}) + n(\text{CO}_2) = 2[n(\text{C}_2\text{H}_4) + n(\text{C}_2\text{H}_6)] = 2a \text{ mol}$,因为 $a=1$,且 $n(\text{CO})$

$$+ n(\text{CO}_2) = \frac{2b}{3} \text{ mol}, \text{ 所以 } 2 = \frac{2b}{3}, b = 3。$$

设反应后混合气体中 CO、 CO_2 的物质的量分别为 x, y ,则:

$$\begin{cases} x + y = 2 \text{ mol} & (\text{碳元素守恒}) \\ x + 2y = 3 \text{ mol} \times 2 - \frac{45 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} & (\text{氧元素守恒}) \end{cases}$$

解得 $x = 0.5 \text{ mol}, y = 1.5 \text{ mol}$,所以 $n(\text{CO}) : n(\text{CO}_2) = 1 : 3。$

(3)本题可采用“极端假设法”求 a 的取值范围。

假设 a mol 气体全为 C_2H_4 ,根据氢元素守恒,

$$4a \text{ mol} = \frac{45 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2, a = \frac{5}{4}。$$

假设 a mol 气体全为 C_2H_6 ,根据氢元素守恒,

$$6a \text{ mol} = \frac{45 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2, a = \frac{5}{6}。$$

所以 a mol 气体为 C_2H_4 和 C_2H_6 的混合气体时,

$$\frac{5}{6} < a < \frac{5}{4}。$$

答案:(1)1 : 1 (2)3 1 : 3 (3) $\frac{5}{6} < a < \frac{5}{4}$

专题二 分散系

高考展望

本专题所涉及的几个概念,除物质的量浓度常作为物质的浓度表达,出现在题目已知条件中,其余概念在近几年考题中出现得并不多。预计今后高考中出现频率相对较低。

分散系有关概念、胶体的知识在近几年高考中并不常见,命题主要集中在对胶体性质和提纯方法(渗析法)等知识的考查上。预计今后的命题仍不会涉及太多,且有把胶体知识与科技、生产、生活相结合的趋势。

溶解度是初中化学中的一个知识点,但高考涉及的内容在深度和广度上远远高于初中学习时的要求,主要考查的内容一是关于溶解度概念的基本计算,注重对概念的理解,较为简单;二是综合计算。由于溶解度在生活、生产实际中及在化学科研中已很少使用,预计高考出综合计算题的几率很小。

物质的量浓度是高考的热点,既考查学生对基础知识的掌握程度、对化学原理的理解程度,又要求考生具有灵活的思维能力和解题技巧。近几年高考趋势为:选择题仍主要考查基础知识和基本技能,简答题和计算题则更多地提供新情景,融生活、生产、科研与化学现象、化学计算于一体,考查学生的判断推理能力及解决实际问题的能力。

真题索引

2006 全国高考理综Ⅱ,9、12
2005 全国高考理综Ⅱ,13
2005 天津高考理综,28
2004 广东高考,6
2004 北京高考理综,13
2004 天津高考理综,11
2004 上海高考,5

主干知识

1 胶体的性质及应用

(1)胶体由于分散质粒子直径在 $1\sim 100\text{ nm}$ 之间,表面积大,有强的吸附能力,因而表现出下列特性:

①能通过滤纸而不能透过半透膜——用于悬浊液、胶体、溶液的分离。

②对光的散射作用——一束光通过胶体时产生一条光亮通路——丁达尔效应——鉴别溶液和胶体。

③受水分子从各个方向大小不同的撞击作用——胶粒在胶体中做不停息的无规则运动——布朗运动——胶体能均一、较稳定存在的原因之一。

④胶粒在胶体溶液内对溶液中的离子发生选择吸附使胶体粒子带电[例 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒带正电,硅酸胶体的粒子带负电]——胶粒在外加电场作用下做定向移动——电泳——除尘——胶体能稳定存在的主要原因。

(2)胶粒带电规律:一般来讲金属氧化物及其水化物形成的胶体粒子带正电荷;非金属氧化物及水化物、金属硫化物形成的胶体粒子带负电荷。

典题链接

【试题1】2006 全国高考理综Ⅱ,12 下列叙述正确的是 ()

- A. 直径介于 $1\sim 100\text{ nm}$ 之间的粒子称为胶体
- B. 电泳现象可证明胶体属电解质溶液
- C. 利用丁达尔效应可以区别溶液与胶体
- D. 胶体粒子很小,可以透过半透膜

解析:胶体是指分散质粒子直径在 $1\sim 100\text{ nm}$ 之间的分散系;部分胶体粒子带有电荷,能在外加电场下发生定向移动,即电泳,而有的胶体因为不带电,所以不发生电泳;丁达尔效应是胶体的重要特征,可用来区别溶液和胶体;胶体粒子可以透过滤纸,但不能透过半透膜。

答案:C

【试题2】2004 江苏高考,9 下列分离或提纯物质的方法错误的是...

..... ()

- A. 用渗析的方法精制氢氧化铁胶体
- B. 用加热的方法提纯含有少量碳酸氢钠的碳酸钠
- C. 用溶解、过滤的方法提纯含有少量硫酸钡的碳酸钡
- D. 用盐析的方法分离、提纯蛋白质

解析: BaSO_4 和 BaCO_3 都是难溶于水的固体,故用溶解过滤的方法不能提纯含 BaSO_4 的 BaCO_3 固体,C错误,其他选项皆可达到目的。

答案:C

(3) 胶体的聚沉方法及应用

① 加热——加速胶体粒子运动,使之易于结合成大颗粒。

② 加入电解质——中和胶粒所带电荷,使之聚结成大颗粒。

③ 加入带相反电荷的胶体——互相中和电荷,减小同种电荷的相互排斥作用而使之聚集成大颗粒。

④ 应用:如制豆腐,工业制肥皂,解释某些自然现象,如三角洲。

(4) 胶体的精制与提纯

采用渗析的方法精制或提纯胶体。

2 关于溶解度计算的方法

(1) 温度不变时,蒸发溶剂或加入溶剂时,析出或溶解溶质的质量 x :

$$\frac{x}{\text{溶剂变化的质量}} = \frac{\text{溶解度}}{100}$$

(2) 若溶剂不变,改变温度,求析出或溶解溶质的质量 x :

$$\frac{100 + \text{原溶液的溶解度}}{\text{原饱和溶液的质量}} = \frac{\text{两溶解度之差}}{x}$$

(3) 溶剂和温度改变时,求析出或溶解溶质的质量 x :

先求饱和溶液中溶质和溶剂的质量,再求形成的新饱和溶液中的溶剂、溶质质量,并与新饱和溶液的溶解度构成比例关系计算。

(4) 加入或析出的溶质带有结晶水:

既要考虑溶质质量的变化,又要考虑溶剂质量的变化。一般情况下,先求原饱和溶液的溶质与溶剂,再求构成新饱和溶液中所含溶质与溶剂。

3 溶液浓度相互变换

溶液浓度变换的实质是溶质的量、溶液的量单位换算。即溶质的量通过摩尔质量进行物质的量与质量的换算,而溶液的量则通过密度进行质量与体积的换算。溶液浓度变换的方法:一是可根据各浓度概念进行换算,二是抓住溶质的量相等列代数方程求解。

思维拓展

物质的量浓度溶液混合,计算时应注意题设条件。若给定混合溶液的密度,则体积由溶液的密度和质量计算;若未给定混合溶液的密度,则题设已忽略了混合时体积的变化,此时可根据混合前的体积进行计算,即 $V_{\text{总}} = V_1 + V_2$ 。

【试题 3】2004 广东高考,6 下列有关溶液性质的叙述,正确的是 ()

- A. 室温时饱和的二氧化碳水溶液,冷却到 0°C 时会放出一些二氧化碳气体
 B. 20°C , 100 g 水中可溶解 34.2 g KCl ,此时 KCl 饱和溶液的质量分数为 34.2%
 C. 强电解质在水中溶解度一定大于弱电解质
 D. 相同温度下,把水面上的空气换成相同压力的纯氧, 100 g 水中溶入氧气的质量增加

解析:本题主要考查有关溶解度的概念及其影响因素等问题。气体的溶解度一般随温度的升高而减小,故室温下 CO_2 的饱和水溶液在降温到 0°C 时不会放出气体; 20°C 时 34.2 g KCl 溶于 100 g H_2O 中所得饱和溶液的质量分数为 $\frac{34.2\text{ g}}{100\text{ g} + 34.2\text{ g}} \times 100\% = 25.5\%$;物质在水中溶解度的大小与电解质的强弱无必然联系,如 CaCO_3 等难溶性盐虽为强电解质,但其溶解度不大,而 CH_3COOH 等弱电解质在水中的溶解度却较大;水面上的 O_2 与水面下的溶入氧存在溶解平衡,水面 O_2 浓度增大,平衡向水面下溶入氧的方向移动,故 100 g 水中溶入 O_2 的质量增加。

答案:D

【试题 4】(经典回放)质量分数为 a 的某物质的溶液 $m\text{ g}$ 与质量分数为 b 的该物质的溶液 $n\text{ g}$ 混合后,蒸发掉 $p\text{ g}$ 水。得到的溶液每毫升质量为 $q\text{ g}$,物质的量浓度为 c 。则溶质的相对分子质量为 ... ()

- A. $\frac{q(am+bn)}{c(m+n-p)}$ B. $\frac{c(m+n-p)}{q(am+bn)}$
 C. $\frac{1\,000q(am+bn)}{c(m+n-p)}$ D. $\frac{c(m+n-p)}{1\,000q(am+bn)}$

解析:设溶质的相对分子质量为 x ,则根据溶液混合、蒸发前后溶质的物质的量不变,有 $\frac{m\text{ g} \cdot a + n\text{ g} \cdot b}{x} = \frac{m\text{ g} + n\text{ g} - p\text{ g}}{q\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}} \times 10^{-3}\text{ L} \cdot \text{mL}^{-1} \times c\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 得

$$x = \frac{1\,000q(am+bn)}{c(m+n-p)}\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, \text{C 正确。}$$

答案:C

【试题 5】用 38% 的浓盐酸(密度 $1.19\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$)配制 $1:4$ 的稀盐酸。

- (1) 求所得稀盐酸($\rho = 1.04\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$)的物质的量浓度。
 (2) 如果用所得盐酸来配制 $0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸溶液 500 mL ,问应该怎样配制。

解析:(1) 用 1 L 盐酸与 4 L 水混合所得稀盐酸的总质量为 $(1\,000\text{ mL} \times 1.19\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}) + 400\text{ g} = 5\,190\text{ g}$

$$c(\text{HCl}) = \frac{\frac{1\,000\text{ mL} \times 1.19\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 38\%}{36.5\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{\frac{5\,190\text{ g}}{1.04\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}} \times 10^{-3}\text{ L} \cdot \text{mL}^{-1}} = 2.48\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

(2) 设稀盐酸浓度为 c_1 ,所需体积为 V_1 ,

则根据 $c_1V_1 = c_2V_2$ 得 $2.48\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} V_1 = 0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5\text{ L}, V_1 = 0.02\text{ L} = 20\text{ mL}$ 。

答案:(1) $2.48\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(2) 量取 20 mL 稀盐酸,慢慢加入盛有少量蒸馏水的烧杯中,然后沿玻璃棒转移至 500 mL 容量瓶中,用蒸馏水洗涤烧杯和玻璃棒 $2\sim 3$ 次,洗涤液也转移到容量瓶中,最后加水至刻度处混匀,转入试剂瓶,贴上标签。



1 有关物质的量浓度的计算

(1) 要把握住以物质的量为核心的各化学量之间的换算关系, 透彻理解相关概念的内涵和外延。

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

(2) 要搞清在一定物质的量浓度溶液中所含的溶质粒子及其数目。

① 溶质为非电解质, 溶质粒子数目即非电解质溶质分子的数目。

② 溶质为电解质, 溶质在水溶液中不是以分子的形式存在, 溶液中所含溶质的粒子数要从溶质的物质的量和化合物的组成两方面考虑。

2 物质的量浓度的计算与换算

(1) 溶液稀释定律

① 对于已知质量分数溶液的稀释: 溶质的质量稀释前后不变, 即: $m_1 \cdot w_1 = m_2 \cdot w_2$ 。

② 对于已知物质的量浓度溶液的稀释: 溶质的物质的量稀释前后不变, 即: $c_1 V_1 = c_2 V_2$ 。

(2) 同溶质不同溶液混合

① 混合后溶液体积不变

$$c_1 V_1 + c_2 V_2 = c(\text{混})(V_1 + V_2)$$

② 混合后溶液体积改变

$$c_1 V_1 + c_2 V_2 = c(\text{混})V(\text{混}) \quad [V(\text{混}) = \frac{m(\text{混})}{\rho(\text{混})}]$$

(3) 物质的量浓度与溶质质量分数的换算

$$c = \frac{1000 \rho w}{M} \quad (\rho \text{ 的单位为 } \text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$$

(4) 物质的量浓度与溶解度的换算

$$c = \frac{1000 \rho S}{M(100 + S)} \quad (\rho \text{ 的单位为 } \text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$$

(5) 标准状况下气体溶解于水后所得溶液的物质的量浓度的计算

$$c = \frac{1000 \rho V}{MV + 22400V(\text{H}_2\text{O})}$$

式中 V 为标准状况下气体体积(L), $V(\text{H}_2\text{O})$ 为水的体积(L), ρ 为溶液的密度($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)。

3 等体积或等质量溶液混合时质量分数的变化规律

(1) 浓度与密度的变化关系

若溶液的密度大于 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 则溶液的质量分数越大, 其密度就越大。

若溶液的密度小于 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 则溶液的质量分数越大, 其密度就越小。

(2) 等体积或等质量溶液混合后的质量分数的变化规律

【试题 1】2005 全国高考理综 II, 13 等质量的 CuO 和 MgO 粉末分别溶于相同体积的硝酸中, 得到的 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液的浓度分别为 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。则 a 与 b 的关系为 ()

- A. $a=b$ B. $a=2b$
C. $2a=b$ D. $a=5b$

解析: 等质量的 CuO 和 MgO 物质的量之比为 1:2。根据反应关系: $\text{CuO} \sim \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和 $\text{MgO} \sim \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, 溶液中溶质的物质的量之比为 1:2, 浓度之比为 1:2, 即 $2a=b$ 。

答案: C

【试题 2】2006 全国高考理综 II, 9 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 Cl^- 的物质的量约等于 ()

- A. 0.37 mol B. 0.63 mol
C. 0.74 mol D. 1.5 mol

解析: 300 mL 溶液中 $n(\text{Mg}^{2+}) = 300 \text{ mL} \times 1.18 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 5.1\% \div 24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.75 \text{ mol}$, 则 $n(\text{Cl}^-) = 2n(\text{Mg}^{2+}) = 1.5 \text{ mol}$ 。

答案: D

【试题 3】已知某饱和溶液的①溶液质量为 $m_1 \text{ g}$ ②溶剂质量 $m_2 \text{ g}$ ③溶液体积 $V \text{ L}$ ④溶质的摩尔质量 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ⑤溶质的溶解度 $S \text{ g}$ ⑥溶液的密度 $d \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 利用以上部分已知条件就可计算出该溶液的物质的量浓度。下表各项(A、B、C、D、E)列出所用已知条件, 请在能求出结果的表里画“√”, 并写出相应计算物质的量浓度的字母表达式。不能求出结果的画“×”。

A	B	C	D	E
①②④⑥	④⑤⑥	②③④⑤	①③④⑥	①②③④

解析: 根据物质的量浓度的概念, 可知 $c = n/V$, 而 $n = m(\text{溶质})/M$, $m(\text{溶质}) = (m_1 - m_2) \text{ g}$, 又由 $100 : S = m_2 : (m_1 - m_2)$ 得 $m_1 - m_2 = \frac{Sm_2}{100} \text{ g}$, 所以 $c = \frac{(m_1 - m_2) \text{ g}}{M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot V \text{ L}}$
 $= \frac{m_1 - m_2}{MV} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{Sm_2}{100MV} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。又 $V = \frac{m_1 \text{ g}}{d \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1} = \frac{m_1}{1000d} \text{ L}$, 所以 $c = \frac{m_1 - m_2}{M \cdot \frac{m_1}{1000d}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{1000d(m_1 - m_2)}{M \cdot m_1} = \frac{Sm_2}{100M} \times \frac{1000d}{m_1} = \frac{10Sm_2d}{Mm_1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

从物质的量浓度与质量分数的关系可知,

两种不同质量分数的溶液等体积相混合,若溶液的密度大于 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,则混合溶液质量分数大于它们和的一半;若溶液的密度小于 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,则混合溶液质量分数小于它们和的一半(大的大,小的小)。

无论溶液的密度大于 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,还是小于 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,等质量混合时,得混合溶液的质量分数都等于它们的和的一半。

常见 $\rho < 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的水溶液只有氨水和乙醇水溶液,大部分酸、碱、盐溶液的 $\rho > 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

$$c = \frac{1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \cdot d \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \cdot w}{M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}, \text{ 而 } w = \frac{S \text{ g}}{100 \text{ g} + S \text{ g}}, \text{ 所以 } c = \frac{1000 d S}{M(100 + S)} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

答案:A B C D E

✓ ✓ ✓ × ✓

$$c = \frac{1000 d (m_1 - m_2)}{M m_1} \quad c = \frac{1000 d S}{M(100 + S)}$$

$$c = \frac{S m_2}{100 M V} \quad c = \frac{m_1 - m_2}{M V}$$



全优测控



教学札记

1 下列关于胶体的认识错误的是 ()

- A. 鸡蛋清溶液中加入饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液生成白色沉淀,属于物理变化
- B. 将一束强光通过淀粉溶液,也能产生丁达尔效应
- C. 水泥厂、冶金厂常用高压电除去烟尘,是因为烟尘粒子带电荷
- D. 纳米材料粒子直径一般从几纳米到几十纳米($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$),因此纳米材料属于胶体

解析:加入饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液可降低鸡蛋清的溶解度,产生白色沉淀是物理变化;淀粉溶液为胶体,可产生丁达尔效应;水泥厂和冶金厂的附近易产生气溶胶,可用电泳法除去;胶体一般由分散质和分散剂等组成,而纳米材料却只是由一种物质的分子组成的纯净物,D不正确。

答案:D

2 40°C 时等质量的两份饱和石灰水,一份冷却至 10°C ,另一份加少量 CaO 并保持温度仍为 40°C 。这两种情况都不改变的是 ()

- A. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度
- B. 溶液的质量
- C. 溶液的质量分数
- D. 溶液中 Ca^{2+} 数目

解析: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度随温度的降低而增大,故所给溶液冷却至 10°C 时,溶液变得不饱和,溶液的质量、质量分数,溶液中 Ca^{2+} 数目皆不变;而加入 CaO 时发生反应 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$,水量减少,因温度不变时溶解度不变,故有 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 析出,溶液质量、 Ca^{2+} 数目都减少,但仍为饱和溶液,质量分数不变。

答案:C

3 2004 北京高考理综,13 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 $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则下列说法中不正确的是 ()

- A. 25°C 时,饱和 KCl 溶液的浓度大于 $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. 此溶液中 KCl 的质量分数为 $\frac{74.5 \times 4.0}{1.174 \times 1000} \times 100\%$
- C. 20°C 时,密度小于 $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的 KCl 溶液是不饱和溶液
- D. 将此溶液蒸发部分水,再恢复到 20°C 时,溶液密度一定大于 $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

解析:温度升高, KCl 的溶解度增大,饱和溶液的浓度增大,A正确;

$$w(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m(\text{溶液})} = \frac{74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4.0 \text{ mol}}{1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 1000 \text{ cm}^3} \times 100\% = \frac{74.5 \times 4.0}{1.174 \times 1000} \times 100\%, \text{ B 正确};$$

在一定温度条件下,饱和 KCl 溶液的密度一定比不饱和 KCl 溶液密度大,C正确;

将此饱和溶液蒸发部分水,再恢复到 20°C ,会有晶体析出,但剩余溶液还是饱和溶液,其密度还是等于 $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,D不正确。

答案:D