

化学基本计算技能技巧

教学目标

知识技能：通过对一些例题的解析，进行化学基本计算数量关系的复习；通过对一些解题方法的归纳，训练化学基本计算的技能技巧；通过对部分高考试题的介绍，明确高考化学计算的内容与要求。

能力培养：挖掘、处理信息的自学能力；将化学问题抽象为数学问题，利用数学工具解决化学问题的思维能力；表达能力。

科学思想：化学计算的基础是相关化学知识的正确理解与应用，数学计算只是工具 and 手段，只有“明确化学涵义”，才能“理解数量关系”。

科学品质：求实、创新的科学精神；敏捷性、严密性、整体性、创造性等思维能力品质；重视量纲和规范使用有效数字等科学态度。

科学方法：形象～抽象思维；求异～求同思维；直觉～批判思维；集中～发散思维；通过数学抽象和简明的文字表述，解决化学问题。

重点、难点 化学基本计算解题思维的建立；化学基本计算技能技巧的综合应用。

教学过程设计

教师活动

【引入】今天继续进行化学计算复习，内容是化学基本计算技能技巧。

化学计算的基本技能，就是《考试说明》中所列化学计算的前七项考试内容，它们是极重要的化学计算技能，是全部化学计算的基础。

化学计算的基本技能有哪些？

学生活动

聆听并回答：①有关原子量、分子量及确定分子式的计算；②有关物质的量的计算；③有关气体摩尔体积的计算；④有关物质溶解度的计算；⑤有关溶液浓度（质量分数和物质的量浓度）的计算；⑥有关溶液 pH 与氢离子浓度、氢氧根离子浓度的简单计算；⑦利用化学方程式的计算。

【讲述并提问】化学计算的技巧，一般指的是各种基本计算技能的巧用。请问主要有哪些？

讨论并回答：①关系式法，②方程或方程组法，③守恒法，④差量法，⑤平均值法，⑥极值法，⑦讨论法，⑧十字交叉法等。

【板书】一、关系式法

【讲述】关系式法是根据化学方程式计算的巧用，其解题的核心思想是化学反应中质量守恒，各反应物与生成物之间存在着最基本的比例（数量）关系。

【投影】例题 1 某种 H₂ 和 CO 的混合气体，其密度为相同条件下

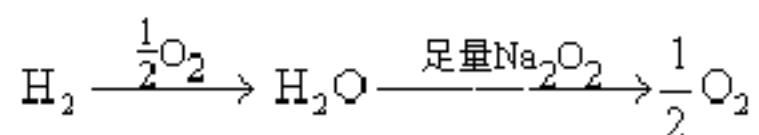
氧气密度的 $\frac{1}{2}$ 将 3.2g 这种混合气通入一盛有足量 Na₂O₂ 的密闭容器中，

再通入过量 O₂，最后容器中固体质量增加了
[]

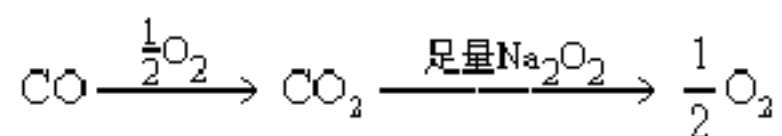
- A. 3.2 g B. 4.4 g
C. 5.6 g D. 6.4 g

【提问】此题应根据化学方程式计算。谁能不“算”而“估”出？

倾听、读题、思考，学生甲解答：此题宜根据以下关系式巧解：



固体增加的质量即为 H₂ 的质量。



固体增加的质量即为 CO 的质量。

所以，最后容器中固体质量增加了 3.2g，应选 A。

解析此题估算即可。解题关键是找出反应中量的关系。

【投影】例题 2 FeS₂ 与硝酸反应产物有 Fe³⁺和 H₂SO₄，若反应中 FeS₂ 和 HNO₃ 物质的量之比是 1：8 时，则 HNO₃ 的唯一还原产物是
[]

A. NO₂ B. NO C. N₂O D. N₂O₃

【提问】此题可运用氧化还原关系式计算。若反应中 FeS₂ 和 HNO₃ 的物质的量之比是 1 : 8, 则 FeS₂ 和被还原的 HNO₃ 的物质的量之比是几比几? 哪位同学能快速解出?

审题, 思考, 热烈讨论。学生乙解答: 由于生成了 Fe(NO₃)₃, 则 FeS₂ 和被还原的 HNO₃ 的物质的量之比是 1 : 5。

设 N 元素的变价为 x, 可列以下氧化还原关系式并解析:

$$\begin{array}{rcl} x\text{FeS}_2 & \text{---} & 15\text{HNO}_3 \\ x & & 15 \\ 1 & & 8-3 \\ \frac{x}{1} = \frac{15}{5} & \text{解得} & x = 3 \end{array}$$

+5-3 = +2, 则还原产物为 NO⁺², 选 B。

【评价】很好, 关键是找出隐含的关系。

【板书】二、方程或方程组法

【讲述】根据质量守恒和比例关系, 依据题设条件设立未知数, 列方程或方程组求解, 是化学计算中最常用的方法, 其解题技能也是最重要的计算技能。

【投影】例题 3 (MCE 1999—24) 用惰性电极电解 M(NO₃)_x 的水溶液, 当阴极上增重 a g 时, 在阳极上同时产生 bL 氧气 (标准状况), 从而可知 M 的原子量为 []

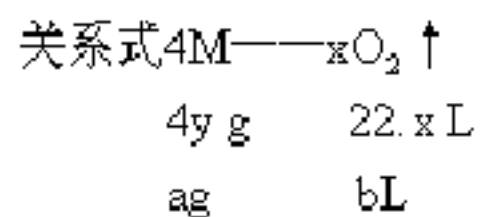
$$\begin{array}{ll} \text{A. } \frac{22.4ax}{b} & \text{B. } \frac{11.2ax}{b} \\ \text{C. } \frac{5.6ax}{b} & \text{D. } \frac{2.5ax}{b} \end{array}$$

学生们点头同意方程或方程组法是最常用最不易出错的化学计算方法。他们分别写出阴阳两极的电极反应:

阴极: $4\text{M}^{x+} + 4\text{e}^- = 4\text{M}$

阳极: $4\text{xOH}^- - 4\text{xe}^- = 2\text{xH}_2\text{O} + \text{xO}_2 \uparrow$

学生丙解答: 设 M 的原子量为 y



【提问】此电解反应阴阳两极的电极反应分别是什么？你如何将题解出？

$$\frac{4yg}{ag} = \frac{22.4xL}{bL} \quad \text{解得} \quad y = \frac{5.6ax}{b}$$

正确答案是 C。

【投影】例题 4 有某碱金属 M 及其相应氧化物的混合物共 10 g，跟足量水充分反应后，小心地将溶液蒸干，得到 14 g 无水晶体。该碱金属 M 可能是 []

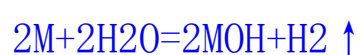
A. 锂 B. 钠 C. 钾 D. 铷

（锂、钠、钾、铷的原子量分别为：6.94、23、39、85.47）

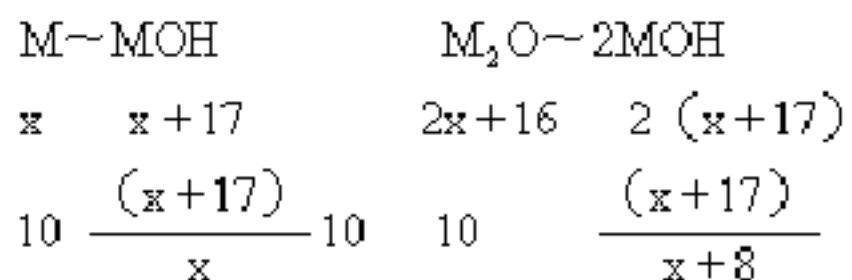
【提问】碱金属及其氧化物跟水反应的关系分别是什么？此题有多种解法，哪位同学能将此题解出？

有些同学苦思冥想，不得其解。

有些同学奋笔疾书，写出以下反应式：



经过热烈讨论，学生丁在黑板上写出以下特殊解法：设 M 的原子量为 x



$$\text{由题意: } \frac{10(x+17)}{x} > 14 > \frac{(x+17)}{x+8}$$

解得 $42.5 > x > 14.5$

分析所给锂、钠、钾、铷的原子量，推断符合题意的正确答案是B、C。

【评价】丁同学实际上是设未知数列不等式解析，此法甚好。这与例题3列方程解析具有异曲同工之妙。

【板书】三、守恒法

【讲述】化学方程式既然能够表示出反应物与生成物之间物质的量、质量、气体体积之间的数量关系，那么就必然能反映出化学反应前后原子个数、电荷数、得失电子数、总质量等都是守恒的。巧用守恒规律，常能简化解题步骤、准确快速将题解出，收到事半功倍的效果。

【投影】例题5 某烃 0.1mol，与在标准状况下为 20 L 的氧气（过量）充分反应后，迅速将混合气体通入足量 Na_2O_2 粉末中，在一定设备中使气体完全反应，此时粉末增重 15 g。经处理后得到气体 14.4 L（标准状况）。该烃能使溴水褪色，试通过计算求出该烃的分子式，并写出可能的结构简式。

【提问】此题解法颇多，哪位同学能运用守恒法解出？

聆听、审题、思考。多数同学认为可用方程组法解析。学生戊在教师指导和学生讨论的启发下，提出以下守恒法妙解：

解：设该烃的分子量为 M

经分析可推断 14.4 L 气体均为氧气。根据质量守恒：

烃和氧气的 Na_2O_2 的
=
质量减少量 质量增加量

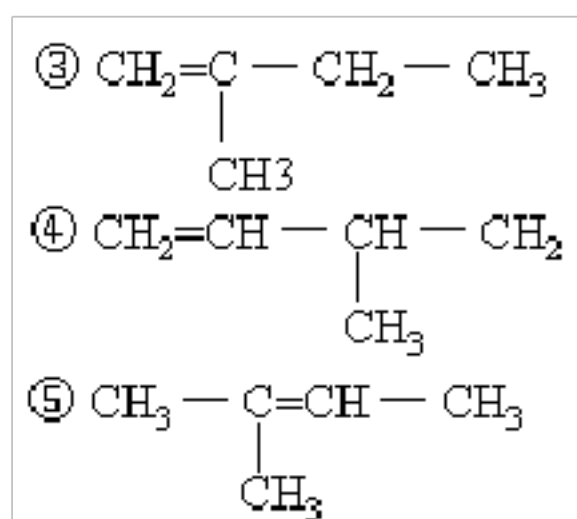
$$0.1M + \frac{20 - 14.4}{22.4} \times 32 = 15$$

解得 M=70

由估算法 $\frac{70}{12} = 5 \cdots 10$

所以该烃化学式为 C_5H_{10} 。因为该烃能使溴水褪色，故为烯烃。戊烯共有 5 种可能的结构简式：① $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

② $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$



【投影】**例题 6** 酸雨是因为过度燃烧煤和石油，生成的硫的氧化物与氮的氧化物溶于水生成硫酸和硝酸的缘故。某次雨水的分析数据如下：

$$[\text{NH}_4^+] = 2.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$[\text{Cl}^-] = 6.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$[\text{Na}^+] = 3.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$[\text{NO}_3^-] = 2.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 2.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

则此次雨水的 pH 大约为
[]

A. 3 B. 4 C. 5 D. 6

【提问】此题结合环保考查化学计算，我们根据什么建立解题思维？请讨论并推举一位同学解答。

经讨论，多数同学认为应根据雨水中阴、阳离子所带负、正电荷守恒（溶液呈电中性）解析，并推举学生已解答如下：

根据电荷守恒：

$$[\text{H}^+] + [\text{NH}_4^+] + [\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] + [\text{NO}_3^-] + 2[\text{SO}_4^{2-}]$$

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= [\text{Cl}^-] + [\text{NO}_3^-] + 2[\text{SO}_4^{2-}] - [\text{NH}_4^+] - [\text{Na}^+] = \\ &= (6.0 + 2.3 + 2 \times 2.8 - 2.0 - 3.0) \times 10^{-6} = 8.0 \times 10^{-6} \text{ (mol/L)} \end{aligned}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 5 - \lg 8 \approx 4$$

此题的正确答案为B。

学生己还认为例题3的解题关键是根据阴阳两极得失电子数相等从而找出关系式的。

【板书】四、差量法

【讲述】找出化学反应前后某种差量和造成这种差量的实质及其关系，列出比例式求解的方法，即为差量法。其差量可以是质量差、气体体积差、压强差等。

【讨论】差量法的实质是什么？此法有哪些突出的优点？

回忆、讨论，踊跃回答：差量法的实质是根据化学方程式计算的巧用。此法可有用呢。它最大的优点是：只要找出差量，就可求出各反应物消耗的量或各生成物生成的量。

【投影】例题7 (TCE 1995—15) 加热碳酸镁和氧化镁的混合物mg，使之完全反应，得剩余物ng，则原混合物中氧化镁的质量分数为
[]

- A. $\frac{21n-10m}{11m} \times 100\%$
B. $\frac{21(m-n)}{11m} \times 100\%$
C. $\frac{21(n-m)}{22m} \times 100\%$
D. $\frac{41m-21n}{31m} \times 100\%$

【提问】此题宜用差量法解析，哪位同学来解？

学生庚解答：设MgCO₃的质量为x



$$\begin{array}{ccc} 84 & 44 & 44 \\ x & & (m-n) \text{ g} \\ \frac{84}{x} = \frac{44}{(m-n) \text{ g}} & \text{解得} & x = \frac{21(m-n)}{11} \text{ g} \end{array}$$

$$\begin{aligned}\text{原氧化镁的质量} &= m - \frac{21(m-n)}{11} \\ &= \frac{21n-10m}{11} \text{ (g)} \\ \text{则原}w(\text{MgO}) &= \frac{21n-10m}{11m} \times 100\%\end{aligned}$$

应选 A。

【投影】**例题 8** 150℃时，将 1L 混合烃与 9L 氧气混合，在密闭容器内充分燃烧，当恢复至 150℃，体积恒定时，容器内压强增大 8%，则该混合烃的组成是 []

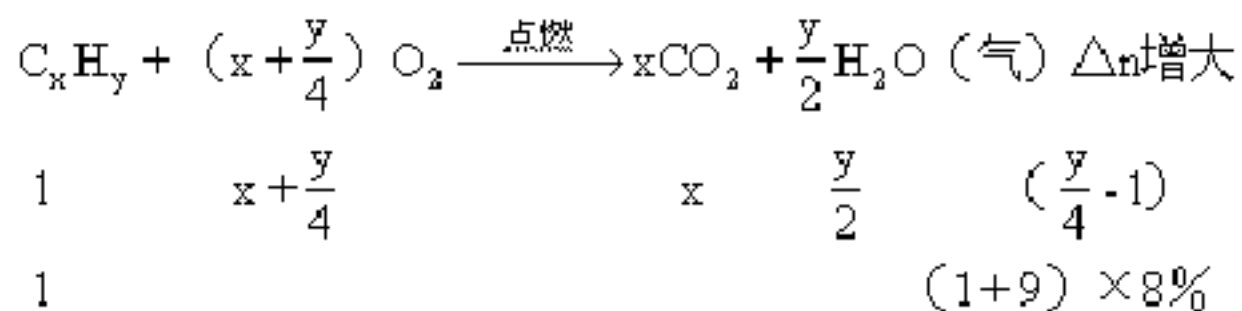
- A. 甲烷与乙烷体积比是 1：4
- B. 丙炔与乙炔体积比是 1：4
- C. 乙烯与丁烷体积比是 1：4
- D. 乙烯与丁烯体积比是 1：4

【讲解】此题宜运用差量法解析。应注意：①150℃时水呈气态，②容器内压强增大 8% 即为气体物质的量增大 8%。

【提问】此题考查思维的灵活性及严密性，谁能将此题解出？

认真审题，思考如何找出差量。学生辛在讨论中理清思路，举手上黑板解析：

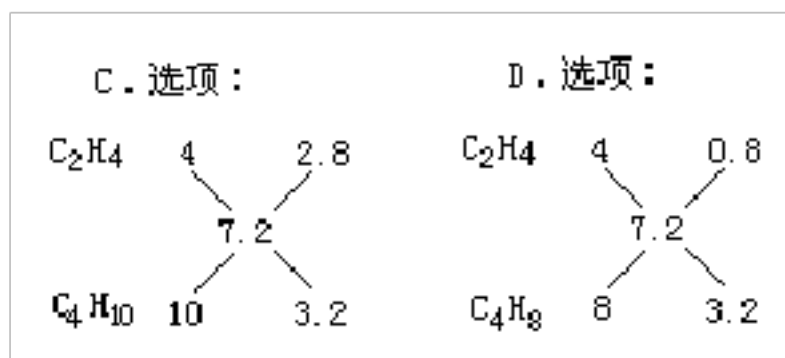
设此混合烃的平均分子组成为 C_xH_y



$$\text{则 } \frac{y}{4} - 1 = 0.8 \text{ 解得 } y = 7.2$$

根据氢原子数判断，选项 A、B 可排除。

运用十字交叉法，推断 C、D 中哪个选项符合题意？



$\frac{V(\text{C}_2\text{H}_4)}{V(\text{C}_4\text{H}_8)} = \frac{2.8}{3.2} \neq \frac{1}{4}$ (不合题意 舍)	$\frac{V(\text{C}_2\text{H}_4)}{V(\text{C}_4\text{H}_8)} = \frac{0.8}{3.2} = \frac{1}{4}$ (符合题意)
--	---

此题正确答案为D。

【评价】解法甚好。运用差量法求出组成中平均氢原子数是7.2，是解题关键。

【板书】五、平均值法

【讲述】平均值法是巧解方法，它也是一种重要的解题思维和解题

技能。它是根据 $M_A < \bar{M} < M_B$ ，只要求出（或已知）平均值 $\bar{M}$ ，就可判

断MA或MB的取值范围，从而巧妙而快速地解出答案。

【投影】**例题9** （MCE 1998—20）由锌、铁、铝、镁四种金属中的两种组成的混合物10 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. 铝 D. 镁

倾听、思考，均认为是重要的思维方法和解题技能。

不少同学已经做过例题9，学生壬解答如下：此题可运用平均值法巧解。各金属跟盐酸反应的关系式分别为：



若单独跟足量盐酸反应，生成11.2LH₂（标准状况）需各金属质量分别为：Zn：32.5g；Fe：28 g；Al：9g；Mg：12g。其中只有铝的质量小于10g，其余均大于10g，说明必含有的金属是铝。应选C。

【投影】例题 10 含有杂质的乙烯 2.8 g，与氢气发生加成反应时，充分反应后用去氢气 0.25 g，则乙烯中所含杂质可能是 []

- A. 乙炔 B. 1, 3-丁二烯
C. 丙烷 D. 甲烷

【提问】此题考查有机物分子式的确定，解析此题的思路是什么？

读题，思考片刻，学生癸迅速解答出：

此题可运用反应量平均值法解析，由于 2.8 g 纯乙烯加氢消耗氢气质量为 0.20g，已知 2.8g 样品气体加氢用去氢气 0.25g，说明 2.8g 杂质加氢消耗氢气质量必大于 0.25g。

丙烷、甲烷不能发生加成反应。

$$\begin{aligned} 2.8\text{gC}_2\text{H}_2\text{需用H}_2: & \frac{2.8}{26} \times 4 = 0.432 \text{ (g)} > 0.25 \text{ (g)} \\ 2.8\text{gC}_4\text{H}_6\text{需用H}_2: & \frac{2.8}{54} \times 4 = 0.207 \text{ (g)} < 0.25 \text{ (g)} \end{aligned}$$

正确答案是 A。

【评价】回答正确，很好。

【投影】例题 11 现有某氯化物与氯化镁的混合物，取 3.8g 粉末完全溶于水后，与足量的硝酸银溶液反应后得到 12.4 g 氯化银沉淀，则该混合物中的另一氯化物是 []

- A. LiCl B. KCl
C. CaCl₂ D. AlCl₃

【讲解并提问】

若 3.8g 纯 MgCl₂ 生成 AgCl 沉淀的质量为：

$$\begin{aligned} & \frac{3.8\text{g}}{95\text{g/mol}} \times 2 \times 143.5\text{g/mol} \\ & = 11.48\text{g} < 12.4\text{g} \end{aligned}$$

说明 3.8g 纯净某氯化物所生成 AgCl 沉淀质量必大于 12.4 g。

即 1molCl^- 所结合其它金属阳离子质量应小于 12 g (Mg^{2+} 质量)。

因为 1molCl^- 所结合 Li^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Al^{3+} 质量分别为 7g 、 39g 、 20g 、 9g 。

所以 LiCl 、 AlCl_3 为可能。

此题应选 A、D，对吗？

1999 年北京市化学会考曾考过此题，当时大部分同学运用平均值法解析，计算的结果跟老师左侧表述相符，很多同学选 A、D。现听老师提出问题，立即活跃起来，并进行热烈的讨论。

学生甲提出异议，认为选 A、D 不正确。他认为 1molCl^- 结合 Li^+ 、 Al^{3+} 的质量小于 12g 并不是充分必要条件，还必须分别严密计算 3.8gLiCl 、 3.8gAlCl_3 分别生成 AgCl 沉淀的质量是否大于 12.4g 。

3.8gLiCl 生成 AgCl 沉淀质量为：

$$\frac{3.8\text{g}}{(7+35.5)\text{ g/mol}} \times 143.5\text{g/mol} \\ = 12.8\text{ g} > 12.4\text{ g}$$

3.8g AlCl_3 生成 AgCl 沉淀质量为：

$$\frac{3.8\text{g}}{(27+35.5 \times 3)\text{ g/mol}} \times 143.5\text{g/mol} \times 3 \\ = 12.3\text{ g} < 12.4\text{ g}$$

所以只有 A 选项符合题意。

【评价】此题既考查思维的敏捷性，又考查思维的严密性。我对甲表示赞许。

很多同学表示“深受启发，应注意培养优良的思维品质”。

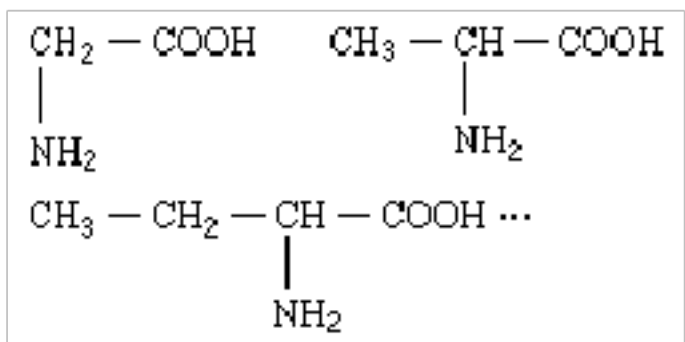
【板书】六、极值法

【讲述】巧用数学极限知识进行化学计算的方法，即为极值法。请看例题 12。

倾听、回忆数学极限概念，明确极值法即化学与数学极限运算的结合。

</PGN0296.TXT/PGN>

【投影】例题 12 有一系列 α -氨基酸按如下特点排列：



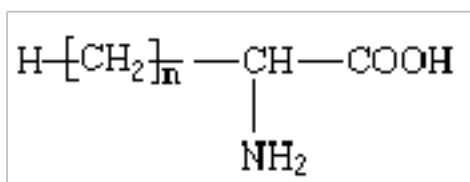
该同系列中所含碳元素的质量分数最大值接近
[]

- A. 32.0% B. 46.6%
C. 85.7% D. 92.3%

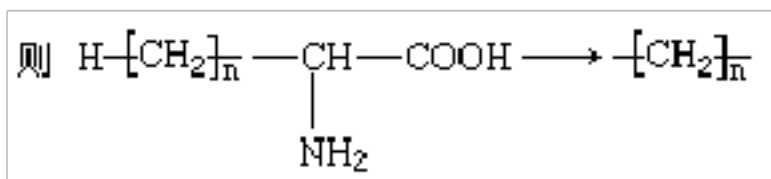
【提问】此题欲求 w (C) 的最大值，明显为求极值问题，哪位同学解答此题？

仔细审题，认真分析此一系列 α-氨基酸的结构特点。学生丙做如下解答：此题可以用极限法求碳元素质量分数的最大值。

该同系列通式为：



若 $n \rightarrow \infty$



$$\text{所以 } w(\text{C}) \text{ 最大值} = \frac{12}{14} \times 100\% = 85.7\%$$

正确答案为 C。

【板书】七、十字交叉法

【讲述】若用 A、B 分别表示二元混合物两种组分的量，混合物总量为 A+B（例如 mol）。

若用 x_a 、 x_b 分别表示两组分的特性数量（例如分子量）， x 表示混合物的特性数量（例如平均分子量）则有：

$$x_a \cdot A + x_b \cdot B = x (A + B) \quad \text{即} \quad \frac{A}{B} = \frac{x - x_b}{x_a - x}$$

十字交叉法是二元混合物（或组成）计算中的一种特殊方法，它由二元一次方程计算演变而成。若已知两组分量和这两个量的平均值，求这两个量的比例关系等，多可运用十字交叉法计算。

【提问】使用十字交叉法的关键是必须符合二元一次方程关系。它多用于哪些计算？

倾听，认真思考。明确运用十字交叉法计算的条件是能列出二元一次方程的，特别要注意避免不明化学涵义而滥用。

经讨论后回答，十字交叉法多用于：

- ①有关两种同位素原子个数比的计算。
- ②有关混合物组成及平均式量的计算。
- ③有关混合烃组成的求算。
- ④有关某组分质量分数或溶液稀释的计算等。

【投影】例题 13 （MCE 1999—4）已知自然界中铪有两种质量数分别为 191 和 193 的同位素，而铪的平均原子量为 192.22，这两种同位素的原子个数比应为 []

- A. 39 : 61
- B. 61 : 39
- C. 1 : 1
- D. 39 : 11

【提问】此题如何解能快速解出？

学生丁抢答：此题可列二元一次方程求解，但运用十字交叉法最快捷：

铪—191	191		0.78	$\frac{0.78}{1.22} = \frac{39}{61}$
铪—193	193	192.22	1.22	

这两种同位素的原子个数比为 $\frac{39}{61}$ ，正确答案是A。

【评价】既快又正确，好！

【投影】例题 14 （MCE 1997—26）一定量的乙醇在氧气不足的情况下燃烧，得到 CO、CO₂ 和水的总质量为 27.6g，若其中水的质量为 10.8g，则 CO 的质量是 []

A. 1.4g

B. 2.2g

C. 4.4g

D. 在 2.1g 和 4.4g 之间

【讲解并板书】此题考查有机物的不完全燃烧，解析过程中可运用十字交叉法：（方法一）CO 与 CO₂ 总质量：27.6g-10.8g=16.8g

$$\text{生成 } n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{10.8\text{g}}{18\text{g/mol}} = 0.6\text{mol}$$

$$\text{则燃烧的乙醇为：} 0.6\text{mol} \times \frac{1}{3} = 0.2\text{mol}$$

$$\text{生成 CO、CO}_2 \text{ 共 } 0.2\text{mol} \times 2 = 0.4\text{mol}$$

$$\text{CO、CO}_2 \text{ 平均分子量为：} \frac{16.8}{0.4} = 42$$

CO	28	2
	42	
CO ₂	44	14

$$\text{则 } \frac{n(\text{CO})}{n(\text{CO}_2)} = \frac{2}{14} = \frac{1}{7}$$

$$\text{所以，} n(\text{CO}) = 0.4\text{mol} \times \frac{1}{1+7} = 0.05\text{mol}$$

$$m(\text{CO}) = 28\text{g/mol} \times 0.05\text{mol} = 1.4\text{g}$$

答案：A

【提问】此题解法甚多，谁还有其他解法？

仔细审题，找出思路。认真观看老师讲解的解题过程，怀着极大热情构思与老师不同的解法。

学生乙提出另一种解法：（方法二）

列关系式 C₂H₅OH——3H₂O

$$1\text{mol} \quad 54\text{g}$$

$$x \quad 10.8\text{g}$$

$$\text{解得 } x = 0.2\text{mol}$$

设 0.2 mol 乙醇不充分燃烧，生成 CO、CO₂ 的物质的量分别为 y、z

$$\text{列二元一次方程组} \begin{cases} y + z = 0.2 \times 2 & \text{①} \\ 28y + 44z = 27.6 - 10.8 & \text{②} \end{cases}$$

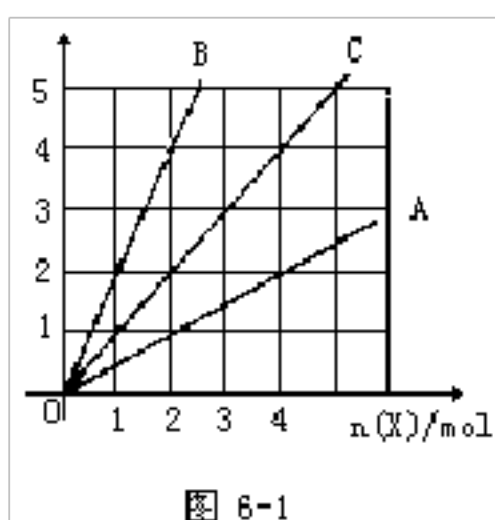
$$\text{解得} \begin{cases} y = 0.05 \\ z = 0.35 \end{cases}$$

则 CO 质量为：

$$28\text{g/mol} \times 0.05 \text{ mol} = 1.4\text{g}$$

还有同学提出其他解法。

【投影】**例题 15** (MCE 1999—21) 右图中横坐标表示完全燃烧时耗用可燃气体 X (X=A、B、C) 的物质的量 n(X)，纵坐标表示消耗 O₂ 的物质的量 n(O₂)，A、B 是两种可燃性气体，C 是 A 和 B 图 6-1 的混合气体，则 C 中 n(A) : n(B) 为 []



- A. 2 : 1 B. 1 : 2
- C. 1 : 1 D. 任意比

仔细地观察图示，认真地分析数据，热烈地进行讨论。

学生辛提出以下解法：

分析图象可以看出：

1molA 完全燃烧消耗 0.5 molO₂

1molB 完全燃烧消耗 2 molO₂

1molC (C 是 A、B 混合气) 完全燃烧消耗 1molO₂

可以利用 1mol 气体燃烧耗 O₂ 进行十字交叉计算：

A 0.5

\

1

/

B 2

则

$$\frac{n(A)}{n(B)} = \frac{1}{0.5} = \frac{2}{1}$$

应选 A。</PGN0298.TXT/PGN>

【提问】此题较全面地测试了观察能力、自学能力和思维能力。如何快速解出此题。

【板书】八、讨论法

【讲述】讨论法是一种发现思维的方法。解计算题时，若题设条件充分，则可直接计算求解；若题设条件不充分，则需采用讨论的方法，计算加推理，将题解出。

【投影】例题 16 在 30mL 量筒中充满 NO₂ 和 O₂ 的混合气体，倒立于水中使气体充分反应，最后剩余 5mL 气体，求原混合气中氧气的体积是多少毫升？

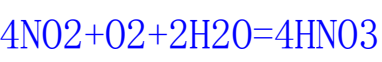
【讲解并提问】最后 5mL 气体可能是 O₂，也可能是 NO，此题需用讨论法解析。哪位同学解答此题？

倾听，回忆，思考。

认真阅读题目，思考最后剩余 5mL 气体可能是 O₂；也可能是 NO，若是 NO，则说明 NO₂ 过量 15mL。

学生丙提出解法（一）：

设 30mL 原混合气中含 NO₂、O₂ 的体积分别为 x、y



(1) 若 O₂ 过量：

$$x - \frac{1}{4}x = 5 \quad \begin{cases} x + y = 30 \\ y - \frac{1}{4}x = 5 \end{cases} \quad \text{得} \begin{cases} x = 20 \\ y = 10 \end{cases}$$

(2) 若 NO₂ 过量：

$$4y - y = 5 \quad \begin{cases} x + y = 30 \\ \frac{x - 4y}{3} = 5 \end{cases} \quad \text{得} \begin{cases} x = 27 \\ y = 3 \end{cases}$$

原混合气体中氧气的体积可能是 10mL 或 3mL。

学生庚提出解法（二）：

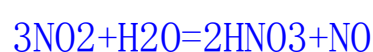
设原混合气中氧气的体积为 y (mL)

(1) 设 O_2 过量：根据 $4NO_2 + O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$ ，则 O_2 得电子数等于 NO_2 失电子数。

$$(y-5) \times 4 = (30-y) \times 1$$

解得 $y=10$ (mL)

(2) 若 NO_2 过量：



5

因为在全部 $(30-y)$ mL NO_2 中，有 5 mL NO_2 得电子转变为 NO ，其余 $(30-y-5)$ mL NO_2 都失电子转变为 HNO_3 。

O_2 得电子数 + ($NO_2 \rightarrow NO$) 时得电子数等于 ($NO_2 \rightarrow HNO_3$) 时失电子数。

【评价】很好，解法（一）是讨论法结合方程组法。

【评价】解法（二）根据得失电子守恒，利用阿伏加德罗定律转化信息，将体积数转化为物质的量简化计算。凡氧化还原反应，一般均可利用电子得失守恒法进行计算。

无论解法（一）还是解法（二），由于题给条件不充分，均需结合讨论法进行求算。

$$4y + 5 \times 2 = (30 - y - 5) \times 1$$

解得 $y=3$ (mL)

原氧气体积可能为 10 mL 或 3 mL

【小结】以上逐一介绍了一些主要的化学计算的技能技巧。解题没有一成不变的方法模式。但从解决化学问题的基本步骤看，考生应建立一定的基本思维模式。“题示信息 + 基础知识 + 逻辑思维”就是这样一种思维模式，它还反映了解题的基本能力要求，所以有人称之为解题的“能力公式”。希望同学们建立解题的基本思维模式，深化基础，活化思维，优化素质，跳起来摘取智慧的果实。

聆听并总结以下进行化学计算的基本步骤：

(1) 认真审题，挖掘题示信息。

(2) 灵活组合，运用基础知识。

(3) 充分思维，形成解题思路。

(4) 选择方法，正确将题解出。

精选题

一、选择题

1. 0.25mol Ca(OH)_2 跟 $0.3\text{mol H}_3\text{PO}_4$ 在一定条件下充分反应，得到 CaHPO_4 和 $\text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2$ ，则这两种产物的物质的量之比为
[]

- A. 1 : 1 B. 2 : 1
C. 1 : 2 D. 4 : 1

2. 由 KCl 和 KBr 组成的混合物，取 2.00g 样品制成水溶液，加入足量的硝酸后，再加入过量的 AgNO_3 溶液，沉淀完全后过滤，得到干燥的卤化银的质量如四个选项所示，其中数据合理的是 []

- A. 3.06g B. 3.36g
C. 3.66g D. 3.96g

3. 有 Na_2CO_3 和 K_2CO_3 的混合物 2.44g ，溶于水后加入足量的 CaCl_2 溶液，反应后得到 CaCO_3 沉淀 2.00g ，混合物中 Na_2CO_3 和 K_2CO_3 物质的量之比是
[]

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

4. 靛青的各元素的质量分数如下： $\text{C}73.3\%$ ， $\text{H}3.8\%$ ， $\text{N}10.7\%$ ， $\text{O}12.2\%$ 。由此可知靛青的最简式为
[]

- A. $\text{C}_8\text{H}_5\text{NO}$ B. $\text{C}_2\text{H}_2\text{NO}$
C. $\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}$ D. $\text{C}_7\text{H}_4\text{NO}$

5. 把 50mL70% HNO_3 (密度为 1.40g/cm^3) 加水稀释配成 7mol/L 稀 HNO_3 (密度为 1.26g/cm^3)。则所加水的体积为 []

- A. 50mL B. $<50\text{mL}$
C. $>50\text{ mL}$ D. 无法确定

6. 1L 标准状况下的某气态烃与一定量氧气恰好完全反应, 生成的二氧化碳和水蒸气换算成标准状况下的体积为 bL, 冷却到标准状况下则气体体积变为 aL。则用 a、b 表示该烃分子中碳、氢的原子个数比为 []

- A. $a:b$
B. $a:(a-h)$
C. $a:(b-2a)$
D. $a:2(b-a)$

7. 室温时 $\text{pH}=a$ 的醋酸溶液与 $\text{pH}=b$ 的氢氧化钠溶液等体积混合, 恰好完全反应, 则该溶液中醋酸的电离度可以表示为 []

- A. $10(a+b-12)\%$
B. $10(a+b-14)\%$
C. $10(16-a-b)\%$
D. $10(14-a-b)\%$

8. 在滴有甲基橙试剂的 50mL 0.05mol/L 的一元强酸溶液中, 滴入 0.1mol/L 的烧碱溶液, 当滴至橙色刚好变为黄色时, 所用烧碱溶液的体积为 []

- A. 大于 25mL
B. 小于 25mL
C. 等于 25mL
D. 无法确定

9. 将 0.1mol 下列物质分别溶于 1L 水中, 充分搅拌后, 溶液中阴离子和阳离子总数最多的是 []

- A. Na_2S B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- C. Na_2SO_4 D. NaHSO_4

10. 30°C 时，某硫酸铜溶液若保持温度不变，无论是加入 25g 蓝矾还是蒸发掉 55g 水后，均可得到饱和溶液。则 30°C 时，硫酸铜的溶解度为 []

- A. 25g B. 35g
- C. 45g D. 55g

11. 把一定量的过氧化钠加入 90g 水中，最后过氧化钠完全反应时有 0.5mol 电子发生转移，则所得氢氧化钠溶液的质量分数为 []

- A. 16.53% B. 19.70%
- C. 31.01% D. 33.0%

12. 将 100 g 浓度为 18mol/L ，密度为 $\rho\text{ g/cm}^3$ 的浓硫酸注入到一定量的水中稀释成 9mol/L 的硫酸，则水的体积为 []

- A. 小于 100mL
- B. 等于 100mL
- C. 大于 100mL
- D. 无法确定

13. 28g 铜、银合金与足量的浓硝酸完全反应，放出的气体与 2.24 L 的 O_2 （标准状况）混合，通入水中，恰好完全吸收，则合金中 Cu 与 Ag 的物质的量之比为 []

- A. 1 : 1 B. 1 : 2
- C. 2 : 1 D. 无法计算

14. 托盘天平两端各放一个质量相等的烧杯，内盛 4mol/L 的盐酸溶液 50mL，调节至天平指针指向标尺中央。分别向烧杯中加入下列各种物质，反应完毕天平仍为平衡的是 []

- A. 6.5gFe 和 0.1molZn

B. 0.1mol Fe 和 0.1molZn

C. 0.1molFe 和 5.6gZn

D. 0.1molNa 和 0.1molMg

15. 在 $3\text{BrF}_3 + 5\text{H}_2\text{O} = \text{Br}_2 + \text{HBrO}_3 + \text{O}_2 \uparrow + 9\text{HF}$ 化学反应中, 若有 10.8g 水被氧化, 则被水还原的 BrF_3 的物质的量是 []

A. 0.4mol

B. 0.6mol

C. 0.8mol

D. 1.0mol

16. 标准状况下, 11.2 L 由甲烷、甲醛、乙烷组成的混合气体完全燃烧后, 生成相同状况下 CO_2 15.68L, 混合气体中乙烷所占体积分数为 []

A. 80%

B. 60%

C. 40%

D. 20%

17. 一定量某物质的溶液, 其溶质的质量分数为 0.2a, 当加入等体积的水稀释后, 其质量分数小于 0.1a, 则原溶液的密度 []

A. 大于水的密度

B. 等于水的密度

C. 小于水的密度

D. 无法确定

18. 某温度下, 将 Cl_2 通入 NaOH 溶液中, 反应得到 NaCl 、 NaClO 、 NaClO_3 的混合溶液, 经测定 ClO^- 与 ClO_3^- 的浓度之比为 1 : 3, 则此反应中被还原的氯元素与被氧化的氯元素原子的物质的量之比为 []

A. 21 : 5

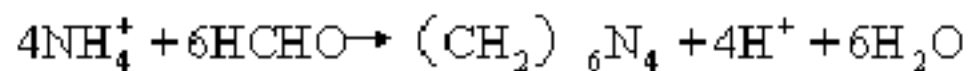
B. 11 : 3

C. 3 : 1

D. 4 : 1

二、非选择题

19. 已知 NH_4^+ 离子与 HCHO 在水溶液中发生如下反应:



现有某一铵盐，为测定其氮的质量分数，称取铵盐样品 2.55g，溶于水后，再加入足量 HCHO 溶液配成 100mL 溶液。充分反应后，从中取出 5.00mL 溶液，用 $0.100\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液进行中和滴定，恰好用去 19.5mL。试求该铵盐中氮元素的质量分数为_____。（保留 3 位有效数字）

20. 硝酸工业尾气中 NO、NO₂ 被 NaOH 溶液吸收的主要反应为：
 $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{NO}_2 + \text{NO} + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。若用纯碱溶液处理尾气，反应类似，生成 NaNO₂、NaNO₃，同时放出 CO₂。

(1) 现有标准状况下 aL NO₂（其中 N₂O₄ 的体积分数为 20%）和 bL NO 的混合气体恰好被 200mL Na₂CO₃ 溶液完全吸收，则 a、b 应满足的关系是_____，Na₂CO₃ 溶液的物质的量浓度是_____mol · L⁻¹。

(2) 若有标准状况下氮氧化物的混合气体 2.016L 恰好与 $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na₂CO₃ 溶液 50mL 完全反应，且生成的 NaNO₂ 与 NaNO₃ 的物质的量之比为 4：1，则混合气体中 N₂O₄ 与 NO₂ 的体积比为_____。

答 案

一、选择题

1. D 2. B、C 3. A 4. A 5. C 6. D 7. C 8. B 9. A 10. A 11. D 12. A 13. B 14. A、D 15. A 16. C 17. C 18. D

二、非选择题

19. 21.4% 20. (1) $\frac{a}{b} \geq \frac{5}{6}$ $\frac{1.2a+b}{8.96}$ (2) 1：5

32. 化学综合计算中有关取值范围问题的讨论

教学目标

知识技能：通过一些典型例题的分析解答，掌握有关化学基本概念和基本理论、常见元素单质及其重要化合物、有机化学基础、化学实验等知识内容中具有计算因素的各类问题的综合应用；训练化学综合计算的一般方法和解题技巧；通过对高考综合计算题的分析，明确高考化学综合计算的内容和要求。

能力培养：通过分析、综合、比较和论证，选择解决问题的最佳方案的评价能力；将化学问题抽象成为数学问题，利用数学工具，通过计算和推理（结合化学知识），解决化学问题的思维能力；敏捷地接受试题所给的新信息的能力；将试题所给的新信息与课本中有关知识结合起来，解决问题的能力；在分析评价的基础上，应用新信息的能力等自学能力的培养。

科学思想：通过化学综合计算的训练。使学生对化学基本知识能更深入的理解和应用，通过题示信息的捕获、理解、加工，加强思维的敏捷性（灵活性、针对性、适应性）、严密性（精确性、科学性、逻辑性、深刻性）、整体性（广阔性、有序性、结合性）以及创造性的培养。

科学品质：敏捷性、严密性、整体性、创造性等思维能力品质；重视量纲和规范使用有效数字等科学态度。

科学方法：形象～抽象思维；求同～求异思维；直觉～判断思维；集中～发散思维；通过数学抽象和简明的文字表达，解决化学计算问题。

重点、难点 化学综合计算中思维模型的建立；化学多种基本计算技能的综合应用。

教学过程设计

教师活动

【引入】化学综合计算是近年来化学高考题的压轴内容，他不仅仅是将高中化学基础知识如：基本概念、基本理论、元素单质及其化合物、有机化学、化学实验等进行综合，而且在解题方法上也渗透了许多数学问题。今天我们就结合一些典型的化学综合计算题的分析来探讨有关化学综合计算的解题模式、方法和解题技巧。着重讨论化学综合计算中取值范围的问题。

学生活动

聆听。

例题 1 在 50mL、4.0mol/L 的 NaOH 溶液中，通入 H₂S 气体并充分反应，然后，小心蒸发，得到不含结晶水的白色固体。若通入 H₂S 的物质的量为 xmol，生成的白色固体的质量为 yg，试通过讨论写出 x 和 y 的关系式。

【提问】下面请同学们认真阅读此题，然后将题中可能发生的化学方程式写出来。

【板书】（右边的两个化学方程式）



①

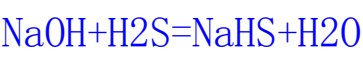


【提问】 请同学们依据刚才这两个化学方程式讨论一下，最后得到的白色固体可能是什么？

分析、讨论，得出结论：① NaOH 、 Na_2S ② Na_2S ③ Na_2S 、 NaHS ④ NaHS

【分析】 硫化氢与氢氧化钠反应的化学方程式我们已经写出来了，大家也知道在硫化氢不足和过量时对产物种类的影响，但是在第二个化学方程式中写的是硫化氢与硫化钠的反应，我们能否不考虑过程，只考虑结果，写出一个只含有反应物的可以容易计算的化学方程式？

思考、讨论、回答：将①和②相加，得到：



【板书】 $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} = \text{NaHS} + \text{H}_2\text{O}$ ③

记录。

【提问】 同学们根据化学方程式①、③，定量讨论一下两种反应物的量的关系对白色固体物质的影响。

【投影】

$n(\text{NaOH}) : n(\text{H}_2\text{S})$	白色固体成分

（在学生讨论中完成上表）

指导学生回答：

当 $n(\text{NaOH}) : n(\text{H}_2\text{S}) = 2 : 1$ ，白色固体为 Na_2S 。

当 $n(\text{NaOH}) : n(\text{H}_2\text{S}) = 1 : 1$ ，白色固体为 NaHS 。

当 $n(\text{NaOH}) : n(\text{H}_2\text{S}) > 2 : 1$ ，氢氧化钠过量，白色固体为 Na_2S 、 NaOH 的混合物。

当 $n(\text{NaOH}) : n(\text{H}_2\text{S}) < 1 : 1$ ，白色固体为 NaHS 。

当 $1 : 1 < n(\text{NaOH}) : n(\text{H}_2\text{S}) < 2 : 1$ ，白色固体为 Na_2S 、 NaHS 。

【提问】下面请同学们计算出氢氧化钠的物质的量。

$$n(\text{NaOH}) = 4.0 \text{ mol/L} \times 0.050 \text{ L}$$

$$= 0.20 \text{ mol}$$

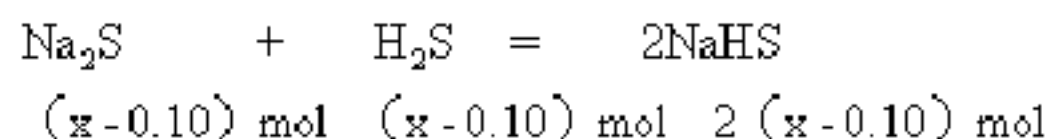
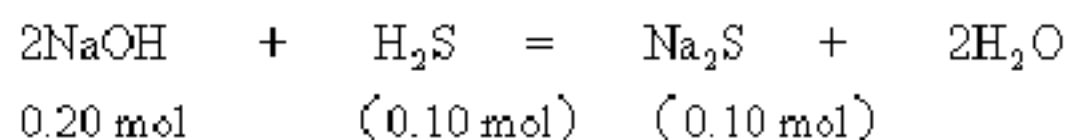
【提问】硫化氢的物质的量有几种情况？请分别写出硫化氢在取不同的物质的量时，按照哪个化学反应式计算？白色固体的种类、发生的化学反应及固体质量的关系。

分析、讨论、计算、总结如下：

(1) $n(\text{H}_2\text{S}) < 0.10 \text{ mol}$ ，按反应式①进行，所得白色固体为硫化钠和氢氧化钠的混合物，以不足的硫化氢的物质的量 x 作基准，可生成 $x \text{ mol}$ 硫化钠；耗去 $2x \text{ mol}$ 氢氧化钠，剩余 $(0.20 - 2x) \text{ mol}$ 氢氧化钠，则 $y = 78x + 40(0.20 - 2x)$ 。

(2) $n(\text{H}_2\text{S}) = 0.10 \text{ mol}$ ，按反应①进行，两反应物恰好完全反应，得到 0.10 mol 硫化钠。

(3) $0.10 < n(\text{H}_2\text{S}) < 0.20 \text{ mol}$ ，按反应式①和③进行，得到白色固体为 Na_2S 和 NaHS 的混合物，计算 Na_2S 时，应以不足量的 NaOH 计算；计算 NaHS 时，应以剩余的 H_2S 来计算：



$$y = 78[0.10 - (x - 0.10)] + 56 \times 2(x - 0.10)$$

(4) $n(\text{H}_2\text{S}) \geq 0.20 \text{ mol}$ ，按反应式③进行，白色固体全部为 NaHS ， NaOH 完全反应， $y = 0.20 \times 56$ 。

【板书】 $x < 0.10$ $y = 8 - 2x$

$$x = 0.10 \quad y = 7.8x$$

$$0.10 < x < 0.20 \quad y = 4.4 + 34x$$

$$x \geq 0.20 \quad y = 11.2$$

【设问】通过刚才例题的分析，我们可以想一想，怎样解决有关取值范围的定量计算呢？

聆听、思考、讨论、回答：

(1) 正确写出两种反应物以不同物质的量混合时，发生反应的化学方程式。这是思考、分析此类计算题的**基础**。

(2) 依据写出的生成不同产物的化学方程式，确定过量反应物的取值范围，理解取值范围与发生的化学反应及所得产物的关系，这是解决此类计算题的**关键**。

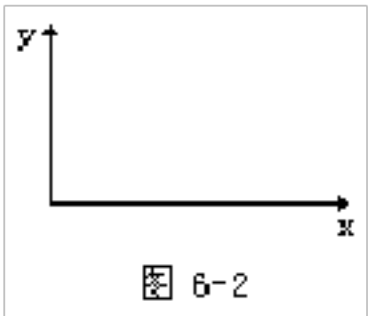
(3) 在各取值范围内，以不足量的反应物为基准计算所得生成物的量，即可完成取值范围讨论型综合计算。

【评价】投影，给出要点（同右边）。

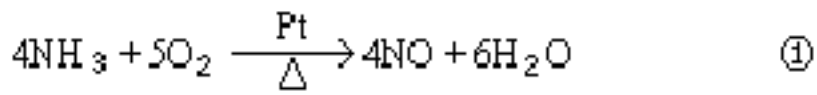
【过渡】我们依据上述要点，一起来分析下面一题。

认真阅读下面的例题。

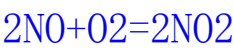
例题 2 把 $a\text{mol NH}_3$ 、 O_2 组成的混合气导入密闭反应器中，在催化剂存在下发生化学反应。若混合气体中 O_2 为 $x\text{mol}$ 。反应生成的 HNO_3 为 $y\text{mol}$ 。试确定 O_2 的物质的量 x 取不同范围时， HNO_3 的物质的量 y 的计算式，并画出相应的函数图象。



【提问】氨气与氧气发生催化氧化的化学方程式？



【提问】当氧气过量时，还可以发生什么反应？写出发生反应的化学方程式。



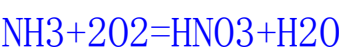
②



③

【提问】如果氧气过量，我们只要求写出反应物与最终产物的化学方程式，该如何写？

将①、②、③三个化学方程式合并得到：



④

【引导、提问】例题中给出 NH₃、O₂ 混合气共 amol，那么 O₂ 的含量 x 对产物的影响如何？

分析、回答：当 O₂ 不足量时，即 $x \leq \frac{5}{9}a$ ，按反应式①进行，此时没有硝酸生成；当 O₂ 过量时，即 $x \geq \frac{2}{3}a$ ，按反应式④进行，混合气中

氨气全部转化为硝酸；当 O₂ 的物质的量在 $\frac{5}{9}a$ 到 $\frac{2}{3}a$ mol 之间时，即

$\frac{5}{9}a < x < \frac{2}{3}a$ ，按反应②和③进行，混合物中的 NH₃ 分为两部分，一部

分变为 NO，另一部分则转化为硝酸。

【讲解】NH₃、O₂ 混合气为 amol，O₂ 为 xmol，NH₃ 为 (a-x) mol。在密闭容器内 NH₃ 与 O₂。催化氧化的化学方程式是：

【板书】 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$

(1)

$\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 = \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(2)

(1) 当 $x \leq \frac{5}{9}a$ 时， $y = 0$ 。

(2) 当 $\frac{5}{9}a < x < \frac{2}{3}a$ 时，设按 (2) 式反应的 NH₃ 为 ymol，按 (1)

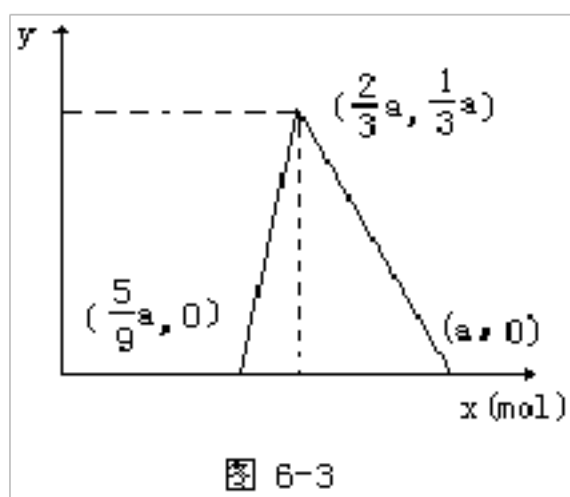
式反应的 NH₃ 为 (a-x-y) mol，则耗 O₂ 为 $\frac{5}{4}(a-x-y) + 2y = x$ ，

求得 $y = 3x - \frac{5}{3}a$ 。

(3) 当 $x \geq \frac{2}{3}a$ 时， $y = a - x$ 。

【提问】请同学们依据上述关系式完成图象。

对比、分析、板书：



例题 3 已知氨与氯气可迅速发生以下反应： $2\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 = \text{N}_2 + 6\text{HCl}$ 。现有 $A\text{L}$ 氨气、氯气的混合气，其中氨气的体积分数为 x ，充分反应后气体体积为 $y\text{L}$ 。

(1) 讨论氨气的体积分数 x 取不同值时，反应后气体体积 y 的关系式。

(2) 当混合气体的体积 ($A\text{L}$) 为 55L 时，计算反应后气体体积 y 的最大值、最小值及 $y=A$ 时的氨气的体积分数 x 的值。

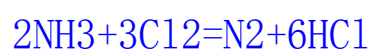
(3) 画出反应后气体体积 y 随氨气的体积分数 x 变化的图象。

【提问】请同学们仔细阅读该题，然后写出混合气体中两种反应物的体积各为多少升？

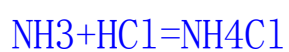
分析、思考后回答： NH_3 体积为 $Ax\text{L}$ ； Cl_2 体积为 $A(1-x)\text{L}$ 。

【提问】依据刚才两题的分析和解题思路方法，请同学们在分析一下此题中两种反应物的量的变化对生成物有无影响？如果有影响，请说出有什么影响？并写出反应的化学方程式。

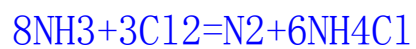
讨论、回答：有影响；当氨气不足量时，仅发生原题中所述反应，产物为氮气和氯化氢；如果氨气足量，他会与产物氯化氢再反应生成氯化铵。



①



②



③

【提问】同学们回答得非常好，有了这三个反应方程式我们就可以很容易解决这道题了。下面请同学们根据反应方程式进一步来确定 NH_3 的体积分数 x 的不同取值对反应后气体成分的影响？

讨论后回答： $0 < x \leq \frac{2}{5}$ ，按反应①进行，反应后的混合气是 N_2 、 HCl 和剩余 Cl_2 ； $\frac{2}{5} < x < \frac{8}{11}$ ，反应先按①进行，再按②进行，反应后气体是 N_2 及剩余 HCl ； $\frac{8}{11} < x < 1$ ，反应按③进行，反应后的气

体为 N_2 及剩余的 NH_3 。

【过渡】很好，我们大家已经把整个反应过程都分析清楚了，下面我们一起来解决答案。

【板书】 (1) $0 < x \leq \frac{2}{5}$, $y = A(1-x)$

(2) $\frac{2}{5} < x \leq \frac{8}{11}$, $y = A(3-4x)$

(3) $\frac{8}{11} < x \leq 1$, $y = \frac{1}{3}A(10x-7)$

计算：

$$\begin{array}{ccccccc} (1) & 2NH_3 & + & 3Cl_2 & = & N_2 & + & 6HCl \\ & Ax & & \frac{2}{3}Ax & & \frac{1}{2}Ax & & 3Ax \\ y = & [Ax - \frac{3}{2}Ax + \frac{1}{2}Ax + 3Ax] & = & A(1+x) \end{array}$$

$$\begin{aligned} (2) \quad y &= \frac{1}{3}A(1-x) + [2A(1-x) - \frac{1}{3}A(5x-2)] \\ &= A(3-4x) \end{aligned}$$

$$\begin{array}{ccccccc} (3) & 8NH_3 & + & 3Cl_2 & = & N_2 & + & 6NH_4Cl \\ & \frac{8}{3}A(1-x) & & A(1-x) & & \frac{1}{3}A(1-x) & & \\ y = & [Ax - \frac{8}{3}A(1-x)] + \frac{1}{3}A(1-x) & & & & & & \\ & = \frac{1}{3}A(10x-7) \end{array}$$

【提问】我们要解决第二问，请同学们思考一下，什么情况反应后气体体积最大或最小？

思考后回答：恰好按反应①进行时最大；恰好按反应③进行时最小。

【提问】好，下面就请同学们按照刚才的分析写出第二问的答案及画出第三问的图象。

【板书】

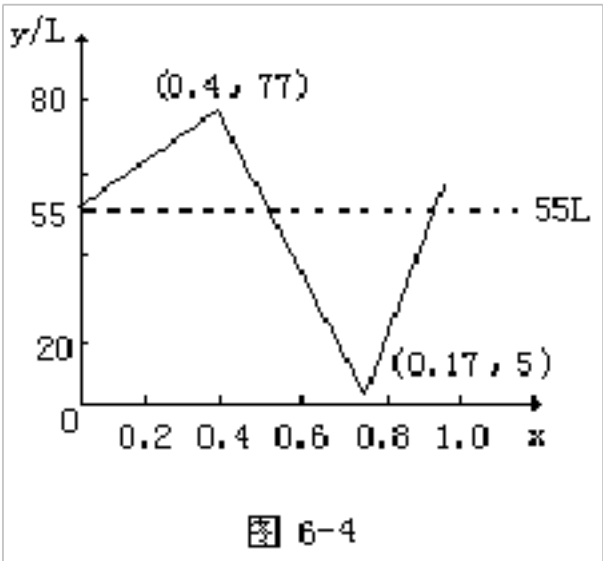
当 $A = 55\text{L}$ 时， $y_{\max} = 55\text{L} \times \frac{7}{5} = 77\text{L}$

$y_{\min} = 55\text{L} \times \frac{1}{11} = 5\text{L}$

当 $y=A$ 时， $y=A(3-4x)=A$

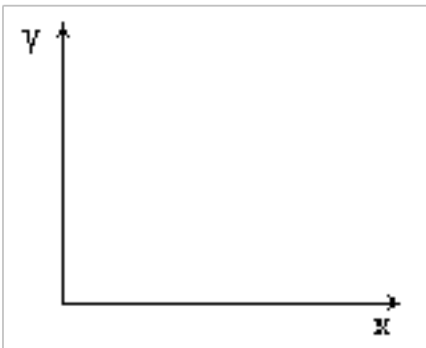
$x=0.50$

进行计算并画出第三问的图象：



例题 4 1, 3-丁二烯和氢气的混合气体 5L，在催化剂作用下，经充分反应后得到的气体体积为 VL（所有体积均在同温、同压下测定）。

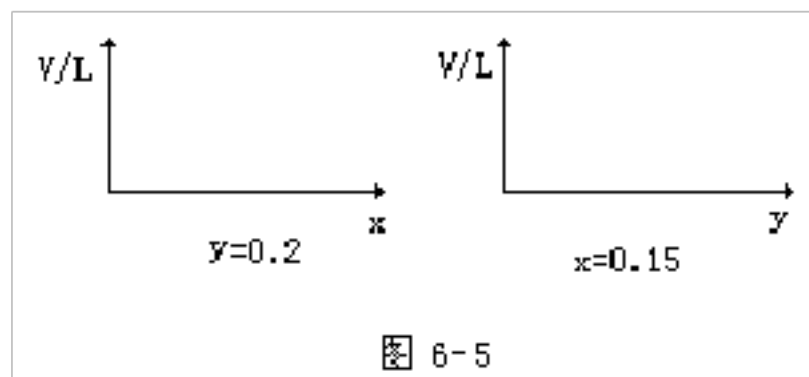
（1）若氢气的体积为 1L，计算反应后的体积 V。



（2）若氢气在混合气体中的体积比值为 x，计算 x 为不同值时反应后的体积 V（以 x 表示）。

(3) 在右图上画出 V 随 x 变化的曲线。

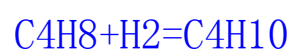
(4) 在上述混合气体中若混有丙炔，总体积仍为 5L，其中氢气及丙炔在混合气体中的体积比值分别为 x 和 y。(i) 在下面左图上画出当 y=0.2 时，V 随 x 变化的曲线；(ii) 在下面右图上画出当 x=0.15 时，V 随 y 变化的曲线。



【提问】请同学们将此题仔细地阅读一下，然后将该题所涉及的化学方程式写出来，并说明反应物的量的变化对产物有何影响？（注明：1，3-丁二烯可用分子式表示）



①



②



③

当 $V(\text{C}_4\text{H}_6) / V(\text{H}_2) \geq 1$ 时，仅按反应①进行；

当 $V(\text{C}_4\text{H}_6) / V(\text{H}_2) \leq \frac{1}{2}$ 时，可以认为按反应③进行；

当 $\frac{1}{2} < V(\text{C}_4\text{H}_6) / V(\text{H}_2) < 1$ 时，部分按反应①进行，部分按反应③进行。

【提问】同学们分析得非常好，接着再请同学们通过讨论分析上述三个反应式的前后关系，说出反应后体积与反应物的量有什么关系？

讨论、分析、回答：

当 $V(\text{C}_4\text{H}_6) / V(\text{H}_2) \geq \frac{1}{2}$ 时，无论发生①或③反应，得到的

产物是 C_4H_8 还是 C_4H_{10} 或它们的混合物，由于氢气全部被消耗，剩余气体的体积等于反应物 C_4H_6 的体积。

当 $V(C_4H_6) / V(H_2) < \frac{1}{2}$ 时, 由于氢气过量, 剩余气体为 C_4H_{10}

和 H_2 的混合气, 气体体积为 C_4H_6 的体积和剩余 H_2 的体积。

【提问】 同学们已经将此题分析得非常彻底了, 下面我们便一起来完成问题的 (1)、(2)、(3) 部分。

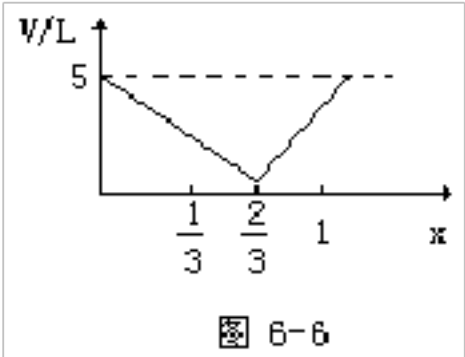
(1) $V(H_2) = 1L$, 按反应①进行, 反应后的体积 $V = V(C_4H_6) = 5L - 1L = 4L$ 。

(2) 当 $x \leq \frac{2}{3}$, $V = V(C_4H_6) = 5(1-x)L$ 。

当 $x > \frac{2}{3}$, $V = V(C_4H_6) + V(H_2)_{余}$

$= 5(1-x) + 5x - 2 \times 5(1-x) = 10x - 5$ 。

(3)



【提问】 前三问我们已成功完成了, 我们一起来看看第 (4) 问, 当混合气中含有丙炔时, 对于原来的反应关系有何影响? 该如何更好地解决这一问?

丙炔与丁二烯跟氢气反应的关系不变, 应该将丙炔和丁二烯合在一起解决。

【提问】 当丙炔的含量为 y 时, 氢气的含量有何变化?

回答: $0 < x < 1-y$

【提问】 我们再一起来分析一下, 当 $x=0.15$ 时, 丙炔和丁二烯总含量为 0.85, 此时反应后气体体积应该是多少?

$x=0.15 < \frac{2}{3}$, 不管发生什么反应, H_2 都是不足量, 气体体积为

反应前的 C_4H_6 和 C_3H_4 体积之和, 为 $5L \times 0.85 = 4.25L$ 。

【解答】 我们已经分析清楚了, 下面我们一起来完成下列的两图:

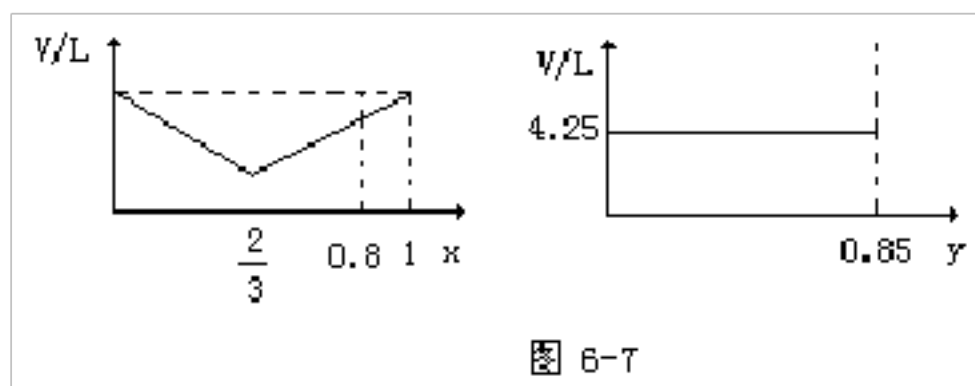


图 6-7

例题 5 现有 AlCl_3 和 FeCl_3 混合溶液，其中 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 的物质的量之和为 0.1mol ，在此溶液加入 $90\text{mL} 4\text{mol/L}$ 的 NaOH 溶液，使其充分反应，设 Al^{3+} 物质的量与总物质的量的比值为 x 。

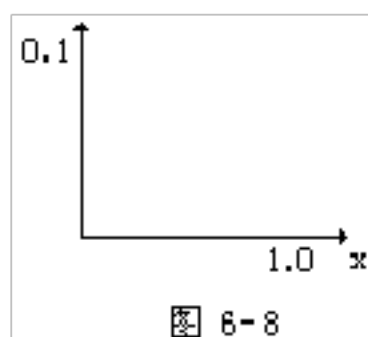


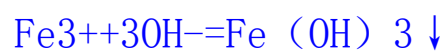
图 6-8

(1) 根据反应的化学方程式计算 $x=0.4$ 时，溶液中产生的沉淀是什么？物质的量是多少？

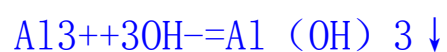
(2) 计算沉淀中只有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的 x 取值范围。并在图中画出沉淀总量 (mol) 随 x ($0\sim 1$) 变化的曲线。

(3) 若 Al^{3+} 和 Fe^{3+} 的物质的量之和为 $A\text{mol}$ (A 为合理数值)，其它条件不变时，求沉淀中同时有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的 x 取值范围和各沉淀的物质的量 (用含有 A 、 x 的式子表示)。

【提问】 同学们与我一起做完了以上几道题，下面我们一起来分析这道题。首先，先分析在该题中可能发生反应的离子方程式，并分析反应物的量对反应的影响？



①



②



③

OH^- 适量时， Al^{3+} 、 Fe^{3+} 会成为沉淀，当 OH^- 过量时， $\text{Al}(\text{OH})_3$ 会溶解，生成 AlO_2^- 。

【提问】 题中所给的 OH^- 的物质的量是多少？

$$n(\text{OH}^-) = 0.09\text{L} \times 4\text{mol/L} = 0.36\text{mol}$$

【提问】那就是说，OH⁻对于两种离子生成沉淀是过量的，肯定可以使Al(OH)₃溶解一些或全部，那么剩余OH⁻能使多少Al(OH)₃溶解？

计算后回答：0.06mol

【提问】当x=0.4时，溶液中的沉淀是什么呢？物质的量又是多少？

讨论、回答：发生①、②两反应共耗OH⁻0.30mol，生成Al(OH)₃的物质的量为0.04mol，而剩余OH⁻0.06mol，此时Al(OH)₃完全溶解。因此，沉淀为Fe(OH)₃，物质的量为0.06mol。

【提问】很好，我们再分析一下，当沉淀只有Fe(OH)₃时x的取值？

溶液中无Al(OH)₃，耗OH⁻0.1×4x，有：

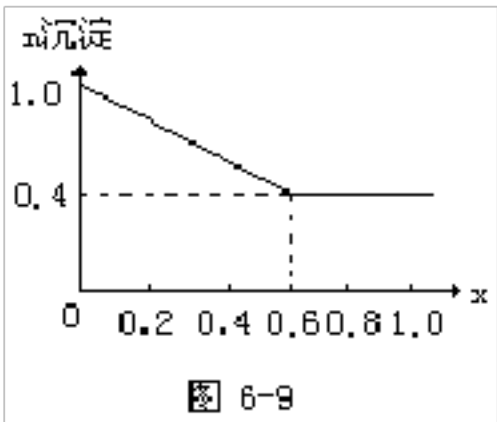
$3 \times 0.1(1-x) + 0.4x = 0.36$ ，得x=0.6，所以当0<x≤0.6时，沉淀只有Fe(OH)₃。

【提问】我们还要画出x在(0，1)之间沉淀的物质的量，所以下面进一步分析x在取不同范围时沉淀的物质的量？

当x∈(0，0.6)时，y=0.1(1-x)

当x∈(0.6，1)时，①、②共生成沉淀0.1mol，剩余0.06molOH⁻，可使0.06molAl(OH)₃溶解，此时沉淀的物质的量为：y=0.1-0.06=0.04(mol)。

【提问】请同学们依据上述的两个关系式画出沉淀的物质的量随x的变化曲线？



【提问】第三问实际是将数据问题字母化，解决时，应该同第二问是一样的，我们应该首先找出x在哪一点恰好使生成Al(OH)₃完全溶解？

回答： $3A(1-x) + 4Ax = 0.36$

得 $x = 0.36/A - 3$

所以，当 $0.36/A - 3 < x < 1$ 时，出现两种沉淀。

Fe(OH)₃的物质的量为： $A(1-x)$ mol

Al(OH)₃的物质的量为：

$$[Ax - (0.36/A - 3)] \text{ mol}$$

$$=[A(x+3) - 0.36] \text{ mol}$$

【小结】通过一些试题的分析，使我们在解决化学综合计算题时有了方法、思路。在解决任何一道化学题时，必须首先仔细地阅读试题、认真地审题，在此基础上我们再投入解题的过程，只有这样，我们解题才会得心应手。

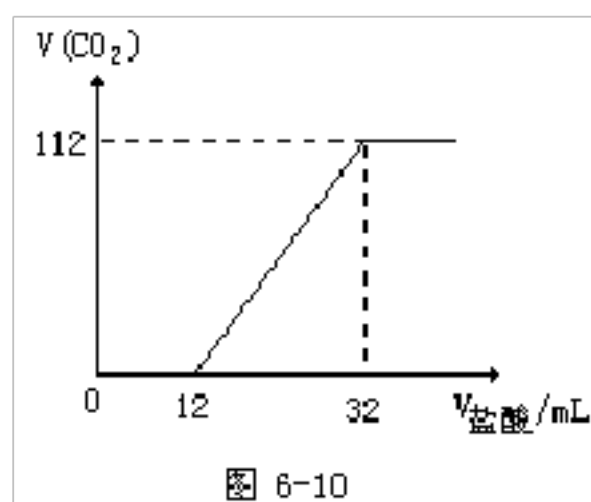
精选题

1. 今有碱金属两种碳酸盐和碱土金属的一种不溶性碳酸盐组成的混合物。取其 7.560g 与过量盐酸反应，放出 CO_2 体积为 1.344L（标准状况），另取等质量的原混合物加水搅拌，可滤出不溶性盐 1.420g。

（1）取过滤后的 1/10 体积，向其中缓慢滴加浓度为 0.2500mol/L 盐酸，并同时记录放出 CO_2 体积（标准状况）和消耗盐酸的体积，得到如下图所示曲线。试计算确定这两种碱金属碳酸盐的化学式。

（2）将滤出的不溶性盐（1.420 g）投入到浓度为 2.500mol/L 盐酸中，当完全反应时，耗去盐酸 16.00mL。试计算确定原不溶性碳酸盐的化学式。

2. 写出 H_2S 燃烧的化学方程式。1.0L H_2S 气体和 aL 空气混合点燃，若反应前后气体的温度和压强相等（20℃，101.3kPa）。试讨论当 a 的取值范围不同时，燃烧后气体的总体积 V（用含 a 的表达式。假定空气中 N_2 和 O_2 的体积比为 4：1，其它成分可忽略。）



3. 将 amol H_2S 和 1mol O_2 置于一个容积内进行反应。维持容器内气体的压强不变（101kPa），在 120℃ 下测得反应前后容器内气体的密度分别为 ρ_1 和 ρ_2 ，若 a 的取值范围不同，则 H_2S 的氧化产物可能有三种情况：

（1）全部是 SO_2 时，此时 a 的取值范围是_____。

（2）全部是 S 时，此时 a 的取值范围是_____。并且 ρ_1 _____ ρ_2 （填小于、大于或等于）。

(3) 部分是 SO_2 ，部分是 S 时，此时 a 的取值范围是_____；反应所生成 SO_2 的物质的量为_____mol；容器内气体的物质的量之和为_____mol（以含 a 的代数式表示）。

4. 取 3.40g 只含羟基，不含其它官能团的饱和多元醇，置于 5.00L 氧气中，经点燃醇完全燃烧。反应后气体体积减少 0.56 L。将气体经 CaO 吸收，体积又减少 2.80L（所有体积均在标准状况下测定）。

(1) 3.40g 醇中 C、H、O 的物质的量分别为：C_____mol、H_____mol、O_____mol；该醇中 C、H、O 的原子个数之比为_____。

(2) 由以上比值能否确定该醇的分子式？其原因是_____。

(3) 如果将该多元醇的任意一个羟基换成一个卤原子，所得到的卤代物都只有一种，试写出该饱和多元醇的结构简式_____。

5. 石油及其分馏产物在供氧不足时燃烧，常常产生 CO ，这也是常见的大气污染物之一。将某气态烃在 5 倍体积的纯氧中燃烧，产物通过足量 Na_2O_2 并在电火花连续作用下充分反应，生成的气体体积缩小到燃烧后产物体积的 $\frac{3}{8}$ （气体体积都在 100°C 以上，101kPa 时测定）。

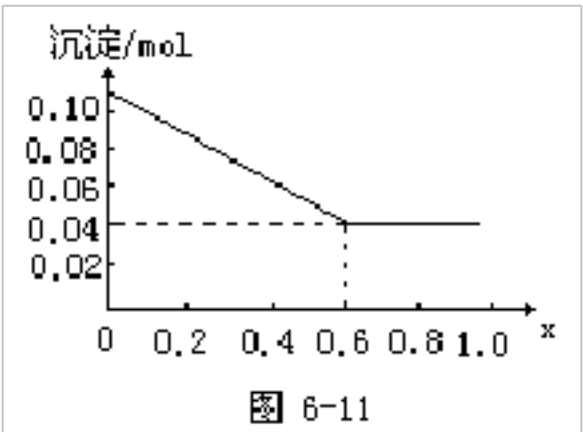
(1) 试写出通式为 C_xH_y 的某烃在供氧不足时燃烧的化学方程式(CO_2 的系数设定为 m)。

(2) 若 1mol 某气态烃在供氧不足时燃烧，产物在 Na_2O_2 和电火花连续作用下产生 3mol 氧气，且固体 Na_2O_2 增重范围为 $90\text{g} \leq \Delta W \leq 118\text{g}$ ，求烃可能的分子式和燃烧产物 CO 与 CO_2 的物质的量之比，将结果填入下表。

烃的分子式	$n(\text{CO})/n(\text{CO}_2)$

答 案

1. (1) 7.5 g 混合物中 $n(\text{碳酸盐}) = 1.344/22.4 \text{ mol} = 0.06\text{mol}$



按上图分析碱金属碳酸盐中：

$$n(\text{CO}_3^{2-}) = 0.25 \times 0.012 \times 10 = 0.03 \text{ (mol)}$$

$$n(\text{HCO}_3^-) = (10 \times 112 / 1000) / 22.4 - 0.03 = 0.02 \text{ (mol)}$$

设碱金属两种盐中碱金属的相对原子质量为 x 和 y ，则：

$$(2x+60) \times 0.03 + (y+61) \times 0.02 = 7.56 - 1.42, \text{ 得: } 3x+y=156;$$

经讨论得出 $x=y=39$ 符合题意，因此两碱金属碳酸盐为： K_2CO_3 (0.03 mol)、 KHCO_3 (0.02 mol)

(2) 碱土金属碳酸盐的物质的量为：

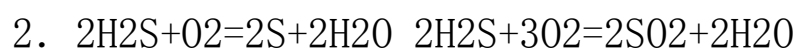
$$n = n(\text{碳酸盐}) - n(\text{K}_2\text{CO}_3) - n(\text{KHCO}_3) = 0.01 \text{ mol}$$

$$\text{该碳酸盐的摩尔质量: } 1.42 / 0.01 = 142 \text{ (g/mol)}$$

$$0.01 \text{ mol 碱土金属盐多消耗盐酸: } 2.5 \times 16 / 100 = 0.04 \text{ (mol)}$$

$$\text{所以该盐为碱式盐, 设为 } Z_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \text{ 有: } 2Z + 17 \times 2 + 60 = 142 \text{ 得 } Z=24 \text{ (Mg)}$$

$$\text{所以碱土金属碳酸盐为: } \text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$$



$$\text{若 } a \leq 2.5 \text{ L } V = 1 + a - \frac{3}{5}a = 1 + \frac{2}{5}a \text{ (L)}$$

$$\text{若 } a \leq 2.5 \text{ L } V = 1 + a - 1.5 = a - 0.5 \text{ (L)}$$

$$3. \quad (1) a \leq \frac{2}{3} \quad (2) a \geq 2, \text{ 大于 } (3) \frac{2}{3} < a < 2, 1 - \frac{1}{2}a, 1 + \frac{1}{2}a$$

提示：问（1）按反应 $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 计算；问（2）按反应 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 计算，由于产物水的相对分子质量小于两反应物的相对分子质量，硫是固体；问（3）介于（1）和（2）之间，按照两个化学方程式关系列出关系式计算。

$$4. \quad (1) 0.125 \quad 0.300 \quad 0.100 \quad 5:12:4$$

（2）可以；因为该结构简式中H原子个数对应C原子已经饱和，所以最简式即分子式 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_4$ 。

$$(3) \text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_4$$

提示： $n(C) = n(CO_2) = 2.80 / 22.4 = 0.125 \text{ (mol)}$

$m(CO_2) = 0.125 \times 44 = 5.5 \text{ (g)}$

$V(O_2)_{\text{余}} = 5 - 0.56 - 2.80 = 1.64 \text{ (L)}$

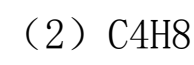
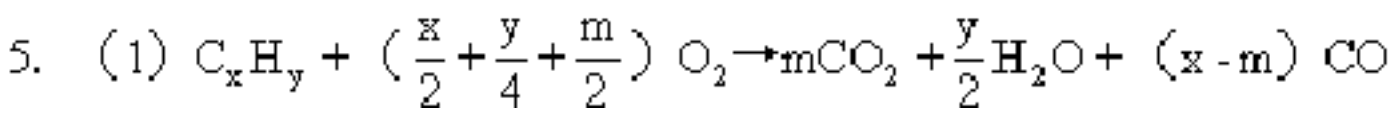
$n(O_2)_{\text{耗}} = (5 - 1.64) / 22.4 = 0.15 \text{ (mol)}$ $m(O_2)_{\text{耗}} = 4.8 \text{ (g)}$

根据质量守恒定律： $m(\text{醇}) + m(O_2)_{\text{耗}} = m(CO_2) + m(H_2O)$ 求得：

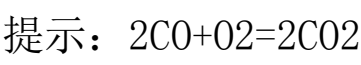
$m(H_2O) = 3.40 + 4.8 - 5.5 = 2.7 \text{ (g)}$

$$n(H) = \frac{2.7}{18} \times 2 = 0.3 \text{ (mol)}$$

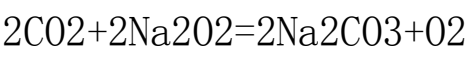
所以： $n(O) = (3.40 - 12 \times 0.125 - 0.3 \times 1) / 16 = 0.100 \text{ (mol)}$



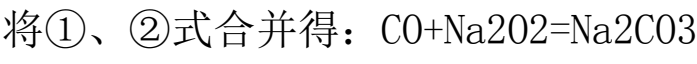
烃的分子式	$n(CO) / n(CO_2)$
C_3H_8	0.5
C_4H_6	1



①



②



③

由此可以确定燃烧产物的去路： CO 完全被吸收。 CO_2 和 H_2O 生成 O_2 ，

$$(1) \text{ 当 } m=2 \text{ 时, 有: } \frac{\frac{1}{2} \times \left(2 + \frac{y}{4}\right)}{2 + \frac{y}{2} + (x-2)} = \frac{3}{8} \quad \text{①}$$

$$\frac{x}{2} + \frac{y}{4} + 1 = 5 \quad \text{②}$$

解得 $x=4$ $y=8$

(2) 1mol CO_2 使过氧化钠增重 28g , $1\text{mol H}_2\text{O}$ 使过氧化钠增重 2g , CO 完全被过氧化钠吸收, 所以依据原有关系, 列出关系式:

$$\frac{y}{4} + \frac{m}{2} = 3 \quad \text{①}$$

$$90 \leq 2 \times \frac{y}{2} + 28 \times m + (x-m) \times 28 \leq 118 \quad \text{②}$$

33. 化学综合计算题中的能力测试

教学目标

知识技能: 通过对一些典型例题的分析解答, 强化化学基础知识与技能在化学计算中的应用, 以及化学基本计算在综合计算中的应用。

能力培养: 培养学生处理和挖掘题示信息的能力; 将化学问题抽象成为数学问题, 并利用数学工具解决化学问题的能力; 分析、推理和判断的逻辑思维能力。

科学思想: 化学综合计算是化学基本计算的发展, 立足基础, 重视综合, 联系生产生活实际, 注重融会贯通。

科学品质: 培养学生的灵活性、严密性、整体性和创造性等优秀的思维能力品质。

科学方法: 采用逻辑思维和形象思维; 发散思维和收敛思维; 集中思维, 创造思维等多种的思维方式, 优化学生的思维方法。

重点、难点 抓住关键题示, 找准突破口形成解题思路; 培养学生思维的灵活性、严密性, 力争思维求异, 解法求优。

教学过程设计

教师活动

【引入】今天我们进行化学综合计算题的复习，化学综合计算就是《考试说明》中所列化学计算的最后一项，其重点是测试能力。

化学综合计算题涉及的内容繁多，形式千差万别，解法很多。但不管哪种解法，首先要经过认真审题、科学析题、仔细解题这几个环节。抓住解题的突破口，形成解题思路，采用较好的方法进行解题。

【讲述】解化学综合计算题的思想：

- ①联系生产生活，结合实际；
- ②立足基础，重视综合；
- ③依据“守恒、平衡、结构”等理论；
- ④应用“摩尔、差量、平均值”等概念；
- ⑤分析判断，计算组成；
- ⑥注意各科之间的联系，融会贯通；
- ⑦思维求异，解法求优。

学生活动

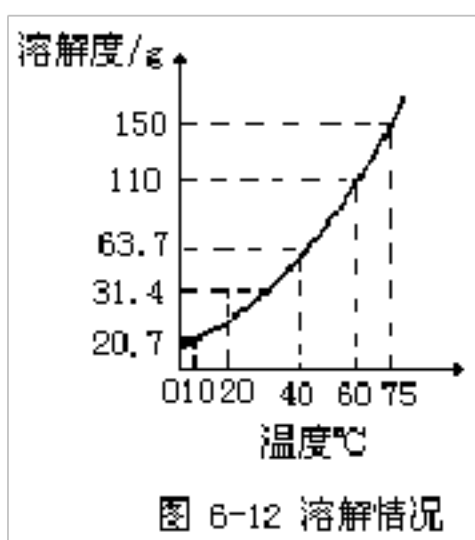
领会《考试说明》的要求：化学综合计算是化学基本概念和基本理论、元素及其化合物、有机化学基础、化学实验等知识内容，与计算因素的各类问题的综合应用。

聆听，思考，理解解答化学综合计算题的思路和方法。

在重视学科特点和学科思想的基础上，抓住关键题示，找准突破口，形成解题的思路。

化学综合计算的解题，没有一成不变的方法模式，关键是在理解题意的前提下，建立一定的基本思维模式。

【投影】例 1 某固态混合物中含有 mgKNO_3 和若干克不溶于水的杂质，将此混合物加入 ng 水中，在 10°C ， 40°C ， 75°C 时观察充分溶解后的结果如附表和图 6-12 所示。



附表 不同温度时未溶固体的量			
温度	10 ℃	40 ℃	75 ℃
未溶固体质量	261g	175g	82g

- 求：（1）m，n 的值是多少？
- （2）75℃溶液是否饱和？
- （3）若要在 ng 水中恰好溶解 mgKNO₃ 即饱和，则温度应控制在多少度？

【组织讨论】题目所给数据暗示了什么？如何判断在不同温度时，溶液的饱和程度？

分析解题思路并求解。

【讲述】此题综合考查有关物质溶解度的计算。涉及饱和溶液、不饱和溶液、溶解度等基本概念，以及温度与溶解度的关系。重点测试运用化学基础知识与技能的能力，以及分析能力和思维能力。

读题，思考，分析题给数据的关系。

对题目所给数据展开讨论。解题思路是：

从题给数据发现，随温度的逐渐升高，剩余物质的质量不断减少，因此在10℃和 40℃时，溶液为饱和溶液，75℃时溶液是否饱和，只从实验数据还无法确定。

- （1）利用饱和溶液的特征，可以求溶剂的质量n 值。
- （2）m 为已溶解的 KNO₃ 和未溶解的 KNO₃ 的质量之和。
- （3）求出 ng 水恰好溶解 m gKNO₃ 时饱和溶液的溶解度，查溶解度表，即可判断温度。

回答：随温度的升高，剩余物质的质量不断减少，因此在10℃和 40℃时，溶液为饱和溶液。

利用饱和溶液的溶解度可以进行计算

$$(1) \frac{S_{40^{\circ}\text{C}} - S_{10^{\circ}\text{C}}}{100\text{g}} = \frac{261\text{g} - 175\text{g}}{n\text{g}}$$

$$\frac{63.7\text{g} - 20.7\text{g}}{100\text{g}} = \frac{261\text{g} - 175\text{g}}{n\text{g}}$$

解得 $n=200$ (g)

(2) 假设在 75°C 时，溶液饱和。

设：未溶固体与不溶固体共为 x 。

$$\frac{175\text{g} - x\text{g}}{200\text{g}} = \frac{S_{75^{\circ}\text{C}} - S_{40^{\circ}\text{C}}}{100\text{g}}$$

$$\frac{175\text{g} - x\text{g}}{200\text{g}} = \frac{150\text{g} - 63.7\text{g}}{100\text{g}}$$

解得 $x=2.4\text{g}$

从已知可知 x 应当为 82g ，显然假设错误，说明在 75°C 时，溶液为不饱和溶液， 82g 为不溶性固体。

10°C 最多能溶解 KN03 的质量为：

$$20.7\text{g} \times \frac{200\text{g}}{100\text{g}} = 41.4\text{g}$$

$$m=261\text{g}+41.4\text{g}-82\text{g}=220.4\text{g}$$

$$\text{或 } m=175\text{g}+63.7\text{g} \times 200\text{g}/100\text{g}-82\text{g}$$

$$=220.4\text{g}$$

(3) 要使 $n\text{g}$ 水中恰好溶解 $m\text{gKN03}$ 即饱和。

$$\frac{S_{t^{\circ}\text{C}}}{100\text{g}} = \frac{220.4\text{g}}{200\text{g}}$$

解得 $S_{t^{\circ}\text{C}}=110.2$ (g)

根据溶解度表可知： $t=60^{\circ}\text{C}$

【投影】例2 在标准状况下进行甲、乙、丙三组实验：各取 30mL 同浓度的盐酸溶液，加入不同质量的同一种镁铝合金粉末，产生气体，有关数据记录如下：

实验序号	甲	乙	丙
合金质量（g）	0.255	0.385	0.459
生成气体体积（mL）	280	336	336

试回答：

（1）甲组实验中盐酸_____，乙组实验中盐酸_____（均填“过量”、“适量”或“不足量”）。

（2）要推导出盐酸的物质的量浓度，所提供的数据中作计算依据的是_____，计算出盐酸的物质的量浓度为_____mol/L。

（3）要求出合金中镁、铝的物质的量之比，可作计算依据的数据是_____，镁、铝的物质的量之比为_____。

（4）在丙组实验之后，向容器中加入一定体积 1mol/L 的苛性钠溶液，可恰好使铝元素全部以偏铝酸根形式存在，并使镁离子刚好沉淀完全，则溶液中偏铝酸钠的物质的量为_____mol，氯化钠的物质的量为_____mol，所加苛性钠溶液的体积为_____mol。

【组织讨论】分析解题思路并求解。

【讲述】本题源于基本的化学计算，通过镁铝与盐酸的反应，考查利用化学反应方程式的计算，尤其是过量计算的判断，利用多组数据的相互联系，寻找解题的突破口。注重考查应用各方面知识，进行分析、推理和判断的能力。

阅读题目、领会题意。

讨论。同学中产生两种不同观点，请两位代表发言。A 同学：甲、乙两组实验中盐酸过量，丙组实验中盐酸不足。B 同学：同意 A 同学对甲、丙两组结论的判断，但乙组实验中盐酸是不足的。

进一步讨论，根据甲、乙、丙三组实验的数据记录，在盐酸的物质的量相同的情况下，乙组产生的气体和消耗的合金都比甲多，说明甲组中盐酸过量；乙和丙产生的气体体积相同，但加入合金的质量丙大于乙，说明丙组中盐酸不足。乙组的情况必须通过计算，才能判断出盐酸是不足。

（1）分析甲、乙、丙三组实验的数据记录：加入合金的质量： $m(\text{甲}) < m(\text{乙}) < m(\text{丙})$ ，生成气体的体积： $V(\text{甲}) < V(\text{乙}) = V(\text{丙})$ ，由于盐酸的体积相同、浓度相同，因此，丙组实验中盐酸不足，甲组实验中盐酸过量。比较甲、乙两组数据：

$$m(\text{甲}) : m(\text{乙}) = 1 : 1.5$$

$$V(\text{甲}) : V(\text{乙}) = 1 : 1.2$$

则 乙组实验中盐酸是不足的。

(2) 要推导盐酸的物质的量浓度，应知道盐酸的体积和HCl 的物质的量。现已知盐酸的体积，HCl 的物质的量可以通过乙或丙组实验产生H₂ 的物质的量进行计算。

则：所提供的数据为：30 mL（盐酸的体积）和 336mL（H₂ 的体积）。 $c\text{mol/L} \times 0.03\text{L} = (0.336\text{L} \div 22.4\text{L/mol}) \times 2c = 1\text{mol/L}$

(3) 甲组实验中，镁、铝合金完全参加反应，依据合金的质量（0.255 g）和产生H₂（280mL）的体积，可以计算合金中镁、铝的物质的量。

设：合金中镁、铝的物质的量分别为 x、y。

$$\begin{cases} x + 3/2y = 0.28 \div 22.4 \\ 24x + 27y = 0.255 \end{cases} \quad \begin{cases} x = 0.005 \text{ mol} \\ y = 0.005 \text{ mol} \end{cases}$$

则：镁、铝的物质的量之比为 1 : 1。

(4) 在丙实验之后，向容器中加入一定体积的苛性钠溶液，恰好使铝元素全部以偏铝酸根形式存在，使镁离子刚好沉淀完全，此时溶液中的溶质为NaAlO₂ 和 NaCl。

则 $n(\text{NaAlO}_2) = n(\text{Al})$

$$= 0.459 \text{ g} \div (24+27) \text{ g/mol} = 0.009 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaCl}) = n(\text{HCl}) = 1\text{mol/L} \times 0.03 \text{ L}$$

$$= 0.03 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{NaAlO}_2) + n(\text{NaCl})$$

$$= 0.009 \text{ mol} + 0.03 \text{ mol} = 0.039 \text{ mol}$$

$$V(\text{NaOH}) = 0.039 \text{ mol} \div 1\text{mol/L} = 0.039 \text{ L}$$

即 $V(\text{NaOH}) = 39 \text{ mL}$ 。

【评价】大家的讨论非常激烈，B 同学的判断正确，找到了解题的突破口。

【投影】例 3 将 8.8gFeS 固体置于 200mL2.0mol/L 的盐酸中，以制备 H₂S 气体。反应完全后，若溶液中 H₂S 的浓度为 0.10mol/L，假定溶液体积不变，试计算：

(1) 收集到的 H₂S 气体的体积（标准状况）；

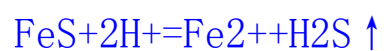
(2) 溶液中 Fe^{2+} 和 H^{+} 的物质的量浓度。

【讲解】此题是常规计算题，要求计算时概念清楚，思维严密。考查了计算能力和解计算题的精确性、严密性。

【组织讨论】分析解题思路并求解。

认真分析题意，积极思考，展开讨论。

书写化学方程式：



由于发生反应的两种反应物 FeS 和盐酸的量已经给出，求 H_2S 气体的体积时，必须考虑过量计算。在制备 H_2S 气体时，有少量的 H_2S 溶解在反应液中，因此，实际收集到的 H_2S 并不是从反应方程式得到的计算量。题目中告诉了 H_2S 的浓度，就提示了这一点；由于氢硫酸是很弱的酸，在强酸（本题中盐酸过量）中，由 H_2S 电离出的 $[\text{H}^{+}]$ 可以忽略不计。

判断盐酸为过量，应以 FeS 的物质的量为基准计算。

$$n(\text{FeS}) = 8.8\text{g} \div 88\text{ g/mol} = 0.10\text{ mol}$$

(1) 共生成 H_2S 为 0.10mol 。在溶液中溶解的 H_2S 物质的量为：

$$0.20\text{L} \times 0.10\text{ mol/L} = 0.02\text{mol}, \text{ 所以收集到 } \text{H}_2\text{S} \text{ 气体的物质的量为:}$$

$$0.10\text{ mol} - 0.02\text{ mol} = 0.08\text{mol} \text{ 收集到 } \text{H}_2\text{S} \text{ 气体的体积（标准状况）为:}$$

$$0.08\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 1.8\text{L}$$

(2) 生成 Fe^{2+} 为 0.10mol ，其浓度为：

$$0.10\text{mol} \div 0.20\text{L} = 0.50\text{mol/L}$$

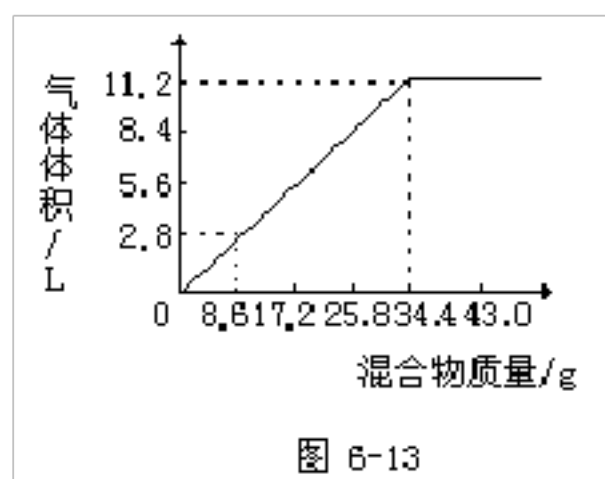
$$\text{消耗掉 } \text{H}^{+} 0.20\text{mol}, \text{ 反应前 } \text{H}^{+} \text{ 的物质的量为: } 2.0\text{mol/L} \times 0.20\text{L} = 0.40\text{mol}$$

则：溶液中 H^{+} 的物质的量浓度为：

$$(0.40\text{ mol} - 0.20\text{mol}) \div 0.20\text{L} = 1.0\text{mol/L}$$

【投影】例 4 在 100mL NaOH 溶液中加入 NH_4NO_3 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的固体混合物，加热充分反应，如图 6-13 表示加入的混合物质量与产生的气体体积（标准状况）的关系。

试计算：



(1) NaOH 溶液的物质的量浓度。

(2) 当 NaOH 溶液的体积为 140mL，固体混合物的质量是 51.6g 时，充分反应后，生成气体的体积（标准状况）为_____L。

(3) 当 NaOH 溶液的体积为 180mL，固体混合物的质量仍为 51.6g 时，充分反应后，生成气体的体积（标准状况）为_____L。

【组织讨论】题给图形隐含了哪些信息？请认真分析题给图形、坐标、数据所反映的情况。

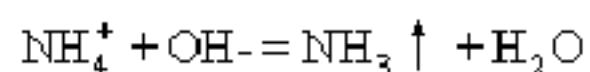
分析解题思路并求解。

读题、审题。同桌之间商量、讨论。

(1) 小题要求根据图上的曲线，找出两种作用的物质恰好完全反应时的量的关系，并依此进行计算，求出其中一种作用物的浓度。第 (2)、(3) 小题是在第 (1) 小题的基础上，判断不同题设条件的过量计算。

回答：由图中折线所对应的纵、横坐标可知，对于 100mLNaOH 溶液而言，随着铵盐加入量的增加，放出的 NH₃ 的体积也增大；但是，当铵盐的加入量超过 34. g 以后，NH₃ 的体积不再变化，说明 100mLNaOH 溶液跟 34.4g 铵盐恰好完全反应。

(1) 根据化学方程式：



$$\begin{aligned} n(\text{NaOH}) &= n(\text{NH}_3) = \frac{11.2\text{L}}{22.4\text{L}} \text{mol} \\ &= 0.500 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{0.500\text{mol}}{0.100\text{L}} = 5.00\text{mol/L}$$

要计算第（2）和（3）小题中产生的 NH₃ 的体积，首先应判断两种作用物中哪一种试剂为过量。

设：跟 51.6g 固体反应时需要的 NaOH 溶液的体积为 V₁

$$V_1 = 100 \text{ mL} \times \frac{51.6\text{g}}{34.4\text{g}} = 150\text{mL}$$

（2）通过以上计算得知，140mLNaOH 溶液对于 51.6g 铵盐固体是不足量的。计算 NH₃ 的体积应依 NaOH 为准。生成 NH₃ 的体积为：

$$11.2\text{L} \times \frac{140\text{mL}}{115\text{mL}} = 15.68\text{L}$$

（3）判断可知，180mLNaOH 溶液对于 51.6g 铵盐固体是过量的，即 51.6g 固体混合物是不足量的。所以，计算 NH₃ 的体积应依铵盐混合物为准。生成 NH₃ 的体积为：

$$11.2\text{L} \times \frac{51.6\text{g}}{34.4\text{g}} = 16.8\text{L}$$

【讲解】此题通过对图示法给出信息的理解，挖掘题示信息，并从中选择必需的信息，避开干扰因素，寻找解题的捷径。考查了对图示法给出信息的理解和接受能力，以及灵活组合、运用基础知识的能力。

【投影】例 5 计算以下两小题时，除必须应用所有给出的数据外，还各缺少一个数据，指出该数据的名称（分别以 a 和 b 表示），并列出计算式。

（1）在温度为 t℃和压力为 pPa 的情况下，19.5gA 与 11.0gB 恰好完全反应，生成固体 C 和 3.00L 的 D 气体，计算生成 C 的质量 m。

缺少的数据是_____；

计算式为 m=_____。

（2）0.48g 金属镁与 10mL 盐酸反应，计算生成的 H₂ 在标准状况下的体积 V（H₂）。

缺少的数据是_____；

计算式为=_____。

【组织讨论】分析解题思路并求解。

认真读题，审题。

讨论，通过仔细分析题给数据，寻找到解题的突破口。

(1) 题目已给出反应物 A 和 B 的质量以及生成物 D 的体积，若要求生成物 C 的质量，只有运用质量守恒定律才有可能求出 C 的质量。将气体 D 的体积换算为质量时必须知道其密度。

缺少的数据为气体 D 的密度 $a\text{g/L}$ 。

$$m(\text{C}) = 19.5\text{g} + 11.0\text{g} - a\text{g/L} \times 3.00\text{L}$$

$$= (30.5 - 3.00a)\text{g}$$

(2) 现在知道盐酸的体积而不知 HCl 的物质的量或质量，自然无法判断出实际参加反应的 Mg 或 HCl，而将盐酸的体积转换为 HCl 的物质的量或质量时，还须补充盐酸的物质的量浓度 $b\text{mol/L}$ 。根据化学方程式：



若 Mg 和盐酸恰好反应，则：

$$b\text{mol/L} \times 0.01\text{L} = 2 \times (0.48\text{g} \div 24\text{g/mol})$$

$$b = 4.0\text{mol/L}$$

①当 $b < 4.0\text{mol/L}$ 时，盐酸不足。

$$V(\text{H}_2) = [(b\text{L/mol} \times 0.010\text{L}) \div 2] \times 22.4\text{L/mol}$$

$$= 0.112\text{ b L}$$

②当 $b > 4.0\text{mol/L}$ 时，盐酸过量。

$$V(\text{H}_2) = (0.48\text{g} \div 24\text{g/mol}) \times 22.4\text{L/mol}$$

$$= 0.448\text{ L}$$

【讲解】此题为缺数据计算题，由于解题条件并不充分，必须通过具体的反应，判断缺少数据的可能，然后根据不同情况进行计算。本题通过判断缺少数据的可能，考查思维的严密性和创造性。

【投影】例 6 (1) 已知某混合气体中 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_6 的体积分数依次为 80.0%、15.0%、5.00%，请计算 0.500mol 该混合气体的质量和标准状况下的密度 (g/L)。

(2) CH_4 在一定条件下催化氧化可以生成 C_2H_4 、 C_2H_6 (水和其它反应产物忽略不计)。取一定量 CH_4 经催化氧化后得到一种混合气体，它在标准状况下的密度为 0.78g/L 。已知反

应中 CH₄ 消耗了 20.0%，计算混合气体中 C₂H₄ 的体积分数（本题计算过程中请保留3 位有效数字）。

【组织讨论】分析解题思路并求解。

【讲解】此题通过计算有关混合气体的密度和反应后混合气的组成，考查了分析、综合、推理反应过程的逻辑思维能力和接受、理解提示信息及处理数据的能力。

本题若从反应前或反应后不同角度分析问题，可以采用多种途径进行解题。

认真听讲，积极思考，领会题目的涵义，展开讨论。

（1）此小题要求正确理解物质的量、摩尔质量、气体摩尔体积、质量、密度等概念化学的涵义，并灵活运用它们之间的关系，计算混合气体的质量和标准状况下的密度。

（2）CH₄ 在一定条件下催化氧化，生成 C₂H₄ 和 C₂H₆ 时，由于：2CH₄→C₂H₄，2CH₄→C₂H₆；即每 2molCH₄ 转变为 1molC₂H_y，故反应后混合气体的物质的量为反应前甲烷物质的量的 90%。利用 CH₄ 在转变为 C₂H₄、C₂H₆ 的过程中碳原子守恒，是解题之关键。讨论后具体解法如下：

（1）混合气体的质量为：

$$0.500 \times (16 \times 0.800 + 28 \times 0.150 + 30 \times 0.050) = 9.25\text{g}$$

$$\text{混合气体的密度} = \frac{9.25\text{g}}{22.4\text{L/mol} \times 0.500\text{mol}} = 0.826\text{g/L}$$

（2）解法一：设反应后混合气体为 1mol，其中 C₂H₄ 为 xmol，C₂H₆ 为 ymol，则还有 CH₄ 为 (1-x-y) mol。

$$\begin{cases} 28x + 30y + 16 \times (1-x-y) = 0.78 \times 22.4 & \text{①} \\ \frac{2(x+y)}{1-x-y} = \frac{20\%}{80\%} & \text{②} \end{cases}$$

$$\text{解得} \quad \begin{cases} x = 0.0418 \\ y = 0.0693 \end{cases}$$

$$\text{C}_2\text{H}_4 \text{ 体积分数} = (0.0418 \div 1) \times 100\%$$

$$= 4.18\%$$

解法二：因为 2CH₄→C₂H₄ 2CH₄→C₂H₆

由于消耗了 20% 的 CH_4 ，所以生成的 C_2H_y 是原 CH_4 体积的 10%，反应后，

CH_4 体积分数 $= 0.8 \div 0.9 = 88.89\%$

C_2H_y 体积分数 $= 1 - 88.89\% = 11.11\%$

设： C_2H_4 体积分数为 x ，则 C_2H_6 的体积分数为 $(0.1111 - x)$

$$16 \times 0.8889 + 28x + 30 \times (0.1111 - x) = 0.78 \times 22.4$$

解得 $x = 0.0417$

C_2H_4 的体积分数 $= 4.17\%$

解法三：设反应前 CH_4 为 1mol ，其中有 $x\text{mol}$ CH_4 转化成 C_2H_4 ，即生成 $x/2\text{mol}$ C_2H_4 和 $(0.200 - x)/2\text{mol}$ C_2H_6 ，则：

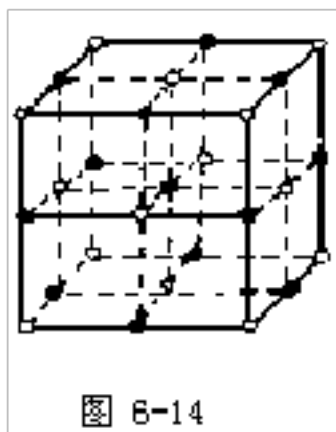
反应后混合气体的总物质的量 $= 0.800\text{ mol} + 0.200\text{ mol} \div 2 = 0.900\text{ mol}$

$$\frac{16 \times 0.800 + 28 \times x/2 + 30 \times (0.200 - x)/2}{0.900 \times 22.4} = 0.780\text{ (g/L)}$$

解得 $x = 0.075\text{ (mol)}$

$$\text{C}_2\text{H}_4 \text{ 的体积分数} = \frac{0.075 \div 2}{0.900} \times 100\% = 4.17\%$$

【投影】例 7 晶体具有规则的几何形状，晶体中最基本的重复单位称为晶胞。 NaCl 晶体结构如图 6-14 所示：



已知 Fe_xO 晶体晶胞结构为 NaCl 型， x 值应为 1，但由于晶体缺陷， x 值小于 1。测知 Fe_xO 晶体密度 $\rho = 5.71\text{g/cm}^3$ ，晶胞边长为 $4.28 \times 10^{-10}\text{m}$ （此题铁原子量为 55.9，氧原子量为 16）。试求：

(1) Fe_xO 中 x 值（精确至 0.01）为_____。

(2) 晶体中铁元素以 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 形式存在，在 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的总数中， Fe^{2+} 所占分数（用小数表示，精确至 0.001）为_____。

(3) 此晶体的化学式（用 $\text{Fe}_m\text{Fe}_n\text{O}$ 形式书写，m 与 n 用小数，并注明 Fe 的化合价）为_____。

(4) 与某个 Fe^{2+} （或 Fe^{3+} ）距离最近且等距的 O^{2-} 子所围成的空间几何形状为_____。

(5) 在晶体中，铁元素的离子间最短距离为_____m。

【展示】NaCl 晶体模型。

【提问】在 NaCl 的晶胞（或晶格）中含有多少个 NaCl 的离子对？

仔细审题，认真观察 NaCl 晶体模型。

一些同学绘画草图，分析 NaCl 晶体结构特点。一些同学情不自禁地展开争论，个别同学踊跃回答问题。

在 NaCl 晶胞中，属于每个晶胞的 Na^+ 为： $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$ （个）； Cl^- 为： $\frac{1}{4} \times 12 + 1 = 4$ （个）；即每个晶胞含有 4 个 NaCl 的离子对。

在 NaCl 晶格中（一个晶胞的 $\frac{1}{8}$ ）， Na^+ 和 Cl^- 均为： $\frac{1}{8} \times 4 = \frac{1}{2}$ （个）；即每个小立方体含有 $\frac{1}{2}$ 个 NaCl 的离子对。

(1) 根据 Fe_xO 的晶体密度、体积、摩尔质量、阿伏加德罗常数，求 x 值。

解①：（按一个晶胞考虑）

$$[(4.28 \times 10^{-8})^3 \times 5.71 \times 6.02 \times 10^{23}] \div 4 = 55.9x + 16$$

$$x = 0.92$$

解②：（按一个晶格考虑）

$$[(2.14 \times 10^{-8})^3 \times 5.71 \times 6.02 \times 10^{23}] \times 2 = 55.9x + 16$$

$$x = 0.92$$

(2) 解①设：在 Fe_xO 晶体中 Fe^{2+} 的数目为 m， Fe^{3+} 的数目为 n，

$$\begin{cases} m + n = 0.92 \\ 2m + 3n = 2 \end{cases} \quad \begin{cases} m = 0.76 \\ n = 0.16 \end{cases}$$

$$\text{Fe}^{2+}\text{所占分数为: } \frac{0.76}{0.76+0.16} = 0.826$$

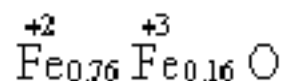
解②假设在 Fe_xO 晶体中, Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 分别以 FeO 和 Fe_2O_3 的组成存在, 其中 FeO 数目为 y , Fe_2O_3 的数目为 z 。则

$$\begin{cases} y + 2z = 0.92 \\ y + 3z = 1 \end{cases} \quad \begin{cases} y = 0.76 \\ z = 0.08 \end{cases}$$

Fe^{2+} 所占分数为:

$$\frac{0.76}{0.76 + 0.08 \times 2} = 0.826$$

(3) 依据 (2) 解①可知: 在 Fe_xO 晶体中 Fe^{2+} 的数目为 0.76, Fe^{3+} 的数目为 0.16, 则此晶体的化学式为:

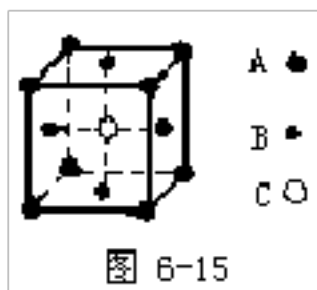


(4) 认真观察晶体的几何图形发现: 当某个 Fe^{2+} (或 Fe^{3+}) 位于立方体的中心时, 与之距离最近且等距离的 O^{2-} 离子位于立方体的 6 个面的面心, 所以围成的空间几何形状为正八面体。

(5) 在晶体中, 两个铁离子处于边长为 $2.14 \times 10^{-10} \text{m}$ 的正方形的对角线位置, 应用勾股定理求得铁元素的离子间最短距离为:

$$\sqrt{2} \times 2.14 \times 10^{-10} \text{m} = 3.03 \times 10^{-10} \text{m}$$

【讲述】如图 6-15, 某含有 A、B、C 三元素晶体的晶胞 (前后面心上的未画出), 处于顶点处的微粒为 8 个晶胞共有, 每个晶胞有 $1/8$ 个; 处于面心的微粒为 2 个晶胞共有, 每个晶胞有 $1/2$ 个; 处于体心的微粒, 则完全属于该晶胞。若棱边上也有, 则为 4 个晶胞共有, 每个晶胞有 $1/4$ 个。



【讲述】此题涉及的是晶体的空间构型, 正确认识晶体的几何外形, 分析晶体中各微粒在晶胞中所处的位置是解题的基础。本题将立体几何图形和化学分子模型联系起来, 将化学问题抽象为数学问题来解决, 达到了考查思维能力的较高层次。

【投影】例 8 现有一份 CuO 和 Cu₂O 的混合物，用 H₂ 还原法测定其中 CuO 的质量为 xg。实验中可以测定如下数据：W—混合物的质量（g）、W（H₂O）—生成水的质量（g）、W（Cu）—生成 Cu 的质量（g）、V（H₂）—消耗 H₂ 在标准状况下的体积（L）。

（已知摩尔质量：Cu—64g/mol、CuO—80g/mol、Cu₂O—144g/mol、H₂O—18g/mol）

（1）为了计算 x，至少需要测定上述四个数据中的____个，这几个数据中的组合有____种，请将这些组合一一填入下表格中。

说明：①选用 W、W（H₂O）、W（Cu）、V（H₂）表示，不用列出具体算式；②每个空格中填一种组合，有几种组合就填几种，不必填满。

（2）从上述组合中选写一个含 W 的求 x 的计算式：x=_____。

【组织讨论】分析解题思路并求解。

【讲述】此题选用熟悉的 H₂ 还原 CuO 的反应，考查从诸多测定的数据中确定至少需要多少个数据才能求得混合物的组成，而且还要判断这些数据有多少种组合，考查了利用数学工具解化学计算题的能力，以及思维的敏捷性和创造性。

认真阅读，倾听讲解。

分析题意，讨论 4 种数据的可能组合。

（1）题目提供有 4 个数据：W、W（H₂O）、W（Cu）、V（H₂）。为了求混合物中 CuO 的质量 x，如果只有一个上述数据，显然无法计算；如果有两个数据，通过列方程进行可求解。如：

已知 W 和 W（Cu），根据反应前后 Cu 的物质的量不变， $\frac{x}{80} + 2 \frac{(W-x)}{144} = \frac{W(Cu)}{64}$ 求解，得 x。

题给 4 种数据的两两组合并非都能求得 CuO 的质量，只有两个独立变量才能求解。

（2）选择含 W 的组合①、②、③，依据某元素反应前后物质的量守恒，列方程求解。

同学争先抢答：题目给出 4 个数据，共有 6 种组合形式，即①W 和 W（H₂O），②W 和 W（Cu），③W 和 V（H₂），④W（H₂O）和 W（Cu），⑤W（H₂O）和 V（H₂），⑥W（Cu）和 V（H₂）。

书写化学方程式，分析反应前后各物质之间的量的关系。



观察、分析以上两个化学方程式，可发现其中 H_2 与 H_2O 的物质的量之比为 1:1，不论 CuO 与 Cu_2O 按何种比例混合， $W(\text{H}_2\text{O})$ 和 $V(\text{H}_2)$ 之比均不变，说明 $W(\text{H}_2\text{O})$ 和 $V(\text{H}_2)$ 这两个量不是独立变量，不能由该组合计算 CuO 的含量，所以合理的组合共 5 种。

(1) 计算 CuO 的质量，需要 2 个独立的变量。合理的组合共 5 种。

(2) 从合理的 5 种组合中，选择含 W 的组合①、②、③，通过运用物质的量守恒，列方程求解。

①根据 W 和 $W(\text{Cu})$

由 Cu 原子物质的量守恒：

$$x/80 + 2(W-x)/144 = W(\text{Cu})/64$$

$$x = (40W - 45W(\text{Cu})) / 4$$

②根据 W 和 $W(\text{H}_2\text{O})$

由 O 原子物质的量守恒：

$$x/80 + (W-x)/144 = W(\text{H}_2\text{O})/18$$

$$x = (40W(\text{H}_2\text{O}) - 5W) / 4$$

③根据 W 和 $V(\text{H}_2)$

$$\text{因 } n(\text{CuO}) + n(\text{Cu}_2\text{O}) = n(\text{H}_2)$$

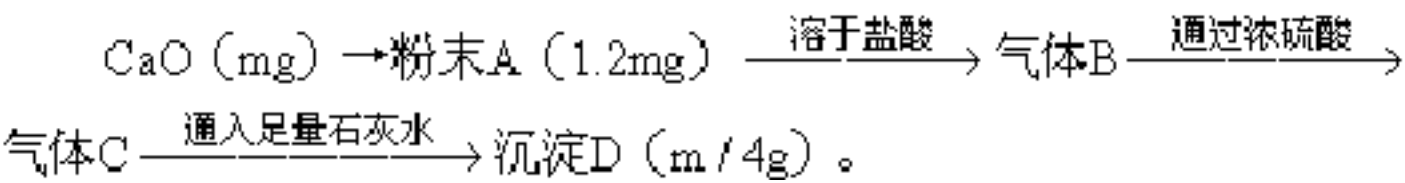
$$\text{则 } x/80 + (W-x)/144 = V(\text{H}_2)/22.4$$

$$\text{即 } x = (225V(\text{H}_2) - 35W) / 28$$

精选题

1. 一定量的钠、铝合金置于水中，合金全部溶解，得到20mL、pH=14 的溶液。然后用 1mol/L 的盐酸滴定至沉淀量最大时，消耗盐酸 40mL。求原合金中钠的质量。

2. 由于保存不当，将 mg 的生石灰（CaO）露置于空气中而变质，质量变为 1.2mg。为测定此生石灰中 CaO 的质量分数，按下列过程进行实验和计算，回答有关问题：



(1) 粉末 A 的成分_____； 气体 B 的成分_____； 气体 C 的成分_____。

(2) 粉末 A 中 CaO 的质量分数_____。

3. 现有一重水（D₂O）和水（H₂O）的混合物（不是天然的纯水。）当 wg 这种水被电解时，电路上通过 xmol 电子，阳极收集气体 w₁g，阴极收集气体 w₂g（电解产物的溶解忽略不计）。

(1) 若要求出重水的质量分数 y，至少需上述 w，x，w₁，w₂ 等 4 个数据中的_____个。这种数据共有几组，在下列空格中分别列出（不必填满，填错要倒扣分）。

①_____； ②_____； ③_____； ④_____； ⑤_____； ⑥_____； ⑦_____； ⑧_____。

(2) 从（1）中空格所填的数据中任取一组含 w₁ 的数据，计算已被电解的水中 D₂O 的质量分数 y。

4. 等物质的量 NaHCO₃ 和 KHCO₃ 的混合物 9.20g 与 100mL 盐酸反应。

(1) 试分析，欲求标准状况下生成的 CO₂ 体积时，还需什么数据（用 a、b 等表示，要注明单位）_____。

(2) 求标准状况下生成的 CO₂ 的体积：

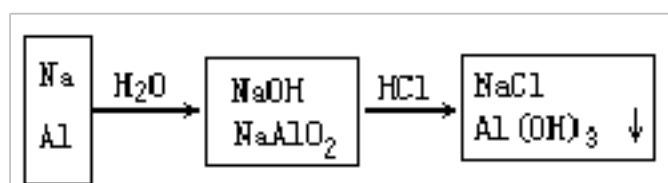
所需数据的取值范围	生成 CO ₂ 的体积（标准状况）
盐酸不足时	
盐酸过量时	

(3) 若 NaHCO₃ 和 KHCO₃ 不是等物质的量混合，则 9.20g 固体与盐酸完全反应时在标准状况下生成 CO₂ 气体的体积大于____L； 小于____L。

5. 有一固体混合物，由下列物质中的若干盐组成：①Na₂S； ② Na₂SO₃； ③Na₂S₂O₃； ④NaHSO₄。将混合物溶于适量水中，各物质恰好完全反应，生成沉淀 nmol，产生一种气体 VL（标准状况下，假设气体全被收集）。该气体不能使湿润品红试纸褪色，过滤，将滤液蒸干，得一纯净物。

- (1) 原混合物至少由_____种物质组成。
- (2) 计算 (1) 中各组成成分可能的物质的量。

答 案

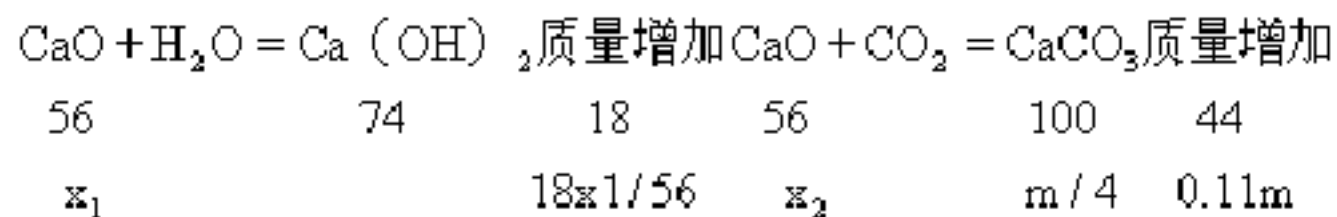


做图分析题意，反应前的 Na 最后恰好生成 NaCl，利用 Na 和 HCl 物质的量守恒，求算。
 $n(\text{Na}) = n(\text{NaCl}) = n(\text{HCl}) = 0.04 \text{ mol}$ ， $m(\text{Na}) = 0.04 \text{ mol} \times 23 \text{ g/mol} = 0.92 \text{ g}$ 。

2. (1) A 的成分为 CaO，Ca(OH)₂，CaCO₃ 的混合物。B 的成分为 H₂O，CO₂，HCl。C 的成分是 CO₂。

(2) 由 CaO→A，质量增加了 0.1mg，这是 CaO→Ca(OH)₂，CaO→CaCO₃ 的结果，A 中的 CaCO₃ 与沉淀 D (CaCO₃) 质量相等 (CaCO₃→CaO→CaCO₃)。

设：变成 Ca(OH)₂ 的 CaO 质量为 x₁，变为 CaCO₃ 的 CaO 质量为 x₂。



$$18x_1/56 + 0.1m = 0.2m \quad x_2 = 0.28m \text{ (g)} \quad x_2 = 0.14m \text{ (g)}$$

故变质的 CaO 质量共有：0.28m+0.14m=0.42m (g)

A 中未变质的 CaO 的质量为：m-0.42m=0.58m (g)

A 中的 CaO 的质量分数为：0.58m/1.2m×100%=48.3%

3. (1) 至少需 2 个数据。①w 和 x，②w 和 w₁，③w 和 w₂，④w₁ 和 w₂，⑤w₂ 和 x。
- (2) 设被电解的 H₂O 和 D₂O 的物质的量分别为 a 和 b，则电解产生的 H₂，D₂，O₂ 的物质的量分别为 a，b，1/2 (a+b)。

若选 w 和 w₁ 一组，列式为：

$$1/2a + 1/2b = 1/32w_1$$

$$\text{解得 } b = (8w - 9w_1) / 16 \text{ mol}$$

$$18a+20b=w$$

$$y=5(8w-9w_1)/4w \times 100\%$$

若选 w_2 和 w_1 一组，列式为：

$$1/2a+1/2b=1/32w_2$$

$$\text{解得 } b=(8w_2-w_1)/16\text{mol}$$

$$2a+4b=w_2$$

$$y=5(8w_2-w_1)/4(w_1+w_2) \times 100\%$$

4. (1) 缺少的为盐酸的物质的量浓度，表示为 $a\text{mol/L}$ 。

(2) ①当盐酸不足时， $a < 1.0\text{mol/L}$ $V(\text{CO}_2) = 0.1a\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 2.24a\text{L}$ 。

②当盐酸过量时， $a > 1.0\text{mol/L}$

$$V(\text{CO}_2) = [9.20\text{g} \div (84.0+100.0)\text{g/mol}] \times 2 \times 22.4\text{L/mol} = 2.24\text{L}。$$

(3) 若 9.2g 全部为 NaHCO_3 ， $V(\text{CO}_2) = (9.2\text{g} \div 84\text{g/mol}) \times 22.4\text{L/mol} = 2.45\text{L}$ ；若 9.2g 全部为 KHCO_3 ， $V(\text{CO}_2) = (9.2\text{g} \div 100\text{g/mol}) \times 22.4\text{L/mol} = 2.06\text{L}$ 。所以， 9.20g 固体与盐酸完全反应时在标准状况下生成 CO_2 气体的体积大于 2.06L ；小于 2.45L 。

5. (1) 原混合物至少由三种物质组成。即： Na_2S 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、 NaHSO_4 或 Na_2S 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、 NaHSO_4 组成。



$$V/22.4\text{mol} \quad 2V/22.4\text{mol} \quad V/22.4\text{mol}$$



$$2n/3\text{mol} \quad n/3\text{mol} \quad 2n\text{mol} \quad n\text{mol}$$



$$n/2\text{mol} \quad n/4\text{mol} \quad 3n/2\text{mol} \quad n\text{mol}$$

原混合物至少由 $(V/22.4 + 2n/3)\text{molNa}_2\text{S}$ ， $n/3\text{molNa}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 $(2V/22.4 + 2n)\text{molNaHSO}_4$ 组成，或至少由 $(V/22.4 + n/2)\text{molNa}_2\text{S}$ ， $n/4\text{molNa}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 $(V/11.2 + 3n/2)\text{molNaHSO}_4$ 组成。