

中学化学开放题丛书

高中化学开放题集

过龙南 周 勇 主编

瞿 兵 吴洵如 编著

钮泽富 审阅

上海世纪出版集团

上海教育出版社

前 言

化学习题是巩固学生所学化学知识、培养学生各种能力的重要媒介,也是检验学生所学知识牢固程度和检测学生学习潜能的必不可少的手段和手法。适量的化学习题对化学教学的正面支持作用是每个化学教育工作者所公认的。“习题无用论”和“题海战术”是习题教学的两个不可取的极端。随着知识经济时代的来临,社会呼唤出现更多的具有创新意识和实践能力的高质量人才,作为基础教育的一个重要组成部分的化学教学同样面临挑战。“以知识立意,以验证为线索,以学科为中心,以重复演练为手段”的封闭式的传统教学,在一定程度上限制了学生的创新思维,阻碍了学生创造能力的形成。传统的化学习题大多立足学科本位,条件完备,条件与结论之间呈一一对应的关系,条件明确,结论唯一,解题的线索性强,学生只要模仿例题和多次重复训练便可解答。这类题对学生化学知识的获取起到了一定的作用,但却不利于培养学生的能力,调动学生的学习积极性,同时也与“减负”精神相悖。为了强化学生的创新意识,鼓励学生各抒己见,甚至众说纷纭,对习题教学进行改革已是迫在眉睫。化学开放题的出现可以说是化学习题教学的曙光初露,必将使化学习题教学呈现一片生机。为化学教学的个性化和开放式化学教学的实施提供了一个切入点。

教育部考试中心在高考题型功能和题型改革的研究中,已高度重视关注开放型试题,强调答案的多样化,提倡考生从多个角度、多个层次回答问题;教育部关于 2000 年中考改革的指导意见

中也明确指出,理科试卷应适当增加开放性题目,鼓励学生提出自己的见解。在近年的各类化学竞赛试题和高考化学试题中,已或多或少地渗透了一些开放型试题或其雏形。这些都说明引入开放型试题已成为化学教学和考试改革的一种研究和探索的方向。

在这种形势下,为了给广大师生提供学习、参考和借鉴的资料,我们引入探究性和开放性因素来改造传统习题和自编习题,编制了一系列开放题并汇集成本书。本书基本以全国新教材的章节顺序作为编写框架,以新大纲为编写依据,试图体现新教材的思路和宗旨。化学开放题的研究刚刚起步,可供借鉴和参考的资料甚少,因此本书的编写过程也是一个研究、探索和尝试的过程。

本书的主要读者对象为中学生,中学生通过阅读本书可以获得比一般解题要更丰富的学习经验,同时也会有不同寻常的思维和智力的收益。在阅读时不要拘泥于现成的解答,还可以自己寻找本书中没有的解答;有的解答可能暂时有一定的难度,所以也不一定要将各种解答全部找出(但不要忘了具备相关知识后再回过头来看看)。还可能其他的解答和不一定要找出全部的解答是开放题的显著特征。中学化学教师也可以将本书作为教学参考资料,本书中的很多题型示例实际上就是微缩教案,可作为开放式化学课堂教学的案例。

本书由过龙南、周勇统稿,作者瞿兵、吴洵如。本书的编著得到了很多化学教育界的前辈和同行的关心和支持,他们为本书提出了很多宝贵的参考意见,并为题源的收集做了很多工作。在此一并表示最诚挚的感谢!本书的编写还参考了一些化学教育界同行的成功经验,另外还对开放题的研究起步较早的数学教育界的同行那里借鉴了一些成果和做法。在此也向他们表示感谢!

本书的编写也意在引起广大教育工作者对开放题这一新生事物的重视,倘若本书能够引发大家对开放题的研究和讨论,则甚感欣慰。始生之物,其形必丑,对本书中存在的不足、瑕疵,甚

至谬误,恳请各位专家、读者批评指正。同时我们欢迎有志于开放题研究的读者朋友能提供自己的编制的新题,并及时与我们交流切磋。

目 录

第一篇 综 述

1. 题型特点	2
2. 题型设计	16
3. 类型归纳	24

第二篇 题型剖析与练习

1. 化学反应及其能量变化	42
2. 碱金属	59
3. 卤素	73
4. 原子结构 元素周期表 化学键 晶体的类型与性质 ...	91
5. 硫和硫的化合物 硫酸工业	108
6. 碳、硅及其化合物	117
7. 氮族元素	131
8. 化学反应速率 化学平衡 电离平衡	145
9. 几种重要的金属	166
10. 烃及烃的衍生物	182
11. 糖类、油脂、蛋白质 合成材料	199
12. 原电池 电解原理及其应用	214
13. 化学实验方案的设计	228
14. 物质的检验	246

第三篇 综合训练

综合训练 1	258
综合训练 2	273
综合训练 3	288
综合训练 4	301
综合训练 5	315

第一篇 综 述

1 题型特点

1.1 条件的不对应性

条件的不对应性主要是针对传统试题中题给条件不多不少地完全用于解题而言的,一般有如下两种情况:①解题的条件不充足,解题依据不明确,也就是题示条件的组成要素不完备。或要求学生在解题时自己找出条件,或要求学生在解题时自己补充条件;②解题的条件有多余,一是多余的条件对解题有干扰(或扰乱学生的解题思维或扰乱学生的解题心理);二是多余的条件也可用于解题,如题目提供了 a、b、c、d 四个条件,利用 a 和 b 可以求得题中要求的结论,利用 c 和 d 可以得出同样的结论,这样就使解题过程呈现多样性。

例 1. 在等物质的量的短周期金属元素单质 A 和 B 中,分别加入足量的酸,在 A 中加入盐酸,B 中加入稀硫酸。反应完全后,生成氢气的体积分别为 $V(A)$ 和 $V(B)$,而且 $V(A) \neq V(B)$ 。若要确定反应生成物中 A 和 B 的化合价,至少还需知道的数据是_____。

- A. $V(A) : V(B)$ 的值 B. $V(A)$ 或 $V(B)$ 的值
C. A 或 B 的物质的量 D. 盐酸或硫酸的物质的量浓度

例 2. 用 Na_2SO_3 和硫粉在水溶液中加热反应,可以制得 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 。 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 在 10°C 和 70°C 时的溶解度分别为 60.0 g 和 212 g。常温下,从溶液中析出的晶体是 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 在酸性溶液中立即完全分解:



现取 Na_2SO_3 15.1 g 溶于 80 mL 水。另取 5.00 g 硫粉,用少许乙醇润湿后(以便硫能被水浸润),加到上述溶液中。用小火加热至微沸,反应约 1 h 后过滤。滤液在 100°C 经蒸发、浓缩、冷却至 10°C 析出 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体。

(1) 滤液中除 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和可能未反应完全的 Na_2SO_3 外,最可能存在的无机杂质是_____。它是由_____而产生的。如果滤液中该杂质的含量不很低,其检测的方法是_____

(2) 设 Na_2SO_3 跟硫粉完全反应,当将滤液蒸发浓缩后,冷却至 70°C ,溶液的体积约 30 mL,该溶液是否达到饱和?试通过计算说明。(70°C 时, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 饱和溶液的密度为 1.17 g/cm^3)

(3) 若要计算在 100°C 温度下将溶液蒸发至体积为 30.0 mL,再冷却至 10°C 时所能得到的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的质量,请判断题中数据是否充足?如数据已经足够,则直接计算;如数据不足,请选择和指出你所需的数据,并将该数据设为 a ,然后列出析出晶体质量的计算式。

例 3. 将 $m_1 \text{ g Zn}$ 加到 $m_2 \text{ g } 20\% \text{ HCl}$ 溶液中去,反应结果共放出 $n \text{ L}$ 氢气(在标准状况下),则被还原的 HCl 的物质的量为_____。

A. $\frac{m_1}{65} \text{ mol}$ B. $\frac{5m_2}{36.5} \text{ mol}$ C. $\frac{m_2}{36.5} \text{ mol}$ D. $\frac{n}{11.2} \text{ mol}$

例 4. 将例 3 改为:将 $m_1 \text{ g Zn}$ 加到 $m_2 \text{ g } 20\% \text{ HCl}$ 溶液中去,两者恰好完全反应,结果共放出 $n \text{ L}$ 氢气(在标准状况下),请计算被还原的 HCl 的物质的量。

分析:例 1 和例 2 中都是题中缺乏数据,要求学生判断所缺少的数据,添加所需数据,显然属于条件不完备的开放题。例 2 中的(3)还要求学生根据题中提供的数据和自己选择的数据进行计算。例 3 要求学生选择必要的数据,而将多余数据弃之不用。显然 m_1 、 m_2 不知道其值的大小,因此无法判断哪一个过量,应为多余

数据。例4为例3的改编题,经过改编后,题中的 m_1 、 m_2 、 n 都可以用来计算被还原的 HCl 的物质的量。

答案:例1. A。

例2. (1) Na_2SO_4 ; 由 Na_2SO_3 被空气氧化; 取出少许溶液, 加稀盐酸至酸性后, 过滤除去 S, 再加 BaCl_2 溶液。

(2) 解法一: 若反应得到的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 在 70°C 配成饱和溶液,

其体积为 x , 则 $x = \frac{15.1 \text{ g} \times \frac{158 \text{ g/mol}}{126 \text{ g/mol}} \times \frac{212 \text{ g} + 100 \text{ g}}{212 \text{ g}}}{1.17 \text{ g/cm}^3} = 23.8$

mL, 而 $23.8 \text{ mL} < 30 \text{ mL}$, 所以蒸发后的溶液尚未达到饱和。

解法二: 若该溶液是饱和溶液, 其所含的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的质量为 x , 则 $x = 30 \text{ mL} \times 1.17 \text{ g/cm}^3 \times \frac{212 \text{ g}}{212 \text{ g} + 100 \text{ g}} = 24 \text{ g}$, 而按题意,

完全反应得到的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的质量为 $15.1 \text{ g} \times \frac{158 \text{ g/mol}}{126 \text{ g/mol}} = 18.9 \text{ g}$, $18.9 \text{ g} < 24 \text{ g}$, 所以蒸发后的溶液尚未达到饱和。

(3) 题中提供的数据不充足, 缺少的数据为: 100°C 时溶液的密度 a 。溶液中水的质量为: $30.0 \text{ mL} \times a \text{ g/cm}^3 - 18.9 \text{ g}$ 。设析出的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的质量为 y , 则列式

$$\frac{60.0 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{18.9 \text{ g} - \frac{158 \text{ g/mol}}{248 \text{ g/mol}} y}{30.0 \text{ mL} \times a \text{ g/cm}^3 - 18.9 \text{ g} - \frac{90.0 \text{ g/mol}}{248 \text{ g/mol}} y}。$$

例3. D。

例4. $\frac{2m_1}{65} \text{ mol}$ 或 $\frac{n}{11.2} \text{ mol}$ 或 $\frac{m_2}{182.5} \text{ mol}$ 。

1.2 结论的不确定性

所谓结论的不确定性是指在解答开放题时可以得到并列的多个答案。根据学生的认知水平的不同和能力的差异, 不同的学生可能得出不同的答案。

1.2.1 因数据的过饱和而导致结论的不确定性:即题中数据过多,可以用不同的数据来求得题中的问题。上文中的例4即为此种情况,不再举例分析。

1.2.2 因解题视点的不同而导致结论的不确定性:对题目进行审视的角度具有多样性,因人(学生)而异,因法(方法)而异,因境(解题情境)而异,从而导致结论的不确定性。

例5. 在 NO 、 CO_2 、 SO_2 、 P_2O_5 四种非金属氧化物之中,有一种氧化物具有不同于其它三种的特点?

分析: 本题的解题视点不同即会得出不同的答案。① NO , 它是成盐氧化物, 而其他均为不成盐氧化物; ② CO_2 , 能使澄清石灰水变浑浊的无色无味气体; ③ SO_2 , 有刺激性气味的气体; ④ P_2O_5 , 常温时为固体。也就是说, 本题中的每一种氧化物都是答案。

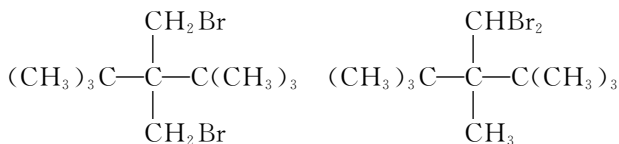
1.2.3 因问题的指向域宽广而导致结论的不确定性:有时问题本身的指向并不是一个点,而是一大片,这种情况往往也会产生多种答案。

例6. 请写出制取 SO_2 的反应的化学方程式。

分析: 本题并没有指明是实验室制法还是工业制法,问题的指向显然不是制取 SO_2 的某个反应,而是几类反应。确实学生学过的制取 SO_2 的反应不止一个,写出多个化学方程式是理所当然。制取方法有(方程式略): ①煅烧黄铁矿; ②硫黄的燃烧; ③亚硫酸盐与酸(非氧化性酸)的反应; ④硫代硫酸盐与酸(非氧化性酸)的反应; ⑤硫化氢的完全燃烧; ⑥铜与浓硫酸的反应。

1.2.4 因物质结构的复杂性而导致结论的不确定性:物质结构本身具有不确定性如具有多种同分异构体或取代反应的位置有可能有多种等,使解题得到多个答案。

例7. 某链烃 A 的相对分子质量是 156, 在 CCl_4 溶液中跟 Br_2 不起反应。但是在光照下, Br_2 可以跟 A 起取代反应。取代产物



1.3 思维的发散性

解决开放题的思维方向不是唯一的,虽然思维的起点相同,但思维的走向和思维的结果都可能不同。开放题所引发的思维是一种呈扇形发散的思维,不同的学生可能会有不同的解题方案,甚至同一个学生可以同时想到多个可能的解决问题的方法。思维的发散性才能导致思维的求异和创新,思维的发散和开放是开放题的本质特征。

例 8. 现有两只没有标签、外观相同的试剂瓶,内盛 500 mL 无色澄清的液体,一瓶是饱和食盐水,一瓶是蒸馏水。请你运用学过的知识,把它们鉴别开来,写出鉴别的方法和结论。

分析:由于两者的微观组成的不同和差异,导致了两者在物理性质、化学性质和生理作用上的差异,因此本题的解答可以是多学科多层次的。

一、物理方法

方法 1、徒手提起两只试剂瓶掂一下重量,大致可以判断较重的一瓶是饱和食盐水,较轻的一瓶是蒸馏水。

方法 2、量取等体积的两种待鉴别液体,注入烧杯,放在天平上称量。

方法 3、调节天平平衡后,直接将两瓶液体分别放在天平的两盘上,下沉的一端为饱和食盐水。

方法 4、任取一种待测液,注入 100 mL 量筒中,用密度计测其密度,若示数大于 1,则为饱和食盐水;若示数接近 1,则为蒸馏水。

方法 5、将任一液体注入液体的导电性装置,若灯泡发光,则为饱和食盐水;若灯泡不亮,则为蒸馏水。

方法 6、(1)将一金属块挂在弹簧秤上,浸入待鉴别液体,读出弹簧秤的读数,读数较小的为饱和食盐水。(2)取一定量的待鉴别液体置于烧杯中,将一新鲜的鸭蛋放入,若鸭蛋浮于液面上,则该液体为饱和食盐水,若鸭蛋沉于杯底,则为蒸馏水。

二、化学方法

方法 7、取少量待鉴别液体置于试管中,投入几粒 NaCl 晶体,振荡,若晶体溶解,则该液体为蒸馏水;若该晶体无明显变化,则该液体为饱和食盐水。

方法 8、取少量待鉴别液体置于试管中,滴入几滴 AgNO_3 溶液,有白色沉淀生成的为饱和食盐水,无变化的为蒸馏水。

方法 9、取少量待鉴别液体于洁净的蒸发皿中,加热至干,有白色固体出现的是饱和食盐水,无晶体析出的为蒸馏水。

方法 10、用洁净的铂丝分别蘸取待鉴别液体,放在酒精灯火焰上灼烧,若火焰呈黄色,则为饱和食盐水;若火焰不变色,则为蒸馏水。

三、生物方法

方法 11、分别蘸取少量待鉴别液体置于舌尖,品尝其味道,有咸味的为饱和食盐水。

方法 12、取新鲜菜叶两片,分别投入待鉴别液体中,一段时间后,菜叶萎缩变软的原液体是饱和食盐水,菜叶饱满挺拔的原液体是蒸馏水。

1.4 过程的探究性

开放题的解答没有固定的现成的模式可循,解题者不能用常规的思维方法去套用,必须经过积极主动的思考,自己制定解题方案,因此需要较强的探究意识和探究能力。

例 9. 有机化合物 A、B 分子式不同, 相对分子质量: $A < B$, 它们只可能含碳、氢、氧元素中的两种或三种。如果将 A、B 不论以何种比例混合, 只要其物质的量之和不变, 完全燃烧时所消耗的氧气和生成的水的物质的量也不变。请写出 A、B 可能的结构简式。

分析: 探究一、A、B 分子间的 H 原子数的关系: 由 A、B 不论以何种比例混和, 只要其物质的量之和不变, 完全燃烧时生成的水的物质的量也不变可得, 有机化合物 A、B 分子中的 H 原子个数必相等, 且等物质的量的 A、B 完全燃烧时氢元素的耗氧量必相等。

探究二、A、B 分子间的 C、O 原子数的关系:

思路 1: 假设 A 的分子式为 $C_xH_yO_z$, B 的分子式为 $C_mH_yO_n$, 等物质的量时, 两者 H 耗氧必相等, 根据其余部分耗氧相等可建立等式: $x - \frac{z}{2} = m - \frac{n}{2}$, 即 $m - x = \frac{1}{2}(n - z)$, 也就是说当两者分子中 C 原子数的差值为 O 原子数的差值的一半时即符合题意。即相差 n 个碳原子, 同时相差 $2n$ 个氧原子 (n 为正整数)。

思路 2: 因等物质的量的 A、B 完全燃烧耗氧量必相等, A、B 分子中的 H 原子个数又相等, 两者 H 耗氧必相等, 而 B 中 C 原子个数比 A 的多, 必须加氧将增加的 C 原子内耗掉, 显然增一个 C 原子必须增两个 O 原子。即 B 的分子中应比 A 多 n 个 CO_2 , 也就是说 A、B 相差 n 个碳原子, 同时相差 $2n$ 个氧原子 (n 为正整数)。

探究三、A、B 分子间的 C、H、O 原子数的关系: 由上述分析可归纳如下: A、B 的分子式中氢原子数相同, 且相差 n 个碳原子, 同时相差 $2n$ 个氧原子 (n 为正整数)。

探究四、讨论确定 A、B 分子的结构简式: 有机物分子中的 H 原子数均为偶数, 可从 H 原子数着手。

① H 原子数为 2, 若 A 为 C_2H_2 , B 为 $C_2H_2 + nCO_2$ 。B 可能为 $CH \equiv C - COOH$ 。

② H 原子数为 4, 若 A 为 CH_4 , B 为 $\text{CH}_4 + n\text{CO}_2$ 。 $n=1$, B 的分子式为 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, 结构简式有: CH_3COOH 、 HCOOCH_3 、 $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CHO}$; $n=2$, B 的分子式为 $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$, 合理的结构简式有: $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ 等。

若 A 为 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{CH}_2=\text{CH}_2)$, B 为 $\text{C}_2\text{H}_4 + n\text{CO}_2$ 。 $n=1$, B 的分子式为 $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$, 结构简式有: $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ 等; $n=2$, B 的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$, 可能的结构简式有: $\text{HOOC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ 、



用同样的方法还可以得到: A 为 CH_3OH , B 为 $\text{CH}_2(\text{OH})\text{COOH}$ 等答案。余不一一列举。

1.5 解答的层次性

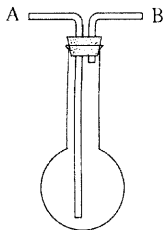
开放题的多样性决定了它能满足各种水平学生的需求, 使他们都能在自己的能力范围内解决问题。

例 10. 指出右图所示装置在化学实验中的作用(图中烧瓶的位置不得变化)。

分析: 解决本题时不同水平层次的学生可以得出不同的答案:

了解层次(对所学化学知识能够正确复述、辨认和直接使用): 作用 1, 由 A 口进气, 可收集密度比空气大的气体如 Cl_2 、 HCl 、 H_2S 、 SO_2 等。作用 2, 由 A 口进气, 烧瓶中盛某种液体, 可用于除去气体中的气体杂质。如烧瓶中装入浓硫酸即可对 SO_2 等气体进行干燥。如烧瓶中装入饱和食盐水可用于除去氯气中混有的氯化氢气体等。

理解(掌握)层次(充分领会所学化学知识含义及其适用条件, 能够正确判断、解释和说明有关化学现象和问题): 作用 3, 由 B 口进气, 可收集密度比空气小的气体如 H_2 、 CH_4 、 NH_3 等。作用 4,



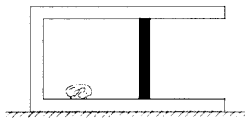
由 B 口进气,若将烧瓶充满水,可用于收集不溶于水也不跟水反应的气体如 H_2 、 CH_4 、 NO 等。若将烧瓶充满饱和食盐水,可用于收集 Cl_2 。

综合应用层次(在理解所学各部分化学知识的本质区别与内在联系的基础上,运用所掌握的知识进行必要的分析、类推,解释、论证一些具体化学问题):作用 5,由 B 口进气,若将烧瓶充满水,可用于测量不溶于水也不跟水反应的气体如 H_2 、 CH_4 、 NO 等的体积(通过测量排出的水的体积即知气体的体积)。作用 6,由 B 口进气,若在烧瓶中加入水,可用来吸收易溶于水的气体如 HCl 、 NH_3 等而不会发生倒吸。作用 7,可用作防倒吸的装置,起安全瓶的作用。

1.6 知识的综合性

开放题在考查学科知识和学科能力的基础上,更着重考查利用相关学科知识综合解决问题的能力,强调学科内部综合的同时更强调学科间的相关内容的渗透、交叉和融合。开放题“开放”的含义之一即是突破传统的学科本位思想,体现理科甚至文理知识的综合。

例 11. 如图,在标准状况下,光滑水平面上卧放一质量为 $M=19\text{ kg}$ 的导热圆形气缸,内径为 10 cm ,在气缸内放有一团混有酵母菌的湿面团。质量为 $m=1\text{ kg}$ 的活塞可在气缸内无摩擦滑动,且不漏气,封闭的气缸中无氧气存在。开始时活塞与缸底的距离为 10 cm ,经较长时间后,发现活塞与缸底的距离变为 20 cm (湿面团的体积忽略不计)。



- (1) 写出化学反应方程式。
- (2) 产生的 CO_2 的质量为多少?
- (3) 产生的 CO_2 气体推动活塞对外作了多少功?