

高中

化学

元素化合物

主编 / 王建军

北京海淀区特高级教师
中南地区特高级教师
联合编写

各个击破
丛书



各个击破丛书 各个击破丛书 各个击破丛书

延边人民出版社

前 言

《各个击破》丛书,顺应当今高考改革形势,在一版的基础上,进一步补充、修订、完善。使之更充实,更合理,更实用。编写过程中,我们全面回顾近几年高考试题,深入研究《教学大纲》和《考试说明》,准确把握高考的热点冷点,真正做到了重点强攻,难点详析,弱点密补。为了便于使用,我们根据学科特点,科学切分,每科一般分为二至四册,最多七册,每册独立成书。各册均由三个板块构成:考点例析、解题指导、典题精练。“考点例析”,选用近年高考试题,详尽解析,从而达到“解剖麻雀”,探求规律之目的;“解题指导”,意在让学生对高考各知识点,各种题型的解题规律方法有一个理性认识,交给学生解决实际问题的金钥匙;“典题精练”,精心编制和选用了足量的科学性强、训练价值高的练习题,对高考各知识点进行强化训练,实现由知识到能力的转变。可以说,本丛书既是学生自学应考的最佳资料,也是教师指导复习的理想用书。总之,我们想把最理想、最优化的创意奉献出来,使学生在熟悉各考点的基础上,构建知识体系,把握重点,突出难点,形成能力。由于时间、水平所限,书中纰漏在所难免,恳请批评指正。

编 者

2001年6月

目 录

第一单元 碱金属	(1)
第一节 钠	(1)
第二节 钠的化合物	(6)
第三节 碱金属元素	(12)
跟踪检测	(16)
第二单元 卤素	(21)
第一节 氯气	(21)
第二节 卤族元素	(28)
跟踪检测	(35)
第三单元 硫和硫的化合物、环境保护.....	(39)
第一节 氧族元素	(39)
第二节 二氧化硫	(51)
第三节 硫酸	(59)
第四节 环境保护、化学与社会生活.....	(67)
跟踪检测	(74)
第四单元 硅和硅酸盐工业	(78)
第一节 碳族元素	(78)
第二节 硅酸盐工业简介	(87)
跟踪检测	(90)
第五单元 氮和磷	(94)
第一节 氮族元素、氮气.....	(94)
第二节 氨 氨盐.....	(102)
第三节 硝酸盐 硝酸盐.....	(111)

第四节 磷 磷的化合物	(120)
第五节 化学肥料	(126)
第六节 非金属元素小结	(130)
跟踪检测	(137)
第六单元 镁 铝	(140)
第一节 金属的物理通性、镁铝的性质	(140)
第二节 镁铝的重要化合物	(146)
第三节 硬水及其软化	(157)
跟踪检测	(163)
第七单元 铁及其化合物	(167)
第一节 铁及其化合物	(167)
第二节 炼铁和炼钢	(175)
第三节 金属单质及其化合物小结	(181)
专题复习 无机框图题、无机推断	(190)
跟踪检测	(200)
第八单元 化学常见题型解题技巧	(204)
综合测试(一)	(216)
综合测试(二)	(221)
综合测试(三)	(226)
参考答案	(231)

第一单元 碱金属

第一节 钠

【考点透析】

一、考纲要求

1. 掌握钠的存在形态、保存方法、工业制法及用途。
2. 掌握钠的重要的物理性质。
3. 掌握钠的化学性质及有关计算。

二、导学诱思

(一) 钠的物理性质

钠在常温下为_____态, 硬度_____, 熔点_____, 密度比水_____

(二) 钠的化学性质

1. 钠与非金属单质反应

	现象或剧烈程度	化学方程式
与单质硫反应		
在 Cl_2 中燃烧		
与 O_2 在常温下		
在 O_2 中燃烧		

思考:①新切开的钠放置在空气中, 有何现象发生? 若长期暴露在空气中, 最终的产物是什么?

②在实验室中应如何保存钠?

2. 钠与水及溶液的反应

(1) 与水反应: 将一小块金属钠放到滴有酚酞的水中, 可观察到钠浮在水面上, 这是因为_____, 迅速熔成球状, 说明_____, 小球在水面上迅速游动, 原因是_____, 溶液变红色, 这说明_____。化学方程式_____。

思考:若想收集 Na 与 H_2O 反应产生的 H_2 , 应如何操作? 为什么?

(2) 与酸反应: 相同温度下比与纯水反应更_____, 这是因为_____。与盐酸反应的化学方程式为_____。当酸耗完后钠将继续同_____反应。

(3) 与盐的反应

①与盐溶液反应时,应首先考虑 Na 与 H_2O 的反应,再考虑生成的 NaOH 与盐的反应。如 Na 与 $CuSO_4$ 溶液反应的化学方程式为 _____, 而不是置换反应 $2Na + CuSO_4 = Na_2SO_4 + Cu \downarrow$

②与熔融盐发生置换反应,如 $4Na + TiCl_4 \xrightarrow{\text{熔融}} Ti + 4NaCl$

思考:虽然钠的金属性弱于钾,但工业上仍用钠来制备钾: $Na + KCl \xrightarrow{\Delta} NaCl + K \uparrow$ 试说明原理并判断反应温度应在什么范围?

(三)存在、制法与用途

1. 存在:只能以 _____ 态存在,主要以 _____ 的形式存在,也以 _____ 和 _____ 等形式存在。

思考:钠能否以 Na_2O 、 Na_2O_2 、NaOH 等化合态存在于自然界中?

2. 工业制法 _____

3. 用途 _____

【解题指导】

【例 1】将 4.6g 钠与 1.6g 硫粉迅速混合起来,并放在石棉网上加热,反应后生成的固体是

- A. 黄色固体混合物 B. 硫与硫化钠
C. 过氧化钠与硫化钠 D. 氧化钠与硫化钠

【解析】在加热条件下,钠既能与硫化合生成 Na_2S ,也能与空气中的氧气反应生成 Na_2O_2 ,而钠又是过量的,所以除生成 Na_2S 外还有 Na_2O_2 生成,故答案为 A、C。

【答案】AC

【评注】本题是考查钠的性质,在分析化学现象及生成物时,要考虑多种因素,不能单一回答,涉及到物质未隔绝空气时,要考虑空气中的各种成分可能参与反应。

【例 2】用金属钠制取 Na_2O 通常采用下法: $2NaNO_2 + 6Na = 4Na_2O + N_2 \uparrow$ 。试说明采用此法的原因。

【解析】解答本题时,若从题中化学方程式着手分析,很难直接理出头绪;但若从条件的反面,即不采用此法制取 Na_2O ,而用金属钠直接在空气或氧气中燃烧,会引起什么后果这一思考方向去分析,因为金属钠在空气或氧气中燃烧会生成 Na_2O_2 ,而此法在 N_2 环境中不会被继续氧化为 Na_2O_2 。

【评注】有些简答题回答问题的切入口并非单刀直入,通常以退为进,从问题或条件的反面去思考,如“不这样,会怎样?会产生什么结果?等等”。

【例 3】在进行钠和水的反应实验中,有如下操作和实验现象,请根据钠的性质解释说明

(1)刚用小刀切开的金属钠断面呈什么颜色?在空气中放置几分钟又有什么变化?

(2)切下来的金属钠块要用滤纸擦净后方可放入水中实验,这是为什么?

(3)金属钠块必须用镊子夹取,为什么不能用手指拿取?

(4)金属钠块投入水中后,为什么很快会熔成银白色小球并浮于水面上?

(5)钠小球为什么会在水面上往返游动?

(6)如果水中在未加钠之前已滴入酚酞试液,反应后颜色会有什么变化?为什么?

么?

【解析】题中金属钠和水反应的实验操作和现象应结合钠的物理性质、化学性质去解释和说明。

【答案】(1)切开金属钠后断面呈银白色并有金属光泽。空气中放置表面会逐渐变暗,这是由于钠被空气中的氧气缓慢氧化所致。

(2)因金属钠贮存在煤油里,切下的钠表面附有煤油,需用滤纸擦净,这样可以防止钠块与水反应放热造成煤油的燃烧。

(3)用手拿取金属钠,会使手指表面的水分与钠反应,生成的强碱 NaOH 腐蚀皮肤。

(4)因为钠的密度比水小,故浮于水面,又因钠与水反应放出的热量,使钠熔化为液态,也说明金属钠的熔点较低。在表面张力的作用下,浮于水面的液态钠就形成小液球。

(5)金属钠与水反应,钠球与水接触的部位会放出氢气,会推动钠小球在水面游动。由于不同方向小球受力不均,故往返进行无规则游动。

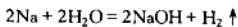
(6)由于钠与水反应生成氢氧化钠和氢气,这样使溶液呈碱性,则酚酞变红色。

【评注】简答题是考查学生对化学问题理解深度高层次的试题,内涵丰富,不但要回答出“是什么”,还要回答出“为什么”。要注意认真审题,思维逻辑要清楚,文字表述要求简练而准确。

【例 4】将 11.5 克金属钠投入 88.5g 水中,反应完毕后(水的蒸发量忽略不计),所生成的溶液中溶质的质量分数(W)是多少?若将该溶液加水稀释到 500mL 时,它的物质的量浓度(C)是多少?

【解析】本题的解题关键是弄清钠跟水反应有 H_2 产生,所得溶液中的溶质是氢氧化钠,溶液的质量等于水的质量和钠的质量之和减去氢气的质量。

【解】设生成 NaOH 的质量为 x,生成 H_2 的质量为 y



$$2 \times 23g \quad 2 \times 40g \quad 2g$$

$$11.5g \quad x \quad y$$

$$x = \frac{11.5 \times 80}{2 \times 23} = 20, y = \frac{2 \times 11.5}{2 \times 23} = 0.5$$

$$W = \frac{20}{88.5 + 11.5 - 0.5} \times 100\% = 20.1\%$$

$$\text{生成 NaOH 的物质的量: } n_{NaOH} = 20/40 = 0.5(\text{mol})$$

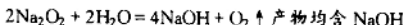
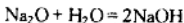
$$\text{所以溶液的物质的量浓度: } C_{NaOH} = 0.5/0.5 = 1(\text{mol/L})$$

【评注】计算溶液的总质量时,利用质量守恒定律,计算起来既方便又准确。

【例 5】有关 Na, Na_2O , Na_2O_2 溶于水的产物及计算

将 70g 过氧化钠和氧化钠的混合物跟 98g 水充分反应后,所得溶液的质量分数为 50%,试求混合物中氧化钠和过氧化钠的质量。

【解析】首先要明白反应原理,反应后溶液中的溶质。该反应为



其中 Na_2O_2 与 H_2O 反应中 Na_2O_2 既是氧化剂又是还原剂,产生的 O_2 来自 Na_2O_2 , 相当于 $2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$; 若设 Na_2O_2 的物质的量为 x , 则混合物与 H_2O 反应可理解为将 $(70 - 16x)\text{g}$ Na_2O 与 H_2O 作用。

根据题意,由钠离子守恒:

$$\frac{70\text{g} - 16\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot x}{M(\text{Na}_2\text{O})} \times 2 = \frac{(70\text{g} + 98\text{g} - 16\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot x) \times 50\%}{M(\text{NaOH})}$$

得 $x = 0.5\text{mol}$ 所以混合物中

含 Na_2O_2 : $78\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.5\text{mol} = 39\text{g}$ Na_2O : $70\text{g} - 39\text{g} = 31\text{g}$

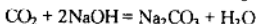
【例 6】有关 NaOH , Na_2CO_3 , NaHCO_3 的专题

用 $1\text{L } 1.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液吸收 0.8mol CO_2 , 所得溶液中的 CO_3^{2-} 和 HCO_3^- 的物质的量浓度之比约是

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

【解析】由反应 $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{CO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHCO}_3$ 可知, 当 $\frac{1}{2} < n(\text{CO}_2):n(\text{NaOH}) < \frac{1}{1}$ 时, CO_2 与 NaOH 反应生成 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的混合物, 对于此类计算可用以下方法求解。

解法 1: 步步反应分析法, CO_2 与 NaOH 溶液反应首先生成 Na_2CO_3



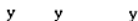
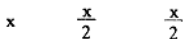
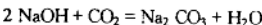
由此可知, 1.0mol NaOH 需消耗 0.5mol CO_2 , 生成 $0.5\text{mol Na}_2\text{CO}_3$, 过量的 CO_2 ($0.8\text{mol} - 0.5\text{mol}$) = 0.3mol 又与 Na_2CO_3 反应生成 NaHCO_3 : $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ 。

则又消耗 $0.3\text{mol Na}_2\text{CO}_3$, 而生成 0.6mol NaHCO_3 , 最终得到 $0.2\text{mol Na}_2\text{CO}_3$ 和 0.6mol NaHCO_3

$$\text{则} [\text{CO}_3^{2-}]:[\text{HCO}_3^-] = 0.2:0.6 = 1:3$$

解法 2: 平行反应分析法

设由 $x\text{mol NaOH}$ 生成 Na_2CO_3 , 由 $y\text{mol NaOH}$ 生成 NaHCO_3



$$\text{由以上反应可知} \begin{cases} x + y = 1.0 \\ \frac{x}{2} + y = 0.8 \end{cases}$$

$$\text{解得: } x = 0.4\text{mol} \quad y = 0.6\text{mol}$$

$$\text{从而得} [\text{CO}_3^{2-}]:[\text{HCO}_3^-] = \frac{x}{2}:y = \frac{0.4}{2}:0.6 = 1:3$$

解法 3: 守恒法。

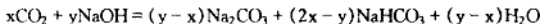
设生成 $\text{Na}_2\text{CO}_3 x\text{mol}$, 生成 $\text{NaHCO}_3 y\text{mol}$, 由反应前后碳原子和 Na^+ 的物质的量

$$\text{守恒可得} \begin{cases} x + y = 0.8 \\ 2x + y = 1.0 \end{cases} \quad \text{解得 } x = 0.2\text{mol} \quad y = 0.6\text{mol}$$

$$\text{则} [\text{CO}_3^{2-}] : [\text{HCO}_3^-] = 0.2 : 0.6 = 1 : 3$$

解法 4: 通式法

CO_2 与 NaOH 溶液反应的总化学方程式的通式为:



将 $x = 0.8\text{mol}$, $y = 1.0\text{mol}$ 代入可得

$$[\text{CO}_3^{2-}] : [\text{HCO}_3^-] = (y-x) : (2x-y) = (1.0-0.8) : (2 \times 0.8 - 1.0) = 0.2 : 0.6 = 1 : 3$$

【典题精练】

- 下列液体物质可用来保存金属钠的是
A. 乙醇 B. 福尔马林 C. 辛烷 D. 四氯化碳
- 用等质量的钠进行下列实验, 其中生成 H_2 最多的是
A. 将钠放入足量稀盐酸中 B. 将钠放入足量乙醇中
C. 将钠放入硫酸铜溶液中 D. 将钠用铝箔包好并刺些小孔放入水中
- 将 4.6g Na 与 1.6g S 粉迅速混合起来, 并放在石棉网上加热, 反应后生成的固体是
A. 黄色固体混合物 B. 硫与硫化钠
C. 过氧化钠与硫化钠 D. 氧化钠与硫化钠
- 把 4.6g Na 放入 $95.4\text{g H}_2\text{O}$ 中, 所得溶液的质量分数
A. 4.6% B. 8% C. $>8\%$ D. $<8\%$
- 将 0.5mol Na 放入足量的水中充分反应后得溶液 a, 将 0.5mol Mg 投入与水等质量的且足量的盐酸中, 充分反应后得溶液 b, 则 a 与 b 的质量关系是
A. $a=b$ B. $a>b$ C. $a<b$ D. 无法比较
- 短周期中金属性最强的元素 R, 它的单质 a g 与 3.55g Cl_2 恰好完全反应生成 $(a + 3.55)\text{g}$ 氯化物, 若将 a g R 的单质与 O_2 反应, 生成的化合物的质量可能是
A. $(a + 0.8)\text{g}$ B. $(a + 1.6)\text{g}$ C. $(a + 2.4)\text{g}$ D. $(a + 3.2)\text{g}$
- 新切开的金属钠断面暴露在空气中, 银白色的光泽逐渐变暗, 这主要是因为生成了_____, 接着表面出现一层白色固体, 成分主要是_____, 再放些时间表面出现液滴, 原因是_____, 继续放置, 液体变成白色晶体, 这是由于生成了_____, 最终在干燥的空气中晶体会变成白色粉末, 原因是_____。
- 用 1.5g Na 与 H_2O 作用, 得到每 100 个水分子溶有 1 个 Na^+ 的溶液, 试求原来水的质量是_____克。
- 等量的 Na 、 Mg 、 Al 与等量的盐酸作用放出 H_2 的量, 可出现如下四种可能情况(如表中(1)(2)(3)(4), 若盐酸中含 HCl 1mol , 请填写出符合要求的 Na 、 Mg 、 Al 的量 X:

等量的 Na 、 Mg 、 Al	(1) $\text{Na} > \text{Mg} = \text{Al}$	(2) $\text{Na} = \text{Mg} = \text{Al}$	(3) $\text{Na} < \text{Mg} = \text{Al}$	(4) $\text{Na} < \text{Mg} < \text{Al}$
物质的量 X				
质量 X				

- 为了测定某种碱金属的相对原子质量, 设计的装置如图 1—1 所示, 该装置(包括

水)的总质量为 a g, 将质量为 b g (不足量) 的碱金属放入水中, 应立即塞紧瓶塞, 完全反应后, 再称量此装置的总质量为 c g。则

(1) 列出计算该碱金属相对原子质量的数学表示式

(2) 无水 CaCl_2 的作用是

(3) 如果不用 CaCl_2 , 求出的相对原子质量比实际相对原子质量偏大还是偏小, 理由是

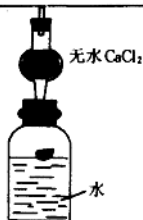


图 1-1

11. 将表面被氧化成氧化钠和过氧化钠的金属钠 1.63g, 投入 10g 水中, 标准状况下收集到 224mL 的气体, 该气体点火发生爆炸, 再恢复到标准状况时剩余气体体积为 56mL, 求 (1) 钠、氧化钠、过氧化钠各多少克? (2) 溶液的质量分数为多少?

第二节 钠的化合物

【考点透析】

一、考纲要求

1. 掌握 Na_2O 、 Na_2O_2 的重要性质及典型计算
2. 掌握 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 的重要性质及典型计算

二、导学诱思

(一) 氧化钠和过氧化钠

1. 下列反应的实质是什么? 写出化学反应方程式, 标出电子转移, 指出氧化剂、还原剂。① Na_2O_2 与水 ② Na_2O_2 与 CO_2 ③ Al 与 NaOH 溶液 ④ Si 与 NaOH 溶液

2. 下列物质的漂白原理是什么? ① Na_2O_2 ② SO_2 ③ 活性炭 ④ 氯水

将上述漂白物质分别滴入 (或投入) 少量的紫色石蕊试液中各有什么现象产生? 若再用酒精灯加热, 现象又有何不同?

3. 比较 Na_2O_2 和 Na_2O

物质	氧化钠 (Na_2O)	过氧化钠 (Na_2O_2)
色态		
类别		
电子式		
属类		
氧的价态		
生成条件		

热稳定性		
与水反应方程式		
与 CO_2 反应方程式		
与酸(HCl)反应方程式		
主要用途		

4. 氢氧化钠俗称_____, 是三大强碱之一, 易吸收空气中的水而_____, 易溶于水, 并且_____热量, 水溶液有涩味, 有强腐蚀性。盛 NaOH 溶液的试剂瓶不能用玻璃塞, 原因是(用方程式表示)_____。

5. 比较 Na_2CO_3 、 NaHCO_3

物质	Na_2CO_3	NaHCO_3
俗名		
热稳定性		
水溶性		
色态		
与 H^+ 的反应		
与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的反应		
与 BaCl_2 的反应		
与 AlCl_3 的反应		
相互转化		
鉴别		
主要用途		

6. 思考下列 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的有关问题

①将同浓度的盐酸分别滴入同浓度的 Na_2CO_3 溶液、 NaHCO_3 溶液中, 谁反应剧烈? 为什么?

②如何除去 Na_2CO_3 固体中的 NaHCO_3 ? 如何除去 Na_2CO_3 溶液中的 NaHCO_3 ? 如何除去 NaHCO_3 溶液中的 Na_2CO_3 ?

③向饱和 Na_2CO_3 溶液中通入过量 CO_2 有何现象? 为什么? 写出反应离子方程式。

④向 Na_2CO_3 溶液中逐滴加入稀盐酸至过量, 写出反应离子方程式并分析

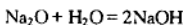
HCO_3^- 浓度变化, 若将 Na_2CO_3 溶液逐滴加入稀盐酸中, 现象与上述是否相同? 为什么?

7. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 俗名 _____, 主要用途 _____. 在医疗上的用途为 _____. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 用作 _____, 小苏打用于 _____.

【解题指导】

【例 1】将 70g 过氧化钠和氧化钠的混合物跟 98g 水充分反应后, 所得溶液的质量分数为 50%, 试求混合物中氧化钠和过氧化钠的质量。

【解析】首先要明白反应原理, 反应后溶液中的溶质。该反应为



其中 Na_2O_2 与 H_2O 反应中 Na_2O_2 既是氧化剂又是还原剂, 产生的 O_2 来自 Na_2O_2 , 相当于 $2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$; 若设 Na_2O_2 的物质的量为 x , 则混合物与 H_2O 反应可理解为将 $(70 - 16x)\text{g}$ Na_2O 与 H_2O 作用。

根据题意, 由钠离子守恒:

$$\frac{70g - 16g \cdot \text{mol}^{-1} x}{M(\text{Na}_2\text{O})} \times 2 = \frac{(70g + 98g - 16g \cdot \text{mol}^{-1} x) \times 50\%}{M(\text{NaOH})}$$

得 $x = 0.5\text{mol}$ 所以混合物中

含 Na_2O_2 : $78g \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.5\text{mol} = 39\text{g}$

Na_2O : $70g - 39g = 31g$

【评注】该题考查了① Na_2O_2 与水反应的特殊性 ②水溶液质量利用质量守恒 ③ Na_2O_2 、 Na_2O 溶于水后溶质相同。

【例 2】2.1g 平均相对分子质量为 7.2 的 CO 与 H_2 组成的混合气体与足量的 O_2 充分燃烧后, 立即通入足量的 Na_2O_2 固体中, 固体的质量增加 () (福建省质检题)

A. 2.1g B. 3.6g C. 7.2g D. 无法确定

【解析】从① $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$; ② $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$; ③ $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$; ④ $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 4\text{NaOH} + \text{O}_2$ 四个方程式可知: CO 、 H_2 和氧燃烧后再和 Na_2O_2 反应放出的 O_2 恰好等于 CO 、 H_2 燃烧消耗的 O_2 , 即实际增重为 CO 和 H_2 的质量。选 A。

【答案】A

【评注】有些学生解计算型选择题, 看到数值就想到计算, 结果使有些本来不需要进行计算的问题变成了复杂的计算问题。要学会审清题意, 整体分析, 巧解妙答, 提高解题水平。

【例 3】某干燥粉末可能由 Na_2O 、 Na_2O_2 、 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 、 NaCl 中的一种或几种组成。将该粉末与足量的盐酸反应有气体 X 逸出, X 通过足量的 NaOH 溶液后体积缩小 (同温、同压下测定)。若将原来混合粉末在空气中用酒精灯加热, 也有气体放出, 且剩余固体的质量大于原混合粉末的质量。下列判断正确的是 () (湖北省竞赛题)

A. 粉末中一定有 Na_2O 、 Na_2O_2 、 NaHCO_3

B. 粉末中一定不含有 Na_2CO_3 和 NaCl

C. 粉末中一定不含有 Na_2O 和 NaCl

D. 无法肯定粉末里是否含有 Na_2CO_3 和 NaCl

【解析】与盐酸反应产生气体的物质可能为 Na_2O_2 (生成 O_2)、 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 (生成 CO_2)，气体 X 通过 NaOH 溶液后体积缩小 (而不是气体全部消失)，说明 X 由 O_2 和 CO_2 组成，原粉末中 Na_2O_2 、 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 至少有一种一定存在。将原混合粉末加热，有气体放出，说明混合物中一定有 NaHCO_3 ，但 NaHCO_3 受热分解会使混合粉末质量减少，而实际剩余固体的质量却增加了，原因只能是发生了反应： $2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{O}_2$ 。综上分析，混合物中一定有 Na_2O 、 Na_2O_2 、 NaHCO_3 ，无法确定混合物中是否有 Na_2CO_3 和 NaCl 。

【答案】AD

【评注】有的学生不能从“剩余固体的质量大于原混合粉末的质量”作出存在 Na_2O 的判断，关键是忽视了反应： $2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{O}_2$ 。

【例 4】在 Na_2CO_3 饱和溶液中通入 CO_2 后有 NaHCO_3 沉淀析出，除了 NaHCO_3 溶解度小于 Na_2CO_3 这个主要原因外，另外的原因是_____。

【解析】将 CO_2 通入 Na_2CO_3 溶液中，发生如下反应： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{NaHCO}_3$ 。反应发生后，一方面水被消耗，溶剂的量减少；另一方面生成的 NaHCO_3 的质量比 Na_2CO_3 的质量大，均有利于沉淀析出。

【答案】反应发生后，一方面水被消耗，溶剂的量减少；另一方面生成的 NaHCO_3 的质量比 Na_2CO_3 的质量大，均有利于沉淀析出。

【评注】本题主要考查溶解度的知识。对于简答题的回答，要“简”而“明”，不能长篇大论，不着边际，这就要经过周密思考后，分析出主要矛盾，抓住关键，答出要点。

【典题精练】

1. 用托盘天平称量苛性钠时，应将其放在

- A. 天平的托盘上 B. 洁净的滤纸上
C. 小烧杯中 D. 表面皿上

2. 将 W g 某气体与一定量的 O_2 混合后通入装有足量 Na_2O_2 固体的密闭容器中，用间断电火花不断地引燃气体，经过足够长时间后，发现固体质量增加 W g，则气体可能是① H_2 ② CO ③ CO 与 H_2 混合气体 ④ 甲醛 ⑤ 乙二醇蒸气

- A. 只有① B. 只有①②
C. 只有①②③ D. ①②③④⑤

在标准状况下将 2.24 L CO_2 和 CO 的混合气体 (该混合气体的密度与 O_2 的密度在相同状况下相等) 充入一盛有足量的 Na_2O_2 的容器中，用间断电火花引发至充分反应，回答下列 3~5 题

3. 混合气体中 CO_2 与 CO 的体积比是

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

4. 容器内固体质量增加

- A. 2.8 g B. 4.4 g C. 3.2 g D. 3.6 g

5. 对容器内存在的物质叙述正确的是

- A. 0.75mol CO B. 0.0125mol O₂
C. 10.6g Na₂CO₃ D. 4g O₂
6. 4.48L CO₂ 通过一定量的固体 Na₂O₂ 后收集到 3.36L 气体(标况), 则这 3.36L 气体的质量是
A. 3.8g B. 5.6g C. 4.8g D. 6.0g
7. 有 Na₂CO₃、NaHCO₃、CaO 和 NaOH 组成的混合物 27.2g, 把它们溶于足量的水中, 充分反应后溶液中的 Ca²⁺、CO₃²⁻、HCO₃⁻ 均转化为沉淀, 将反应容器内水分蒸干, 最后得到白色固体物质共 29g, 则原混合物中 Na₂CO₃ 的质量是
A. 10.6g B. 5.3g C. 5.9g D. 无法确定
8. 13.7g Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 组成的混合物, 用酒精灯加热至质量不再变化时固体的质量变为 10.6g, 由此可知混合物中 Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 的物质的量之比为
A. 3:2 B. 2:3 C. 1:2 D. 2:1
9. 在密闭容器内加入 18.4g NaHCO₃ 和 NaOH 的固体混合物加热至 250℃, 经充分反应后排出气体, 冷却称量剩余固体质量为 16.6g, 由此可推断
A. 两者正好完全反应 B. NaOH 过量
C. NaHCO₃ 的质量为 8.4g D. NaOH 的质量为 4.0g
10. 已知原子量: Li 6.9、Na 23、K 39、Rb 85, 今有某碱金属 M 及其氧化物 M₂O 组成的混合物 10.8g, 加足量水充分反应后, 溶液经蒸发和干燥得固体 16g, 据此可确定碱金属 M 是
A. Li B. Na C. K D. Rb
11. 在含有 35.8g Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 的溶液内, 加入 1mol/L 的盐酸 700mL, 反应完全可以生成 8.96L CO₂(标况)。问: (1) 其中 _____ 物质过剩; (2) 溶液中 Na₂CO₃ 有 _____ 克; (3) 若在上述溶液内加入 1mol/L 的盐酸 450mL, 反应完全后, 在标准状况下可生成 CO₂ _____ 升。
12. 通常用小苏打的饱和溶液除去 CO₂ 中的 HCl, 反应的离子方程式是 _____, 不能用 NaOH 溶液的原因是 _____, 也不能用 Na₂CO₃ 溶液的原因是 _____ (用离子方程式表示)。
13. 从 Na₂CO₃、NaHCO₃ 中选择下列各题中所使用的物质, 并说明选择该物质的理由:
(1) 洗涤碱 _____, 理由 _____
(2) 发酵粉 _____, 理由 _____
(3) 治胃酸过多 _____, 理由 _____
14. 从所给试剂中选用合适的试剂检验 Na₂CO₃ 粉末中含有少量的 NaOH 和 NaCl。提供的试剂有: BaCl₂、Ba(NO₃)₂、稀 HNO₃、NaOH 溶液、稀 H₂SO₄、AgNO₃ 溶液、酚酞试液、甲基橙试液。
(1) 选用的试剂有 _____
(2) 简述操作步骤 _____
15. 取两种不同浓度的 NaOH 溶液各 100mL, 分别向溶液中通入标况下的 CO₂ 1.12L 完全反应后将溶液低温蒸干得不含结晶水的固体 5g 和 6g, 则两种 NaOH 溶液的浓度分别为 _____、_____。

16. 有 50mL NaOH 溶液, 向其中逐渐通入一定量的 CO_2 , 随后取此溶液 10mL 将其稀释至 100mL, 并向此稀释后的溶液中逐滴加入 0.1mol/L 的盐酸溶液, 产生的 CO_2 气体体积(标况)与所加入的盐酸的体积之间的关系如下图所示:

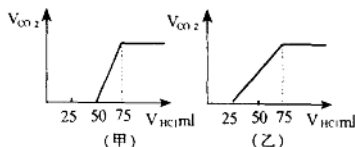


图 1—2

试分析 NaOH 在吸收 CO_2 气体后, 在甲、乙两种情况下, 所得溶液中存在的溶质是什么? 其物质的量之比是多少? 产生的 CO_2 气体体积(标况)是多少? 原 NaOH 溶液的物质的量浓度是多少?

(甲)溶质为 _____, 其物质的量之比为 _____, 在标况下生成 CO_2 的体积是 _____; (乙)溶质为 _____, 其物质的量之比为 _____, 在标况下生成 CO_2 气体的体积是 _____; 原 NaOH 溶液的物质的量浓度为 _____。

17. 取 0.45mol NaOH、0.3mol Na_2CO_3 和 0.2mol NaHCO_3 溶于水, 在该混合液中逐滴加入稀盐酸, 反应可分为三个阶段, 若加入 HCl 的量为 n mol, 填表:

n 值	$n(\text{NaOH})$	$n(\text{NaHCO}_3)$	$n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$
$0 < n \leq 0.25$			
$0.25 < n \leq 0.75$			
$0.75 < n \leq 1.25$			

18. 将 m mol 的 Na_2O_2 和 n mol NaHCO_3 固体混合物在密闭容器中加热至 250°C , 让其充分反应排出气体。

(1) 当排出的气体只含 H_2O 和 O_2 两种成分且物质的量相等时, $m:n$ 的值为 _____。

(2) 若排出的气体只含 O_2 时, $m:n$ 值为 _____, 此时所得固体成分为 _____。

19. 铝粉和 Na_2O_2 的混合物放入 50mL 烧杯中加入 20mL 蒸馏水, 当反应停止后变成澄清溶液, 称得溶液质量比原混合物质量减轻了 3.5g, 向上述澄清溶液中加入 3.5mol/L 盐酸 200mL, 原澄清溶液先无明显变化后出现白色沉淀, 而后沉淀恰好溶解, 问原混合物中含铝粉和 Na_2O_2 各为多少克?

第三节 碱金属元素

【考点透析】

一、考纲要求

1. 熟记碱金属元素的递变规律和常见碱金属的焰色
2. 总结碱金属元素性质的异同点
3. 掌握焰色反应的概念以及操作技能

二、导学诱思

(一) 碱金属的原子结构及性质特点

1. 随核电荷数的增加, 原子半径依次_____, 阳离子半径依次_____。同种元素的原子半径_____其阳离子半径。熔沸点依次_____, 密度依次_____。

2. 金属钾能否保存在煤油中? 金属钠或钾能否保存在酒精或四氯化碳中? 为什么?

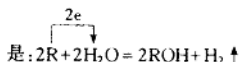
3. 卤素单质和碱金属单质熔沸点变化趋势是否一致? 为什么?

(二) 碱金属的主要性质

1. 它们都能跟卤素、氧气、硫等非金属直接化合, 在反应中表现出很强的_____。

注: 碱金属在空气中燃烧时产物比较复杂。锂生成 Li_2O 也生成 Li_3N ; 钠主要生成 Na_2O_2 ; 钾主要生成 K_2O_2 也有 K_2O , 铷生成 RbO_2 , 铯生成 CsO_2 。

2. 都能与水剧烈反应, 生成相应的_____和_____。反应的实质



反应时现象各不相同。锂与水反应不熔化; 钠与水反应时熔化; 钾与水反应时熔化, 且使产生的 H_2 燃烧; 铷、铯都与水猛烈反应。(注: 钠、钾与水反应时, 金属块一定要小, 否则会发生爆炸)

(三) 焰色反应

1. 碱金属的焰色反应: 锂_____色, 钠_____色, 钾_____色, 观察钾的焰色时为什么要透过蓝色钴玻璃? 焰色反应是一种物理现象还是化学现象? 是单质离子还是元素的性质?

2. 做焰色反应时能否用铜丝? 清洗时用硫酸、盐酸还是硝酸? 为什么?

3. 纯净的氢气燃烧呈淡蓝色, 为什么用玻璃尖嘴点燃时呈黄色? 用铂丝做 Na_2CO_3 和 K_2CO_3 混合液的焰色反应时, 火焰呈_____为什么? 透过蓝色钴玻璃时呈_____。

4. 某学生欲用铂丝连续蘸 Na_2CO_3 和 K_2CO_3 溶液做焰色反应实验, 试简述其步骤。

【解题指导】

【例1】下列对碱金属性质的叙述中,正确的是

- A. 都是银白色的柔软金属,密度都较小
- B. 单质在空气中燃烧生成的都是过氧化物
- C. 碱金属单质与水剧烈反应生成碱和氢气
- D. 单质的熔、沸点随着原子序数的增加而升高

【解析】本题主要考查碱金属的性质。碱金属单质在空气中燃烧时,活泼性不同,其产物亦不同,Li生成 Li_2O ,Na生成 Na_2O_2 ,K、Cs、Rb则生成 MO_2 型超氧化物,B错误;碱金属单质的熔、沸点随着原子序数增加逐渐降低,D错。

【答案】A、C

【评注】学习碱金属元素,一方面要会比较碱金属在性质上的相同和不同点以及掌握碱金属的递变规律,并能从原子结构去理解;另一方面还应将碱金属与卤族、氧族等非金属进行比较。

【例2】①钾比水轻;②钾的熔点较低;③钾与水反应时要放出热量;④钾与水反应后溶液呈碱性。某学生将一小块金属钾投入滴有酚酞试液的水中,以上实验能证明上述四点性质中的

- A. ①④
- B. ①②④
- C. ①③④
- D. ①②③④

【解析】钾投入到水中的实验现象与钠和水的反应类似。钾浮在水面上,可推知①;钾熔化成闪亮的小球,可推知②③;溶液变红,可推知④。因此。

【答案】D

【评注】本题判断钾的性质是根据钾和水反应观察到的实验现象推论出来的,性质是观察不到的,性质只有通过现象推论而来。

【例3】碱金属(如锂、钠、钾、铷等)溶于汞中可形成良好的还原剂“汞齐”。取7g某种碱金属的汞齐与水作用得到2.24L氢气(标准状况),并得到1L密度为 $\rho \text{ g/cm}^3$ 的溶液,则溶液中溶质的质量分数可以是

- A. $\frac{0.8}{\rho} \%$
- B. $\frac{0.48}{\rho} \%$
- C. $\frac{0.32}{\rho} \%$
- D. $\frac{0.7}{\rho} \%$

【解析】汞不能与水反应,碱金属(M)与水反应的化学方程式为: $2\text{M} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{MOH} + \text{H}_2 \uparrow$,所以碱金属的物质的量为 $0.1 \times 2 = 0.2(\text{mol})$,碱金属的摩尔质量 $< 7/0.2 = 35(\text{g/mol})$ 。原子量小于35的碱金属只有Li、Na。分别计算可知答案为A、B。

【答案】AB

【评注】在本题计算中,巧妙地引用了平均值法规律,使得对碱金属存在的判断简洁明了,确定了两碱金属的存在后,求溶液中溶质的质量分数则属于常规计算问题。

【典题精练】

- 关于碱金属的叙述错误的是
 - A. I A族元素都属于碱金属元素
 - B. 原子半径都显著的大于其离子半径
 - C. 在空气中易被氧化,因而都应保存在煤油中
 - D. 在自然界中都以化合态存在
- 某单质在普通光的照射下能够放出电子,因而可用于制光电管,组成该单质的元