



专题 调研

主编 杜志建

问题诊断学习法

破
解

元素化合物

42 个
高考大问题



YZLI0890160326

化学

30

汕头大学出版社



新课标
2012高考
研究预测成真

专题 调研

问题诊断学习法

破
解

元素化合物

42个
高考大问题



丛书主编：杜志建

丛书编委：陈世华 戴家飞 王小兵 徐业政

本册主编：戴家飞



YZLI0890160326

汕头大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

专题调研. 化学(元素化合物)/杜志建主编. —
汕头:汕头大学出版社,2008.7

(专题调研系列)

ISBN 978-7-81120-309-7

I. 专... II. 杜... III. 化学课—高中—教学参考资料
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 053414 号

专题调研·化学(元素化合物)

策 划:杜志建

责任编辑:胡开祥

封面设计:李 陈

出版发行:汕头大学出版社

(广东省汕头市汕头大学内)

印 刷:郑州市毛庄印刷厂

开 本:787 mm × 1092 mm 1/16

版 次:2011 年 7 月第 4 版

印 次:2011 年 7 月第 1 次印刷

定 价:51.20 元(共 4 册)

ISBN 978-7-81120-309-7

主 编:杜志建

责任技编:姚健燕 钱 丹

责任校对:刘 娜

邮 编:515063

电 话:0754-82903126

印 张:31

字 数:982 千字

发行/广州发行中心 通讯邮购地址/广州市越秀区水荫路 56 号 3 栋 9A

邮编/510075 电话/020-37613848 传真/020-37637050

版权所有 翻版必究

如发现印装质量问题,请与承印厂联系退换。

1 专题一 碱金属

Step1 自我诊断	1
Step2 问题突破	4
Step3 高分秘笈	12
Step4 闯关与预测	14
答案与解析	103

16 专题二 几种重要的金属及其化合物

Step1 自我诊断	16
Step2 问题突破	20
Step3 高分秘笈	29
Step4 闯关与预测	31
答案与解析	104

34 专题三 卤素

Step1 自我诊断	34
Step2 问题突破	39
Step3 高分秘笈	46
Step4 闯关与预测	47
答案与解析	107

49 专题四 碳族元素 无机非金属材料

Step1 自我诊断	49
Step2 问题突破	53
Step3 高分秘笈	60
Step4 闯关与预测	61
答案与解析	110

Contents

64 专题五 硫及其重要化合物

Step1 自我诊断	64
Step2 问题突破	67
Step3 高分秘笈	71
Step4 闯关与预测	72
答案与解析	112

75 专题六 氮及其重要化合物

Step1 自我诊断	75
Step2 问题突破	80
Step3 高分秘笈	85
Step4 闯关与预测	86
答案与解析	114

89 专题七 无机知识综合应用

Step1 自我诊断	89
Step2 问题突破	93
Step3 高分秘笈	99
Step4 闯关与预测	101
答案与解析	116

专题调研
Zhuan ti diao yan

问题快速索引

1. 钠有哪些主要的物理性质和化学性质? 实验室如何保存少量的金属钠? 取用金属钠时要注意哪些问题? (4)
2. 如何把握钠与酸、盐溶液反应的规律? (5)
3. 过氧化钠的强氧化性有哪些具体表现? 过氧化钠与水、二氧化碳的反应中有哪些重要关系? ... (6)
4. 碳酸钠与碳酸氢钠的性质有哪些相同点和不同点? 怎样鉴别碳酸钠与碳酸氢钠? (7)
5. 二氧化碳与氢氧化钠溶液反应的计算有哪些规律可循? (9)
6. 钠及其化合物之间有怎样的转化关系? (10)
7. 碱金属元素的单质及其化合物的性质有哪些重要的递变规律? (11)
8. 铝及其氧化物、氢氧化物的性质有哪些? (20)
9. 如何把握有关铝的图像规律及计算? (22)
10. 铁及其化合物的性质有哪些? (24)
11. 铜及其化合物的重要性质有哪些? (27)
12. 金属活动性的判断规律及金属与酸反应的定量关系是什么? (28)
13. 氯气的性质及氯气的实验室制法是什么? (39)
14. 氯水为什么能够表现出多重性质? (41)
15. 次氯酸、漂白粉的性质有哪些? (42)
16. 怎样检验溶液中存在的卤素离子? (43)
17. 卤素单质的性质及递变规律有哪些? (44)
18. 碳单质的性质有哪些? (53)
19. 碳的氧化物的性质有哪些? (54)
20. 碳酸盐和酸式碳酸盐的性质及关系如何? (55)
21. 硅的性质有哪些? (56)
22. 二氧化硅有哪些性质需要掌握? (57)
23. 硅及其化合物的特性有哪些? (58)
24. 硅酸盐与无机非金属材料的性质及组成是怎样的? (59)
25. 碳族元素的递变规律有哪些? (60)
26. 二氧化硫的哪些性质体现其分子组成的特点? (67)
27. 浓硫酸有哪些物理、化学特性? (69)

28. 如何检验 SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 的存在?	(70)
29. NO 和 NO_2 的性质有何区别?	(80)
30. 与氮的氧化物有关的计算规律有哪些?	(81)
31. 氨气的性质、制法和检验方法是什么?	(81)
32. 铵盐的性质及检验方法有哪些?	(83)
33. 硝酸的物理、化学性质有哪些?	(83)
34. 无机推断题的一般解题步骤有哪些?	(93)
35. 无机推断题的常见“题眼”有哪些?	(94)

高分泌笈快速索引

1. 过氧化钠常见题型点击	(12)
2. 终态法的应用	(29)
3. 卤族元素的氧化性、还原性强弱比较	(46)
4. 高考热点问题——硅及其化合物性质的探究	(60)
5. 探究不同条件下的反应产物	(71)
6. 巧用守恒法解有关硝酸的计算题	(85)
7. 以化工生产工艺流程为背景的无机推断	(99)

专题一

碱金属

Step 1

自我诊断

(发 现 问 题 很 重 要)



高频考点

考点1 碱金属的性质

易错点:对碱金属元素性质的共性和递变规律掌握不牢

突破策略:碱金属元素性质递变规律。(具体内容见诊断7)

考点2 钠的性质

易错点:忽视钠与氧气反应的条件,不理解钠与水、醇、酸、盐溶液反应的实质

突破策略:钠与氧气、水、盐反应的实质。(具体内容见诊断1)

考点3 过氧化钠的结构、性质与相关计算

易错点1:错误理解过氧化钠的结构

突破策略:过氧化钠中两个氧原子组成一个过氧根离子,所以过氧化钠中阳离子与阴离子的



诊断试题

- (2011·重庆卷)下列叙述正确的是
A. Fe 分别与氯气和稀盐酸反应所得氯化物相同
B. K、Zn 分别与不足量的稀硫酸反应所得溶液均呈中性
C. Li、Na、K 的原子半径和密度随原子序数的增加而增大
D. C、P、S、Cl 的最高价氧化物对应水化物的酸性逐渐增强
- 下列有关钠的叙述中,正确的是
A. 金属钠的化学性质非常活泼,钠元素只能以化合态存在于自然界中
B. 钠与水反应的离子方程式为 $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$
C. 钠的金属活动性比镁强,故可用钠与 MgCl_2 溶液反应制镁
D. 钠与氧气反应只生成过氧化钠
- (2009·上海卷)9.2 g 金属钠投入到足量的重水中,则产生的气体中含有
A. 0.2 mol 中子
B. 0.4 mol 电子
C. 0.2 mol 质子
D. 0.4 mol 分子
- 向盛有无水乙醇的烧杯中投入一小块金属钠,可以观察到的现象是
A. 钠块在乙醇液面上四处快速游动
B. 开始时钠块沉在乙醇液面下
C. 熔化成小球
D. 钠块表面有大量气泡迅速产生,比与水反应剧烈
- (2011·安庆一中五月模拟)过氧化钠具有强碱性和强氧化性,遇木炭、铝粉等还原性物质时可燃烧。下列有关说法不正确的是
A. Na_2O_2 与木炭的反应是放热反应
B. 熔融 Na_2O_2 时可使用石英器皿
C. Na_2O_2 与 Al 反应时 Na_2O_2 表现出强氧化性
D. Na_2O_2 与 SO_2 反应可生成 Na_2SO_4
- (2011·湖北省襄樊四中模拟)将 15.6 g Na_2O_2 和 5.4 g Al 同时放入一定量的水中,充分反应后得到 200 mL 溶液,再向溶液中缓慢通入标准状况下的 HCl 6.72 L,

个数之比为2:1。过氧化钠中氧元素为-1价,具有很强的氧化性。

易错点2:不理解过氧化钠与水、 CO_2 反应的规律

突破策略:过氧化钠与水、二氧化碳反应时, CO_2 先与过氧化钠反应,水再与过氧化钠反应。(具体内容见诊断3和高分秘笈)

考点4 碳酸钠与碳酸氢钠的性质

易错点:对碳酸钠与碳酸氢钠性质的对比,与酸反应的过程分析,差量法、守恒法等计算方法掌握不牢

突破策略:碳酸钠与碳酸氢钠性质的不同之处。(具体内容见诊断4)

考点5 钠及其化合物的转化关系

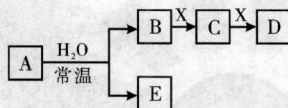
易错点:转化关系中物质的推断错误

突破策略:把握钠及其化合物的转化关系及性质特征。(具体内容见诊断6)

若反应过程中溶液的体积保持不变,则下列说法正确的是

- A. 最终得到7.8 g沉淀
- B. 最终得到的溶液中只含NaCl溶质
- C. 最终得到的溶液中 $c(\text{Na}^+) = 1.5 \text{ mol/L}$
- D. 标准状况下,反应过程中得到6.72 L气体

7. (2009·北京卷)由短周期元素组成的中学常见无机物A、B、C、D、E、X存在如图所示转化关系(部分生成物和反应条件略去)。下列推断不正确的是



- A. 若X是 Na_2CO_3 ,C为含极性键的非极性分子,则A一定是氯气,且D和E不反应
- B. 若A是单质,B和D的反应是 $\text{OH}^- + \text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$,则E一定能还原 Fe_2O_3
- C. 若D为CO,C能和E反应,则A一定为 Na_2O_2 ,其电子式是 $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-} \text{Na}^+$
- D. 若D为白色沉淀,与A摩尔质量相等,则X一定是铝盐

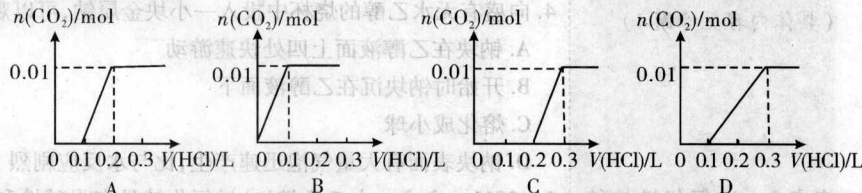
8. (2011·华东师大一附中五月模拟)纯碱和小苏打是厨房中常见的两种用品,它们都是白色固体,下列区分这两种物质的方法正确的是

- A. 分别用砂锅加热两种样品,全部分解挥发没有残留物的是小苏打
- B. 用洁净的铁丝蘸取两种样品在煤气火焰上灼烧,火焰颜色发生明显变化的是小苏打
- C. 用两只小玻璃杯,分别加入少量的两种样品,再加入等量的食醋,产生气泡速率快的是小苏打
- D. 先将两种样品配成溶液,分别加入澄清石灰水,无白色沉淀生成的是小苏打

9. (2011·北京卷)下列实验方案中,不能测定 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 混合物中 Na_2CO_3 质量分数的是

- A. 取a克混合物充分加热,减重b克
- B. 取a克混合物与足量稀盐酸充分反应,加热、蒸干、灼烧,得b克固体
- C. 取a克混合物与足量稀硫酸充分反应,逸出气体用碱石灰吸收,增重b克
- D. 取a克混合物与足量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液充分反应,过滤、洗涤、烘干,得b克固体

10. (2010·上海卷)将0.4 g NaOH和1.06 g Na_2CO_3 混合并配成溶液,向溶液中加入0.1 mol/L稀盐酸。下列图像能正确表示加入盐酸的体积和生成 CO_2 的物质的量的关系的是

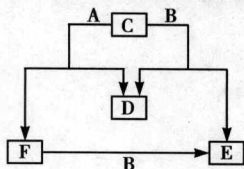


11. (2011·北京首都师大附中月考)有含钠元素的两种物质A和B,它们与化合物F的反应分别是 $\text{A} + \text{F} \longrightarrow \text{C} + \text{D} \uparrow$; $\text{B} + \text{F} \longrightarrow \text{C} + \text{E} \uparrow$,又知D和E两种气体可以体积比1:2化合成液态化合物F。经分析知A中含有D中的非金属元素,B为金属钠与E中的元素化合成的摩尔质量为24 g/mol的固体,试回答:

(1) 写出化学式:A _____; B _____; C _____; D _____; E _____; F _____。

(2) 写出化学方程式: $\text{A} + \text{F} \longrightarrow$ _____; $\text{B} + \text{F} \longrightarrow$ _____。

12. (2011·北京101中学第3次模拟) A、B、C、D、E、F六种物质中除D为气体单质外其余均为常见的化合物,E和F的水溶液均呈碱性,且都为重要的化工原料,其焰色反应均为黄色,它们的转化关系如图所示。请回答下列问题:



- (1) 写出A、B、D的化学式: A _____, B _____, D _____。
- (2) 写出 $F \rightarrow E$ 的离子反应方程式: _____。
- (3) 写出E转化为F的化学方程式: _____。

◎ 答案详见103页

诊断报告

题号	知识点	方法技巧	突破口
1	碱金属元素的性质	逐项分析法	碱金属的性质
2	钠的性质	逐项分析法	钠与氧气的反应条件影响反应产物
3	钠与水反应的计算	电子守恒法	D_2 的粒子数目
4	钠与乙醇反应的现象	逐项分析法	钠与乙醇的密度比较
5	过氧化钠的性质	逐项分析法	过氧化钠的氧化性和强碱性
6	与过氧化钠相关的计算	元素守恒法	6.72 L 气体为 H_2 与 O_2 的混合气体
7	钠及其化合物之间的转化关系	假设推断法	转化关系和性质
8	碳酸钠与碳酸氢钠的比较	逐项分析法	两者性质对比
9	碳酸钠与碳酸氢钠的典型性质	逐项分析法	量的关系
10	$NaOH$ 、 Na_2CO_3 与酸反应的图像分析	图像分析法	反应的先后顺序
11	与钠及其化合物有关的物质推断	综合分析法	物质的状态
12	与钠及其化合物有关的物质推断	综合分析法	钠元素的焰色反应为黄色

注:请在掌握的项目后面打“√”,出错的项目后面打“×”,这份诊断表是你“诊断学习”的好助手哦,请认真填写。

名师学法指导

1. 借助网络 练好书写

借助网络图将碱金属元素的重点知识综合在一起,借助其转化关系,进行知识之间的相互融合。

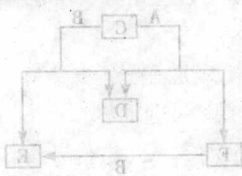
2. 抓住重点 以点带面

通过对钠及其化合物的学习,从而掌握碱金属元素及其化合物的重要性质和变化规律。

方法归纳如下:典型解剖→类比推导→归纳总结(共性和个性)→提高学习效率。

3. 归纳比较 讲究方法

在复习 Na_2O 、 Na_2O_2 、 Na_2CO_3 、 $NaHCO_3$ 等的性质时,可以采用比较法,从化学式、元素的价态、存在化学键的类别、生成条件、稳定性、与同一种物质反应的情况等方面进行比较归纳。



Step 2

找到解决问题的方法

问题突破

问题清单

问题 1

钠有哪些主要的物理性质和化学性质？实验室如何保存少量的金属钠？取用金属钠时要注意哪些问题？

名师释疑

诊断 1 金属钠的性质

常温下，新切开的金属钠断面呈银白色，但很快就变暗了，是因为钠被氧化成了氧化钠。钠暴露在空气中的变化过程为 $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$ 。

1. 钠的物理性质

(1) 钠是银白色金属，有良好的导电性和导热性，密度很小 (0.97 g/cm^3)，熔、沸点低，硬度很小。

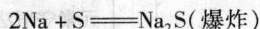
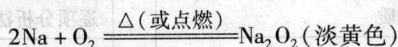
(2) 保存：由于钠很容易跟空气中的氧气和水起反应，故通常保存在煤油中，使其与空气和水隔绝。汽油易挥发，四氯化碳的密度比钠的密度大，均不能用于保存金属钠。

(3) 取用：①钠对皮肤有强的腐蚀性，取用钠时必须用镊子，切勿用手拿。②实验用品中的镊子、小刀和玻璃管等必须保持干燥。③钠表面的煤油一定要用滤纸擦干净，否则钠反应时会产生少量黑烟。④切下的金属钠的表层放回原瓶或用水、乙醇处理，切勿乱丢。

2. 钠的化学性质

钠原子最外层只有一个电子，故极易失去该电子，是很活泼的金属，是强还原剂。

(1) 与非金属反应： $4\text{Na} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}$ (白色)



(2) 与水反应： $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ (浮、熔、游、响、红)

(3) 与酸反应： $2\text{Na} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{Na}^+$ (剧烈，发生爆炸)

(4) 与盐溶液作用 (实质)：钠先跟水发生置换反应，生成 NaOH 和 H_2 ， NaOH 再跟盐发生复分解反应生成难溶性碱，不能置换出盐中的金属元素。

3. 用途：作电光源透雾力强，用于航海；作还原剂冶炼金属 (K)，钠钾合金作导热剂。

4. 制备： $2\text{NaCl} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

典例 1 将一块银白色的金属钠放在空气中会发生一系列的变化：表面迅速变暗→“出汗”→变成白色固体 (粉末)。下列有关叙述不正确的是

- A. 表面迅速变暗是因为钠与空气中的氧气反应生成了氧化钠
- B. “出汗”是因为生成的氢氧化钠吸收空气中的水蒸气在表面形成了溶液
- C. 最后变成碳酸钠粉末
- D. 该过程的所有化学反应均为氧化还原反应

精析 本题主要考查金属钠在空气中发生的一系列化学变化，其变化过程为 $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$ 。A 中，涉及的是 $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}$ 的变化，因为金属钠是银白色，而氧化钠为白色，故可以看到表面迅速变暗；B 中，涉及的是 NaOH 吸收空气中的水分而在表面形成溶液；C 中，涉及的是 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$ 的变化，风化后得到碳酸钠粉末；D 中，以上所有变化中，只有 $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}$ 是氧化还原反应，其余均为非氧化还原反应。答案：D

典例 2 有关钠的叙述正确的是

- A. 2.3 g 钠与 97.7 g 水反应后溶液中溶质的质量分数等于 4%
- B. 钠跟 CuSO_4 溶液反应生成的蓝色沉淀上有时出现暗斑,这是析出了金属铜
- C. 将金属钠与水反应后的溶液中通入适量氯气后,溶液中含有两种溶质
- D. 钠在空气中的缓慢氧化与其在空气中点燃的产物都一样

精析 根据反应方程式,2.3 g 钠与水反应生成 4.0 g NaOH ,放出 0.1 g 氢气,溶液的质量为 99.9 g,所以 NaOH 的质量分数不等于 4%,A 错误。选项 B,Na 与 H_2O 反应生成 NaOH , NaOH 再与 Cu^{2+} 反应生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,因 Na 与 H_2O 发生的反应是放热反应,反应放出的热导致生成的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 表面部分分解为 CuO (黑色)而非 Cu。选项 C,金属钠与 H_2O 反应得到 NaOH 溶液,通入适量的 Cl_2 与 NaOH 反应生成 NaCl 、 NaClO ,所以溶液中含有两种溶质。选项 D,Na 在空气中缓慢氧化生成 Na_2O ,钠在空气中点燃或加热生成淡黄色固体 Na_2O_2 。答案:C

问题 2

如何把握钠与酸、盐溶液反应的规律?

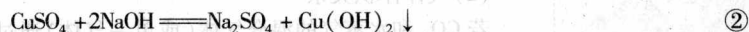
诊断 2 钠与酸、盐溶液反应的规律总结

1. 钠与酸反应

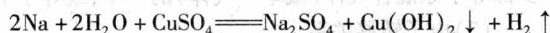
如 $2\text{Na} + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2 \uparrow$,Na 放入稀盐酸中,钠先与酸反应,酸不足再与水反应,并且 Na 与 H_2 的物质的量之比始终是 2:1,反应要比钠与水的反应剧烈得多。

2. 钠与盐溶液反应

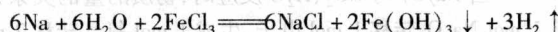
(1) 与 CuSO_4 溶液反应:



合并①②得



(2) 与 FeCl_3 溶液反应:



(3) 与 NH_4Cl 溶液反应:

除看到钠与水反应的现象外,还有具有刺激性气味的气体产生: $2\text{Na} + 2\text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ 。

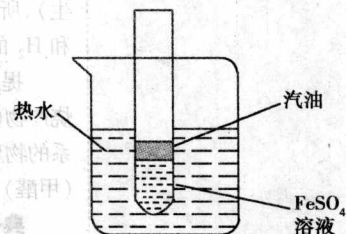
典例 3 钠与 FeSO_4 溶液反应,很难完整地观察到反应全过程的有关现象。有人用如图所示装置进行实验:先往试管内装入新制备的 FeSO_4 溶液,并在液面上覆盖一薄层汽油,然后将试管放入烧杯中,待试管内汽油层消失后,往试管内投入一小粒钠,并迅速塞上带导管的单孔塞。

(1) 实验中汽油的作用是_____。

(2) 加入钠后观察到液面上有大量气泡逸出,溶液中有_____色沉淀生成。

(3) 如果往试管中加入汽油后立即投入钠粒,则可能发生爆炸,其原因是_____。

(4) 写出钠与 FeSO_4 溶液反应的离子方程式:_____。



精析 解该试题的关键是明确金属钠与盐溶液反应的实质——钠先与水反应,所得产物再与盐溶液反应。同时注意反应过程中的某些物理知识,如反应放热、汽油汽化等。

答案:(1) 受热时汽化,其蒸气将试管内空气排尽,起保护作用 (2) 白

(3) 钠与水剧烈反应放出大量的热,使由氢气、汽油蒸气、空气组成的混合气体发生爆炸 (4) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Fe}^{2+} \longrightarrow 2\text{Na}^+ + \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2 \uparrow$

问题 3

过氧化钠的强氧化性有哪些具体表现? 过氧化钠与水、二氧化碳的反应中有哪些重要关系?

诊断 3 过氧化钠的性质

1. 过氧化钠的结构与强氧化性

在 Na_2O_2 和 H_2O_2 等物质中,氧显 -1 价,这是因为两个氧原子间以一对共用电子对相结合(非极性键),形成一种不稳定的结构,所以性质比较活泼。 -1 价介于氧的两种稳定化合价 0 和 -2 之间,因此 Na_2O_2 和 H_2O_2 既可以在一定条件下获得电子表现出氧化性(如与 SO_2 、 Fe^{2+} 、品红溶液等反应),也可以在一定条件下失去电子表现出还原性(如与酸性高锰酸钾溶液反应),还可以在特定条件下发生歧化反应(如与 CO_2 、 H_2O 等反应),但主要以氧化性为主,并且通常表现出强氧化性。

(1) Na_2O_2 与 SO_2 反应: $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4$ 。

(2) Na_2O_2 投入 FeCl_2 溶液中,可将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ,进而生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀。

(3) Na_2O_2 投入 Na_2SO_3 溶液中,可将 SO_3^{2-} 氧化成 SO_4^{2-} 。

(4) Na_2O_2 具有漂白性,投入品红溶液中,可使品红溶液永久褪色。

(5)要善于联想,将同类型物质进行归纳。如由 Na_2O_2 的电子式联想到 H_2O_2 、 CaC_2 、 FeS_2 的电子式,由 Na_2O_2 的漂白性联想到 H_2O_2 、氯水、 HClO 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 O_3 等。

2. 过氧化钠与 CO_2 、 H_2O 反应的几个重要关系



(1) 物质的量的关系

无论是 CO_2 和水蒸气中的单一物质还是二者的混合物,通过足量过氧化钠后,消耗的 CO_2 或水与生成的 O_2 的物质的量之比均为 $2:1$ 。

(2) 气体体积关系

若 CO_2 和水蒸气的混合气体(或单一气体)通过足量过氧化钠,气体体积的减少都等于原混合气体(或单一气体)的一半,或等于生成 O_2 的体积。

(3) 电子转移关系

当 Na_2O_2 与 CO_2 、 H_2O 反应时,物质的量的关系为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 \sim \text{O}_2 \sim 2e^-$,即消耗 $1 \text{ mol Na}_2\text{O}_2$ 转移 1 mol 电子,生成 1 mol 氧气转移 2 mol 电子。

(4) 先后顺序关系

一定量的 Na_2O_2 与一定量的 CO_2 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的混合物反应时,可视作 Na_2O_2 先与 CO_2 反应,待 CO_2 消耗完后, Na_2O_2 再与水蒸气反应。这是因为即使 Na_2O_2 先和水蒸气反应,其反应产物 NaOH 又要和 CO_2 反应生成 Na_2CO_3 和 H_2O 。

(5) 固体质量关系

相当于 Na_2O_2 只吸收了 CO_2 中的“ CO ”和 H_2O 中的“ H_2 ”,可以看作发生的反应为 $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO} = \text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2 = 2\text{NaOH}$ (实际上这两个反应都不能发生),所以过氧化钠与 CO_2 、 H_2O 反应的增加的质量为与 CO_2 、 H_2O 等物质的量的 CO 和 H_2 的质量。

提示:凡分子组成符合 $(\text{CO})_m(\text{H}_2)_n$ 的物质, $W \text{ g}$ 该物质在 O_2 中完全燃烧,将其燃烧产物(CO_2 和水蒸气)通过足量过氧化钠后,固体增重必为 $W \text{ g}$ 。中学阶段符合这一关系的物质:(1)无机物: H_2 、 CO 或两者的混合气体;(2)有机物:如 CH_3OH (甲醇)、 HCHO (甲醛)、 CH_3COOH (乙酸)、 HCOOCH_3 (甲酸甲酯)、 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (葡萄糖)等。

典例 4 一定量的 NaHCO_3 和 Na_2O_2 的固体混合物,在密闭容器中充分混合加热后,最后排出气体,得残留固体 40.8 g ,残留固体恰好与 $1 \text{ L } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的稀盐酸完全反应,下列说法正确的是

A. 40.8 g 固体物质为 Na_2CO_3 和 NaOH 的混合物

B. 40.8 g 固体物质为 NaOH 和 Na_2O_2 的混合物

C. 40.8 g 固体物质为 0.2 mol NaOH 和 $0.4 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$ 的混合物

D. 40.8 g 固体物质为 0.1 mol NaOH 、 $0.2 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$ 、 $0.2 \text{ mol Na}_2\text{O}_2$ 的混合物

精析

一定量的 NaHCO_3 和 Na_2O_2 的固体混合物,在密闭容器中充分混合加

热后,有下列几种情况:①当 NaHCO_3 过量,残留固体只有 Na_2CO_3 ;② Na_2O_2 过量,残留固体为 Na_2CO_3 、 NaOH 、 Na_2O_2 的混合物;③ NaHCO_3 分解产生的 CO_2 恰好与 Na_2O_2 反应,残留固体只有 Na_2CO_3 ;④ NaHCO_3 分解产生的 CO_2 与部分 Na_2O_2 反应生成 Na_2CO_3 ,剩余的 Na_2O_2 能与水蒸气恰好反应生成 NaOH ,残留固体为 Na_2CO_3 和 NaOH 的混合物;⑤ NaHCO_3 分解产生的 CO_2 与部分 Na_2O_2 反应生成 Na_2CO_3 ,剩余 Na_2O_2 能与水蒸气反应生成氢氧化钠,且水蒸气过量,残留固体为 Na_2CO_3 和 NaOH 的混合物。依据上述推断可知 A 选项合理,B 选项不合理。根据守恒关系,残留固体恰好与 $1\text{ L } 1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的稀盐酸完全反应,说明残留固体中钠的物质的量为 1 mol ,C 选项钠的总物质的量为 1 mol ,但 0.2 mol NaOH 和 $0.4\text{ mol Na}_2\text{CO}_3$ 的质量不等于 40.8 g ;D 选项钠的总物质的量为 0.9 mol , 0.1 mol NaOH 、 $0.2\text{ mol Na}_2\text{CO}_3$ 和 $0.2\text{ mol Na}_2\text{O}_2$ 的质量等于 40.8 g 。答案:A

问题 4

碳酸钠与碳酸氢钠的性质有哪些相同点和不同点?怎样鉴别碳酸钠与碳酸氢钠?

诊断 4 注意有关碳酸钠与碳酸氢钠的实验问题

1. Na_2CO_3 与 NaHCO_3 之间的转化

由于 Na_2CO_3 的溶解度远远大于 NaHCO_3 的溶解度,所以在饱和 Na_2CO_3 溶液中通入过量的 CO_2 会析出 NaHCO_3 晶体,溶液变浑浊,其反应的离子方程式为 $2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3 \downarrow$ 。 Na_2CO_3 则可通过加热 NaHCO_3 使其分解而得到,其反应的方程式为 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

2. Na_2CO_3 溶液与稀盐酸的反应

(1)向 Na_2CO_3 溶液中滴加稀盐酸,先无气体,后有气体,先后发生反应的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$, $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。如果 $n(\text{HCl})$ 小于 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$,反应无气体放出。

(2)向稀盐酸中滴加 Na_2CO_3 溶液立刻有气体产生,发生反应: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。如果用 $2\text{ mol Na}_2\text{CO}_3$ 和 2.4 mol 稀盐酸反应,采用(1)放出 CO_2 0.4 mol ;采用(2)放出 CO_2 1.2 mol 。

3. Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的鉴别

(1)热稳定性不同。分别加热少量 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 固体,产生的气体且气体能使澄清石灰水变浑浊的是 NaHCO_3 。

(2)和酸反应生成气体的速率不同。分别取一定量的 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 固体,加入等浓度等体积的盐酸,反应快、产生气体相对多的为 NaHCO_3 ,则另一个为碳酸钠。

(3)阴离子不同。分别取其稀溶液,滴加氯化钡稀溶液,产生沉淀的为碳酸钠,另一个为碳酸氢钠(该方法必须取其极稀溶液)。

(4)溶液的酸碱性。测其稀溶液($0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)的 pH,碳酸钠溶液的 pH 在 12 左右,而碳酸氢钠溶液的 pH 在 8 左右。

4. Na_2CO_3 、 NaHCO_3 与盐酸反应的基本图像的归纳总结

- (1)向 Na_2CO_3 中逐滴加入盐酸,消耗 HCl 与产生 CO_2 的关系如图 1 所示;
- (2)向 NaHCO_3 中逐滴加入盐酸,消耗 HCl 与产生 CO_2 的关系如图 2 所示;
- (3)向 NaOH 、 Na_2CO_3 的混合物中逐滴加入盐酸,消耗 HCl 与产生 CO_2 的关系如图 3 所示(设 NaOH 、 Na_2CO_3 的物质的量之比 $x:y=1:1$,其他比例时的图像略);
- (4)向 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 的混合物中逐滴加入盐酸,消耗 HCl 与产生 CO_2 的关系如图 4 所示(设 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 的物质的量之比 $m:n=1:1$,其他比例时的图像略)。

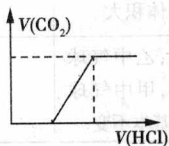


图 1

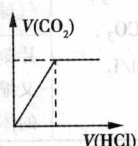


图 2

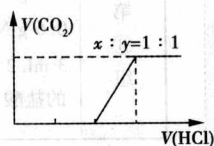


图 3

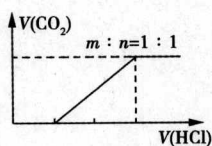


图 4

5. NaHCO_3 与 NaOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 等碱溶液的反应

(1) NaHCO_3 与 NaOH 反应的离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。 NaHCO_3 是弱酸的酸式盐,与碱反应,首先是碱电离出的 OH^- 与弱酸的酸式酸根离子反应生成酸根离子(酸碱中和优先)。

(2) NaHCO_3 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应的离子方程式是由二者相对量的多少来决定的。

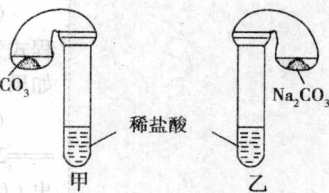
①当 NaHCO_3 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的物质的量之比大于或等于 2:1 时,化学方程式为 $2\text{NaHCO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$,离子方程式为 $2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$;②当 NaHCO_3 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的物质的量之比小于或等于 1:1 时,化学反应方程式为 $\text{NaHCO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$,离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

典例 5 (2011·江西师大附中月考)有 3 份等质量的小苏打,第 1 份直接与盐酸恰好完全反应;第 2 份先加热,使其部分分解后,再与盐酸恰好完全反应;第 3 份先加热,使其完全分解后,再与盐酸恰好完全反应。假若盐酸的物质的量浓度相同,消耗盐酸的体积分别为 V_1 、 V_2 和 V_3 ,则 V_1 、 V_2 和 V_3 的大小关系正确的是

- A. $V_1 > V_2 > V_3$ B. $V_2 > V_3 > V_1$
C. $V_1 = V_2 = V_3$ D. $V_1 > V_3 > V_2$

精析 解题时,要把握反应的实质——即无论是碳酸钠还是碳酸氢钠,与盐酸反应后的溶液中只有氯化钠。所以不管质量相等的碳酸氢钠是否分解以及分解的程度如何,三者消耗盐酸的体积一定相等。答案:C

典例 6 化学活动课上,三组学生分别用图示甲、乙两装置,探究“ NaHCO_3 和 Na_2CO_3 分别与稀盐酸的反应”,按下表中的试剂用量,在 NaHCO_3 相同条件下,将两个气球中的固体粉末同时倒入试管中(装置的气密性已检查)。



请回答:

(1) 各组反应开始时,装置中的气球体积先变大,该装置中反应的离子方程式是

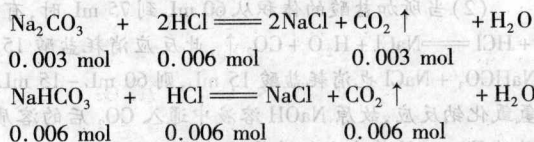
(2) 当试管中不再有气体生成时,三组实验出现不同现象,填写下表的空格。

	试剂用量	实验现象 (气球体积变化)	分析原因
第①组	0.42 g NaHCO_3 、 0.53 g Na_2CO_3 、 3 mL 4 mol/L 的盐酸	甲中气球与乙中气球的体积相等	甲、乙盐酸均过量, $n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$, $V_{\text{甲}}(\text{CO}_2) = V_{\text{乙}}(\text{CO}_2)$
第②组	0.3 g NaHCO_3 、 0.3 g Na_2CO_3 、 3 mL 4 mol/L 的盐酸	甲中气球比乙中气球的体积大	
第③组	0.6 g NaHCO_3 、 0.6 g Na_2CO_3 、 3 mL 2 mol/L 的盐酸	甲中气球比乙中气球的体积大 片刻后,乙中气球又缩小,甲中气球的体积基本不变	(用离子方程式表示)

思维发散:

本题考查 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 分别与盐酸反应的性质,要熟悉两者性质之间的差异和鉴别两者的方法,可利用加热的方法鉴别,有气体生成(或使澄清石灰水变浑浊)的是碳酸氢钠,另外一种方法是取等物质的量浓度的溶液各少许,分别滴加盐酸,刚开始有气泡放出的是碳酸氢钠。

精析 (1)碳酸氢钠与稀盐酸反应比碳酸钠与稀盐酸反应快。(2)根据化学方程式计算可知第①组中 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 都已完全反应。对比第①组数据知第②组中盐酸一定过量, NaHCO_3 和 Na_2CO_3 一定完全反应, 且 NaHCO_3 产生的 CO_2 比 Na_2CO_3 的多。第③组中, $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \approx 0.0057 \text{ mol}$, $n(\text{NaHCO}_3) \approx 0.0071 \text{ mol}$, $n(\text{HCl}) = 0.006 \text{ mol}$ 。根据化学方程式, 有:



说明 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 都过量, NaHCO_3 产生的 CO_2 较 Na_2CO_3 产生的多。因为气体收集于气球中, 乙中 CO_2 又与过量的 Na_2CO_3 溶液反应。

答案: (1) 甲 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(2) ②甲、乙盐酸均过量, $n(\text{NaHCO}_3) > n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$, $V_{\text{甲}}(\text{CO}_2) > V_{\text{乙}}(\text{CO}_2)$

③甲、乙盐酸均完全反应, $n(\text{NaHCO}_3)_{\text{反应}} > n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{反应}}$, $V_{\text{甲}}(\text{CO}_2) > V_{\text{乙}}(\text{CO}_2)$
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow 2\text{HCO}_3^-$

问题 5

二氧化碳与氢氧化钠溶液反应的计算有哪些规律可循?

诊断 5 二氧化碳与氢氧化钠溶液反应的规律

CO_2 少量: $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

CO_2 过量: $\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{NaHCO}_3$

这类混合物的计算, 一般是先判断产物种类, 后计算混合物各组分的量。

1. 产物种类的判断——可用数轴法

先找出恰好反应的点, 如 CO_2 通入 NaOH 溶液中, 若 $n(\text{CO}_2)/n(\text{NaOH}) = 1$, 其产物为 NaHCO_3 ; 若 $n(\text{CO}_2)/n(\text{NaOH}) = 1/2$, 其产物为 Na_2CO_3 。再用数轴法分

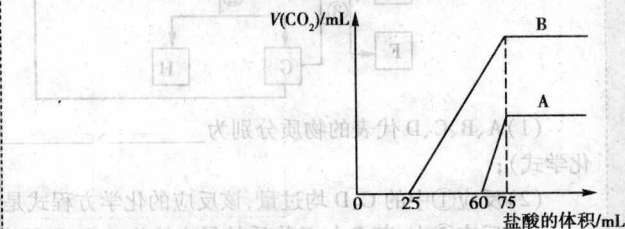
析: $\xrightarrow{\frac{1}{2} \quad 1} \xrightarrow{\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{NaOH})}}$
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \quad \text{Na}_2\text{CO}_3 \quad \text{NaHCO}_3$

即: 当 $n(\text{CO}_2)/n(\text{NaOH}) < 1/2$ 时, 溶质为 NaOH 和 Na_2CO_3 ; 当 $n(\text{CO}_2)/n(\text{NaOH}) = 1/2$ 时, 溶质为 Na_2CO_3 ; 当 $1/2 < n(\text{CO}_2)/n(\text{NaOH}) < 1$ 时, 溶质为 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 ; 当 $n(\text{CO}_2)/n(\text{NaOH}) \geq 1$ 时, 溶质为 NaHCO_3 。

2. 混合物组成的计算

一般是先计算出混合物各组分的物质的量, 再根据质量守恒(碳元素和钠元素守恒)列式计算。

典例 7 取等物质的量浓度的 NaOH 溶液两份 A 和 B, 每份 10 mL, 分别向 A、B 中通入不等量的 CO_2 , 再继续向两溶液中逐滴加入 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸, 标准状况下产生 CO_2 的体积与所加盐酸的体积之间的关系如图所示。试回答下列问题:



(1) 原 NaOH 溶液的物质的量浓度为 _____。

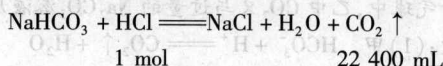
(2) 曲线 A 表明, 原 NaOH 溶液中通入 CO_2 后, 所得溶液中的溶质成分是 _____, 其物质的量之比为 _____。

(3) 曲线 B 表明, 原 NaOH 溶液中通入 CO_2 后, 所得溶液加盐酸后产生 CO_2 气体体积 (标准状况) 的最大值为 _____ mL。

精析 (1) 产生的气体体积保持不变时, 溶液中的溶质是氯化钠, 所以有下式成立: $n(\text{NaCl}) = n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.075 \text{ L} = 0.0075 \text{ mol}$, 故 $c(\text{NaOH}) = 0.0075 \text{ mol} / 0.01 \text{ L} = 0.75 \text{ mol/L}$ 。

(2) 当所加盐酸的体积从 60 mL 到 75 mL 时, 有气体生成, 则发生反应: $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 此反应消耗盐酸 15 mL, 则反应 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ 也消耗盐酸 15 mL, 则 $60 \text{ mL} - 15 \text{ mL} = 45 \text{ mL}$, 即 45 mL 盐酸只能与氢氧化钠反应, 故原 NaOH 溶液中通入 CO_2 后的溶质为氢氧化钠和碳酸钠, 根据盐酸的量可以计算出它们的物质的量之比为 3:1。

(3) 当所加盐酸的体积从 25 mL 到 75 mL 时发生反应:



$$1 \text{ mol} \qquad\qquad\qquad 22.400 \text{ mL}$$

$$0.1 \times (0.075 - 0.025) \text{ mol} \qquad V$$

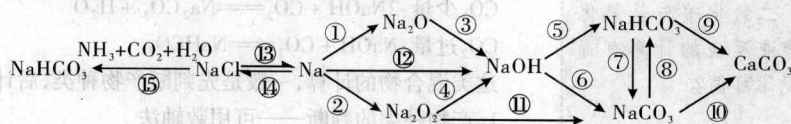
解得: $V = 112 \text{ mL}$ 。

答案: (1) 0.75 mol/L (2) Na_2CO_3 、NaOH 1:3 (3) 112

问题 6

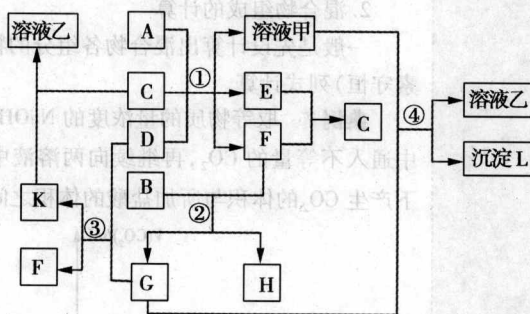
钠及其化合物之间
有怎样的转化关系?

诊断 6 钠及其化合物之间的相互转化



理解上述各步转化关系, 要注意以下问题: (1) 要注意比较反应的异同: ①、②的反应条件不同; ③、④的反应类型不同; ⑤、⑥反应的 CO_2 的量不同; ⑨、⑩与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应的离子方程式写法不同。 (2) 要注意相关反应的应用: ⑦、⑧两者的相互转化可用于除杂; ①和⑫涉及钠的变质与保存; ⑬、⑮可用于金属钠、小苏打的制取。

典例 8 (2009·宁夏卷) 下图表示有关物质 (均由短周期元素形成) 之间的转化关系, 其中 A 为常见的金属单质, B 为非金属单质 (一般是黑色粉末), C 是常见的无色无味液体, D 是淡黄色的固体化合物。(反应条件图中已省略)



(1) A、B、C、D 代表的物质分别为 _____、_____、_____、_____ (填化学式);

(2) 反应①中的 C、D 均过量, 该反应的化学方程式是 _____;

(3) 反应②中, 若 B 与 F 物质的量之比为 4:3, G、H 分别是 _____、_____ (填化学式);

(4) 反应③产物中 K 的化学式为 _____;

(5) 反应④的离子方程式为 _____。