



## 钠及其化合物

### ◎ 高考怎么考

- 1、钠原子的结构，物理性质
- 2、钠单质的制备，用途，及化学性质（与 $H_2O$ ,  $O_2$ ,  $CuSO_4(aq)$ ）
- 3、氧化物（ $Na_2O$ ,  $Na_2O_2$ ）的物、化性质
- 4、钠盐（ $Na_2CO_3$ ,  $NaHCO_3$ ）
  - 酸及酸性氧化物
  - 盐
  - 热稳定性
  - 二氧化碳与氢氧化钠的连续反应
  - 溶解度比较
  - 侯氏制碱法
- 5、常见的焰色反应
  - 氧化物的制备
- 6、碱金属
  - 根据元素周期律来预测相关性质

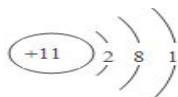


### 自检自查必考点

#### 钠单质

##### 一、钠单质的物理性质

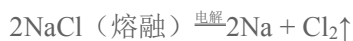
原子结构示意图：



钠是一种柔软、银白色，有金属光泽的金属，具有良好的导电、导热性，密度比水小，比煤油大，熔点较低。

##### 二、钠单质的制备及用途

**制备：**因为钠元素在自然界中都是以化合态存在的，通常采用电解熔融氯化钠来制取



**【延伸】熔融态活泼金属（K-Al）的冶炼，一般是电解熔融的氯化物（Al为 $Al_2O_3$ ）**

**用途：**1、工业上用于冶炼金属： $4Na + TiCl_4(\text{熔融}) \xrightarrow{\Delta} 4NaCl + Ti$

2、Na—K 合金（液态）用作原子反应堆的导热剂；

利用物理性质冶炼 K： $Na + KCl \xrightarrow{\Delta} NaCl + K(g)$

3、制造高压钠灯，作为电光源，光线穿透力强

##### 三、钠单质的化学性质

###### 1、与 $H_2O$ 的反应

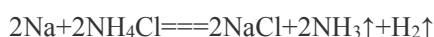
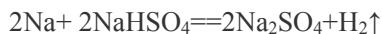


**本质：**Na 置换水中电离出来的  $H^+$ ，由于生成的  $H_2$  以气态形式存在，进一步推动了水电离的正向进行。

**现象及解释：**浮在水面上——密度比水小；熔化成小球——钠的熔点低，反应放热；四处游动，发出嘶嘶响声——生成气体；酚酞变红——生成碱性物质。

## 2、与盐溶液的反应

**本质：**先与水作用生成 NaOH，NaOH 再与盐（除  $NaHSO_4$ ）发生复分解反应



投入 NaCl 溶液中，只有  $H_2$  放出。  $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2 \uparrow$

投入饱和 NaCl 溶液中，有  $H_2$  放出，还有 NaCl 晶体析出（温度不变）。

## 3、与非金属单质的反应

$O_2$ ：缓慢氧化： $4Na + O_2 \rightleftharpoons 2Na_2O$ （白色固体）

剧烈燃烧： $2Na + O_2 \xrightarrow{\Delta} Na_2O_2$ （淡黄色固体）

$Cl_2$ ： $2Na + Cl_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2NaCl$ （白烟）

$S$ ： $2Na + S \xrightarrow{\Delta} Na_2S$ （研磨会爆炸）

## 例题讲解

**【例 1】** 已知钡的金属活动性处于钾和钠之间，下列方程式正确的是( )

A. 少量钡投入  $CuCl_2$  溶液中： $Ba + CuCl_2 \rightleftharpoons BaCl_2 + Cu$

B.  $BaCl_2$  溶液与  $Na_2S$  溶液混合： $BaCl_2 + Na_2S \rightleftharpoons BaS \downarrow + 2NaCl$

C. 少量钡投入碳酸钠溶液中： $Ba + Na_2CO_3 + 2H_2O \rightleftharpoons BaCO_3 \downarrow + 2NaOH + H_2 \uparrow$

D.  $BaO_2$  与  $SO_2$  反应： $2BaO_2 + 2SO_2 \rightleftharpoons 2BaSO_3 + O_2$

**【解析】** B 项 BaS 在水中会发生水解，D 项二者发生氧化还原反应生成  $BaSO_4$ 。

**【答案】** C

**【例 2】** 下列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. 钠跟硫酸铜溶液反应生成的蓝色沉淀上有时出现暗斑，这是因为析出了金属铜

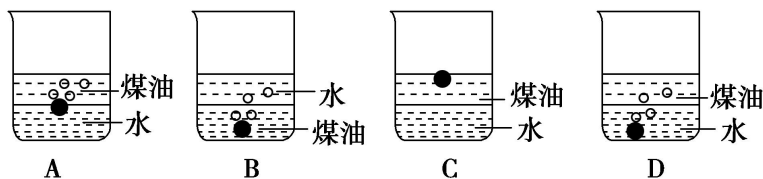
C. 用碱石灰处理后的空气与钠反应来制取过氧化钠

D. 钠、钾是低熔点轻金属，所以钠钾合金在常温时柔软似蜡

**【解析】** 用碱石灰处理空气是为了除去其中的少量二氧化碳和水蒸气，以免制得的过氧化钠中混入碳酸氢钠和氢氧化钠。

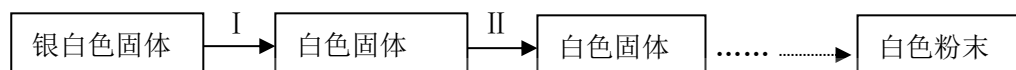
**【答案】** C

【例 3】向一小烧杯中分别加入等体积的水和煤油，片刻后再向该烧杯中加入黄豆粒大小的金属钠，可能观察到的现象是 ( )

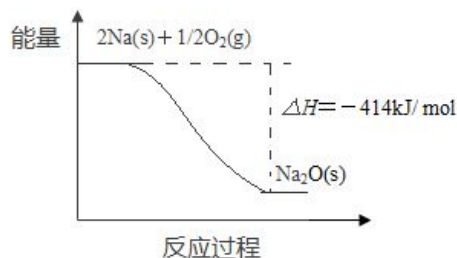


【答案】A

【例 4】切开的金属 Na 暴露在空气中，其变化过程如下：



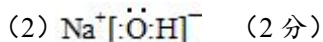
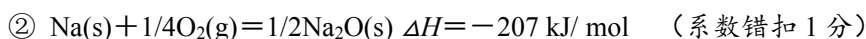
(1) 反应 I 的反应过程与能量变化的关系如下：



- ① 反应 I 是\_\_\_\_\_反应 (填“放热”或“吸热”)，判
  - ② 1 mol Na(s)全部氧化成 Na<sub>2</sub>O(s)的热化学方程式是\_\_\_\_\_。
- (2) 反应 II 是 Na<sub>2</sub>O 与水的反应，其产物的电子式是\_\_\_\_\_。
- (3) 白色粉末为 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>。将其溶于水配制成 0.1 mol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液，下列说法正确的是\_\_\_\_\_ (填字母)。
- a. 升高温度，溶液的 pH 降低
  - b.  $c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
  - c. 加入少量 NaOH 固体， $c(\text{CO}_3^{2-})$ 与  $c(\text{Na}^+)$ 均增大
  - d.  $c(\text{Na}^+) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$
- (4) 钠电池的研究开发在一定程度上可缓和因锂资源短缺引发的电池发展受限问题。
- ① 钠比锂活泼，用原子结构解释原因\_\_\_\_\_。
  - ② ZEBRA 电池是一种钠电池，总反应为  $\text{NiCl}_2 + 2\text{Na} \rightleftharpoons \text{Ni} + 2\text{NaCl}$ 。其正极反应式是\_\_\_\_\_。

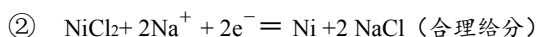
【2014 年丰台一模】

【答案】(1) ①放热 (2分) 反应物总能量高于生成物总能量 (2分，焓变为负值 1分)

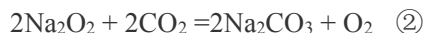


(3) b c (2分，个 1分，见错 0分)

(4) ① 最外层电子数相同，随着核电荷数增加，原子半径逐渐增大，金属性增强。







**分析** (1)在反应①中  $\text{Na}_2\text{O}_2$  增重的质量实际上是水中氢的质量, 结果可看作  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2 = 2\text{NaOH}$

在反应② $\text{Na}_2\text{O}_2$  增重实际质量是  $\text{CO}_2$  中  $\text{CO}$  的质量结果可看作  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$

(2) $W\text{g}$  通式符合  $(\text{CO})_m(\text{H})_n$  ( $m, n$  可以为 0, 也可以是奇偶数) 的物质在氧气中燃烧, 将其产物通过足量  $\text{Na}_2\text{O}_2$  固体, 反应完毕后固体增重  $W\text{g}$

## 例题讲解

**【例 5】** 2.1g  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$  组成混合气体与足量的  $\text{O}_2$  充分反应后, 立即通入足量  $\text{Na}_2\text{O}_2$  固体中, 固体质量增加  
A. 2.1g                      B. 3.6g                      C. 7.2g                      D. 不可确定

**【答案】** A

**【例 6】** 在一定温度下, 向饱和的烧碱溶液中放入一定量的过氧化钠, 充分反应后恢复到原温, 下列说法正确的是( )

- A. 溶液中  $\text{Na}^+$  浓度增大, 有  $\text{O}_2$  放出                      B. 溶液的  $\text{OH}^-$  浓度不变, 有  $\text{O}_2$  放出  
C. 溶液中  $\text{Na}^+$  数目减少, 有  $\text{O}_2$  放出                      D. 溶液的  $\text{OH}^-$  浓度增大, 有  $\text{O}_2$  放出

**【答案】** BC

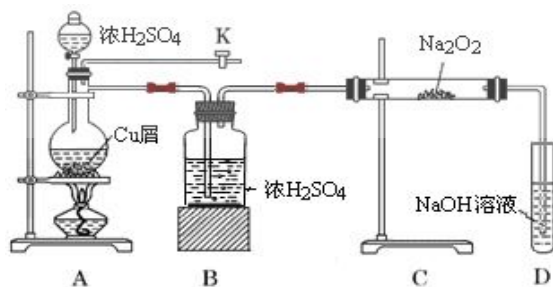
**【例 7】** 久置空气中会发生颜色变化, 但颜色变化不是由于跟氧气反应引起的物质是

- A. 过氧化钠固体                      B. 亚硫酸钠固体  
C. 硫酸亚铁晶体                      D. 苯酚晶体

**【解析】**  $\text{Na}_2\text{O}_2$  为浅黄色固体, 久置发生反应  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ ,  
 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ,  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 。最后,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  完全转变成白色固体, 但不是由于跟氧气反应引起的。

**【答案】** A

**【例 8】** (10分) 如图是某研究性学习小组设计的  $\text{SO}_2$  与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应的探究装置。



(1) 实验开始时, 打开旋塞 K, 通入  $\text{N}_2$  排尽整套装置中的空气, 关闭旋塞 K. 点燃酒精灯, A 中反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(2) B 装置的作用是\_\_\_\_\_。

(3) 反应过程中, 观察到: A 中出现黑色不溶物; C 中固体由淡黄色逐渐至完全转化为白色; 若将带火星木条伸入 D 试管口内, 火星显得更明亮。

① 停止加热后, 再通入  $\text{N}_2$  至整套装置冷却, 其目的是\_\_\_\_\_。

② 取少量 C 中白色固体，溶于蒸馏水得无色溶液 W。若向 W 中滴加几滴酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液，振荡，紫色褪去；若向 W 中加入用盐酸酸化的  $\text{BaCl}_2$  溶液，出现大量白色沉淀；则说明 C 中白色固体有\_\_\_\_\_。

③ D 装置中发生反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。

④ 过滤出 A 装置中的黑色不溶物，洗涤后将其溶于浓硝酸，得到蓝色溶液并产生红棕色气体；向蓝色溶液中滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液，产生白色沉淀；则黑色物质可能是\_\_\_\_\_。

- a. Cu      b. CuO      c. CuS      d.  $\text{Cu}_2\text{S}$

【2014 年房山期末】

【答案】(1)  $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(2) 观察气体通量、干燥

(3) ① 防止造成污染      ②  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$       ③  $4\text{OH}^- + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

④ c、d



## 自检自查必考点

### 钠盐

物理性质：

碳酸钠 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 俗称纯碱，也叫苏打，是一种白色粉末。

碳酸氢钠 ( $\text{NaHCO}_3$ ) 俗称小苏打，是一种白色细小晶体。

硫代硫酸钠 ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 俗称大苏打，酸性环境中易歧化，生成 S 单质和  $\text{SO}_2$

碳酸钠比碳酸氢钠易溶于水。

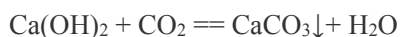
化学性质：

#### 1、与 $\text{CO}_2$ 的反应 (连续反应的应用)

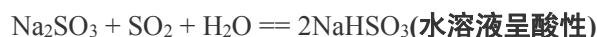


**常见考点：** a、除杂： $\text{NaHCO}_3$  ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )      b、实验中制  $\text{CO}_2$  为除 HCl 可选用饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液

**衍生 1:  $\text{Ca}(\text{OH})_2$**

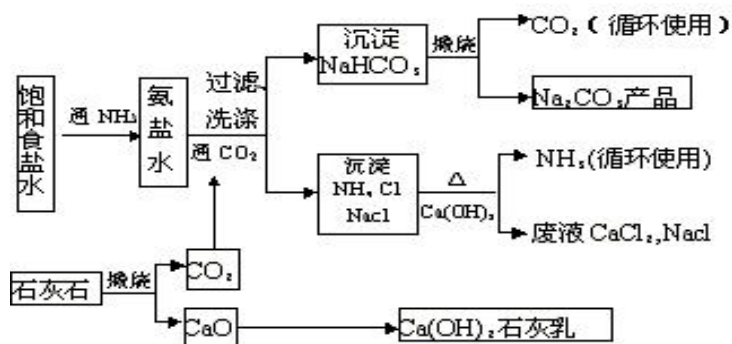


**衍生 2:  $\text{SO}_2$**



#### 2、氨碱法与侯氏制碱法

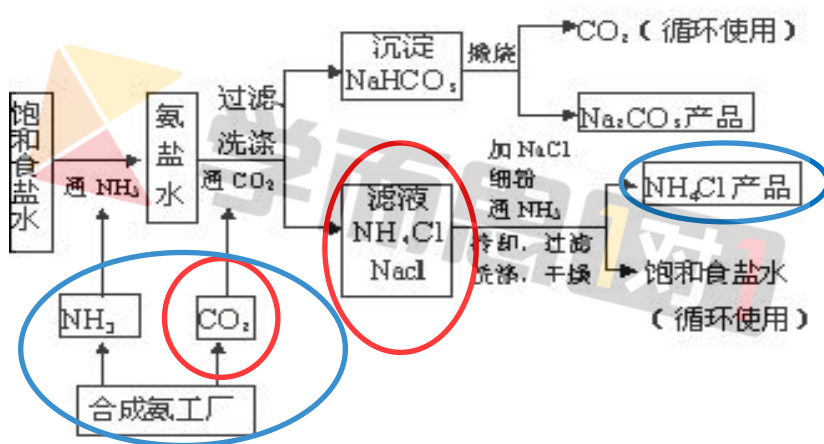
a、氨碱法



**优点：**原料（食盐和石灰石）便宜；产品纯碱的纯度高；副产品氨和二氧化碳都可以回收循环使用；制造步骤简单，适合于大规模生产。

**缺点：**副产物氯化钙没有多大用途；食盐的利用率只有 72%~74%，其余的食盐都随着 CaCl<sub>2</sub> 溶液作为废液被抛弃了，这是一个很大的损失。

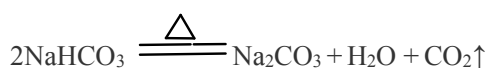
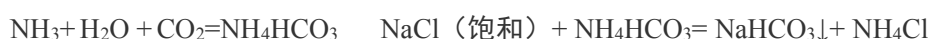
### b、侯氏制碱法



联合制碱——氨碱法+工业合成氨

- 1、合成氨所需要的 H<sub>2</sub>，是利用  $C + H_2O \xrightarrow{\text{高温}} CO + H_2$ ，氨厂的废气 CO，转变为碱厂的主要原料 CO<sub>2</sub> 来制取纯碱，这样就节省了碱厂里用于制取二氧化碳的庞大的石灰窑；
- 2、从含有氯化铵和氯化钠的滤液中结晶沉淀出氯化铵晶体。由于氯化铵在常温下的溶解度比氯化钠要大，低温时的溶解度则比氯化钠小，而且氯化铵在氯化钠的浓溶液里的溶解度要比在水里的溶解度小得多。所以在低温条件下，向滤液中加入细粉状的氯化钠，并通入氨气，可以使氯化铵单独结晶沉淀析出，经过滤、洗涤和干燥即得氯化铵产品。

**原理：**



**优点：**食盐的利用率提高到 96% 以上；将碱厂的无用的成分氯离子 (Cl<sup>-</sup>) 来代替价格较高的硫酸吸收氨厂里的氨，制取氮肥氯化铵。

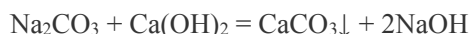
### 3、与酸的反应

本质： $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HCO}_3^-$        $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

- a、浓度较大的酸：两者均会快速放出气体
- b、逐滴加入稀酸： $\text{CO}_3^{2-}$ 盐一开始并不释放  $\text{CO}_2$ ， $\text{HCO}_3^-$ 盐则快速释放  $\text{CO}_2$
- c、滴加  $\text{HCl}$  鉴别  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$ ；互滴检验  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{HCl}$

### 4、与碱 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 反应

碳酸钠与碳酸氢钠都能与氢氧化钙溶液反应生成白色沉淀，但原理不同。



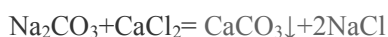
当碳酸氢钠过量时： $2\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

当碳酸氢钠不足时： $\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$



### 5、与某些盐反应

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  与含有  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$  等可溶性盐反应生成沉淀



$\text{NaHCO}_3$  与强酸弱碱盐发生双水解（铵盐除外）



### 6、热稳定性

碳酸钠受热不易分解；碳酸氢钠受热易分解，并放出二氧化碳：



但向碳酸钠溶液中通入二氧化碳可使其转化为碳酸氢钠：



**常见考点：**a、鉴别、除杂      b、差值法计算纯度      c、制碱法

### 7、焰色反应（颜色的变化-物理变化）

1. 概念：某些金属或它们的化合物在灼烧时都会使火焰呈现特殊的颜色，这在化学上叫做焰色反应。
2. 灼烧  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液时，火焰呈黄色；当灼烧  $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶液时，透过蓝色钴玻璃观察到火焰呈紫色。
3. 焰色反应的颜色：

金属或金属离子	钙	锶	钡	铜	钾	钠
焰色反应的颜色	砖红色	洋红色	黄绿色	绿色	紫色	黄色

【注】铂丝应用稀盐酸清洗

## 例题讲解

【例 9】将 100mL 1 mol/L 的  $\text{NaHCO}_3$  溶液等分为两份。其中一份加入少许冰醋酸，另外一份加入少许  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  固体，忽略溶液体积变化。两份溶液中  $c(\text{CO}_3^{2-})$  的变化分别是

- A. 减小、减小      B. 减小、增大      C. 增大、增大      D. 增大、减小

【来源】2012·上海

【答案】B



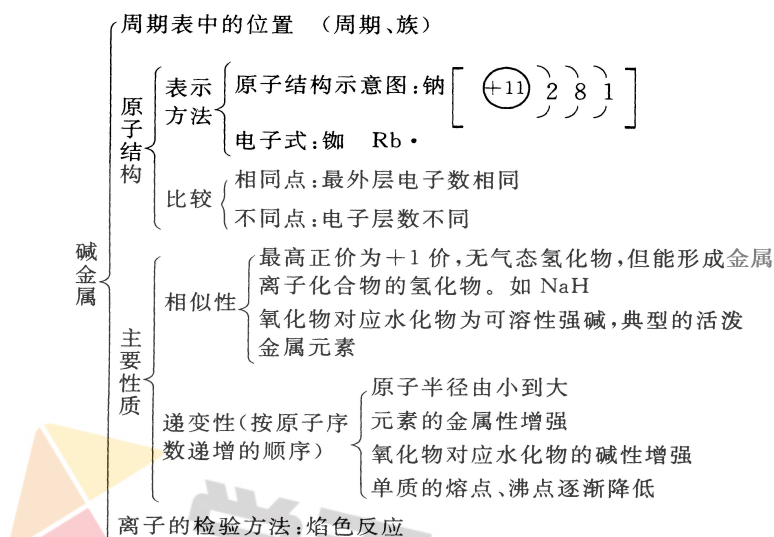


【答案】C



## 自检自查必考点

### 碱金属的共性及个性



(1) 碱金属元素单质的化学性质:

- 相似性: 碱金属元素在结构上的相似性, 决定了锂、钠、钾、铷、铯在性质上的相似性, 碱金属都是强还原剂, 性质活泼。具体表现在都能与  $\text{O}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、水、稀酸溶液反应, 生成含  $\text{R}^+$  ( $\text{R}$  为碱金属) 的离子化合物; 他们的氧化物对应水化物均是强碱 ( $\text{LiOH}$  除外);
- 递变性: 随着原子序数的增加, 电子层数递增, 原子半径渐大, 失电子渐易, 还原性渐强, 又决定了他们在性质上的递变性。具体表现为: ①与  $\text{O}_2$  反应越来越剧烈, 产物越来越复杂, ②与  $\text{H}_2\text{O}$  反应越来越剧烈, ③随着核电荷数的增强, 其最高价氧化物对应的水化物的碱性增强:  $\text{CsOH} > \text{RbOH} > \text{KOH} > \text{NaOH} > \text{LiOH}$ ;

碱金属	氧化物稳定性的变化趋势
Li	$\text{Li}_2\text{O}$
Na	$\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$
K	$\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}_2$ 、 $\text{KO}_2$
Rb	$\text{Rb}_2\text{O}$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}_2$ 、 $\text{RbO}_2$ 、 $\text{RbO}_3$
Cs	$\text{Cs}_2\text{O}$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}_2$ 、 $\text{CsO}_2$ 、 $\text{CsO}_3$

(2) 实验室如何保存锂、钠、钾: 均是活泼的金属, 极易氧化变质甚至引起燃烧, 它们又都能与水、水溶液、醇溶液等发生反应产生氢气, 是易燃易爆物质, 存放它们要保证不与空气、水分接触; 又因为它们的密度小, 所以锂只能保存在液体石蜡或封存在固体石蜡中, 而将钠、钾保存在煤油中;

(3) 碱金属的制取:

a、金属 Li 和 Na 主要是用电解熔融氯化物的方法制取;

b、金属 K 因为易溶于盐不易分离，且电解时有副反应发生，故一般采用热还原法用 Na 从熔融 KCl 中把 K 置换出来（不是普通的置换，而是采用置换加抽取的方法，属于反应平衡）；铷和铯一般也采用活泼金属还原法制取。

## 例题讲解

【例 14】 钾与氧组成的某种离子晶体，含钾的质量分数是  $\frac{78}{126}$ ，其阴离子只有过氧离子  $O_2^{2-}$  和超氧离子

子  $O_2^-$  两种，则此晶体中， $O_2^{2-}$  与  $O_2^-$  的物质的量之比为

A. 2 : 1

B. 1 : 1

C. 1 : 2

D. 1 : 3

【答案】C

【例 15】 钾（K）与 Na 在性质上具有很大的相似性，但 K 比 Na 的活泼性强，下面是根据 Na 的性质对 K 的性质的预测，其中正确的是（ ）

A. 因为 K 的活泼性强，所以钾应该保存在煤油

B. K 在空气可以被空气中的氧气所氧化，且产物是  $K_2O$

C. K 与水能够反应，但不如 Na 与水的反应剧烈，但产物都有氢气

D. K 可以与水剧烈反应，生成氢气

【答案】D