

# 九水硒代锑酸钠的稳定性

沈家树 黄坤耀 田清重 陈伯安

(化学系)

## 前言

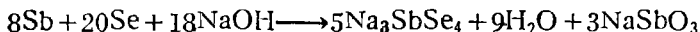
锑是我国丰产元素之一,故对它和它的化合物有必要更广泛更深入地进行研究。1959年作者研究了九水硫代锑酸钠  $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  的脱水过程和它在微碱性溶液中的特征吸收波长<sup>[1]</sup>。同样地1963年又对九水硫代亚锑酸钠  $\text{Na}_3\text{SbS}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  的脱水过程和微碱性溶液的特征吸收波长进行研究<sup>[2]</sup>。九水硫代锑酸钠和九水硫代亚锑酸钠在某些性质上虽有相似之处,但在许多性质上却差异很大,如稳定性就有明显的差别,即后者的稳定性较小<sup>[2]</sup>。鉴于硒是硫的同族元素,性质相近,但硒的原子半径比硫的大,如果与锑成键的话,  $\text{Sb}-\text{Se}$  的键长比  $\text{Sb}-\text{S}$  的键长要长,故估计到  $\text{SbSe}_4^{3-}$  的稳定性比  $\text{SbS}_4^{3-}$  要差。现拟以硒来代替九水硫代锑酸钠中的硫,以研究九水硒代锑酸钠的脱水过程和一些其他的性质。藉此也可以了解三元盐类复杂阴离子的配位体随着元素周期的变化所引起的性质变化的规律。

关于  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  的制备和性质极少见于文献<sup>[3]</sup>。现在对它的研究主要是着重于与  $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  的相应性质作比较方面。

## 实验

### 1. 硒代锑酸钠的制备

硒代锑酸钠的制备是参考<sup>[3]</sup>的方法并作了一些修改,按以下反应进行:



称取重量比例为4.5 : 4 : 4的锑粉、硒和氢氧化钠。先把锑粉和硒研细再与固体氢氧化钠混合于瓷坩埚中。初用小火加热,待混合物熔融后再用大火加热约一小时,此时熔融物烧至红透。冷却后用少量热水提取,可得橙红色晶体。所得晶体用浓氢氧化钠溶液重结晶一次。因硒代锑酸钠很不稳定,在空气中很快分解出硒,故

1964年3月25日收到

将它保存在饱和碱液中,并将容器密闭。

样品用高锰酸钾法<sup>[4]</sup>分析锑的含量,并用碘量法<sup>[5]</sup>测定硒的含量,结果如下:

Sb的含量为17.86% (理论值为17.80%)

Se的含量为47.21% (理论值为47.23%)

故说明样品符合化学式  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 。

## 2. 脱水过程

### (1) 热重量分析

观察了升温速度不同时热重量变化的情况,其结果如图1a和1b所示。

从图1a和1b可见,在升温速度为4°C/分的条件下,样品失去的重量只相当于8个水多一些(图1a),随后重量又增加;而升温速度在10°—11°C/分的条件下则可以脱去9个水(图1b)。

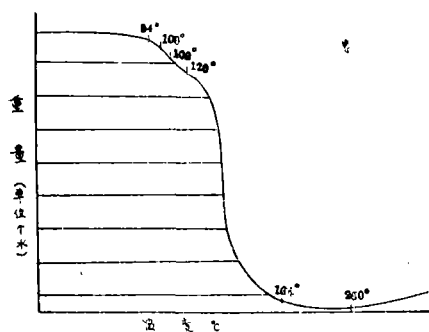


图1a  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 热重量曲线  
(升温速度4°C/分)

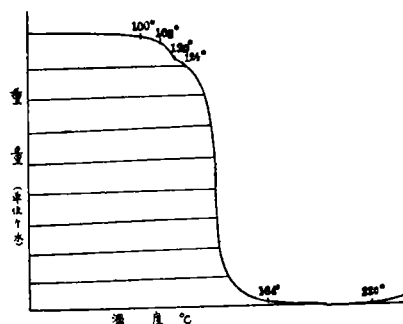


图1b  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 热重量曲线  
(升温速度10°—11°/分)

### (2) 差热分析

差热分析是应用手记式 Курнаков 差热仪进行。样品用量为0.5433克。为了防止在脱水过程中样品的溢出,样品中混入中性体,中性体为灼烧过的  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。实验时升温速度为10°—11°C/分。结果如图2。

九水硒代锑酸钠脱水反应中的吸热量借苯甲酸的熔化热的比较而求得。

### (3) X射线粉末图

按照差热分析的结果,取不同温度下的脱水产物进行X射线粉末分析。所用的X射线为  $\text{CuK}\alpha$ 。结果如图3。

根据图1b热重量曲线和图2差热曲线,知  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  脱水过程分为二步,第一步脱去一个水,第二步脱去八个水。

第一步脱水在100°C左右开始、样品

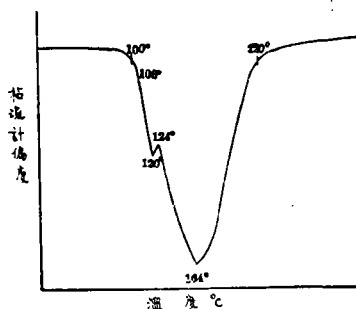


图2  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 的差热曲线

逐渐溶于结晶水中,成深棕色液体,至120°C时脱完第一个水,样品变成深棕色固体。根据粉末图(图3b)知晶体结构基本上不发生变化。

第二步脱水是从124°C时开始,至164°C时全部脱完,此时得到相当于化学式为 $\text{Na}_3\text{SbSe}_4$ 的晶体。从粉末图(图3c)知晶体结构基本上仍不变,故说明整个脱水过程化合物的晶格没多大变化。

$\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  的差热分析结果见图2。样品的用量为0.5433克,也即为 $8.13 \times 10^{-4}$ 克式量,其中含有 $7.32 \times 10^{-3}$ 克分子的水。第一步脱水是脱去一个水,

也即相当于脱去 $8.13 \times 10^{-4}$ 克分子的水。从差热曲线计得第一步脱水吸热22.57卡,故每脱去一克分子水需吸热27.8千卡。这一步的脱水平均温度为110°C,在这温度下水的汽化热为9.56千卡/克分子<sup>[6]</sup>,由此计得水合能为18.24千卡/克分子。第二步脱水是脱去八个水,也即相当于脱去 $6.50 \times 10^{-3}$ 克分子的水。从差热曲线计得共吸热193.8卡。第二步脱水的平均温度为145°C,水的汽化热为9.15千卡/克分子<sup>[6]</sup>。又从X射线粉末图知脱水过程中晶格基本不发生变化,所以不必考虑晶格变化能。因此计得第二步所脱的结晶水的平均水合能为20.67千卡/克分子。

### 3. 氧化过程

在热重量分析实验中,升温速度为4°C/分时,重量的减少始终未能达到九水,并且后来重量反为增加(图1a),这可能是空气中氧参加反应。为了证实这一过程,进行了以下的实验。

#### (1) $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 在恒温之下脱水

实验在70°C和100°C的烘箱中进行,每隔一定时间将样品取出并称重,将失重的百分数对时间作图,结果如图4a和4b所示。

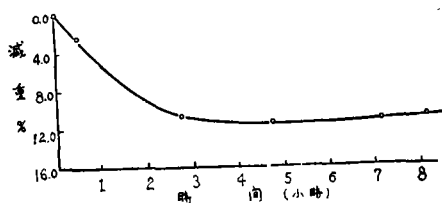


图4a  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  70°C恒温脱水

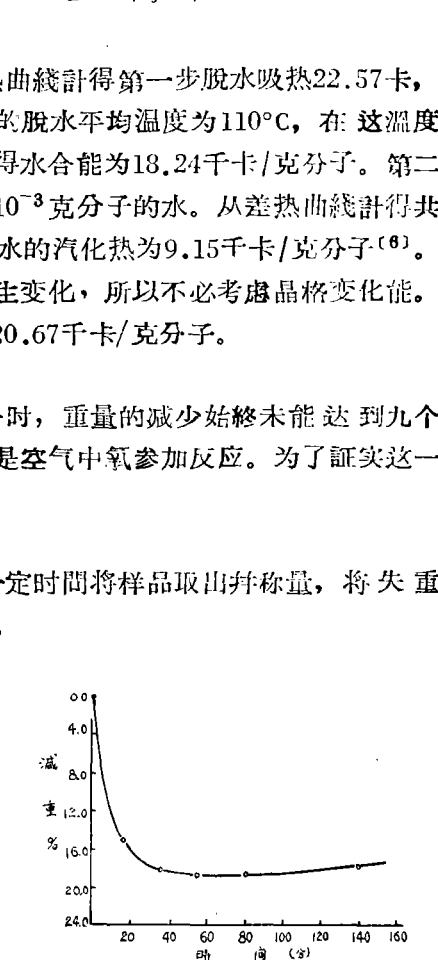
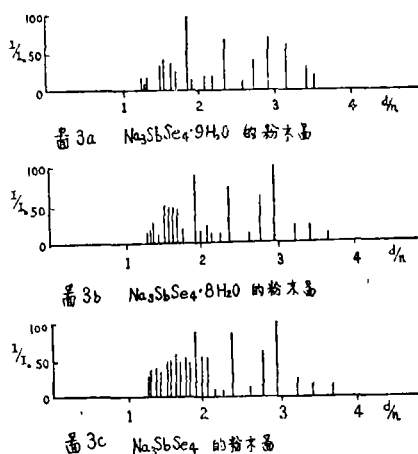


图4b  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  100°C恒温脱水

从图 4a 和 4b 可见, 在  $70^{\circ}\text{C}$  恒温下脱水时, 时间延续五个小时, 但在  $100^{\circ}\text{C}$  恒温下只要一个小时就可以。同时也可以看出, 根据重量减少的百分数, 则二者都没有脱足九个水, 前者减重 11%, 即相当于三个半水, 后者减重 18.7%, 即相当于六个水。

把上述二者再置于  $140^{\circ}\text{C}$  恒温下加热, 它们的重量都不再减少, 证明样品中水已脱完了。

如果考虑到样品中硒被氧置换, 即加入了氧原子而抵消了脱水所减少重量的一部分, 则以上二者的重量不再减少就容易理解了。同时从这二实验也说明水与氧的置换反应有密切的关系。在  $100^{\circ}\text{C}$  恒温下脱水, 因温度较高脱水较快, 样品失重可达到相当于六个水, 而  $70^{\circ}\text{C}$  恒温脱水, 因温度较低脱水速度较慢, 故水在样品中停留的时间较长, 这样便促使置换反应进一步进行, 所以样品失重也只能相当于三个半水。

## (2) $\text{Na}_3\text{SbSe}_4$ 的氧化

在热天平上将样品快速脱去九个水, 然后将无水疏松的样品分别在室温 ( $30^{\circ}\text{C}$ )、 $70^{\circ}\text{C}$  和  $140^{\circ}\text{C}$  的烘箱中进行恒温氧化。经过一定时间将样品称量一次, 将增加的重量换算为一克式量  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4$  中被氧置换的硒的克原子数。并将它与时间作图(图 5a)。

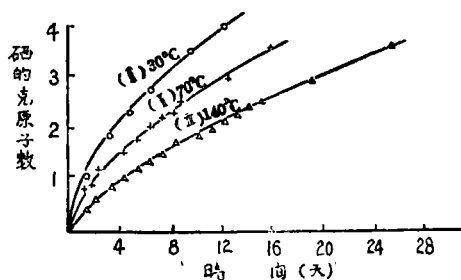


图 5a  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4$  的恒温氧化曲线

从图 5a 可见, 三条曲线是按同样的规律变化, 而且温度越高置换反应进行越慢。

为了试图研究置换反应的动力学, 作者定义一克式量  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4$  中可被置换的硒 ( $\text{Se}^{-2}$ ) 的克原子数为浓度单位, 故浓度  $C$  是等于一克式量  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4$  中未被置换的硒的克原子数。然后以  $\log C$  对时间  $t$  作图, 得三条直线(图 5b),

$$\text{符合于 } -\log C = \frac{kt}{2.303} + \text{常数}$$

的关系, 故证明置换反应为一级反应。

从图 5b 中求出直线的斜率再乘以  $-2.303$  得出速度常数 ( $\text{天}^{-1}$ ) 为:

$$k_{30} = 0.193,$$

$$k_{70} = 0.116,$$

$$k_{140} = 0.0654.$$

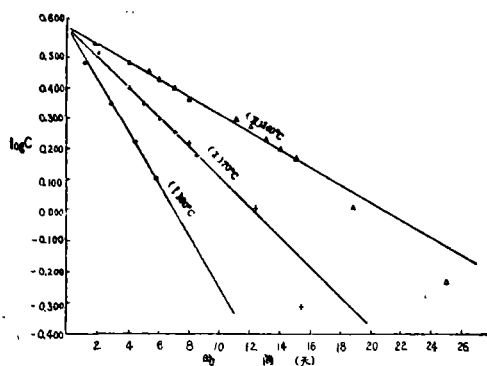


图 5b  $\log C$  与时间  $t$  的关系

根据 Arrhenius 方程式求出  $30^{\circ} - 140^{\circ}\text{C}$  平均活化能  $E = -2.46$  千卡/克原子。

## (3) 游离硒的测定

将70°C恒温下氧化至相当于有2.5个硒被置换的棕黑色产物置于Soxhlet提取器中用CHCl<sub>3</sub>进行提取。样品用量约一克,溶剂蒸发量控制使每100ml CHCl<sub>3</sub>在5—6分钟之内迴流一次。硒的提取率根据下式计算:

$$\text{硒的提取率} = \frac{\text{被 CHCl}_3 \text{ 萃出硒的重量}}{\text{样品重量}} \times 100。$$

提取的结果见图6。

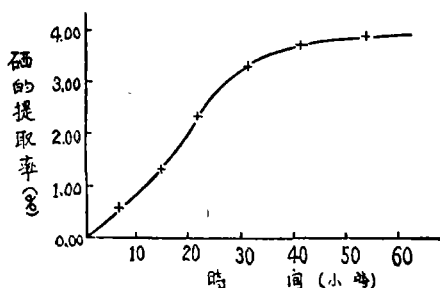


图6 氧化物(70°C)中硒的提取曲线

从图6可见,样品中含有可被CHCl<sub>3</sub>提取的硒约4%,这一部分为无定形的硒。如果按照原来样品是相当于2.5个硒被置换的话,则游离硒远远超过4%,其他不被CHCl<sub>3</sub>提取的游离硒可能以晶状存在。

将同一样品进行差热分析,发现于217°C时有明显的吸热谷,这也证明游离硒的存在,因硒的熔点为217°C。

## (4) x射线粉末图

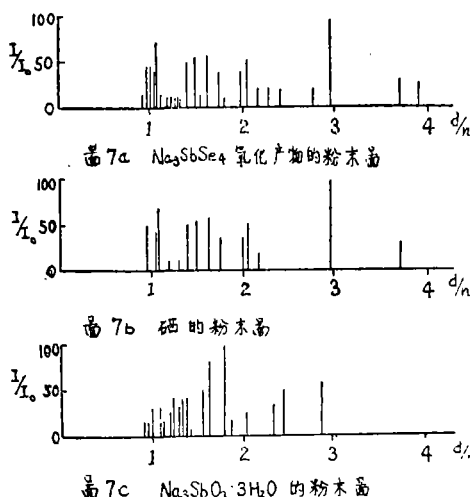
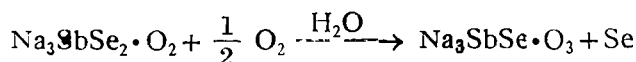
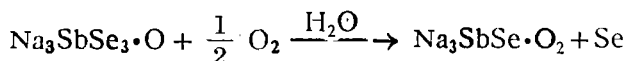
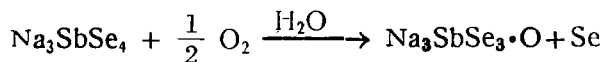
将Na<sub>3</sub>SbSe<sub>4</sub>氧化达到最后的产物作x射线分析,同时还拍摄了NaSbO<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O和Se的粉末图,所用x射线为CuKα。结果如图7。

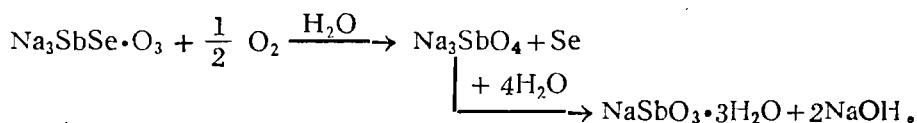
根据图7a、7b、7c的比较,则发现图7a的线条可由图7b和7c的线条加合而成。这说明氧化产物中含有新物相NaSbO<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O和结晶硒。

## (5) 氧化产物与水作用

氧化产物基本上不溶于水,但溶液呈现明显的碱性,这证明氧化产物中可能有NaOH存在。

根据以上的实验认为Na<sub>3</sub>SbSe<sub>4</sub>的氧化作用是按以下的步骤进行:





#### 4. $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 在水中的分解反应。

$\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  在水中或微碱性溶液中很快分解出红色的无定形硒并生成白色晶状沉淀。将白色晶状沉淀进行Sb的分析<sup>[2]</sup>，结果Sb的含量为49.18%（按化学式 $\text{NaSbO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 计算，Sb的理论含量为49.23%）。

将白色晶状沉淀在热天平上脱水，证明确含三个结晶水。开始脱水的温度为175°C。其粉末图见图7c。

将 $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 与水作用，溶液呈现明显的碱性，大约100ml水中溶入0.2克 $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 时，溶液的pH约为9，如果溶入一克时，溶液的pH约为11。

根据以上的实验， $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 与水的反应可能按下反应进行：

$\text{Na}_3\text{SbSe}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{NaSbO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + \text{Se} + 2\text{NaOH}$ ，反应产物与固相的氧化反应的产物一样，但反应机理是否相同还未能确定。

#### 5. $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 与酸作用

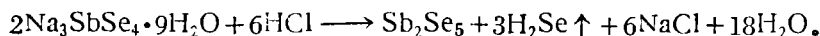
将 $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 溶于碱液中，然后将此溶液倒入1:1的HCl中，立刻产生紫黑色沉淀并放出剧臭的 $\text{H}_2\text{Se}$ 气体。沉淀经洗涤并在60°C下烘干，然后进行化学分析<sup>[2]</sup><sup>[3]</sup>，结果为含Se=62.25%，Sb=38.14%，故符合于化学式 $\text{Sb}_2\text{Se}_5$ （理论值为Se=61.85%，Sb=38.15%）。

把 $\text{Sb}_2\text{Se}_5$ 置于Soxhlet提取器中用 $\text{CHCl}_3$ 提取硒，将提取率与时间作图（图8）。

从图8可知， $\text{Sb}_2\text{Se}_5$ 中含有5%左右可被 $\text{CHCl}_3$ 提取的硒，也即相当于0.4个Se原子可以被 $\text{CHCl}_3$ 提取。

将 $\text{Sb}_2\text{Se}_5$ 进行差热分析，发现在217°C处有硒的熔融谷，这也证明游离硒的存在。

$\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 与酸的反应可以表示如下：



所生成的 $\text{Sb}_2\text{Se}_5$ 不稳定，还可能进一步分解出Se

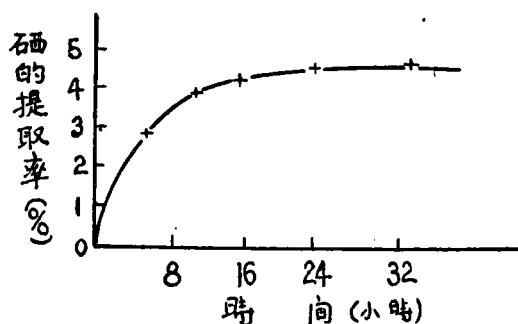
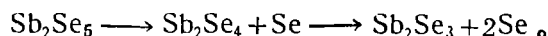


图8  $\text{Sb}_2\text{Se}_5$ 中硒的提取曲线

## 討 論

这里只是着重于  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  性质的比較。

### 1. 晶形

$\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  可能与  $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  同属于立方晶系。在偏光显微镜下观察  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  橙紅色晶体, 由于顏色太深不易辨明, 估計可能亦属于立方晶系。这一点和  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  能形成同晶替换是相符合的〔3〕。 $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  是橙紅色的晶体而  $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  是微綠黄色的晶体, 这是由于  $\text{Se}^{2-}$  离子的变形性超过于  $\text{S}^{2-}$  离子的变形性的緣故。

### 2. 脫水过程

$\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  脫水分爲三步, 每步各脫去三个水, 并且脫至第六个水之后晶格发生移动, 而  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  脫水分爲二步, 相应各脫一和八个水, 整个脫水过程晶格基本上保持不变, 結晶水的水合能两者差別也很大, 平均水合能  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  約比  $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  大九倍。关于这方面的原因还不知道, 有待以后进一步研究。

### 3. 稳定性

$\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  在稀碱液中还不会很快发生明显的分解, 同时在空气中也較稳定得多, 而  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  只能存于浓碱性溶液中, 当暴露于空气中时, 很快从橙紅色轉变成黑色, 析出游离硒。这些事实說明  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  更不稳定, 这也与以上从  $\text{Sb}-\text{Se}$  和  $\text{Sb}-\text{S}$  鍵长所推出的結論相符合。

再根据  $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_3\text{SbS}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  的稳定性相比較, 知后者更不稳定, 由此可以推出,  $\text{Na}_3\text{SbSe}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  應該比  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  較不稳定, 也即四者之中以  $\text{Na}_3\text{SbSe}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  最不稳定, 这也与文献所記載相符合〔3〕。

### 4. 加酸反应

$\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  的加酸反应可能与  $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  的加酸反应相似〔7〕。即所析出的硒化物含有游离硒。其最終的产物也可能是  $\text{Sb}_2\text{Se}_3$  和  $\text{Se}$ 。

根据以上的討論可以看出,  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  虽然在晶形和加酸反应上較相似, 但是脫水过程、結晶水的水合能和稳定性等却有显著的差异, 这也說明以  $\text{Se}$  代替  $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  中的  $\text{S}$  之后, 使化合物的性质产生显著的变化。

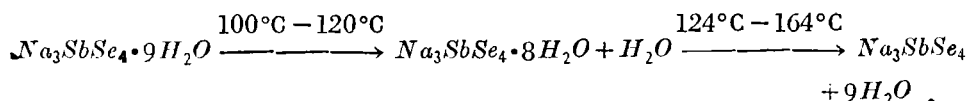
## 結 論

1.  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  是橙紅色块状結晶, 可由下式制得:



它在空气中很不稳定易于分解, 故应保存于濃碱性飽和溶液中。

2. 从热分析得出,  $Na_3SbSe_4 \cdot 9H_2O$  的脱水过程如下:



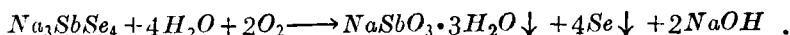
从 X 射线粉末法测得  $Na_3SbSe_4 \cdot 9H_2O$  在整个脱水过程中晶格基本上保持不变。

3.  $Na_3SbSe_4 \cdot 9H_2O$  结晶水的水合能平均为 20.4 千卡/克分子。

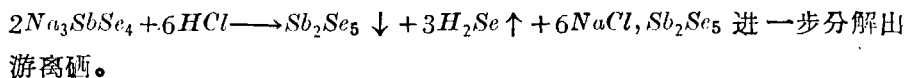
4.  $Na_3SbSe_4$  中的硒在空气中能被氧置换, 反应速度与水的催化作用有关, 反应最后的产物为  $NaSbO_3 \cdot 3H_2O$ 、 $NaOH$  和游离硒。

根据动力学的研究, 此置换反应属于一级反应。在  $30^\circ C$ 、 $70^\circ C$ 、 $140^\circ C$  之下, 反应速度常数(天<sup>-1</sup>)相应为:  $k_{30}=0.195$ 、 $k_{70}=0.116$ 、 $k_{140}=0.0654$ 。  $30^\circ C$ — $140^\circ C$  平均反应活化能为 -2.46 千卡/克原子。

5. 在空气中  $Na_3SbSe_4 \cdot 9H_2O$  与水的反应为:



6.  $Na_3SbSe_4 \cdot 9H_2O$  与酸的反应:



7. 根据  $Na_3SbS_4 \cdot 9H_2O$  和  $Na_3SbSe_4 \cdot 9H_2O$  的性质比较, 知用  $Se$  代替  $Na_3SbS_4 \cdot 9H_2O$  中的  $S$  之后, 使化合物的性质产生很大的变化, 特别是稳定性的降低, 这完全符合于  $S$  和  $Se$  的电负性的变化规律〔8〕。

## 参 考 文 献

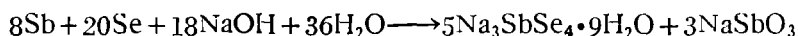
- 〔1〕 沈家树、黄德东、黄坤耀、張鳴孝, 中山大学学报(自然科学) 3, 35 (1959)。
- 〔2〕 沈家树、黄坤耀、陈建波、饒球超, 中山大学学报(自然科学) 1, 35 (1964)。
- 〔3〕 Gmelins, Handbuch der Anorganischen Chemie 21, 979-980(1953)。
- 〔4〕 Hillbrand-Cundell, Applied Inorg. Anal. 228-229 (1929)。
- 〔5〕 冶金工业部有色金属技术司編, 稀有金属分析法, 167-169 (1958)。
- 〔6〕 Charles D. Hodgman, Handbook of Chemistry and Physics。
- 〔7〕 唐有祺、沈家树, 化学学报 21, (3) 285-302 (1955)。
- 〔8〕 С.С.Бачанов, Электроотрицательность Элементов и Химическая Связь 65 (1962)。

## The Stability of Enneahydrated Sodium Selenoantimonate

Shen Chia-shu, Hwang Kun-yao,  
Tien Ching-chung and Chen Pai-an

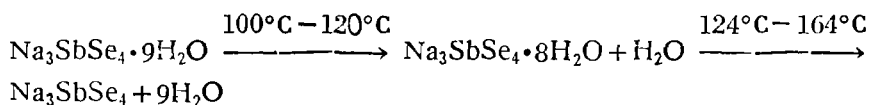
## Abstract

- [ 1 ] The orange red  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  crystal is prepared by the following reaction:



It is unstable in air, therefore one must keep it in strong alkaline saturated solution.

- [ 2 ] There are two steps in the dehydration of  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ :

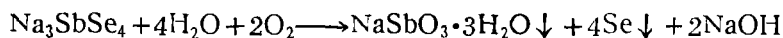


During the process of dehydration there is no change of the crystal lattice of  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ . This is proved by the X-Ray powder method.

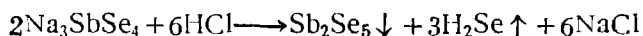
- [ 3 ] The average heat of hydration of water of  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  is found to be 20.4 Kcal/m water.

- [ 4 ] Exposed to air, selenium in  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  is displaced by oxygen. The reaction is accelerated by moisture. The reaction products are  $\text{NaSbO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaOH}$  and free selenium. This reaction is a first order reaction. The velocity constants at  $30^\circ\text{C}$ ,  $70^\circ\text{C}$  and  $140^\circ\text{C}$  are  $k_{30} = 0.195 \text{ day}^{-1}$ ,  $k_{70} = 0.116 \text{ day}^{-1}$  and  $k_{140} = 0.0654 \text{ day}^{-1}$ . In the interval  $30^\circ\text{C} - 140^\circ\text{C}$ , the average heat of activation is - 2.46 Kcal/gram atom.

- [ 5 ]  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  is supposed to react with water and air as follows:



- [ 6 ]  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  is supposed to react with acids as follows:



$\text{Sb}_2\text{Se}_5$  decomposes further to free selenium and antimony triselenides.

- [ 7 ] The differences in properties of  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  have been found. It should be pointed out that  $\text{Na}_3\text{SbSe}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  is more unstable. This is confirmed by the rule of variation of electronegativity from sulfur to selenium.