

# 如何做好碘锤的升华实验

何艳阳

(北京市北达资源中学 北京 100080)

(收稿日期:2016-01-27)

初中物理升华教学中,有一个典型的成品仪器,大家称之为碘锤(图1).

如何用碘锤做好碘的升华和凝华实验呢?

正确的实验方法应该将碘锤的下端浸入热水中,让学生仔细观察碘的升华和凝华现象.

可是有些教师却将碘锤置于酒精灯的火焰上加热用来观察碘的升华现象,如图1所示,该做法还出现在某些省市的中考题或教材中!

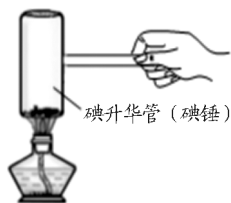


图1 碘锤置于酒精灯上做碘升华实验

我们认为演示碘的升华和凝华实验,前者正确,后者是有问题的!问题在哪里?

先从理论上分析,讨论物质的熔化、凝固、汽化、

液化,升华、凝华的理论基础是该物质的三相图.碘的三相图如图2所示,其中 $O$ 为碘的三相点,三相点温度是 $387.31\text{ K}$ (即 $114.16^\circ\text{C}$ ). $OB$ 为碘的升华、凝华曲线,从 $OB$ 曲线可知,碘不经过液态而直接升华的最高温度为 $114.16^\circ\text{C}$ ,此时的饱和碘蒸气压强为 $11.96\text{ kPa}$ .

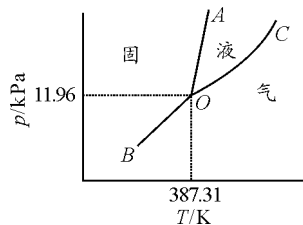


图2 碘的三相图

要准确展示碘的升华、凝华现象,实验温度必须控制在 $114.16^\circ\text{C}$ 以下.超过 $114.16^\circ\text{C}$ ,碘可能出现熔化、汽化现象!酒精灯火焰的温度约 $400^\circ\text{C}$ ,用火焰加热能使碘的温度很快就超过 $114.16^\circ\text{C}$ ,所以用图1的方法做碘的升华实验是有欠缺的!也是不准

开口端插入水槽,当开口端没入水面后,再用大针筒经橡皮塞从大玻璃管中抽气,发现有水进入玻璃管.

## 7.3 为托里拆利实验作铺垫 积累感性认识

步骤4:拔掉塞子,液体下降至与水槽内水面齐平.

步骤5:取一根更长的玻璃管重复“覆杯”实验,发现还是可以托住.

## 8 实验注意事项

(1) 注意密封性.保鲜膜与玻璃管口,橡皮塞与玻璃管口.

(2) 保鲜膜的大小以包裹管口 $3\sim 5\text{ cm}$ 为宜,过小密封性不够,过大易给学生造成水没有落下是因为保鲜膜粘在玻璃管所致的错觉.

## 9 实验成功与反思

该实验的改进弥补了原实验的不足,能形象解释抽水机和吸饮料的原理,并且能更好地为后面的托里拆利实验做铺垫,实验结论直接、原理明了,便于学生理解大气压的知识.该实验仪器来源于实验室常用的仪器和生活用品,起到提高学生探究热情,发散学生思维的作用,同时也提高了学生解决实际问题的能力.

## 参考文献

- 1 陶本友.覆杯实验的新设计和新发现.物理通报,2011(3):66~67
- 2 宏福主.21世纪中学物理创新教学实验设计与探索全书.呼和浩特:内蒙古少年儿童出版社,1999.241

确的!

再用实验来验证上述的分析.

首先在试管中封闭了较多的碘颗粒. 用酒精灯加热, 如图 3 所示. 在几秒的时间内试管底部的碘开始熔化, 很快, 试管底部出现大量液体, 如图 4 所示, 试管上部空间只有在大部分碘熔化完, 紫色烟雾才慢慢增多.



图 3



图 4

碘的量少些会是什么样? 于是笔者又开始逐渐减少试管中碘的质量, 最后减少到小于 0.4 g, 用酒精灯加热, 每次都很容易看到碘的液态.

笔者将上述两次实验中的热源都改用 90℃ 以上的“水浴法”重新做了一遍, 甚至加热时间比火焰加热的时间还长, 每次都只是看到紫色烟雾而没有出现液态. 也就是只有升华, 没有熔化.

笔者又重新做了碘锤实验(图 1), 由于碘量较少(笔者询问了几个厂家得知碘锤制作中是在常压下加入 1 g 左右的碘), 并且较薄地分布在容器的底部, 需要仔细观察是否有液态出现. 酒精灯加热后, 仔细观察底部, 确实出现了少量液态的碘, 很快液态的碘汽化, 如果不仔细观察, 用火加热碘锤是较难看到少量液体的. 笔者又找来了新的碘锤, 把碘颗粒集

中到一起重新做实验, 由于液体的表面张力作用, 还能比较清楚地看到液态的小碘球.

改用 90℃ 以上的“水浴法”重做碘锤的实验, 只看到碘的升华, 没有出现碘的熔化现象.

上述 3 个实验, 碘都是被置于封闭的空间中. 我们将数量较多的碘和减少到小于 0.4 g 的碘两次实验, 置于抽风的隔离罩里做敞口的实验. 不论是酒精灯加热, 还是 90℃ 以上的“水浴法”加热, 实验情况和试管加塞的实验情况相似, 不再赘述了!

酒精灯加热时碘锤中碘量低于多少就不容易达到三相点呢? 我们用理想气体方程粗略地估算了一下三相点时碘锤中碘的质量. 气态方程

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT$$

其中,  $p=11.96$  kPa, 碘的摩尔质量  $M=254$  g/mol,  $R=8.31$  J/mol·K,  $T=387.31$  K, 利用溢水杯和量筒可以得出碘锤的体积  $V=60$  mL, 则碘的质量

$$m = \frac{pVM}{RT}$$

代入数据

$$m = 0.057 \text{ g}$$

也就是说取 1 个容积为 60 mL 的碘锤, 体系中只要超过 0.057 g 碘升华, 碘蒸气的压强就可能超过 11.96 kPa. 碘锤中碘量大约 1 g, 已经远远超过三相点时的气压了. 这就是碘锤中有液体出现的原因了.

以上仅为本人对这个实验的看法, 提出来和同行讨论, 不妥之处请批评指正.

### 参考文献

- 1 蔡云波. 为什么能升华的物质有熔点. 化学教学, 2007(9):71~72
- 2 姜荣东. 奇怪的沸点. 问题解答与讨论, 1998(6)
- 3 张永明. 升华和凝华演示实验的改进. 中小学实验与装备, 2010(2)
- 4 徐辉, 朱秀明. 浅析《升华和凝华》实验教学探究. 中小学实验与装备, 2012(5)
- 5 鲁佩用, 邹玉. 给碘加热它一定升华吗? 中学物理, 2014(8)
- 6 唐美春. 碘升华演示实验的研究与设计. 实验教学与仪器, 2002(11)
- 7 彭友山. 碘升华和凝华实验的 2 种改进方法. 物理实验, 2006(1)