

•科普•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201802033

www.dxhx.pku.edu.cn

铝先生的诊疗

赵梓润[§], 刘俊杰[§], 朱亚先^{*}

厦门大学化学化工学院, 福建 厦门 361005

摘要: 自铝第一次被化学家发现并在实验室制备至今, 铝一直与人类如影随形, 铝及其化合物在生产和生活中有着重要的应用。本文将铝拟人化, 以“诊疗”的形式, 采用对话体, 回顾了铝的发现史和应用史。

关键词: 铝; 发现史; 应用

中图分类号: G64; O6

The Diagnosis of Aluminum

ZHAO Zirun [§], LIU Junjie [§], ZHU Yaxian ^{*}

College of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian Province, P. R. China.

Abstract: Aluminum, together with its compounds, is of vital significance in the production and life of human being. From the time when Aluminum was first discovered by chemists and was made in the laboratory to now, Aluminum has been in tight relationship with human. This article tries to personify Aluminum, with the form of diagnosis so as to review the history of the discovery and application of Aluminum in dialogue.

Key Words: Aluminum; History of the discovery; Application

切姆医生是一位享有盛誉的神经科学医生, 在他几十年的工作过程中, 曾经遇到过无数棘手的病例, 但是都被他以超凡的智慧、惊人的洞察力化解了, 因此, 他曾经自诩没有自己解决不了的病例。然而, 今天对面的这位病人却让他感到些许的不安。

“请坐吧”, 切姆医生以自己一向平和而处变不惊的语调对自己的病人说着, “无论您有什么问题希望解决, 都请您不要惊慌, 我相信今天您的病一定会治好的。”

“医生, 这样的话真是太感谢您了。我的问题是不是很严重? 我想, 我搞不明白我的真实身份了。”坐在对面的男人衣衫整洁, 一举一动小心翼翼地, 眸子深邃而坚定, 看起来已经饱经世事沧桑, 所有的这些都暗示了他是一位彬彬有礼的绅士。

“哦, 这真是有些糟糕”切姆医生回答道, “那么是想不起来了么?”

“不, 医生, 不是的, 我的脑子里同时有着好几种声音, 告诉我自己同时有好几种身份, 我只是不知道自己究竟是这里面的哪个,”病人显得有些惊慌失措。“切姆医生, 是这样的, 我记得自己在古希腊和古罗马的医生手中成为治病救人的良方; 我记得在 1854 年, H. St. C. Deville 改用了钠对我进行工业生产, 我和钠还曾经手牵手一起环游过那座雄伟的工厂呢, 不过钠可真是调皮的朋友, 后来它去找水玩然后变成气体飞走了, 我们也就没有联系过; 我记得自己在丹麦科学家 H. C. Oersted 的实验室中第一次被分离出来; 在 1925 年, 我记得自己被美国化学会第一次起了名字; 我还记得

收稿: 2018-02-26; 录用: 2018-02-28; 网络发表: 2018-03-22

[§]2017 级本科生

^{*}通讯作者, Email: yaxian@xmu.edu.cn

基金资助: 国家基础科学人才培养基金(J1310024)

Louis Napoleon III 最喜欢使用我做餐具呢；1893 年，因为使用了电解法，我记得自己的产量首次超过了每年 1000 吨^[1]。

“是这样啊”，切姆医生靠在了椅背上，用手指不住地摩挲着眼镜框。通常他在遇到棘手的问题时就会这样。接着，切姆医生在他的这位病人面前缓缓起身，走到他用来存放病例的木橱之前，看了一会儿之后从里面抽出了一本病例，他总是这样，无论内心对于病人的治疗多么的紧张，在病人面前总是自信而且从容的样子：“这是您的病历，让我来读给您听听吧，看看我们从病例里面能不能得到什么发现。”

“好的。”病人回答。

“在我的领域，也就是医学，您曾经被用作收敛剂，我还记得您是地壳中含量最丰富的金属，质量百分比为 8.3%^[1]，仅次于氧和硅，您在许多普通火成矿物包括长石和云母中是主要成分。对了，您还有一位形影不离的好兄弟，他叫什么来着？哦，是氧兄弟！当您和氧一起，就可以形成一层致密的保护膜 Al_2O_3 ，有这层保护膜附着在您身体的表面，您就不会被氧化而衰老。您和氧兄弟结合也可以成为一种已知的最硬的物质之一——刚玉(Al_2O_3)。您和氧还喜欢和其他元素一起在有色宝石里面开派对，比如和铁、钛在蓝宝石里面开派对、与铬在红宝石里面开派对；您在 1855 年的巴黎博览会上曾经和王冠上的宝石一起展出过，璀璨的颜色吸引了多少人啊！您好像在导线工厂和餐具工厂也还有兼职工作吧？希望您的工作不会太劳累……”

切姆医生读到后来，声音越来越笃定，而且音调也因为激动而显得有些高了。“先生，在我看来，通过病历上面的描述，您的身份再明确不过了。根据我的了解，您的名字就是‘铝’嘛！您真的记不起来了么？”

“铝……”病人不住地揉搓着自己的头发，好像想要把什么从里面抓出来一样。“是的，医生，我记得我的名字好像就是叫‘铝’，可是，唉，我现在脑子里太乱啦，好像什么都想不起来，又好像想起了很多东西……”

“嗯，先生，您的情况可不容乐观呀，在您的头脑里面同时有着好几种声音出现，并且提醒您是一个有着复杂角色的客体，这很符合精神分裂症的早期症状呀！”

“什么？”铝先生听完，原本红润的脸上显得略有一些苍白。“可是我感觉我所有的角色是那么的和谐，我一会儿在温暖的地中海沿岸以 AlOOH 的身份出现；一会儿在热情似火的热带改头换面成为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ；一会儿在熔炼炉中沐浴着熊熊烈火从 Na_3AlF_6 中轻快地脱身出来；一会儿在各种宝石中折射出璀璨的光辉；一会儿走进千家万户成为他们吃饭的餐具；一会儿和玻璃相伴成为门窗为人类投射出大千世界的千奇风景；一会儿，我又徜徉在电子的海洋里面，把他们输送为源源不断的电流……啊，这种生活可真美好啊！”铝先生靠在椅子上，嘴角上扬，显然是沉浸在自己的回忆之中。可是，切姆医生的眉毛却蹙地更紧了。

“那么我们来谈谈社会关系吧，您觉得自己是不是一个受欢迎的人呢？”切姆医生站了起来，开始在诊室里不住地踱步。

“嗯，平时我有很多朋友，人们很欢迎我。”

听到这里，切姆医生的疑惑似乎少了一些，“这大概是因为您是一种银白色的金属，既轻又无毒，能做出光泽度高的表面，并且您有很高的热导率和电导率。有极好的抗腐蚀性，您的毅力很强，可以被铸、碾、挤、锻、拉或者用于机床加工，易于制成筒、棒、管、棒、线、片或者箔，因此您和许多同胞通力合作组成的合金具有很高的机械强度和抗张强度。我记得之前我也曾遇见过一些金属病人，他们好像也都跟我提起过您，无一例外地他们都认为和您一起工作的经历非常愉快。看来您的社会关系没出什么问题，那么我们就从身世找找原因吧，您可以继续您的回忆了。”

“我现在还清楚地记得自己出生的过程，我记得，好像我首先和一些其他的金属和岩石组成了一种叫做铝土矿的物质，然后，人们经过提取、纯化和脱水，用一种叫做羟基的网把我捞了上来。之后我好像被泡在了 Na_3AlF_6 中，在那里面游泳还真的是很舒服呀。不过，我看到人们把两根电线接到了我游泳的池子里面，接着我身上就有了一种痒痒的感觉，瞬间我就被大量的电子包围了，然后我只记得有一股巨大的力量把我推到了阴极，人们发出了巨大的欢呼声，我出生啦。”

切姆医生一边认真地听他的病人回忆自己的病情，一边在自己的笔记本上记录着什么，还不时地去翻看面前的病历，好像是核对铝先生的回忆是不是有遗漏的地方。

“最早迎接您出生的那位科学家好像叫 Oersted，不过现在科学已经进步了，目前接生的方法是由 Bayer 先生提出的，我想您说的大概就是他的方法吧。他的方法包括在 NaOH 水溶液中的溶解，不溶杂质的离析，水合物的分步沉淀以及在 1200 °C 下的煅烧。不过这还没完呢！得到的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 还需要在一个排列整齐的钢槽中进行电解。嗯，我来看一下，电解液的成分好像是 Na_3AlF_6 (80%–85%)、 CaF_2 (5%–7%)、 AlF_3 (5%–7%)、 Al_2O_3 (2%–8%，间歇装料) ……^[1]” 切姆医生专注地在自己的笔记本中演算着。一般这个时候，由于切姆医生过于专注地思考问题，经常会有一些术语从他的嘴里冒出来，不管病人有没有听懂。

良久，切姆医生抬起头看着自己面前的这位病人，“我想这部分应该没有问题，我们可以继续了。”

“那我来谈一谈我平时的一些爱好，还有特点吧！我喜欢以晶体形式存在，对了，是面心立方晶格，当然啦，我还有好多同胞也都是采用这种结构，我的周围有 12 个距离最近的邻居，距离为 286 pm^[1]。如果我碰巧哪一天打扮成了细粉末状的话，那么我就千万不能见液氧啦！因为我们两个只要握手的话，就会发生爆炸。我可以和汞生成汞齐，我与某些电正性的盐溶液接触会破坏氧化膜并进一步发生反应。当然，我也不是那么难于相处啦，我可以溶解于热浓盐酸，在室温下，我也可以溶解于 NaOH 和 KOH 水溶液中，并且还会放出 H_2 呢！”

切姆医生紧皱的眉头好像稍微舒展了一些，“好吧，孩子，至少我们现在已经有一些眉目了，再跟我具体地谈一谈你的那些族人们吧，多了解一些细节对我的诊疗总是有利的。”

“哦，我的族人有很多，氧化物啊、氢氧化物啊、盐啊……我经常记不住族人的名字，而且还要搞清楚辈分和相互之间的转化关系也真是一件很麻烦的事情呢！一般来说，在溶液中存在的很可能是水合的四羟基合铝离子，比如 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 或 $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_4]^-$ 。我的盐溶液可是十分具有创造性啊！随着 pH 的增大，他们可以从水中捞起羟基并且用那些羟基作为桥，手拉手互相连接起来，随后生成水和氧化物的沉淀。这对于净水有着特殊的用途，可以使水中的悬浮杂质沉降。”

“ Al_2O_3 可是个多面手，除了具有两性之外，还可以和熔融态的 SiO_2 和 CaO 反应，分别生成 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 以及 $\text{Ca}(\text{AlO}_2)_2$ 。它的晶体可是具有不同的晶型呢！比如有 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 型，非常坚硬，可以做轴承，它还是宝石的主要成分； $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$ 型可以导电，做固体电解质；还有 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 型，可以做吸附剂。它们组成相同，但是每位都有着不同的性质，科学家为了区分他们可是费了不少脑筋呀！”

“对了， AlCl_3 也非常地值得一提！他平时最擅长的就是变魔术了，它的晶体结构是具有 6 配位的 Al 层状晶格，但是在熔点 192.4 °C 时，其结构又变为四配位的双分子 Al_2Cl_6 ^[4]！其实，我的卤化物族人的故事更多了，它们生成了大量的配合物，这些化合物经常去各种学校里面，帮人们去讲解 Friedel-Crafts 催化反应，通过他们的帮助，人们对这种反应的理解真的是越来越深入了。” 铝先生一说起自己族人的故事就又开始滔滔不绝了。

切姆医生此时内心的疑问基本都已经得到了解答。不过，他内心还有最后一个疑问，这恰恰是自己的病人还没有解释清楚的，所以，切姆医生停下了手中的笔，准备向病人发问了。“我听说，您一直被应用于制作餐具，不知道您对这方面的应用有什么看法呢？”

“其实，用我做餐具，优点和缺点都有。对人类来说，好处就是我质量轻、成本低，我的表面存在致密的氧化膜不易被氧化，现在人们把我和其他金属元素混合在一起制成合金，抗氧化性就更强了。不过，缺点就是我的身体不是十分坚硬，平时遇到一些小伤就会有一些皮肤脱落；我也特别怕酸和碱的腐蚀，可是人类做饭总是免不了放调味品。所以啊，如果长期使用我盛放食物的话，我就会在人的身体里面累积，可能导致骨质疏松和痴呆症呢！我的家族成员明矾被用作油条、膨化食品的膨松剂，也有这个危害，现在已经被禁止了呢！”

听到这里，切姆医生好像有点明白了。“孩子，先不要着急，听你说了这么多，现在我心里已经有点眉目了，你放心地把内心的想法都告诉我吧。”

铝先生听到这里，眼睛一亮，“切姆医生，其实今天我来找您的主要原因是因为我一直被自己的‘两性’所困扰。”铝自己叹了口气，“说到我，好像人们总是和‘两性’联系起来啊。我被称为‘两性金属’，我的氧化物被称为‘两性氧化物’，连我的氢氧化物也不能幸免，被称为是‘两性氢氧化物’呢！我们这些关系相近的族人都既能溶于酸也能溶于碱。唉，医生，您说会不会是这样‘居中’的性质让我精神有些分裂呀，我自己也不明白，自己为什么会有这么奇怪的性质，但是，我就是喜欢既和 NaOH 反应又和盐酸反应呀！”铝先生急于向切姆医生描述清楚自己的问题，以至于原本有些苍白的脸现在涨得有些红了，并且语气也有一些激动。

切姆医生掸了掸自己衣服上面的灰尘，把白大褂整理了一下。即使在这种情况下，他仍然是一丝不苟。突然，他微微一笑，仿佛是在和一位老朋友聊天一样，他也加入了自己对病人的回忆。“我记得在 1948 年的诺曼底登陆作战中，几位英勇的盟军士兵正是因为使用了铝热剂手榴弹才得以在奥马海滩上摧毁了纳粹德军的大炮，最大限度地减少了队友的伤亡。那个时候的您真的是很勇敢啊！进入现代，我看到了您被应用于宇航工业和飞机制造业，看到自己被用于制造的飞机一架一架地翱翔在蓝天之上，看见以自己为主题制造的火箭直冲云霄，特别是看到使用铝粉为助推剂的那颗人造卫星 ECHO II，您的内心一定激动万分吧！”

切姆医生通常不会打断病人的描述或者是突然插话，如果他插话了，就表示内心对于病人的诊断和治疗已经胸有成竹了，所以和病人聊天的目的就是最后让病人放松一下，缓解一下描述自己病情的紧张心情。

铝听到这里，深邃的眸子仿佛一个万花筒，闪现着以往的点点滴滴，眼角间，却悄然沁出了一滴泪珠。“切姆医生，我的回忆太多啦！他们时不时地跳出来困扰着我！”说到这里，铝先生急切地问：“怎么样，医生，您看我现在的情况严重吗？”

切姆医生这时已经成竹在胸，“是的，我的孩子，您的病症我已经完全清楚了。”

“是吗！那请您赶快告诉我吧。”铝先生听到这句话，再也不像先前那么淡定自如了。

面前的切姆医生从自己的上衣口袋里拿出一支钢笔，取过铝先生的病历，在上面写了起来，不一会儿，切姆医生抬起头，对自己的病人说：“这是我给您开的药，一定要遵照医嘱服用。”

铝先生接过自己的病历，看见上面写着“每天一盎司牛排，一份蔬菜沙拉，一杯红酒，散步十五分钟，另外，不必为自己的回忆所纷扰。”

我的诊疗结果就是：“您没有任何疾病，您本身被人们所提到的‘两性’应该是您既具有碱性也具有酸性，您可以作为碱跟盐酸反应生成 AlCl_3 、也可以作为酸和氢氧化钠反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ 配离子。您的这些性质，是由您的有效核电荷数、原子半径和电子构型决定的，并且在金属冶炼领域，它们发挥了很大的作用呢！我认为，您完全可以接受您自身的这些性质，不必再为它们而烦恼。您的一生非常的积极并且成功，您的那些回忆，我认为反而是您一生最好的财富。”

“什么？”铝先生听到这里，再也按捺不住了。“您说我没有得病？哈哈，我没有得病，哈哈！”铝先生幸福地大笑起来。

“是的，您的贡献是值得我们永远铭记的，祝您一切安好。”切姆医生和激动不已的铝先生拥握手，目送着这位“病人”走出诊室。

“未来的路还长着呢，希望您为人类做出更多的贡献。”他的这句喃喃自语不知道有没有被激动的铝先生听见。

参 考 文 献

- [1] 格林伍德, N. N.; 厄恩肖, A. 元素化学(上册). 曹庭礼, 王致勇, 张弱非, 单辉, 白桂蓉等, 译; 曹庭礼, 李学同, 校. 北京: 高等教育出版社, 1997: 331-403.