镍伯爵的生日派对

冯清[†], 刘军枫^{*}

北京化工大学化学学院, 北京 100029

摘要: 用第一人称的角度, 以生日派对为故事情节, 从合金、无机盐、络合物、生命体四个角度对于镍元素的性质以及功能应用进行了科普。拟人化的手法, 通俗的语言更适合普通大众进行阅读, 提高人们对于化学知识的认知, 激发学生对于化学的兴趣。

关键词: 镍; 科普; 性质; 功能

中图分类号: G64; O6

Nickel's Birthday Party

Qing Feng [†], Junfeng Liu ^{*}

College of Chemistry, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China.

Abstract: This article uses the first-person perspective, with the birthday party as the storyline, to popularize the properties and functional applications of nickel from the perspectives of alloys, inorganic salts, complexes and organic organisms. By the use of anthropomorphic technique and popular language, it's more suitable for ordinary people to read, which could improve people's cognition of chemistry knowledge, and stimulate students' interest in chemistry.

Key Words: Nickel; Popularization of science; Property; Function

几日前收到了镍伯爵的邀约, 邀请我参加他的生日派对。在元素王国, 提起镍伯爵可谓是人尽皆知, 作为金属家族的重要一员, 镍伯爵在各个领域都有着自己独特的才能。我也有幸趁此机会, 一览镍伯爵的风采, 更能切身学习其中蕴藏的化学知识。

驱车数十英里, 来到镍伯爵在郊外的私人别墅。镍伯爵的别墅是三层复式结构, 色彩明快淡雅。阳光穿过云层, 投射在建筑上, 散发出银白色的光芒。镍伯爵胜友如云, 生日派对上高朋满座, 好不热闹。室内装修井井有条, 大厅宽敞明亮, 柜子上摆满了镍伯爵收集的“工艺品”, 它们一件件都和镍伯爵的经历息息相关, 真是琳琅满目, 让人目不暇接。管家热情地迈步迎接, 带我细数这些“工艺品”的传奇故事。

1 金属相融, 各显其能

管家给我递来一枚亮闪闪的纪念币, 并向我介绍道: “我们镍伯爵早在几千年前就有所成就了, 最早时候, 是追随铜公爵, 用来制造金属货币。直到现在, 大多数硬币的制造, 都离不开镍的身影。给您的纪念币正是伯爵特意为宾客好友们定制的礼物。由于伯爵为人低调, 又很喜爱和一众好友结

收稿: 2021-08-23; 录用: 2021-09-10; 网络发表: 2021-09-27

[†]2019 级本科生

^{*}通讯作者, Email: ljf@mail.buct.edu.cn

基金资助: 北京化工大学优秀本科育人团队立项(化学系列课程本科育人团队, 2019)

伴出行，轻易不展露名姓。故而直到1751年，瑞典矿物学家A. F. Cronsted才从红镍矿(NiAs)中见识到镍的真容，并命名为Nickel^[1]。”

此时，镍伯爵正倚在沙发上，和众多好友谈笑风生。只见镍伯爵身着白色衬衣，外套银灰色西装，真是风姿绰约。我迫不及待地说：“金属镍在空气中很稳定，它不像铜或铁那样，时间长了会产生铜绿、铁锈，它时时刻刻都是闪亮耀人的，也因此被用来镀在金属表面，起到抗腐蚀的作用^[2]。”管家笑着说道：“先生了解得挺多嘛！可是，镍伯爵耐腐蚀的才能可不止于此哦。镍在化学界可谓是坚如磐石、刀枪不入，就连氧化魔王氟单质也拿镍毫无办法。正是利用这一特性，使用镍制试管得以对氟进行研究^[3]。除此之外，镍坩埚也因为价格便宜，能够抵抗熔融氢氧化钠的腐蚀而在研究中广泛使用。”

“管家先生，我一直很好奇雷尼镍是怎么制出来的，它是如何将金属镍制成海绵状的呢？”管家解释道：“先将镍和铝制成合金，之后用氢氧化钠将铝溶解掉，就留下疏松的雷尼镍了。它在用作催化氢化的优良催化剂同时，也是有很大危险性的。正是由于它疏松细致的结构，在空气中便可以自燃，很多火灾事故都是因为随手将用过的雷尼镍扔到垃圾桶里，终酿成大祸。虽然致密态的镍和酸反应很慢，但是镍粉和雷尼镍它们都很容易和酸发生置换反应，生成氢气。因此，实验室用过的雷尼镍应当用稀酸溶解后，妥善处理。”

我向沙发看去，许多老朋友悉数到场。身着黑色燕尾服的铁公爵，一袭紫红西装的铜公爵，身着晚礼服的铬夫人……

管家带着我边走边介绍道：“铁公爵和镍伯爵师出同门，他们常常结伴而行。由铁和镍形成的铁镍合金力学性质优良，又耐腐蚀，常被用在机械制造业当中。铜公爵和铁公爵相伴而坐，只见铜伯爵稳如泰山，他抗腐蚀的才能出众，几千年前使用的白铜正是铜镍合金。到今天，铜镍合金仍用于仪表的精密器件中^[2]。”

“铬夫人和镍伯爵总像热恋中的情侣一样，如胶似漆，浴火而生。因此，镍铬合金经常用在燃气涡轮、反应堆、航天器等高温场景中^[2]。”

在镍伯爵和铜伯爵的身边，围着一群活蹦乱跳的小孩子。我一脸疑惑，管家见状开口道：“那些是氢气，铜伯爵是稀土家族中的成员之一，我们伯爵和稀土家族的朋友们一旦聚会，就会有許多氢气从四面八方赶来相聚，久久不肯散去。镍和稀土的合金能够吸附氢气，因此镍和稀土金属的合金是优良的储氢材料，镍也因此可以制成镍氢电池，对未来清洁能源的普及使用做出了很大的贡献^[2]。”

2 绿野仙踪，各显神通

跟随着管家的步伐，沿楼梯拾级而上，来到二楼。二楼的主题是纪念镍伯爵作为二价镍离子时候的经历。二价镍离子便是由镍原子失去两个电子产生的带电离子。在元素王国里，每个人的电子数通常是和他们的身份号码，也就是原子序数是相同的，但是电子数也会发生变化，这也是造就元素王国这一千姿百态的缤纷王国的原因。

刚到二楼，满墙的绿色便映入眼帘。墙上众多藏品形状各异，颜色也各不相同。纵使对于最常用的硫酸镍已经司空见惯，但是面对满墙各式各样的“绿色”，我一时间眼花缭乱。只好请管家来帮忙一一辨识。

管家从烧杯中拿出一颗蓝绿色的晶体放到桌面上。我仔细端详，这颗晶体呈四棱台型，通体晶莹剔透，深邃的蓝绿色令人神往。管家介绍道：“这便是硫酸镍的晶体。它在水中的溶解度很大，像这样一个形状优美的单晶，要从溶液中培养出来可不是件容易的事呢！和同组的铁和钴一样，若向其中加入硫酸铵，会结晶出溶解度较小的硫酸镍铵 $((\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2)$ ^[1a]。”

管家仍在向我介绍硫酸镍，而我的注意力却跑到了旁边的一个瓶子里。瓶子里也装着一些蓝绿色的晶体，看着和刚才的硫酸镍很是相像。我好奇地提问道：“管家先生，那个瓶子里也是硫酸镍么，

为什么要放到瓶子里密封起来呢？”

“那个是硝酸镍，它非常容易潮解，在潮湿的空气中一会儿就成了一滩溶液，因此一定要将他密封起来^[4]。它和硫酸镍、氯化镍这些可溶性的镍盐一样，经常用在电镀行业中，为金属器件披上一层镍的外衣，使它更耐腐蚀、耐磨损。除此之外，有机合成中也缺少不了二价镍离子的身影呢。”

“那瓶黑色的粉末是硫化镍么，我记得很多金属的硫化物都是黑色的呢。”我一抬头便发现了一片绿色中，那格外瞩目的一抹黑色。

“唉，没错。”管家叹了口气，继续说道：“大多数物质都是热胀冷缩，但是硫化镍却是热缩冷胀，这个反常的现象也引起了很多问题。我们用的钢化玻璃是由普通玻璃加热后骤冷得到的，个别玻璃里面有极少量无法除去的硫化镍，在玻璃降温硬化后它还会继续膨胀，通常在钢化玻璃制造完成的数十年之后，玻璃会突然爆裂，给人们带来了很大困扰^[5]。”

而另外两种难溶的镍盐就比较友好了。“立方晶系的氧化镍的本领很强，在很多地方都有不可替代的作用。它在古代就被用作陶瓷的釉料和搪瓷生产中^[6]，紫外线灯使用的玻璃便是掺杂了9%氧化镍得到的^[7]。此外，氧化镍还可以用来制造太阳能电池^[8]、镍镉电池，是新能源普及道路上不可或缺的材料。”

“碳酸镍是向可溶性镍盐中加入碳酸盐溶液沉淀出来的浅绿色粉末，加入强酸则可以溶解，并放出二氧化碳气体。碳酸镍常被用来制作棕色^[9]、黄色颜料^[10]，还经常被用来制备一些催化剂^[11]。”

参观完二楼，爬上陡峭的楼梯，来到了三层阁楼。

灯光略显昏暗，没有了派对的吵闹声，出奇地安静。“这些是镍伯爵作为三价镍时候的经历。”说罢，管家拿出了刚刚的硫酸镍，放入试管中溶解，向其中加入氢氧化钠，顿时产生了带有淡绿色的氢氧化镍沉淀。我疑惑道：“这不就是氢氧化镍么，和三价镍有什么关系。”管家又拿出一些次氯酸钠溶液，滴入试管中。顷刻间，淡绿色的沉淀变成了黑色。“在碱性环境下用次氯酸钠氧化氢氧化镍，得到的黑色便是NiOOH，它具有强氧化性，在碱性溶液中才能稳定存在。”

说着，管家从柜子中拿出一瓶三氧化二镍(Ni₂O₃)，取一些粉末，加入稀硫酸后迅速冒出大量气泡。“这气泡可不是氢气，是氧气。三价镍在酸性环境下氧化性很强，它可以迅速将水氧化成氧气。若加入的是盐酸，产生的可就是剧毒的氯气了。尽管如此，三价镍在有机合成中，作为选择性的氧化剂，常常能巧妙地实现反应高产率地转化^[12]。”

镍伯爵可真是才华横溢，从机械制造，到药物合成；从古老钱币，到新型电池，镍的身影真是无处不在啊！

3 缤纷花园，五色俱全

作别了强氧化性的三价镍，回到二楼，管家又带我观赏一片“缤纷花园”。

“二价镍盐大多数都是绿色的，但是隐藏在绿色背后，却是缤纷的世界。”只见管家拿出了一瓶黄色的粉末。“刚才的硫酸镍、硝酸镍、碳酸镍都是绿色的，氯化镍却与众不同。无水的氯化镍是黄色的。但是，如若动一些手脚，可就完全不一样了。”说着，管家从下面拿出4个装有氯化镍的试管，向里面加入了4种不同的无色液体。只见，随着固体的溶解，溶液也呈现出了绿、黄、蓝、紫色^[13]，俨然一场异彩纷呈的色彩盛宴。

我惊喜的眼神中透出疑惑。管家笑道：“先生不必疑惑，玄机隐藏在这四种无色透明的液体之中。它们分别是水、浓盐酸、氨水和乙二胺。水会和镍离子产生六水合镍离子([Ni(H₂O)₆]²⁺)，呈现出绿色，之前的硫酸镍、硝酸镍晶体也因此呈现绿色。浓盐酸中存在大量氯离子，它和镍离子配位会产生黄色的四氯合镍离子([NiCl₄]²⁻)。加入氨水，溶液中的氨分子会先于水分子参与络合，生成六氨合镍离子([Ni(NH₃)₆]²⁺)，它的分裂能比水合镍离子稍高，因此会呈现较深的蓝色^[14]。而加入的乙二胺，三个乙二胺分子像蟹钳一样，牢牢地把镍离子夹住，分裂能更高，呈现更深的紫色。这种化合物也因为它特殊的结构特征，被形象地称为螯合物。”

话音未落，管家拿起了一个写着丁二酮肟的瓶子，滴到试管中。鲜红色的沉淀像美丽的裙摆一样，在试管中展开，轻盈优美。管家看着鲜红色的沉淀说道：“丁二酮肟是检测镍离子的‘千里眼’，她总是能在茫茫人海中精确地找到镍的身影，因此被用来作为检测镍含量的首选方法^[15]。”

4 万物生息，镍来维系

“在自然界的微生物和植物的体内，也少不了镍伯爵的作用^[16]。在人体中，虽然含量不高，但镍的作用却是无可替代的。镍能刺激红细胞的再生，正常量的镍对胰岛素施展本领也有着重要的作用，缺少镍甚至会影响到细胞的呼吸，可谓是至关重要^[17]。”

而在这同时，几位姗姗来迟的一氧化碳却在镍伯爵庭院的门口被警卫拦下。我疑惑地问管家：“既然都是给镍伯爵庆生的好朋友，为何不让他们进来呢？”管家长舒一口气，解释道：“这你就有所不知了，一氧化碳很容易和镍结合起来，常温下生成液体的四羰基镍($\text{Ni}(\text{CO})_4$)，这种物质有剧毒，为了各位宾客的安全，还是不去为好，毕竟好心也不能办了坏事嘛！不过，四羰基镍却是镍工业很重要的一种物质。它多用于金属镍的提炼，将四羰基镍加热后，释放出一氧化碳气体，留下的就是纯度很高的金属镍了^[18]。”

生日派对落向尾声，我在这次奇妙的经历中感受到大千世界的奇妙，领略到化学知识的神奇之处，其中丰富多彩的知识令我心驰神往。

参 考 文 献

- [1] (a) 谢高阳, 俞练民, 刘本耀, 申泮文, 曾爱冬, 徐绍龄, 马衡, 刘振义, 刘庆娴, 杜家声. 无机化学丛书. 第9卷. 北京: 科学出版社, 2011: 266–299; (b) Baldwin, W. H. *J. Chem. Educ.* **1931**, 8, 2325; (c) Baldwin, W. H. *J. Chem. Educ.* **1931**, 8, 1954; (d) Baldwin, W. H. *J. Chem. Educ.* **1931**, 8, 1749; (e) Weeks, M. E. *J. Chem. Educ.* **1932**, 9, 3.
- [2] Davis, J. R. Ed; *ASM Specialty Handbook: Nickel, Cobalt, and Their Alloys*; ASM: 1752 N St. NW, Washington, DC, USA, 2000; pp. 3–66.
- [3] 钟兴厚, 萧文锦, 袁启华, 姜润和, 徐绍龄, 徐其亨, 田应朝, 刘松愈, 吕云阳, 王文绍, 等. 无机化学丛书. 第6卷. 北京: 科学出版社, 2011: 10.
- [4] 化学工业出版社. 中国化工产品大全 上卷. 北京: 化学工业出版社, 1994: 280.
- [5] Karlsson, S. *Ceramics-Silikaty* **2017**, 61, 188.
- [6] Harman, C. G.; King, B. W. *Ind. Eng. Chem.* **1952**, 44, 1015.
- [7] Burns, T.; Breathnach, S.; Cox, N.; Griffiths, C. *Rook's Textbook of Dermatology*, 8th ed.; John Wiley & Sons, Inc.: 111 River Street Hoboken, NJ, USA, 2010; p. 4432.
- [8] Di Girolamo, D.; Matteocci, F.; Kosasih, F. U.; Chistiakova, G.; Zuo, W.; Divitini, G.; Korte, L.; Ducati, C.; Di Carlo, A.; Dini, D.; Abate, A. *Adv. Energy Mater.* **2019**, 9, 1901642.
- [9] Gerbil'skii, E. I.; Zelenskaya, T. L.; Zvinchuk, R. A.; Nikolaeva, N. A. Chromium-Nickel Pigment. SU513063A1. 1976-05-05.
- [10] Tanaka, M. Yellow Pigment. JP49001770B. 1974-01-16.
- [11] Yang, P.; Hu, Z.; Wang, Y.; Dong, S.; Xu, S. Hydrocracking Catalyst, Its Preparation Method and Application in Production of Light Aromatic Hydrocarbon by Hydrocracking Reaction of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon. CN112742457A. 2021-05-04.
- [12] Grill, J. M.; Ogle, J. W.; Miller, S. A. *J. Org. Chem.* **2006**, 71, 9291.
- [13] Nickel. [2021-08-19]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel>
- [14] 华彤文, 王颖霞, 卞江, 陈景祖. 普通化学原理. 第4版. 北京: 北京大学出版社, 2013: 349–350.
- [15] Tschugaeff, L. *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **1905**, 38, 2520.
- [16] Sigel, A.; Sigel, H.; Sigel, R. K. O. *Nickel and Its Surprising Impact in Nature.*; John Wiley & Sons Inc.: The Atrium, Southern Gate, Chichester, UK, 2007; p. 702.
- [17] 朱万森. 生命中的化学元素. 上海: 复旦大学出版社, 2014: 324.
- [18] Mond, L.; Langer, C.; Quincke, F. *J. Chem. Soc. Trans.* **1890**, 57, 749.