

•科普•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201911056

www.dxhx.pku.edu.cn

钛先生的奇遇之旅

张来英, 赵梓润[§], 朱亚先^{*}

厦门大学化学化工学院, 福建 厦门 361005

摘要: 钛在人类的生产和生活中发挥着重要的作用。本文借用拟人化的手法, 介绍钛的物理性质、化学性质及其在生活、生产中的应用, 让读者从故事中了解钛及其化合物。

关键词: 钛; 性质; 应用

中图分类号: G64; O6

Mr. Titanium's Adventure

Laiying Zhang, Zirun Zhao [§], Yaxian Zhu ^{*}

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

Abstract: Titanium has played an essential role in human life and production. Herein, this paper personifies Titanium to describe its physical property, chemical property and application. Our aim is to make it easier for readers to understand in a more lively way.

Key Words: Titanium; Property; Application

一大早, 钛先生睡眼惺忪, 努力睁开双眼, 发现自己居然被固定住了!

“这是在哪儿? 发生了什么?” 钛先生有点好奇。

“咚、咚、咚……” 他用手指轻轻敲打着和自己的身体连在一起的柱子: 柱子的表面覆盖着一层光滑的膜, 还有一些或红或蓝的细管子, 四周布满了许多柔软的组织……

钛先生抬起头, 发现迎面走来了一支队伍, 队伍是由许多“小颗粒”组成的, 每个“小颗粒”几乎都是中间瘪、两边凸, 而且通体呈红色。

钛先生拉住一位行色匆匆的小姐姐, “请问这是什么地方? 你们是谁? 要赶着去哪? 知道我为什么会在这里吗?”

小姐姐回答道: “这里是人体的小腿。我叫红细胞, 我和姐妹们从肺泡里面搬上氧气, 送到组织细胞。”

“人的身体里!” 钛先生跳了起来, “发生了什么? 能不能给我解释一下?”

“对不起, 先生, 我现在很忙, 如果我们不赶紧把氧气输送到组织细胞的话, 汉诺威的身体会支持不住的! 等我完成任务再给你讲。”

钛先生望着红细胞的背影, 家族的历史浮现了出来。

收稿: 2019-11-26; 录用: 2019-12-06; 网络发表: 2020-02-17

^{*}通讯作者, Email: yaxian@xmu.edu.cn

[§]2017 级本科生

基金资助: 国家基础科学人才培养基金项目(J1310024); 2017 年厦门大学教学改革研究项目(JG20170222)

1791 年的一天, 英国传教士兼业余化学家威廉·格里高(Reverend William Gregor)在小溪旁发现一些黑沙竟会被磁铁吸引! 他用磁铁吸出这些黑色物质(钛铁矿), 又用盐酸除去其中的氧化铁, 最后微溶于浓硫酸, 滤渣就是钛家族的远祖——不纯的钛氧化物。从此, 钛家族进入了人类的视野。1795 年, 德国化学家克拉普罗特(Martin Heinrich Klaproth)在金红石矿物中再次发现了此元素的氧化物, 并以希腊神话中的大力士神泰坦(Titans)为其命名(Titanium)。钛家族名正言顺地登上了人类的历史舞台。

.....

不一会儿, 钛先生看到那个红细胞小姐姐回来了, 他一把拽住她:

“这些都是什么呀?” 钛先生指了指四周, 迫切想要问个明白。

红细胞解释道: “与你连在一起的柱子是‘骨骼’, 包着骨骼的膜叫作‘骨膜’, 红色和蓝色的管子分别是‘动脉’和‘静脉’, 那层组织叫作‘骨骼肌’.....”

红细胞详细地讲解了他们的用途。

钛先生认真地听着, 真后悔自己没有带笔记本!

红细胞讲得累了: “我讲了这么多身体里的事, 你也跟我说说你呗。”

“好啊!” 钛先生毫不客气。

“我是元素周期表第 IVB 族的过渡金属元素, 熔点 1670 °C, 沸点 3287 °C, 密度 4.11 g·cm⁻³ [1], 我在地壳中的含量排第十位呢!”

“等等, 你的含量这么高, 怎么很少见到你本尊呢?”

“因为我平时都住在矿石里啊。通常我有两种别墅, 一种是三方晶系的钛铁矿(FeTiO₃); 另一种叫作金红石(TiO₂), 房子是方形的, 属于四方晶系 [2,3]。”

钛先生清了清嗓子: “在加拿大、美国、印度、南非和巴西, 我偏爱钛铁矿的房子; 而在澳大利亚, 两种房子我都喜欢。但是, 我最喜欢住的地方是中国(注: 中国钛储量居世界首位), 特别是中国四川攀枝花, 那里可是我们家族的大豪宅, 世界上 45%、中国 92% 的钛兄弟都聚集在那里 [4]。”

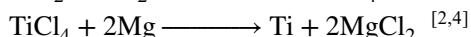
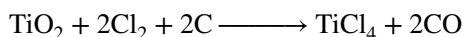
“哇!” 红细胞甚是羡慕, 她好奇地问, “那平时你从房子里出来走走, 方便吗?”

钛先生说道: “正是因为不方便, 大家才少见到我本人呢。想让我出来, 得注意两个问题:

第一是不能用碳直接还原金红石(TiO₂)得到我的金属单质, 因为我每次见到碳兄弟就想和他一起玩, 形成 TiC, 别人拉都拉不开; 第二是高温要隔绝空气, 因为在高温下, 我特别顽皮, 一旦遇到氧姐姐或其他的兄弟姐妹们, 就会情不自禁地往人家那边靠过去, 所以这个过程要用氩气隔绝空气。”

听到这里, 红细胞有点为他担心了: “那这么麻烦, 你还出得来吗?”

看到红细胞着急的样子, 钛先生笑了: “呵呵, 办法还是有的, 只不过成本有点高哦。你看, 方程式我都默写下来了。”



红细胞边记边问: “听说您的合金性能超好?”

钛先生顿时兴奋起来, 把自己本来要问的问题都忘了。他兴高采烈地继续介绍自己:

“我被称为未来的钢铁! 我的合金强度高、耐热性高、密度小、韧性好, 尤其值得骄傲的是抗腐蚀性超级好! 科学家们做过实验, 把我放到海水中数年, 取出后仍光亮如初。”

“哇, 为你点赞!” 红细胞忍不住叫起来, “人类一定很喜欢你咯?”

“那当然!” 钛先生自豪地说:

“我的合金广泛用于火箭、导弹、航天飞机、船舶、化工和通信设备等。我同人造地球卫星、载人飞船一起遨游太空, 还在贮氢材料和形状记忆合金中发挥重要作用。随着钛合金精铸技术发展, 我也走进寻常百姓的生活, 很多地方都有我的身影, 比如眼镜架、球拍、自行车架.....”

“大早上，你们还聊得挺热乎的！”两人正说着，只见一个比红细胞大很多的白色细胞慢悠悠地踱了过来。

红细胞凑到钛先生耳边说：“这是白细胞，别看他行动缓慢，作用可不小呢，人类身体的免疫主要是他勇敢地和抗原搏斗的结果。”

白细胞向钛先生伸出手：“钛老兄，你好！我和你们家二氧化钛有个共同的“白”字，是远房表亲呢，呵呵。”

钛先生更加兴奋：“二氧化钛(TiO_2)可是我们家族的明星哦，艺名钛白粉，爱耍八面体姿态，有金红石、锐钛矿和板钛矿三种晶型。”

“当然，最耀眼的非金红石型莫属，在大千世界里，她常常爱穿红色或桃红色的长裙，当其他金属兄弟姐妹比如 Fe、Nb、Ta、Sn、Cr、V 等混迹进来时，她就会换上黑色的外衣耍酷^[2]。”

“金红石美女属于简单四方晶系，是我和氧姐姐的杰作：氧姐姐负责摆好六方密堆积姿势，而我进去占据一半的八面体空隙，在氧姐姐周围形成一个三角形，所以我们的配位数分别是 3 和 6^[4]，”说着，钛先生还不忘在空中用手指比划几下，努力地为红细胞和白细胞解释六方密堆积和八面体空隙。

红细胞和白细胞听得津津有味，想一探究竟：“听说她是最好的白色颜料？”

“自然界中的二氧化钛美女和朋友们混在一起时是红色、桃红色或黑色的。但当她独处时(纯净的二氧化钛)就喜欢穿白色的大衣，是最好的白色颜料，颇受大家的青睐。她有的时候帮忙处理纸张，有的时候会被填充在橡胶和塑料里面，有的时候在合成纤维中做消光剂……总之，她每天都奔波于世界的各个角落。”

钛先生顿了顿，卖了个关子：“她还有个奇妙本领，可以瘦、瘦、瘦，变身纳米级……”

“纳米级的魔鬼身材！”红细胞一兴奋，叫了起来。

“是呀，纳米级二氧化钛美眉性格温和，是个多面手，在纺织、自洁玻璃和光催化等领域都有她的身影。”

“这么能干！”白细胞和红细胞感慨道。

“还有更厉害的呢！她会易容术，善于美化妆容，填在化妆品中可以防晒、美白、滋润皮肤，让你瞬间变美哦！”

白细胞和红细胞肃然起敬：“真是无处不在啊！那你们岂不是很忙？”

“虽然很忙碌，但也很充实，而且跑来跑去，还可以顺便锻炼身体，呵呵。”钛先生脸上露出了灿烂的笑容。

“谁要锻炼身体呀？”突然身边传来了一个声音，把三人都吓了一跳。

原来，说话的是一个梭型的细胞，身体很苗条，而且一看就是个喜欢运动的人，即使在说话的时候，身体也还在不停地动着。

“哦！原来是骨骼肌细胞，真对不起，打扰您晨练了！我们正在听钛先生讲他的故事呢。”

“哼，他的故事有什么好听的，我倒是听说呀，钛家族脆弱得很呢。”骨骼肌细胞摆了摆手，指着钛先生不屑地说：

“就拿你的氯化物四氯化钛(TiCl_4)来说吧，他可是个胆小鬼。我有次约他去游泳，他见到水，吓得直冒烟，转身就不见了踪影，仔细一看，原来变成了二氧化钛(TiO_2)。就这样还想锻炼身体，别逗了，哈哈哈！”

“这……”钛先生没想到骨骼肌细胞这么自负，可他还是尽量让自己显得心平气和，“骨骼肌细胞大哥，四氯化钛(TiCl_4)只是怕水而已，但他的用途很多呢，可用作发烟剂、媒染剂、脱硫剂和催化剂哦！”

“另外，我的卤化物还会呈现出有趣的颜色次序，不信你们看。”

“哼，想来没什么稀奇的。”骨骼肌细胞不屑地扭过头，但眼神还是向这边瞟过来。

钛先生一伸手，大家眼前呈现出一个虚拟仿真技术制作的舞台：只见卤族的姐妹花氟小妹、氯二姐、溴三姐和碘大姐携着钛帅哥款款而至，他们在舞台上走着猫步，个头一个比一个高挑，电子在卤素与钛兄弟中间身上跳来跳去，跃迁自如，闪现缤纷的颜色……

钛先生介绍道：“白色粉末状的是四氟化钛(TiF_4)，无色液体状的是四氯化钛(TiCl_4)，橙色晶体状的是四溴化钛(TiBr_4)，深棕色的那位就是四碘化钛(TiI_4)，因为变形性增加、轨道重叠程度增加，电子跃迁越来越容易，他们的颜色越来越深。”

大家正看得入神，这时从后台走出一位穿着浅紫色裙子的小姑娘：“大家好！我是四氯化钛的姐姐三氯化钛。”她边说边跳入水中，等再露出水面，居然变成了双胞胎，一个小姐姐通体紫色，她亮出身份：三氯化六水合钛(III) ($[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}\text{Cl}_3^-$)；另一个小姐姐全身绿色，她举起牌子：二水合氯化二氯·四水合钛(III) ($[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+\text{Cl}^- \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)^[5]。

红细胞和白细胞不由地鼓起了掌。

“哼——”骨骼肌细胞轻轻哼了一声，晨练去了。

就在这时，头顶上传来了一个声音：“早上好啊，钛先生，我是成骨细胞，您休息得还好吗？昨晚送您来的时候您还睡着呢！”

“谢谢！”钛先生礼貌性地回答道，“您刚才说我是昨天晚上过来的？”

“是啊，昨天晚上汉诺威出了车祸，小腿骨折了。医生们为汉诺动了手术，情况紧急，来不及叫醒您，就直接把您和骨骼固定在一起了。”

“哦，原来是这样啊。”钛先生很高兴自己可以为人类朋友做一些事。

“您性格好、才艺出众，和人体结缔组织、骨骼上皮组织亲和性好，在医学界享有盛名，被广泛应用于肢体植入、替代性功能材料、牙科、医疗器械……”

“瞧，隔壁床的大爷就因为股骨头坏死换了钛合金的髋关节。”没等骨骼细胞把话说完，红细胞就插话道。

大家一起向钛先生竖起了大拇指。

钛先生与刚认识的白细胞、红细胞和成骨细胞继续攀谈着……

参 考 文 献

- [1] CRC. 化学物理手册. 2016–2017 (97th).
- [2] 宋天佑, 徐家宁, 程功臻. 无机化学(下册). 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [3] 周公度, 王颖霞. 元素周期表和元素知识集萃. 第2版. 北京: 化学工业出版社, 2018.
- [4] 刘新锦, 朱亚先, 高飞. 无机元素化学. 北京: 科学出版社, 2005.
- [5] 格林伍德(Greenwood, N. N.) (英), 厄恩肖(Earnshaw, A.) (英). 元素化学(下册). 李学同, 译. 北京: 高等教育出版社, 1996.