

“课程思政”视域下元素化学教学设计——以砷元素为例

王湘利*, 邓远富*

华南理工大学化学化工学院, 广州 510640

摘要: 本文以砷元素教学为例, 介绍元素化学“课程思政”教学设计。深入挖掘课程蕴含的思政元素, 充分发挥课程承载的隐性渗透的思政教育功能, 将唯物辩证论与科学思想、家国情怀与社会责任、生态文明与环保意识等有机融入课程内容与课堂教学环节中, 培养学生的创新意识、科学精神、爱国主义、生态文明意识等, 以期同步实现“知识传授”“能力培养”与“价值引领”。

关键词: 元素化学; 砷元素; 课程思政

中图分类号: G64; O6

Teaching Design of Elemental Chemistry from the Perspective of “Curriculum Ideology and Politics”: Taking Arsenic as an Example

Xiangli Wang*, Yuanfu Deng*

School of Chemistry and Chemical Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China.

Abstract: This paper exemplifies the arsenic element teaching to introduce the ideological and political education-infused curriculum design in elemental chemistry. By deeply exploring the ideological and political elements contained within the curriculum, and fully leveraging the implicit permeation of ideological and political education carried by the curriculum, it organically integrates dialectical materialism with scientific thinking, patriotism with social responsibility, and ecological civilization with environmental protection awareness into the curriculum content and classroom teaching. This integration aims to cultivate students' innovative consciousness, scientific spirit, patriotism, and ecological civilization awareness, striving to synchronously achieve the objectives of “knowledge impartation”, “ability cultivation” and “value guidance”.

Key Words: Elemental chemistry; Arsenic element; Ideological and political education

元素化学是化学化工专业无机化学的核心内容^[1]。作为人类长期以来认识、改造大自然的智慧结晶, 元素化学与人类生产生活紧密关联, 其教学内容广博, 蕴含的思政资源丰富。全面推进课程思政建设, 能帮助当代大学生树立正确的世界观、人生观、价值观, 筑牢理想信念根基, 激发科研兴趣, 培养创新意识等。截至2023年10月, 中国知网主题检索“‘课程思政建设’ and ‘化学’”的论文达到543篇, 远高于数学类267篇、物理类167篇和生物类192篇。在化学类课程思政建设论文中, 涉及无机化学34篇, 其中元素化学仅4篇, 氮族元素或砷元素0篇。鹿现永等^[2]深挖化学史中蕴含的辩证唯物主义哲学和传统文化中蕴含的元素知识, 树立学生的文化自信。陈春霞等^[3]以碳族元素为例, 融入科技前沿和爱国主义, 培养学生的创新精神, 激励学生勇担使命。王莉等^[4]立足元素

收稿: 2023-08-24; 录用: 2023-10-09; 网络发表: 2023-10-23

*通讯作者, Emails: xlw@scut.edu.cn (王湘利); chyfdeng@scut.edu.cn (邓远富)

基金资助: 华南理工大学教学改革项目(Y1180791, C9223082); 广东省2022年度课程思政改革示范项目(应用化学专业核心课程教学示范团队)

化学课程特点,建设“科学、人文和思政”三融合的课程思政案例库,融入线上线下混合式教学的各个环节。王峰等^[5]将“四有”好老师的情怀教育,春风化雨般渗透于师范专业教学。“砷及其化合物”选自《无机化学》第9章氮族元素的部分内容^[6],砷是第四周期、第VA族元素,其教学内容丰富,与材料、环境、能源、食品、健康等主题紧密关联。笔者以砷元素为载体,试图挖掘元素化学所蕴含的世界观、方法论、学科素养和职业品格,以及本领域研究者对科学和社会发展所作贡献等作为思政教育的内容,发挥隐性渗透的作用,将专业教育与思政育人有机融合。

1 教学内容和学情分析

无机化学是化学化工类本科生的重要基础课程,为后续课程提供必备的理论基础知识,培养学生的专业兴趣。无机化学元素部分教学内容多为事实和概念等陈述性知识,点多面广,逻辑性较差,学生往往觉得枯燥,学习兴趣较低,难以形成清晰的认知体系。

无机化学授课对象为大一新生,他们进入大学后会出现一定程度的迷茫和敏感,此阶段既是学习方式的转折点,也是人格培养的关键期。在高中“砷及其化合物”并非课程标准和考试大纲要求,学生大多没有接触过,因此知识储备不足。但他们已完成元素周期表和周期律、部分主族元素的学习,有一定的元素学习策略与方法。在教师的指导下,能将已有的学习策略和方法迁移到新知识的学习,将物质性质由“个性”推向“共性”,以砷元素为线索,建立不同物质间的联系,形成相应的有结构、有逻辑、系统化的知识网络。

2 教学策略

针对教学内容和学情分析中存在的问题,首先将“立德树人”作为教育的根本任务,将爱国主义、生态文明、专业自信、社会责任等与课程内容有机结合;以“江湖毒药”情景设计激发学生的求知欲,以食品、水样和矿石中砷的检测帮助树立专业自信,以千年毒药砒霜治白血病的新应用来扩展知识面。其次,在教学课件设计上将琐碎知识点进行梳理与归纳、总结与提炼,多用图表和色彩,使之可视化,关注各物质间的相互转化,同周期、同族或同系列物质性质的横、纵向对比,挖掘元素化学知识蕴含的化学原理等,帮助学生搭建知识体系。再次,课程思政可通过素材与知识融合的课堂讲授、课堂讨论、案例分析、拓展阅读等方式展开。课后通过布置融入思政要素的作业和阅读材料,鼓励学生表达感悟和心得体会,达到价值内化。

3 教学流程

以应用化学专业基础课“无机化学”中的“砷及其化合物”为例,进行教学设计,具体内容如表1^[7-21]所示。

3.1 课程导入设计

导入的目的是点燃学生的求知欲,激发学生的专业兴趣。本节课程选取“江湖十大毒药排行榜”(如断肠草、鸠酒、见血封喉和鹤顶红(古代对砒霜隐晦的说法)等)这一情景素材进行课程导入,让学生感受到元素知识无处不在,且鲜活有趣。我国先民早在西周时期,就用雌黄(As_2S_3)作颜料画绘织物,由于颜色与古代纸张较接近,还被古人用作原始的“涂改带”,进而衍生出“信口雌黄”的成语。首先制得单质砷的是中国的炼丹家^[22]。“雄黄十两,末之,锡三两,铛中合熔,出之,入皮袋中揉使碎,入坩埚中火之……寒之开,其色似金”。显然发生了下述反应:



《本草纲目》所载:砒霜可“蚀痈疽败肉”,以达到毒解肿消、腐祛新生之目的。此处的思政要素是向学生展示中国古代文明的辉煌灿烂(图1),发掘和总结炼丹术中化学成就,在情感上树立民族自信心。

表1 砷元素教学案例设计

阶段	时间/min	教师活动	学生活动	思政要素
导入	4	以情景教学法导入，介绍江湖十大毒药和砷在我国古代文献中的记载	听讲，引起兴趣	传统文化：中国炼丹术与化学、道教、传统冶金工业、传统医学、哲学等领域存在密切关系，有广阔的探讨空间和研究价值 ^[7] 文化传承：从炼丹和炼金术思考背后的化学原理
目标	3	PPT展示教学目标并对目标进行解读	了解学习目标，把握重点	
参与式学习	55	<p>1. 【课堂讲授】砷元素概述、砷单质结构、性质与制备，合金与III-V族化合物</p> <p>2. 【课堂讲授】氢化物，各种试砷法</p> <p>3. 氧化物及其水合物，砷酸氧化碘离子的可逆反应</p> <p>4. 【课堂探讨】砷化物相互转化中蕴藏的课程思政元素</p> <p>5. 【案例分析】为了61位阶级兄弟：白血病的砷霜疗法</p> <p>7. 【课堂讲授】硫化物及有机砷，雄黄与雌黄</p> <p>8. 【课中自学】砷的分析化学</p>	<p>听讲，思考，补充笔记，交流分享</p>	<p>创新精神：砷的同素异形体^[8]、砷烯在材料和医学等领域的应用^[9,10]</p> <p>专业认同：热点前沿“氮族二维材料锑烯、砷烯和铋烯的特性研究”，中国热度指数和指标E均排名第1^[11]</p> <p>学以致用：砷化镓在薄膜太阳能电池和半导体领域的应用^[12,13]</p> <p>生命与安全教育：危险品安全事故案例分析，培养法规意识、职业道德和社会责任感</p> <p>专业自信：突发中毒事件处理时，现场快速检测技术的重要性^[14]</p> <p>价值观：幸福美好都要靠奋斗实现</p> <p>传统文化：中医学是中华民族的伟大创造，麻黄碱、青蒿素和三氧化二砷等一批药物分子和作用机制就是经典的案例^[15]</p> <p>哲学思辨：砷具有“致癌”和“治癌”的双面生物学效应^[16]</p> <p>社会责任：真实事件传递一种“温暖”的社会价值^[17]</p> <p>创新意识：中药复杂体系化学成分精确分析与高效制备技术、中药化学、中药合成生物学、中药化学生物学的学科交叉创新研究思路^[15]</p> <p>哲学思辨：有毒中药的毒效关系，中药制剂的质量控制与安全性评价问题^[18]，对立统一和量变到质变</p> <p>生态环境：除砷和抗砷方法^[19,20]</p>
小测	20	9. 发布测试题，学生互评，统计答题情况，组织学生讨论：在学习砷及其化合物找化学原理	完成小测，核对答案，小组讨论，组间分享	化学原理：分析同类物质中不同元素所呈现的递变性和规律性，同一元素不同物质之间的关联性 ^[21]
总结	5	10. 总结本节内容，绘制思维导图	听讲，思考，归纳，总结	科学辨析：正确的元素观
课后安排	3	<p>11. 【拓展阅读】科学前沿</p> <p>12. 【课后作业】</p>	<p>课后讨论，提交心得体会</p>	<p>学以致用：热爱化学、运用化学知识造福人类</p> <p>专业自信、社会责任、传统文化</p> <p>创新意识</p>

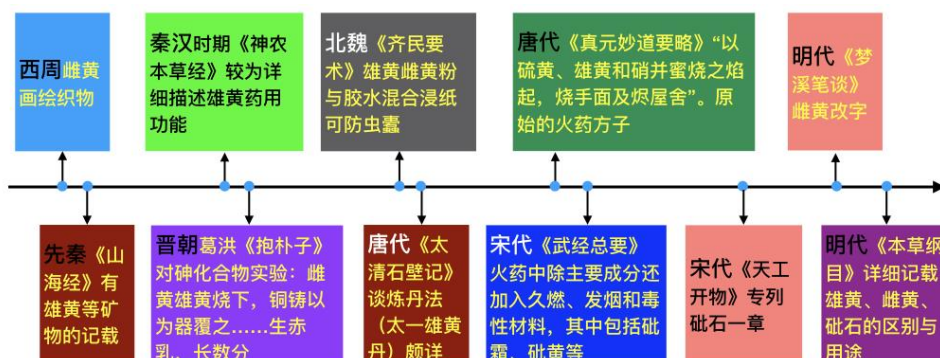


图1 我国古代文献中砷的记载

3.2 学习目标设置

教师要向学生清晰地讲解学习目标，使学生有的放矢，后续的学习过程中反复强调学习目标，利用课堂小测帮助学生检查目标的达成度，以调整学习方向。原有的教学目标仅包括知识目标和能力目标，融入课程思政之后增加了情感目标。从知识、能力和情感三方面设置的学习目标见表2。

表2 学习目标设置

知识目标	能力目标	情感目标
1) 记住砷及其化合物的特性及应用；	1) 通过学习砷及其化合物的特性，获取砷化物的物理与化学性质和相互转换的能力；	1) 树立正确的元素观；
2) 学习矿石、水样和食品中砷的测定方法；	2) 学习砷的分析化学，了解矿石、水样和食品中砷的检测技术；	2) 树立专业自信，激励学生科技报国的志向；
3) 了解砷及其化合物的新应用。	4) 以砒霜为例了解砷化物的新应用，拓宽学术视野，培养创新意识。	3) 弘扬传统文化，提升文化自信；
		4) 培养创新意识。

3.3 参与式学习

教师不仅要科学规划教学内容，精准融入思政元素，还要注重教学策略的设计，而且应根据教学内容和学生学情设计相应的学习策略，从学生熟悉的N、P入手，运用化学原理来分析和理解反应方程式，引导学生充分参与到课堂中，以完成知识的构建过程。下面就课堂讲授、课堂探讨、案例分析和课后拓展等如何融入课程思政各举一例。

3.3.1 【课堂教授】示例——砷的同素异形体及应用

砷有三种常见的同素异形体(图2)，即黄砷(γ -As，空气中不稳定)、黑砷(β -As，也称斜方砷，窄带半导体)和灰砷(α -As，金属性)。其中灰砷最稳定，具有类似蓝磷的扣状结构，灰砷的无定形结构是半导体，具有1.2–1.4 eV的带隙。几种同素异形体在一定条件下可以互相转化。除上述几种传统砷单质外，近年来通过理论及实验研究已发现几十种砷单质的同素异形体结构，包括一维砷纳米线(管)、二维砷烯、笼状及环状砷单质结构等^[8]。砷烯是一种最近出现的具有层状结构(图3)的2D材料，类似于磷烯的弯曲蜂窝结构，由于具有合适的中等禁带宽度、较高的载流子迁移率和良好的光学性质，砷烯已广泛应用于半导体器件、光催化应用、纳米材料制备、电催化、自旋电子器件和柔性二维电子学。此外，砷烯是一种用于光伏和光催化的高效双功能材料^[23]。2020年，南京大学郭子建团队报道了一种新型的液体剥离法合成的砷烯纳米片，并对其进行生物医学探索，探讨了其对癌细胞的细胞毒性及其作用机制。然后通过蛋白质组学图谱分析确定目标蛋白和受砷烯影响的细胞通路^[24]。基于《2019年研究前沿》中国科学基金对比中美科研实力比较，在热点前沿“氮族二维材料砷烯、砷烯和铋烯的特性研究”方面，中国的热度指数和指标E均排名第1^[11]。

<p>砷的存在与分布</p> <p>5x10⁻⁴%，主要以硫化物，少量游离态。雄黄(As₂S₃)、雌黄(As₂S₄)，砷黄铁矿(FeAsS)</p>		<p>砷的物理性质</p> <p>多种变体：黄、灰、黑砷，灰砷最稳定。砷蒸气分子As₂和P₄相似，正四面体。黄砷能溶于CS₂，黑砷类似黑磷。</p>		<p>砷的氢化物</p> <p>无色、剧毒、大蒜味气体，共价分子。还原砷氧化物或金属砷化物水解得AsH₃。室温空气中自燃。还原剂，马氏试砷法与古氏试砷法</p>
<p>砷的冶炼与应用</p>		<p>砷的化学性质</p> <p>常温下稳定，不和稀酸反应，但能和强氧化性酸，如热浓硫酸、硝酸反应，高温下与许多非金属反应，作为非金属As也可和金属反应。</p>		<p>砷的卤化物</p> <p>AsX₃液体或低熔点固体，主要有水解卤化、与卤素或氧等氧化剂的反应。</p>
<p>冶炼:</p> <p>1. 砷黄铁矿与废铁隔绝空气加热 FeAsS=FeS+As 2. 先将硫化物煅烧成氧化物，再用碳还原 As₂O₃+C=2As+3CO 备注：超纯砷可用氢气提纯得到</p>				<p>砷的氧化物</p> <p>As₂O₃和As₂O₅ 氧化还原性、酸碱性 H₃AsO₄+2HI=H₃AsO₃+I₂+H₂O(pH对电极电势的影响) (巴黎绿Cu₂(CH₃COO)AsO₂)</p>
<p>应用:</p> <p>1. III-V 半导体材料，电子、遥感、航天、光存储技术。 2. 合金添加剂，生产弹丸、印刷合金、黄铜等； 3. 砷化合物的毒性用于杀虫剂、除草剂、杀鼠药、木材防腐剂等。</p>				<p>砷的硫化物</p> <p>结构类似氧化物，溶解度很小，As₂S₃易升华，制取：As₂O₃+9S=2As₂S₃+3SO₂ 酸碱性氧化还原性类似氧化物</p> <p>砷的配合物</p> <p>AsX₃都是弱路易斯碱，与较强的电子接受体形成稳定配合物；As有空d轨道，可接受孤电子对。</p>

图2 砷及其化合物的特性及应用

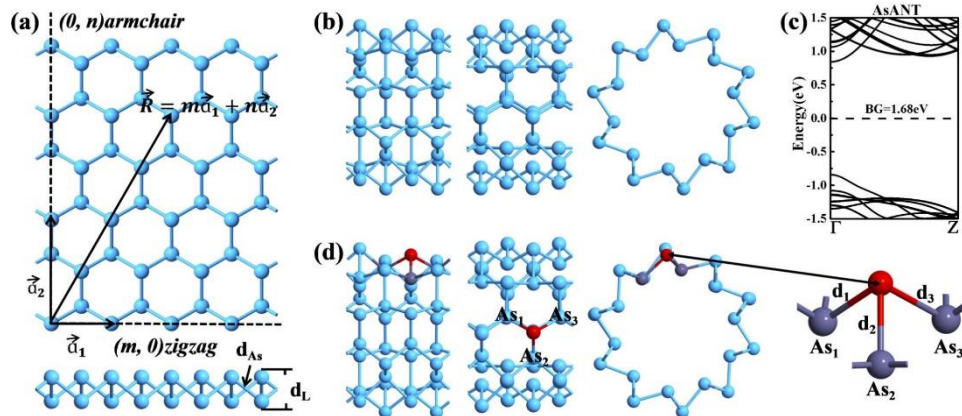


图3 (a) 砷烯(β -As)的几何结构; (b) 2D砷烯的主视图和边视图; (c) 本征单壁扶手椅型砷烯纳米管结构的顶视图和边视图; (d) 本征砷纳米管的能带结构; (右下)非金属原子取代性掺杂后单壁扶手椅型砷烯纳米管结构的顶视图和边视图^[9]

最新科研前沿成果的引入可以让学生更全面地掌握新型砷同素异形体的结构和性能，拓宽学科视野，鼓励学生在将来新材料、新技术、新医学等领域勇于探索，实现颠覆性的创新突破。

3.3.2 【课堂探讨】示例——pH对氧化还原性的影响

教师: 对如下反应方程式： $H_3AsO_4 + 2HI \rightleftharpoons H_3AsO_3 + I_2 + H_2O$ 进行实验设计，实验中通过观察碘单质的颜色变化确定反应的进行及方向变化。请问AsO₃³⁻能在碱性介质中被I₂氧化而H₃AsO₄又能在酸性介质中能氧化I⁻，二者是否矛盾？为什么？

学生1: 不矛盾，从电极电势($E_a^0(H_3AsO_4/H_3AsO_3) = 0.56 V$ 、 $E_b^0(AsO_4^{3-}/As(OH)_4^-) = -0.67 V$ 、 $E_a^0(I_2/I^-) = 0.54 V$)和能斯特方程来看，H₃AsO₄氧化I⁻需要H⁺，因此酸性越强，氧化性越强，而I₂作氧化剂不需要H⁺，故碘氧化性随酸度变化不大，就这个原因。

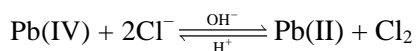
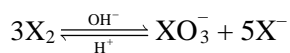
学生2: 同样地，碱性越强，AsO₃³⁻还原性也越强。

教师: 物质氧化性、还原性的强弱不仅与物质的结构有关，还与物质浓度(含介质浓度)和反应温度等有关。能再举例说明吗？

学生1: KMnO_4 在酸性环境中氧化性增强。

学生2: 浓硫酸在加热条件下氧化性增强。

教师: 非常好。酸度改变物质氧化性和还原性的强弱, 就会影响化学反应的方向, 这是普遍性规律。譬如,



教师: 我们从以上物质相互转化中有什么感悟?

学生1: 改变pH影响化学平衡移动的方向。

教师: 通过我们的努力或改变自身条件, 是否可以影响人生的发展速度和方向?

学生: 交流后, 分享。我们应该努力提升自己的能力和素质, 通过积极主动的态度去追求自己的目标和理想, 而不是被动地等待机会的到来。只有主动创造条件和积累能量, 只有准备充分, 才能在关键时刻迎接挑战和机遇。

教师: 近段时间, “内卷”“佛系”“躺平”等新兴表达在网络上、在青年群体中不断涌现, 反映了青年群体的社会心态和价值取向。青年的思想观念趋于多元, 在合法框架内都予以理解。我们需要在内卷、佛系与躺平间找到一种平衡态, 在这种状态下, 青年拥有可持续性奋斗的精神动力, 最大限度实现物质生活的富裕和精神生活的丰盈。用正确价值理念涵养青年品德, 选树正面典型, 不断提高青年的思想觉悟, 使其在为国家和人民利益的不断奋斗中激活自身动能。

3.3.3 【案例分析】示例——砷具有“致癌”和“治癌”的双面生物学效应

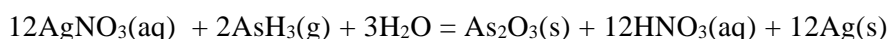
A. 砷的毒性极强, 且具有致癌作用^[25]。2002年, Mandal和Suzuki总结了世界各地与矿业等活动有关的19个重大砷中毒事件^[26]。例如, 1960年山西平陆集体中毒的61位民工, 生命垂危, 中央和地方全力协作, 千里营救, 工人们最终转危为安^[17]。治疗砷化物中毒的特效药是“二巯基丙醇”, 其能夺取已与组织中酶系统结合的As, 形成不易解离的无毒性络合物而由尿排出, 使巯基酶恢复活性。

B. 砒霜作为一味中药在中西方临床治疗上的应用由来已久。现代研究表明, As_2O_3 致死量仅为60–200 mg。峻烈的毒性、狭窄的治疗窗限制了其临床使用的频率和范围。当代医学专家张亭栋等受中医药启发首创亚砷酸注射液, 使急性早幼粒白血病患者生存率得到极大提高, 引起医药界对 As_2O_3 的广泛关注与深入研究。*Science*以“古老中药又绽放出新光彩”为题赞扬中医学^[27]。三氧化二砷注射液陆续获得美国、中国和欧盟等多个国家和地区的上市许可, 成为治疗急性早幼粒白血病的一线用药。2018年哈佛大学研究发现, 三氧化二砷和全反式维甲酸联合疗法除了能够治疗白血病之外, 还可能在多种癌症如乳腺癌、肝癌的治疗中发挥作用^[28]。

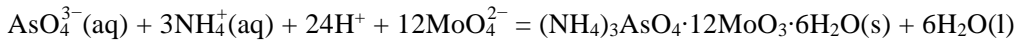
本小节鼓励学生以热点讨论、分组辩论等形式加强课堂参与度, 讨论砷元素的利与弊, 提升正确的元素观。分析结果: 其一, 中医药文化博大精深, 增强学生民族自豪感和文化自信。其二, 依托砷具有“致癌”和“治癌”的双面生物学效应, 培养学生辩证思维能力。又如, NO有毒, 在空气中极易与氧气反应生 NO_2 , 造成空气污染, 但少量的NO在人体内具有扩张血管、增强记忆的功能。斐里德·穆拉德因发现NO能促使心血管扩张而获得1998年的诺贝尔生理学或医学奖。其三, 有关砷“致癌”和“治癌”的双重作用, 涉及多种分子机制, 如氧化应激、DNA甲基化异常、非编码RNA水平异常等^[29], 目前尚未完全阐明, 让学生懂得科学探究永无止境, 激发学生探究未知领域的兴趣动机。

3.3.4 【课中自学】示例——学以致用, 树立专业自信

AsH_3 在300 °C分解为单质砷, 沉积在玻璃器皿内壁, 呈现金属光泽的“砷镜”, 若用 NaClO 溶液洗涤而溶解, 则证明是砷(检出限0.007 mg), 这就是法医常用的马氏试砷法。利用砷化氢的强还原性, 与硝酸银反应



此法称为古氏试砷法(检出限0.005 mg)。还可用钼砷酸铵黄色沉淀来鉴定砷。



1955年日本森永毒奶粉事件导致数万名儿童砷中毒, 130名儿童死亡。砷还能通过土壤和水被农作物吸收, 同其它作物相比, 水稻更易吸收和积累砷, 那么如何测定食品中砷含量? 图4介绍了矿石、水样、食品中砷含量定量检测常见方法, 如GB5009.11-2014 二乙基二硫代氨基甲酸银法(DDC-Ag法)测定食品中总砷及无机砷的实验装置、测定步骤及检出限。除常规检测方法外, 在突发中毒事件处理中, 现场快速检测是应急处理的关键技术之一, 譬如试纸法检测水样中砷^[4]。

采用引导式教学, 设立情境, 让学生意识到砷分析化学的重要性, 安排学生通过对学习资料的自学, 了解砷测定的方法, 在教学过程中教师对几种常用方法进行解释和分析, 学生思考并运用知识解答相关问题。丰富学生的知识内涵, 增强化学人的专业自信, 激发创新热忱。

砷的分析化学

• 矿石中砷的测定

(1) 次磷酸盐滴定法
(2) 砷钼蓝光度法
(3) DDC-Ag法

$2\text{As}^{3+} + 3\text{H}_2\text{PO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{As} + 3\text{H}_2\text{PO}_3^- + 6\text{H}^+$ (次磷酸盐将As(III)还原成As)
 $2\text{As} + 5\text{I}_2 + 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{AsO}_4^- + 12\text{H}^+ + 10\text{I}^-$ (用碘将砷溶解)
 $\text{I}_2 + \text{AsO}_3^{3-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{I}^- + \text{AsO}_4^{3-} + 2\text{H}^+$ (用亚砷酸钠回滴过量的碘)
 适用于Se、Te、Hg、Au及铂族元素干扰的测定。

硫酸介质, As(V)与**钼酸铵**生成砷钼酸络合物, 用硫酸胂还原, 以**砷钼蓝**形式进行光度测定。
 本法适用于0.0005%~0.1%砷的测定。

$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{KI} + 2\text{HCl} = \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{I}_2 + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{SnCl}_2 + 2\text{HCl} = \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{SnCl}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{H}_3\text{AsO}_3 + 3\text{Zn} + 6\text{HCl} = \text{AsH}_3 \uparrow + 3\text{ZnCl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
 $\text{AsH}_3 + 6\text{Ag}(\text{DDC}) = 6\text{Ag} + 3\text{HDDC} + \text{As}(\text{DDC})_3$

样品经**灰化或消化**后, 让所含 $\text{As}^{5+} \rightarrow \text{AsH}_3$, 再与二乙基二硫代氨基甲酸银(AgDDTC)作用, 在有机械(三乙醇胺)存在下, **生成棕红色胶态银**, 进行**比色测定**(520 nm)。

法定分析方法, 灵敏、简易、重现性、回收率好

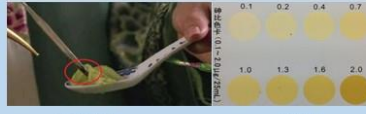
• 水样中砷的测定

(1) DDC-Ag法
(2) 新银盐分光光度法
(3) 砷斑法
(4) 催化示波极谱法(自学)
(5) 氢化物-原子荧光法

总砷测定采用DDC-Ag法, **痕量砷**测定采用新银盐法
新银盐法 新生态 H_2 将水中砷转变为 AsH_3 , 用 AgNO_3 -聚乙二醇体系为吸收液, AsH_3 将吸收液 Ag^+ 还原为Ag, 使溶液呈黄色, 400nm测吸光度
 $6\text{Ag} + \text{AsH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 6\text{Ag} + \text{H}_3\text{AsO}_3 + 6\text{H}^+$
 最低检测量0.2 μgAs

氢化物-原子荧光法 KBH_4 将As还原为 AsH_3 , 以 Ar 气为载体将 AsH_3 导入石英炉原子化器进行原子化, 以As特种空心阴极灯作光源, 使砷原子发出荧光, 强度与As含量成正比

生活饮用水卫生规范: **水砷** < 0.01mg/L



银针试毒 砷斑法


• 食品中砷的测定

(1) DDC-Ag法
(2) 砷斑法
(3) 原子吸收法(自学)
(4) 氢化物-原子荧光法


砷斑法 新生态 H_2 使As(V)还原为 AsH_3 , 与溴化汞试纸生成黄棕色斑点, 与标准色阶对比, 颜色深浅正比于砷浓度

$\text{H}_3\text{As} + 3\text{HgBr}_2 = 3\text{HBr} + \text{As}(\text{HgBr})_3$ (黄色)
 $2\text{As}(\text{HgBr})_3 + \text{H}_3\text{As} = 3\text{HAs}(\text{HgBr})_2$ (黄褐色)
 $\text{As}(\text{HgBr})_3 + \text{H}_3\text{As} = 3\text{HBr} + \text{As}_2\text{Hg}_3$

半定量快速分析方法, 操作设备简单, 最低检测量0.5 μgAs



1. 消化或灰化 2. 生成胶态银(红色) 3. 比色



古氏测砷器 银盐法测砷装置图

图4 砷的分析化学

3.3.5 【课后安排】示例——在习题中融入生态文明思想和社会责任担当意识

如表3, 本着隐性渗透和“三全育人”原则, 可将思政元素融入开放性习题或考题、课后自学与拓展材料中, 引导学生关注传统文化, 关心社会生态等问题。

3.4 课堂小测

小测的目的是评估学习结果, 检查目标达成度。因此小测的内容和方式要针对学习目标来选择和设计。首先, 本节根据知识和能力目标设计了6道题, 要求学生在规定时间内独立作答, 2位学生之间互评。测试结果(表4)表明, 答题准确率均在80%以上, 说明对本节知识掌握情况良好。其次, 小组讨论“本节课程中用到了哪些之前学到的化学原理知识”, 例如, 硫化砷溶解度的变化规律用到酸碱平衡知识, 砷的解毒机理用到配位解离平衡的知识, 古氏试砷法用到氧化还原反应的知识。通过小组讨论与分享, 学生懂得了记住元素性质最有效的办法是找到其与理论部分的联系。知识迁移的同时也提升了解决问题的综合能力。

表3 融入思政因子的习题与传统习题的对比

传统习题	融入思政因子的习题
1) 硫化砷与锡反应方程式	1) 最早制得砷单质的是中国的炼丹家。孙思邈《太清丹经要诀》“雄黄十两，末之，锡三两，铛中合熔，出之，入皮袋中揉使碎，入坩埚中火之……寒之开，其色似金”。写出其中的化学方程式
2) 试述AsH ₃ 的制法和砷的检验方法	2) 为避免发生1955年日本森永砒霜奶粉类似事件，试至少列举两种食品中砷的检验方法，并谈谈你对职业道德的理解和看法
3) 水体除砷方法有哪些?	3) 孟加拉国水的砷污染很严重，你作为一名化学人，如何利用自身的专业知识去帮助他们

表4 学生课堂小测答题情况

序号	题目	准确率%
1	砷的毒性和下列哪些因素有关? (多选)	84.2
2	AsH ₃ 自然的主要产物是(单选)	100
3	去年某省境内一起私运砒霜翻车事故，剧毒物散落在山坡和溪流中，紧急关头政府采取应急措施，控制污染扩散，请用元素知识判断下列哪一条措施不合理(单选)	85.6
4	亚砷酸能在碱性溶液中被碘单质氧化，砷酸又能在酸性溶液氧化碘离子，这是否矛盾? 为什么? (简答题)	93.8
5	由砷酸钠制备As ₂ S ₃ ，需要怎样的介质环境? (单选)	82.8
6	试述砷分族硫化物的酸碱性的变化规律(简答题)	95.4

3.5 总结

教师可采用多种方式引导学生厘清重要知识点及其之间的逻辑关系，完成知识点的整合，共同绘制思维导图，如图5所示。

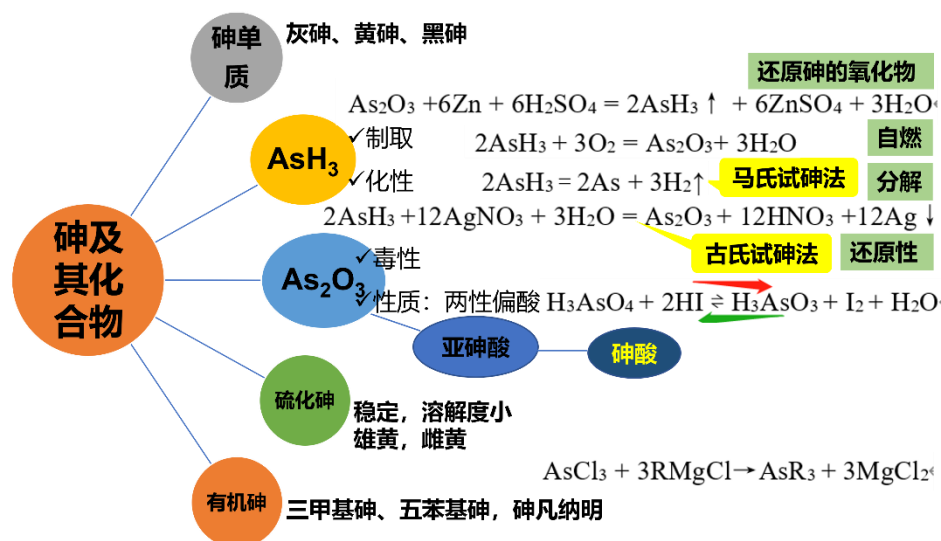


图5 砷及其化合物的思维导图

4 教学评价

根据每一学年的教学效果和学生反馈，学生对自身课堂主体地位的认同感增强，学习兴趣显著提高，出勤率得到明显改善，未出现无故旷课情况。与此同时，学生对课程的满意度明显提高，近

三年，团队教师的教学评价优秀率达到100%。在教学评价中更关注学生是否形成正确的政治方向，是否能够用正确的世界观、人生观、价值观以及科学思维模式和方法分析和解决问题，实现“知行合一”^[30]。“无机化学实验设计”是元素化学的后续课程，图6是学生在实验设计中的个人感悟，在实验课程设计中，学生们体现了高度的社会责任感、良好的文献查阅和综述能力，系统分析和科学判断能力、理论推理和科学计算能力，环保意识也有所提高。

5. 个人体会

通过无机化学实验设计课程，我学会了如何运用知网、web of science、一些前沿的化学公众号查找所需文献资料，综合运用理论课和实验课的知识，设计出一个较为完备的制备电池原料的方案，不仅锻炼了我思考问题、解决问题的能力，还提高了我撰写论文、绘制流程图和制作表格的能力。影响无机实验结果的因素有很多，误差容易较大。一些细枝末节的操作都会直接影响到实验结果，所以每一步都需要大量考虑去支撑，同时，还需要考虑流程整体的经济效应和是否符合绿色环保，所以实验的设计需要丰富的知识储备和丰富的实验经验去选择一个目前最佳的流程，这是我所欠缺的，也是我所需要努力的方向。希望以后能再接再厉，打好理论知识基础，加深实验思考，多多参与科研实验，从而提高自己的化学素养，设计出更完备的方案。

图6 学生对学习《无机化学实验设计》的个人感悟

5 结语

高校立身之本在于立德树人，课程是课程思政建设的“主渠道”。作为教育工作者，在课堂教学中不仅要传递知识技能，还要传播社会主义核心价值观。通过对教学内容、教学过程的各环节进行细致的编排和设计，可以完善课程思政在高校思政建设中的关键作用。

参 考 文 献

- [1] 王湘利, 邓远富. 大学化学, **2022**, 37 (11), 2207050.
- [2] 鹿现永, 高宁, 胡涛, 鲍浩波. 大学化学, **2022**, 37 (10), 2204025.
- [3] 陈春霞, 彭进松, 周志强, 郭丽. 大学化学, **2023**, 38 (12), 135.
- [4] 王莉, 范勇, 徐家宁. 化学教育(中英文), **2023**, 44 (4), 27.
- [5] 王峰, 闫春燕, 伊文涛, 马杰. 化学教育(中英文), **2022**, 43 (4), 43.
- [6] 展树中, 李朴. 无机化学. 第2版. 北京: 化学工业出版社, 2018: 223-224.
- [7] 朱晶. 科学技术哲学研究, **2013**, 30 (4), 71.
- [8] 马艺, 魏灵芝, 李淑妮, 薛东旭, 徐玲, 张伟强, 焦桓. 化学教育(中英文), **2021**, 42 (8), 5.
- [9] 韩佳凝, 黄俊铭, 曹胜果, 李占海, 张振华. 物理学报, **2023**, in press. doi: 10.7498/aps.72.2023.644
- [10] 何鹏. Her2亲和体修饰的砷烯纳米片通过诱导铁死亡克服骨肉瘤顺铂耐药及其机制研究[博士学位论文]. 合肥: 安徽医科大学, 2023.
- [11] 周秋菊, 冷伏海. 中国科学基金, **2021**, 35 (1), 112.
- [12] 章诗, 王小平, 王丽军, 朱玉传, 林石裕, 顾应展, 田健健, 周成琳. 材料导报, **2010**, 24 (9), 126.
- [13] 郝跃. 科技导报, **2019**, 37 (3), 58.
- [14] 张瑜, 孙承业, 吴宜群, 张寿林. 中国工业医学杂志, **2006**, No. 2, 106.

- [15] 世界科学技术-中医药现代化. **2022**, 24 (6), 2162.
- [16] 张晓莉, 谷仕艳, 屈腾佼, 牟亚豪, 王艺璇, 郑静, 何作顺. 中国工业医学杂志, **2020**, 33 (5), 421.
- [17] 为了六十一个阶级弟兄. 王石, 房树民. 中国青年报, 1960-2-28.
- [18] 张永文, 马秀璟, 阳长明. 中国中药杂志, **2010**, 35 (11), 1501.
- [19] 廖家隆, 张喆秋, 陈丽杰, 徐志峰. 有色金属科学与工程, **2018**, 9 (1), 86.
- [20] 龚傲, 陈丽杰, 吴选高, 熊正阳, 徐志峰, 田磊. 有色金属科学与工程, **2019**, 10 (4), 28.
- [21] 梁作中, 魏灵灵, 李淑妮. 化学教育(中英文), **2023**, 44 (16), 36.
- [22] 项斯芬, 严宣申, 曹庭礼, 郭炳南. 无机化学丛书. 第4卷. 北京: 科学出版社, 2011: 291-292.
- [23] 潘留仙, 夏庆林. 材料导报, **2019**, 33 (S1), 22.
- [24] Wang, X. X.; Hu, Y.; Mo, J. B. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2020**, 59 (13), 5151.
- [25] 肖细元, 陈同斌, 廖晓勇, 武斌, 阎秀兰, 翟丽梅, 谢华, 王莉霞. 地理研究, **2008**, No. 1, 201.
- [26] Mandal, B. K.; Suzuki, K. T. *Talanta* **2002**, 58, 201.
- [27] Mervis, J. *Science* **1996**, 273 (5275), 578.
- [28] Kozono, S.; Lin, Y. M.; Seo, H. S.; Pinch, B.; Lian, X. L.; Qiu, C. X.; Herbert, M. K.; Chen, C. H.; Tan, L.; Gao, Z. J.; *et al. Nat. Commun.* **2018**, 9, 3069.
- [29] Barajas-Olmos, F. M.; Ortiz-Sánchez, E.; Imaz-Rosshandler, I.; Córdova-Alarcón, E. J.; Martínez-Tovar, A.; Villanueva-Toledo, J.; Morales-Marín, M. E.; Cruz-Colín, J. L.; Rangel, C.; Orozco, L. *et al. Gene* **2019**, 711, 143941.
- [30] 张树永. 大学化学, **2019**, 34 (11), 4.