

在线教学优秀案例

案例名称： 吸光光度法

案例类别： 教学改革

案例负责人： 周慧 职称： 讲师

所在系： 化学化工系

一、案例简介

分析化学是化学相关开设的第一门专业基础课，在知识体系和技能培养方面起着承上启下的重要作用。课程能力目标：能够运用分析化学基本原理，掌握各种分析方法的基本原理，结合专业基础知识、利用操作技能去解决物质组成、含量、结构等信息的获取问题，并提出实施方案。本课程采用大班授课，生源构成复杂，同班学生化学基础和学习能力参差不齐。该课程涉及十一章内容的学习，用时 48 学时，一直存在课时少、学习内容多的问题。

鉴于此，课程组确定了“以学生为中心，注重能力和素质培养，教学相融”的教学理念。针对课程特点，本着 OBE 理念，以“金课”为标准，依托超星学习通线上平台，多样化互动课堂设计和实施、量化的考核评价和持续改进等方面进行探索和实践，着力打造分析化学“金课”，创新分析化学课堂教学模式，综合运用项目式教学、案例式教学、PBL 教学、疑探式教学等多种教学模式，激发学生的学习兴趣 and 团结、创新意识，为培养企业和社会需要的知识、能力、素质三位一体型人才打下基础。

现以吸光光度法为例介绍分析化学线上教学设计与实施情况。

一、学情分析

学生对于吸光光度法的基本原理（物质的内部结构及光的基本性质）已经在先修课程无机化学及大学物理中分别掌握，但是两者之间的关联并没有建立。另外，学生接触高科技的中外文动画片、抖音小视频、微信小程序等较多，一直在寓教于乐中自由、轻松、快乐地学习。因此，学生对于动态的、色彩丰富的、贴近生活的、有趣的教学方式更感兴趣。

二、教学目标

知识与技能：

1.能够应用吸光光度法及显色反应的原理，结合试样分析要求查阅资料，确定试样分析所需试剂及 pH、溶剂、浓度、温度等条件；

2.能够对实验条件进行合理调控并对结果的准确度、精密度进行合理评价。

过程与方法：

1.结合方法的应用历史及前沿发展领悟辩证发展的过程；
2.通过物质颜色深浅与吸光度的大小，建立微观与宏观相联系的思维方式。

情感与价值观：

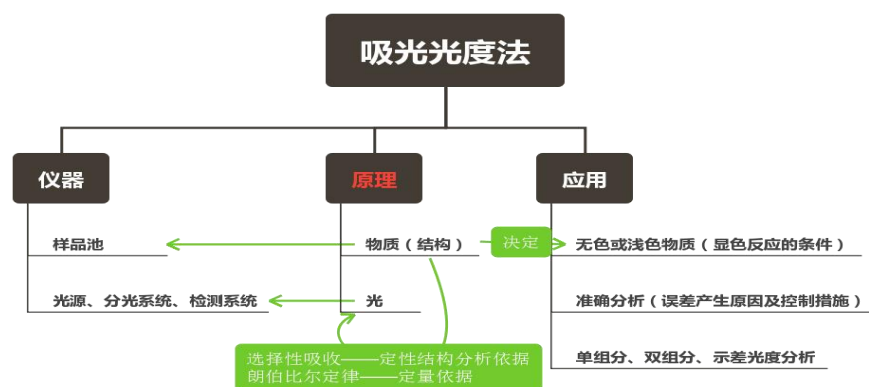
1.物质与光之间的相关作用及物体的颜色可引导学生透过现象看到本质，建立现象与本质之间的辩证关系；

2.通过显色反应条件的选择及结果准确度的评价树立具

体问题具体分析严谨的治学态度和科学思辨。

三、教学内容

本部分内容结构如下：



本部分内容中原理与仪器属于概念性知识、应用中包含程序性知识和元认知知识。其中方法原理作为本部分内容的核心，是支撑其他两部分内容的内核，通过上图可以直观地建立三者之间的联系，这对于掌握这些知识与技能是有利的。

四、教学策略

1、关注核心观念的建立，重视化学概念的形成

本单元中涉及原理是物质对光的选择性吸收，这部分内容较为抽象，所以一定要注重建立宏观现象与微观本质之间的关联，在理解原理、运用原理的过程中形成更为完善的科学观念。

由于本课程授课学生为师范专业，化学专业术语的规范运用非常重要，因此要引导学生感悟化学用语在化学研究和表达中的重要作用，体验人类在认识物质过程中的经历与智慧。

2、研究知识间的逻辑关系，注重思维能力的培养

本单元知识点多、抽象程度高，备课时要研读教材及国标、前沿文献等参考资料，认清知识之间的相互关联，根据知识间的逻辑关系合理调整和编排教学内容，做好单元整体设计。

3、密切联系生产生活，注重创设学习情境

生活离不开化学，教学中要更多地把化学学习与我们的生活经验和生活现象联系起来，创设情境，促进学生的感知和想象，如文献资料展示补钙制剂中钙含量的测定方法，以贴近生活的问题为出发点，激发学生学习兴趣。

4、针对知识特点，优化教学策略

不同类型知识特点差异较大，教学设计中需要根据知识的特点选择不同的教学策略，才能最大程度发挥课堂教学的引导作用。

如本单元中涉及的方法应用较多，近年来在其他行业的应用文献时有报道。基于 PBL 教学法，教师要合理设计分组任务，让同学查阅资料了解方法应用相关的前沿知识，并引导学生组内交流讨论、对比分析文献内容，提出改进措施，激发学生的思辨意识。这些环节设计可以培养学生的团队协作能力、化学研究能力，同时也可以体现课程的创新性和挑战度。

五、教学活动设计

本单元知识点类型较多，根据知识点类型选择合适的教

学方法是非常必要的，现对一些知识点所采用的教学方法简要介绍如下：

1、概念性知识

物质对光的选择性吸收是吸光光度法的基本原理，这一概念性知识是非常抽象的，但是这一原理与物质呈现的颜色直接相关，建立物质颜色与物质对光的吸收之间联系，可以让学生更好地建立宏观现象与微观本质之间的关联，树立宏微辨识的学科思维。

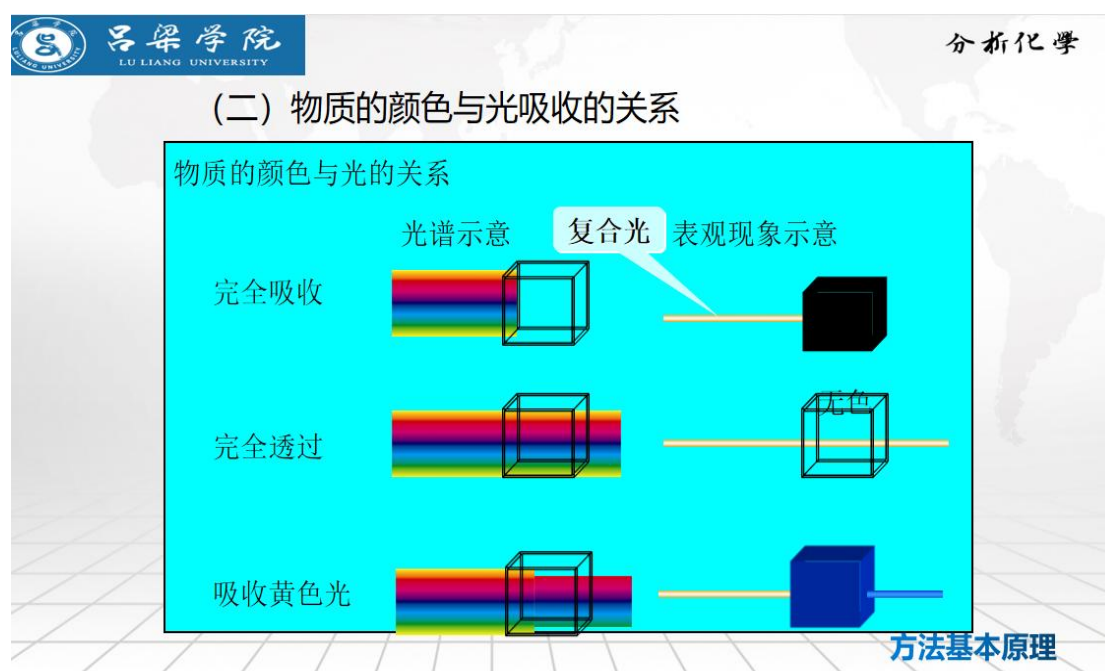


图 1 物质颜色与物质对光吸收之间的关系

在吸收光度法中不同光区的检测需要选取不同材质的吸收池，传统教学中只是简单的说明，学生也是机械性的记忆，实验过程中的应用效果较差，学生根本没有要选择样品池材质的意识。此时，选择疑探式教学法，在一个接一个问题的探索下，自己分析得出选择样品池材质的原因及策略，这对学生后期应用此类知识解决问题能力的培养会有所帮

助。

问题设计及学生课堂反馈如表 1 所示：

表 1 启发式教学法应用示例

问题	反馈
1、为何玻璃吸收池只能用于可见光区的样品分析？	一般来说，紫外分光光度计的紫外区指200~400nm，玻璃在300+ -50nm区，有非常强的吸收，会对被测样品造成干扰。必须用在紫外区无吸收的昂贵的石英吸收池。 127张怡荣
2、为何石英吸收池在紫外、可见光区都可用？	老师 郑亚祺 波长？ 101包文倩
3、如果在紫外光区用玻璃吸收池测定样品会有什么影响？	玻璃吸收紫外光？ 127张怡荣 可见光区，玻璃的影响非常小，可忽略，故可用比较便宜的玻璃吸收池 张晗
4、同为透明材质，如何区分玻璃和石英吸收池？	可能与紫外线的波长范围的有关吧 312罗慧洁 因为吸收的波长不同吧

以上问题层层递进，由问题 1、2 促使学生获得更加明确的言语信息，问题 3 从言语信息提升至智慧技能，问题 4 则综合言语信息、智慧技能引导初步形成一定的认知策略，学生可以更加透彻地理解这些概念性知识，同时可以培养学生分析问题、解决问题的能力。

2、程序性知识

(1) 显色反应及其影响因素

吸光光度法中显色反应条件的选择是方法实施和保证分析结果准确性的重要步骤，属于程序性知识。教学中如果

只是进行简单的内容呈现，学生的学习效果较差。结合案例教学法以及探究式教学法可以让学生加深对条件探究重要性的体会。

针对这一类型知识的特点，选择“补钙制剂中钙含量测定”这一案例，创设贴近生活的问题情境，以文献为参考资料进行分析，通过问题“哪些因素会对显色反应产生影响？”的提出，引导学生探究可能的影响因素并进行归纳总结，学生分析问题能力得到培养。分析资料及课堂学生反馈如图2所示。

补钙制剂中钙含量的测定

摘要 本文研究了 2-羟基苯肟与钙离子的显色反应，在 pH 值为 12~13 的范围内，该试剂与钙反应生成紫色配合物，无需萃取，在乙醇存在下，性质稳定，方法检出限为 $0.050 \mu\text{g}/\text{mL}$ ，该方法快速、简便，用于检测补钙药品（保健品）中钙含量。

关键词 吸光度法；钙离子；2-羟基苯肟（OHPA）；补钙品

钙是人体生长的重要元素，由于中国人的膳食结构因素，我国居民摄入钙质严重不足，尤其是青少年和老年人缺钙的比例很高^[1]，为了补钙，补钙类保健品及补钙制品在国内发展很快，因此，如何检测食品、药品中钙含量成为营养师分析必须检测的质量指标，而准确提供钙制品中的钙含量，也是衡量钙制品质量的主要依据。

食品中钙含量的测定通常采用火焰原子吸收光谱法、EDTA 滴定法测定^[2,3]，火焰原子吸收光谱法测定钙含量较低（以 $100 \mu\text{g}/\text{mL}$ 计的含钙食品，该法属于低灵敏度检测，但同仪器同批，操作技术要求高，普通实验室难以普及应用，对于含量较高的以 $10 \mu\text{g}/\text{mL}$ 计食品，国家标准方法为 EDTA 滴定法，该法虽然操作简单，但在滴定过程中，终点变化不明显，指示剂水溶液不稳定，且易封闭等问题，使得测量结果的准确度不高^[4]，而本文研究了一种快速准确检测食品中钙含量的方法，用 2-羟基苯肟（OHPA）（C₆H₇NO）直接在有机相中与钙络合，无需萃取，即可准确快速测定钙的方法。

1 实验部分

1.1 主要仪器与试剂 UV-752 型紫外可见分光光度计，0.05% 乙二胺四乙酸二钠（EDTA），500 μg/mL 标准溶液，0.6 mg/mL N,N'-二甲基乙二胺（DMEDA）。

1.2 实验方法^[5] 取一定量的钙标准液（5.0 μg/mL）

2.2 实验条件的选择

2.2.1 显色剂用量 在一系列 25 mL 比色管中加入 2.0 mL 标准溶液，再分别加入 0.2 mL、0.4 mL、0.6 mL、0.8 mL、1.0 mL、1.2 mL 的 OHPA 溶液，5.0 mL 的 DMEDA 溶液，10 mL 12.0 用水定容，10 min 后，在波长 516 nm 处测定 ΔA，结果如图 2 由图可见，OHPA 溶液量在 0.55~0.65 mL 时吸光度最大，本实验选 0.60 mL。

2.2.2 试液酸度的影响 在 pH 值为 12~13 的范围内，该试剂与钙反应生成紫色配合物，无需萃取，在乙醇存在下，性质稳定，方法检出限为 $0.050 \mu\text{g}/\text{mL}$ ，该方法快速、简便，用于检测补钙药品（保健品）中钙含量。

2.2.3 加入无水乙醇量的影响 实验表明，加入无水乙醇的量占总体积的一半时，即水与乙醇的比为 1:1 生成的络合物最稳定。

2.2.4 显色反应时间的影响 见图 4 显色反应在 10 min

306古古诗 显色反应进行的时间

213刘林 温度

杨伯霖 显色反应的时间和温度

有机溶剂和表面活性剂共存离子的干扰

郑亚祺 稳定性

104高丽娟 灵敏度

刘凯灵 选择性

郑亚祺 选择性

图2 显色反应条件探究分析资料及课堂反馈

(2) 吸光度的测量及误差控制

定量分析的准确度的要求是分析化学的精髓，旨在培养学生的准确“量”的观念，树立严谨的治学态度。在吸光度法中，为了保证分析结果的准确度，需结合误差产生的原因采取相应的措施。试样分析中，需要控制吸光度 A 值在

0.2~0.8 之间才能保证读数相对误差在允许范围。为了让学生对这一知识点有更加深刻的认识，教学中设计了游戏“大家来找茬”环节，让学生在云端通过游戏的形式更好地参与到学习中。

此外，游戏环节中加入了教材中图片与实际实验图片的对比，结合理论知识可知，教材中图片信息是有误的，以此为由可培养学生勇于怀疑的精神，怀疑精神本身是科学精神的重要组成部分。

设计案例及反馈如图 3 所示，其中有学生的文字反馈，也学生通过语音互动。学生观察到的差别往往是最直观的图片中的差别，教学中还需要老师引导学生将这些信息进行深加工，把专业知识说出来。说的过程是学生对专业术语的二次反馈，比简单的写、选择的反馈效果更好。同时，对于师范类专业的学生而言，这是培养职业素养的最好契机。

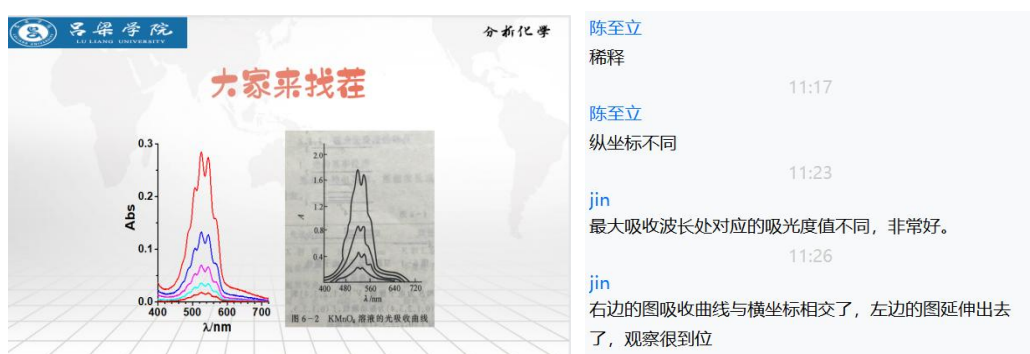


图 3 吸光度误差控制游戏设计及反馈

3、元认知知识

应用分析方法解决样品成分检测问题是学习分析化学的重中之重，是本课程的重要目标之一。这类知识属于元认

知类知识，这类知识的学习相当复杂，通常离不开分析、评价和创造的认知过程。单纯讲授的学习效果微乎其微，引导学生深入分析并评价文献内容，还可能激发部分同学的创新意识，这样的教学策略对元认知知识的获取是有利的。学生分析评价文献需要在理解所学知识的基础之上才能完成，因此，在课后布置难度递增的作业，可以帮助学生建立利用吸光光度法进行试样分析的完整模型。

结合补钙制剂中钙含量测定的文献设置作业及学生部分反馈如图 3 所示。

一.简答题

- 1 通过阅读本节文献，你认为2-羟基苯胺在钙离子测定中的作用是什么？
- 2 文献中钙测定的显色反应中分别采用哪些试剂控制反应条件？它们的作用分别是什么？
- 3 试述文献中加浓硝酸、钼酸铵、8-羟基喹啉的作用是什么？（查阅葡萄糖酸钙中有哪些金属元素，哪些元素会对钙的测定造成干扰）
- 4 为保证准确测定钙离子含量，文献中从哪些方面进行的测定条件的优化？
提示：本问题需要认真阅读教材第四节内容后作答。此问题没有标准答案，欢迎大家提出任何问题。

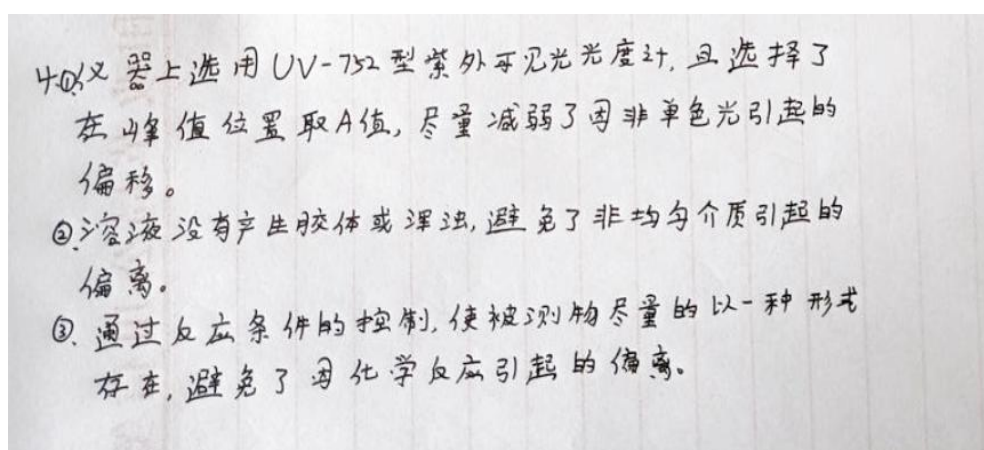


图 3 资料分析作业及学生反馈

吸光光度法在各行各业应用非常广泛，通过文献展示这

些应用，可以更好地激发学生的职业认同感。应用展示如图 4 所示。



图 4 吸光光度法应用领域展示

总之，在进行教学设计时，既要研究整体的宏观设计，又要注意研究局部的微观设计使两者互相配合、互相补充，还要注意反思、持续改进，才能使课堂教学收获预期的成效。

二、案例效果

（一）案例开展的意义与价值

吸光光度法是基于物质对光的选择性吸收建立的分析方法，可以对物质进行定性、定量、结构分析。该方法在化学、生命科学、材料、临床、材料表征、环境分析等众多领域应用广泛。吸光光度法对于本课程的授课对象化学相关专业的学生非常重要，要求学生理解掌握基本理论知识并能与生产实践相联系。而在这个重点内容介绍的同时，挖掘其中的课程思政元素。让学生体验和感受科学研究的规范，并把

这些感受内化为专业情怀，激发学生内在学习动力、职业认同感和对科研事业的热情，还可以培养学生分析问题、解决问题的能力，提升化学学科核心素养。

（二）主要特色和成效

本案例从概念性知识、程序性知识、元认知知识层面较为完整地设计吸光光度法的教学过程，根据知识特点的差别采用不同的教学策略，尽可能地引导学生获得较为全面的知识、技能，并在情感价值观方面有所提升。

对于本课程的教学效果，笔者采用调查问卷的形式对本学期 97 名二年级学生进行调研，调研结果显示绝大多数同学喜欢分析化学课程，他们普遍认为通过本课程的学习获得了一定的分析问题、解决问题的能力，团队合作能力也得到培养。

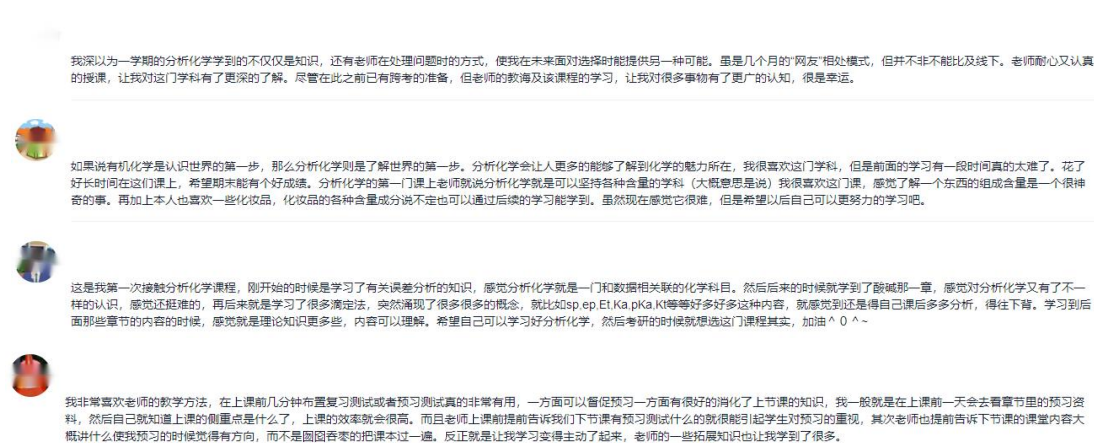


图 5 课程学习情况调查问卷中学生的反馈

学生的认可是教师深耕教学的根本动力，关于本课程学习情况调查问卷中学生的反馈（如图 5 所示）真实而动人，为教学改革的继续注入强劲的动力。