

《分析化学》课程思政教学案例

1、课程定位

本课程是环境工程技术、给排水工程技术、生态环境修复技术、环境监测技术、分析检验技术、精细化工技术、材料工程技术、食品质量与安全、食品营养与健康、药学等专业的一门专业基础课程，是一门应用性很强的工具学科，旨在培养学生严谨求实的科学态度、精益求精的工匠精神，提升学生唯物主义世界观的认识水平，引导学生树立以人民为中心的价值观，指导学生掌握定量分析化学的基本理论和基础实验技能，建立严格的“量”的概念，具备独立运用化学分析技术和分析仪器对简单样品进行分析检测并能正确处理数据的职业能力和职业素养。

2、课程思政整体设计思路

2.1 课程思政整体设计理念

分析检验技术专业坚持职业教育产教融合的办学特色和服务深圳及大湾区经济社会高质量发展的定位，确立新时代检验检测产业“红专并进”人才的培养模式，为检验检测高技术服务领域输送高素质技术技能人才。“分析化学”课程建设中始终遵循着“为党育人，为国育才”的宗旨，重点培养学生掌握各种分析方法的基本原理及仪器操作，培养学生获得知识及运用所学知识解决实际问题的能力，掌握分析化学所蕴含的哲学、科学思维方法和社会主义核心价值观，具备检验检测相关岗位的职业能力，提升专业认同感和职业使命感；塑造学生的大国情怀、文化自信、科学精神、公民意识以及健全人格。

课程将社会主义核心价值观与检验检测“传递信任，服务发展”的本质属性紧密结合，形成分析技术引领、核心价值观铸魂的课程思政育人模式。以“讲中国故事，育爱国人才”为主线实施价值塑造（如图1所示），着力从分析技术产业发展与应用中挖掘所蕴含的思政元素，凝练成以“科技报国之理想信念、精益求精之工匠精神、敬畏诚信之职业操守、奋勇开拓之创新精神”为核心的课程思政建设目标。



图 1 分析化学课程思政整体设计思路

课程以任务为驱动，采用“教、学、做合一”的教学设计，紧跟时事热点，融入企业真实案例和学科发展大事件，丰富育人载体优化教学内容，培养学生善于实践勇于探索的创新意识，塑造精益求精追求卓越的职业精神，增强理想信念厚植科技报国之志。通过校内教育与校外实践结合，专业教师与思政教师、企业教师协同，线上与线下混合式教学，实现课程思政建设与专业教育质量的双向提升。

2.2 课程思政整体设计框架

聚焦检验检测技术领域，以职业岗位能力为起点，以企业项目为载体，从课程的知识、能力和价值三位一体的教学目标出发，立足价值目标核心，围绕“大国崛起、国家战略、区域建设、学科历史、优秀校友、学生成长、化学特性、科学发展”等方面选取案例素材，挖掘课程思政教育切入点，讲好“中国故事”。将课程内容分解为九个分别对应若干实践任务和知识技能点的项目，针对每一个项目，进行思政素材与教学内容的整合优化，形成以价值塑造为内涵、以实践任务为骨架、以知识技能点为内容的“分析化学”项目化课程体系。

项目 1 围绕健康 (Healthy)、安全 (Safe)、质量 (Quality)、环境 (Enviromental) 展开，以人们的衣食住行作为切入点，通过核酸检测、食品安全评价、产品质量控制、环境监测与治理等实例，阐明分析化学的任务和作用，以及学习本课程的意义，激发学生强烈的爱国激情，在内心深处树立起报效国家、服务社会的责任感和使命感。项目 2-3 是定量分析基础，以国之重器、科学史话为例，融入马克思主义哲学基本原理和方法论，引出数据可靠性分析，阐明高精密度、准确度的数据分析的重要意义，重点培养学生树立严格的“量”的概念，养成严谨务实的科学态度，具备高度的质量保障意识。项目 4-7

着眼于滴定分析法的应用，引导学生运用辩证思维中的对立统一、共性与个性、以及量质互变规律理解滴定分析，培养学生的批判性思维能力、厚积薄发、行稳致远的品质，提升学生的抗压能力，倡导健康的生活方式。项目8是分析技能综合训练，选取历次技能大赛的典型项目作为训练任务，提高创新研究能力与自我获取知识的能力；借助优秀获奖选手榜样的力量，激发学生锲而不舍、自强不息的奋斗精神。项目9围绕前沿分析技术，将科学家科技报国的案例融入教学，增强学生民族自豪感和责任心，激发勇攀科学高峰的勇气和勇于探索的创新意识。课程思政教学内容设计如图2所示。

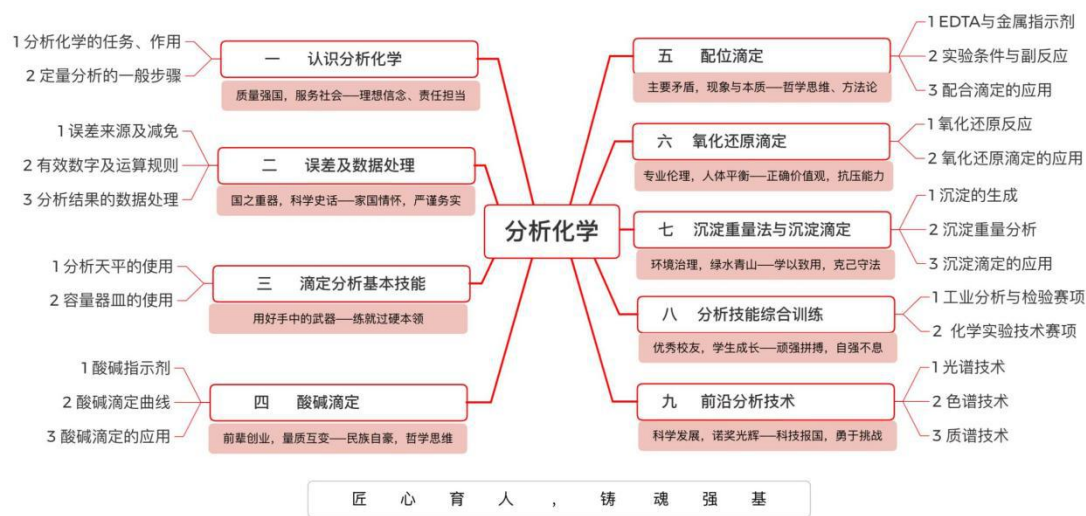


图2 “分析化学”课程思政整体设计框架

3、课程思政教学案例

3.1 教学案例一：“核酸检测助力疫情防控”——分析技术为”美好生活“保驾护航，激发学生的家国情怀和责任担当

3.1.1 教学任务

项目一“绪论”之任务 1.1：分析化学的任务和作用

3.1.2课程思政教学设计

本次教学围绕分析化学的任务和作用展开，在介绍“什么是结构分析、定性分析、定量分析”时引入该课程思政案例。

自2019年12月出现新冠疫情以来，疫情发展迅速并席卷全球。中科院武汉病毒研究所迅速分离并鉴定引起突发公共卫生事件的罪魁祸首的成分和分子结构，确定这是一种不同于2003年“非典”SARS病毒的新型冠状病毒，为果断开展全面疫情防控、疾病治疗、病毒检测提供了极其关键的科学依据。而病毒RNA核酸检测则为新冠的诊断提供了最直接的证据，核酸检测是一种高选择性的定量分析方法，其中核酸的提取纯化利用了分离

分析技术，检测技术更是基于实时荧光定量PCR这一重要的荧光检测仪器分析方法，这在群体感染情况的排查中发挥了重大的作用。

在新冠病毒核酸检测中，从采集样本到检测，每一个环节都存在感染的风险，一线医务人员冒着生命危险，付出了无数的心血和汗水，为我国疫情防控做出了巨大的贡献；另一方面，我国科技工作者夜以继日地奋战，在第一时间开发和生产出新冠肺炎核酸检测试剂盒，大大提高了检测效率，高效核酸检测技术的开发成为我国疫情控制的关键，也充分体现了科技工作者科技报国的家国情怀和使命担当。

我国的疫情得到及时有效的控制，不仅归因于快速准确的诊断、排查、隔离等防控措施，更得益于中国疫情防控的“动态清零”总方针，为全球抗疫提供了科学依据和宝贵经验。对比之下，一些欧美发达资本主义国家疫情反而失控，中国多次向疫情严重的国家和地区提供医疗和物资援助，充分体现了中国政府尊重科学的彻底唯物主义精神、以人民为中心的执政理念和人类命运共同体的全球价值观。

3.1.3 教学实施

（1）教学目标

价值目标：以新冠病毒的结构分析、核酸定性定量检测为例，让学生理解分析知识和技术对于解决人类面临的突发公共卫生事件具有极其重要的作用，增强学生的专业认同感和社会责任感。以医务人员和科技工作者大无畏的英雄事迹为例，激发同学们科技报国的热情。通过对比中国和西方发达国家面对疫情所秉持的态度和措施以及疫情防控所取得的成效，让同学们认识到“资本至上”与“人民至上”的本质区别，从而理解和认同中国共产党以人民为中心的执政理念以及人类命运共同体的价值理念。

知识目标：理解分析化学对于人类社会发展的作用，掌握分析化学定性定量及结构分析的概念，掌握定量分析的一般步骤，了解分析化学的发展方向。

能力目标：能够从分析化学专业的角度理性看待公共安全事件，能够将所学知识与社会实际问题相结合。

（2）教学方法

采用线上线下混合式教学、以任务驱动为核心，主要运用问题教学法、案例教学法、启发教学法和小组教学法，并辅以官方网站、视频资源、案例等多种资料。

（3）教学过程

第一步：提出问题-课前布置任务

分析化学是一门与人们衣食住行紧密相关的学科，在人们生活、工农业生产、进出口贸易、现代科技发展中有何作用？请学生结合自身的经历观察并思考：核酸检测有哪些采样方式以及为什么要这样采样？病毒检测有哪些方法？核酸检测的流程是怎样的？（借助教学平台发布任务）

第二步：案例探究-小组讨论

同学们查找资料后，在课上以小组的形式讨论上述问题并分享各自的观点，由组长（轮流制）汇总讨论结果，在课上做简要的汇报，若有不同的见解，同学们可以保留意见，课后再深入探究。

第三步：教师讲评-思政点睛

针对讨论结果，教师进行集中讲解，分析化学的任务是从化学的角度来认知这个世界——从人类对生命起源和生命物质的探索，对生存环境的监测，对工、农业生产过程的监控，对食品、药品的成分、污染状况的研究，都需要使用分析化学的理论和方法，而结构分析、定性分析和定量分析就是分析化学的主要任务。

以当前社会关注度最高的“核酸检测”为例（辅以视频资源和图片），结构形态分析表明新冠病毒（SARS-CoV-2）是一种由蛋白质包裹的正向单链RNA病毒。新冠病毒感染人体后，会在鼻腔、咽部、下呼吸道等处“定居”并进行繁殖，通过采集鼻咽拭子、痰液、血液等标本进行相关因子检测，可以判断人体是否感染了新冠病毒。直接分离病原体是传染性疾病检测的金标准，但新冠病毒分离培养需要在生物安全防护极高的P3实验室进行，检测时间长达几天，不利于疫情的研判和防控。按照检测靶标区分，新冠病毒的快速检测方法包括3种：核酸检测、抗原检测和抗体检测。目前人们在社区及医院接受的新冠病毒检测大多是核酸快测，它是一种高选择性的定性定量分析方法，其中核酸的提取纯化利用了分离分析技术，检测技术更是基于实时荧光定量PCR这一重要的荧光检测仪器分析方法。核酸检测从采集样本、核对信息、提取核酸、核酸扩增再到报告出炉生成绿码，只需要几个小时的时间。显然，发展全面、高效、快速、准确的分析检测方法是分析化学的一种发展趋势。

思政点睛：在新冠病毒核酸检测中，每一个环节都存在感染的风险，无数医务工作者冒着生命危险，以大无畏的精神坚守抗疫一线，为我国疫情防控做出了巨大的贡献；另一方面，我国科技工作者夜以继日地奋战，在第一时间开发和生产出新冠肺炎核酸检测试剂盒，大大提高了检测效率，高效核酸检测技术的开发成为我国疫情控制的关键，激发同学们树立科技报国的理想信念和舍我其谁的使命担当。中国疫情防控采取的“动态清零”总方针，使中国疫情得到及时有效的控制，而一些欧美发达资本主义国家的疫

情则频频处在失控状态，充分体现了中国政府以人民为中心的执政理念和人类命运共同体的全球价值观。（相关新闻报道）

价值引领：同学们应该如何做好当下？怎样学好、用好分析技术？引导同学们着眼于当下的每一个教学任务，脚踏实地地完成每一份作业，一丝不苟、从易到难逐渐掌握课程知识，练就过硬的分析技能，为今后科技报国、服务社会打下坚实基础。

第四步：聚焦任务-知行合一

实践训练：以“蔬菜农药残留”为例，学生分工协作查找资料，了解蔬菜从种植、流通到最后摆上餐桌，中间经历了多级安全检测，蔬菜生产基地是重点监测的地方，各地都设有流动检测车，农产品有质检中心，各级蔬菜市场、超市，包括食堂都设有农残检测室，层层把关。在这个过程中，鉴别农药类型属于定性分析，检测农药的残留量属于定量分析，而鉴别农药的同分异构体则属于结构分析。通过实践训练，学生体会到课程学习的意义和重要性，树立正确的科学观。

总结升华：从国之重器到衣食住行，从高端制造到绿色发展，分析检测以技术传递信任，为“美好生活”保驾护航。学生将所学知识与社会实际问题相结合，感受学以致用获得的获得感，认识肩负的历史使命与责任担当，树立“科技报国、科技强国”的理想信念。

第五步：课后作业-巩固提升

课后布置拓展任务，如何研究大米中镉超标问题？引导学生查找资料，由定量分析知识点推导出初步研究方案：1) 采集不同地区稻米样品(有代表性)；2) 选择合适方法测量稻米样品镉的含量；3) 对含量分布做分析，得到数据结果。引导学生拓展思考：得到数据结果后，分析化学的工作是否就完成了？还有哪些可以做的？进行生生互动讨论，提出详细的解决方案，下次课汇报。

（4）教学资源

（1）基本教学资源：检验检测认证头部企业的基本情况介绍；教师企业实践图片；学生顶岗实习图片；毕业生在检测一线的图片；抗击疫情以及核酸检测的新闻报道；线上教学平台全部微课视频、本次课教案、本次课教学PPT、作业测验等。

（2）拓展教学资源：化学检验员的能力和素质要求；检验检测相关机构官网资料、中认国质、质量基础设施、深圳质检等微信公众号。

3.1.4教学评价

构建多元化的评价方式提升课堂教学效果。多元化的评价采用显隐结合的方式，显性评价以知识、能力、价值构建三位一体评价目标体系，从课前、课中、课后结合线上线下构建全流程评价过程体系。

1. 显性评价方式：在线上教学平台布置课前任务、课后作业，章节测试、互动评论、课堂签到等，考察学生对知识点的掌握与理解；线下则是根据课中教学任务完成的情况，侧重实践能力的考核，小组互评与教师评价结合。本次任务1.1的考核重点为：认识分析化学的任务和作用，初步设计检测方案。学生线上任务的完成情况在学习平台上会被自动记录，线下实践训练的情况老师也会有记录，结合线上线下的表现，最终形成学生课程学习报告。

2. 隐性评价方式：从学生对分析化学课程认知、学习积极性等方面，观察学生对于分析技术的认识态度，评价学生通过本次课学习在思想意识上潜移默化的影响和收获。

通过优秀作业展示、优秀笔记分享等途径，进一步激发学生的学习动力，使学生真正成为学习的主人。多元过程性评价体系的构建有利于教师把握课堂教学效果，增强学生对学科的认同感，激发学生自主学习积极性。

3.1.5 创新与反思

就课程而言，学习一门新课的意义和重要性是学生关注的问题，也直接决定了学生后续学习的积极性和主动性。分析化学是一门与人们衣食住行紧密相关的学科，如何体现分析化学在人们生活、工农业生产和现代科技发展中的重要作用？如何引发学生对课程的学习积极性？本次教学引入大家广泛关注的“核酸检测”，从分析化学的专业角度去深入思考和科学看待核酸检测在疫情防控中的重要作用，引导学生将所学知识与社会实际问题相结合，形成自己的科学观，增强了专业认同感。

“打铁还需自身硬”，教师的以身作则和言传身教也是课程思政，教师要不断学习以提高自身认知。另外，要注重发挥学生的主体作用和主观能动作用，营造主动学习的氛围，这些方面还需要在实践中不断思考和提高。

3.2 教学案例二：“量质互变的滴定曲线”——不积跬步无以至千里

3.2.1 教学任务

项目4“酸碱滴定分析法的应用”之任务4.2：酸碱滴定曲线

3.2.2 课程思政教学设计

本次教学任务是介绍酸碱滴定曲线的特性及应用，在介绍滴定曲线特性时引入该课程思政案例。

在分析强酸强碱滴定过程中pH变化规律而绘制的滴定曲线上，我们可以看到，在滴定终点附

近，锥形瓶中溶液的pH值有一个很大的突跃，这种突跃完美体现了量变质变的规律。量变质变规律亦称量质互变规律，是自然、社会和思维发展的普遍规律。通过滴定曲线的趋势和滴定突跃引申至厚积薄发的人生哲理，培养青年同学行稳致远的品质。成功和突破需要累积，平时点点滴滴坚持不懈的努力，终将会一飞冲天地“突跃”，实现自己的梦想。

3.2.3 教学实施

（1）教学目标

价值目标：通过滴定曲线的变化趋势引申至不积跬步无以至千里的人生哲理，培养同学“滴水穿石”的坚定信念。

知识目标：掌握酸碱滴定曲线的特性；了解不同类型的酸碱滴定曲线；掌握指示剂的选择原则。

能力目标：能够计算和绘制滴定曲线；能够根据酸碱滴定曲线选择指示剂。

（2）教学方法

采用线上线下混合式教学、以任务驱动为核心，主要运用实验演示教学法、课堂讨论法等探究学习、研讨式、启发式相结合的教学方法，依托深职院i学习网络平台，辅以资源库、微课视频、演示动画等多种资料，运用AI、VR、AR、MR等手段，提升课程思政教学的交互性与有效性。

（3）教学过程

第一步：任务引入-提出问题

对于某个特定的滴定体系，比如氢氧化钠标准溶液滴定未知盐酸，当选用酚酞作为指示剂时，滴定初期溶液颜色几乎没有什么变化；当氢氧化钠滴加到较大量时，溶液中开始出现粉红色，摇匀后消失；继续滴加几滴后，粉红色不再消失；再滴加1-2滴，将从粉红色变成深红色；继续滴加较大量，深红色会略有加深，但变化不再明显。当选用其他指示剂时，如甲基橙，则没有这么明显的颜色突跃现象。（实验视频）

通过滴定实验向同学演示滴定中颜色的变化现象，引导同学思考，为什么滴定过程会有这样明显的颜色突变现象；为什么有的指示剂现象明显，有的指示剂不明显；如何选择合适的指示剂；同一种指示剂是否可以适用于所有的滴定体系。

第二步：教师讲解-揭示本质

毛泽东曾说过：“我们看事情必须要看它的实质，而把它的现象只看作入门的向导，一进了门就要抓住它的实质，这才是可靠的科学的分析方法。”接下来就由教师讲解滴定过程中导致颜色突变的原因，引出酸碱滴定曲线的概念。

酸碱滴定过程中最大的变化是溶液的pH值，通过探究pH值随滴定剂加量的变化趋势，可以揭示颜色变化的深层原因。溶液pH值可以通过计算求得，也可以通过电位计测定电位直接得到。

下面以0.1000mol/L NaOH标准滴定溶液滴定20.00mL 0.1mol/L HCl为例，说明强碱滴定强酸过程中pH的变化。分别计算滴定剂加入0.00mL、2.00mL、4.00mL、……18.00mL、19.80mL、19.90mL、19.95mL、19.98mL、20.00mL、20.02mL、20.05mL、20.10mL、20.20mL、22.00mL、……30.00mL时溶液的pH值，以横坐标为滴定剂体积、纵坐标为溶液pH值作图，就可以得到该滴定体系的滴定曲线。

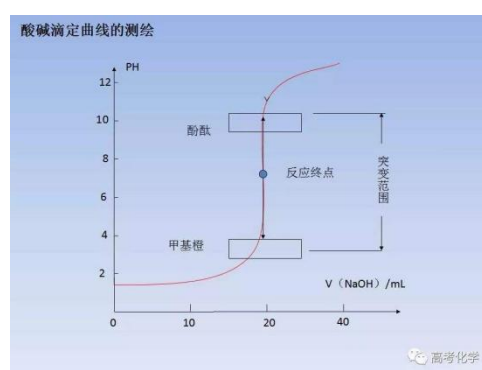


图3 酸碱滴定曲线

由滴定曲线图可以看出，这是一条滴定初期和滴定后期都变化缓慢、而在某个点附近有突跃变化的类似于“S”型的曲线。当加入氢氧化钠的量累积到接近化学计量点时，锥形瓶中溶液的pH值会发生急剧的变化，我们把这个pH剧烈变化的现象称为滴定突跃，滴定突跃所在的pH范围称之为滴定突跃范围。

第三步：曲线分析-思政融入

通过分析滴定数据及滴定曲线可知，当加入氢氧化钠从0.00mL至19.98mL时，锥形瓶中溶液的pH值由1.00变化到4.30，即加入19.98mL仅引起3.30个pH单位变化，变化率为0.165pH/mL；当加入氢氧化钠从19.98mL至20.02mL时，锥形瓶中溶液的pH值由4.30变化到9.70，即加入0.04mL变化了5.40个pH单位，变化率为135pH/mL，相比突跃前的变化率，提高了800多倍，产生了质的飞跃。

酸碱滴定过程中溶液pH的变化趋势即是完美的量变质变理论的表现，突跃的本质符合辩证唯物主义中的量质互变规律，即“处于不断变化之中的事物，在每次由一种性质变化到另一种性质的过程中，总是由微小的变化(即量变)慢慢积累开始，当积累达到一定程度，就会导致事物由一种性质变化到另一种性质(即质变)”。

量质互变规律亦称量变质变规律，是自然、社会和思维发展的普遍规律，也是唯物辩证法的三个基本规律之一。量变是事物数量上的增减，是一种连续的、逐渐的、不显著的、非根本性变化，常常表现为“渐变”；质变是事物根本性质的变化，是突变、飞跃。量变是质变的准备，质变为新的量变开辟道路。量变超过一定限度必然引起质变，使旧质变为新质，然后在新质基础上又开始新的量变。新的量变超过一定限度又引起新的质变，如此往复不已，推动事物不断向前发展。

从量变与质变的关系原理入手，勉励同学要注重平时学习的积累。不能只热衷于做“质变”的突破工作，更应注重做“量变”的积累工作。习总书记提倡青年要以“滴水穿石”的精神埋头苦干，踏踏实实每天做一点，积少成多，才会有“质变”的飞跃。

第四步：聚焦任务-自我增值

动手实践：教师设定几种不同的一元酸碱滴定类型，如强酸滴定强碱、强碱滴定强酸、强酸滴定弱碱、强碱滴定弱酸等，两人为一小组选择一种类型进行滴定曲线的计算与绘制。相同类型的小组为一个大组，每个大组内部讨论各小组结果，确定该类型的滴定曲线；全班共同比较各个大组的滴定曲线，讨论不同类型的滴定曲线的异同点（曲线形状、突跃范围等）；根据滴定曲线的突跃范围，讨论该如何选择合适的指示剂。

总结升华：同学们通过思考、计算及绘制滴定曲线，加深对滴定曲线突跃的认识，深刻理解量变到质变的规律，从而坚定坚持积累以待升华突破的信念和决心。同时通过对不同类型滴定曲线的比较，也可以让同学们认识到，每个人的基础不同，条件不同，可能会导致前期的积累成本和积累效果不同，突跃时间和突跃高度（范围）也各有差别。我们无需盲目的跟别人比较，一时落后也不要急着怀疑和否定自己。国学大师曾仕强教授曾经说过，人不要随便和别人去比，人比人得死，货比货得扔，所以只需要跟自己比就够了。跟自己比才能更好地激发自我的内在驱动力，只要每天多进步一点点，日积月累后也必将迎来属于自我的飞跃。

第五步：课后作业-巩固提升

课后布置线上作业和线下实践，同学们可以自行更换一种滴定类型，或者改变溶液浓度进行滴定曲线的计算与绘制，以巩固和熟悉相关知识。同时，建议同学们尝试进行多元酸与多元碱滴定曲线的计算与绘制，学以致用，并思考这些滴定曲线与之前一元滴定的相比有什么异同点。

（4）教学资源

（1）基本教学资源：线上教学平台全部微课视频、本次课教案、本次课教学PPT、

作业测验等，以及中国醋文化、侯氏制碱法等图文资料。

(2) 拓展教学资源：马克思主义基本原理、中认国质、质量基础设施、深圳质检等微信公众号。

3.2.4 教学评价

评价采用显隐结合的方式，显性评价从课前、课中、课后构建全流程评价过程体系。

1. 显性评价方式：在教学平台布置课前预习、课后作业，重点考核知识点的掌握与理解；课中侧重计算能力和表达能力的考核，小组互评与教师评价结合。本次任务4.2的考核重点为：滴定曲线的计算与绘制。

2. 隐性评价方式：观察同学学习时态度的积极性、计算的准确性以及绘制曲线的严谨性。

3.2.5 创新与反思

恩格斯在自然辩证法中指出：化学可以称为研究物体由于量的构成的变化而发生质变的科学。滴定过程贯穿着过犹不及、量变引起质变、透过现象看本质、不积跬步无以至千里等人生哲理。在解释滴定终点何时到达时，可以与同学讨论其实做事也是这样，有时候我们可能会抱怨什么时候才能看到终点，有时会迫不及待地问指示剂怎么还不变色。滴定管长长的，我们的未来也是长长的，只要坚持认真地放入每一滴，我们想要的结果终将到来。用人生哲理来诠释化学问题，培养同学科学的思维方式，自觉地用唯物辩证法去思考和解决学习、生活、工作中遇到的问题。

“授人鱼，不如授人渔”，高等教育的最终目的是要把同学培养成为全面发展、能力为重、兼具学科知识和辩证思维的人。因此，教师不仅要传授学科专业知识，更要传授正确的思维方法、科学的研究方法以及对科学发展的正确认知途径。作为课堂教学实施的主体，教师除了要具备扎实的专业知识功底，还要具有一定的辩证论基础，将辩证的唯物论、唯物的辩证法和辩证唯物主义认识论无痕渗入课堂教学内容，做到信手拈来、游刃有余、收放自如，将专业育人与思政育人同频共振。同时教师在课程思政教学中，更需要以身作则，不断提高自身师德修养，以德立身、以德立学、以德施教、以德育德，通过言传身教进行隐性渗透式课程思政教育。这样才能充分发挥分析化学课程的教学育人功能，将同学培养成为有辩证思维的 and 科学探索精神的专业人才。

4、选用教材与参考文献

4.1 选用教材

蒋晓华 张英. 分析化学（修订再版中）. 高等教育出版社. 2009

4.2 参考文献

1. 提高质量基础设施，服务美好生活

<https://www.nqi.ac.cn/>

2. 百亿“江湖”，北上广深核酸检测机构大调查

<http://news.hexun.com/2022-05-16/205947158.html>

3. 核酸检测机构“跑步入场”，有数量更要保质量

<http://china.qianlong.com/2022/0517/7197151.shtml>

4. 与科学技术相关的哲学问题

https://www.edu.cn/rd/special_topic/zbwjt/201608/t20160805_1437350.shtml