

大学物理实验教学育人方法和途径

马宁生、方 恺、张志华
金 佳、于婷婷、蔡嘉宇

2020年4月25日

大学物理实验教学育人方法和途径



融入的解释



融入的内容



融入的方法



总结



1

融入的解释

一种物质进入了另一种物质  有形物质的彼此融合；

一个人或群组从思想上和形式上融入了另一个群组  无物质形态的融合。

在用于人的范畴更多的是指精神层级的接纳。

例子：教育的灵魂是什么？也就是说把什么融入到教育？

爱是教育的灵魂，只有融入了爱的教育才是真正的教育。

融入是融合，是化入，不是塞入，更不是楔入。
前者是慢慢的、和悦的；后者是生硬的、强迫的。



课程育人目标：

教育法第5条规定：“高等教育的任务是培养具有创新精神和实践能力的高级专门人才”。因此育人目标确定为培养**专业型人才、实践型人才和创新型人才**。培养专业型人才特别要求实现课程内容的专业化，培养实践型人才特别要求加强实验教学，培养创新型人才特别要求激发学生对于问题的好奇心和创造欲。

课程思政内容：

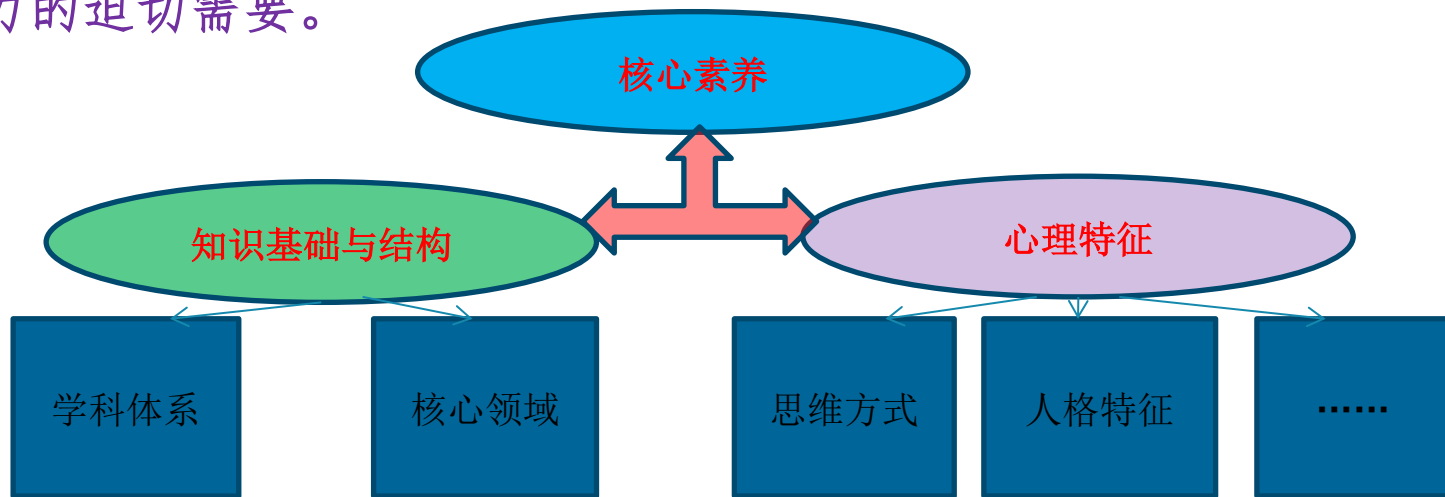
2019年3月18日，习近平总书记在京主持召开学校思想政治理论课教师座谈会并发表重要讲话，强调要用好课堂教学这个主渠道，把思想政治工作贯穿教育教学全过程，把培育和践行社会主义核心价值观有机融入到整个教育体系，实现全程育人，全方位育人，实现**“知识传授”**和**“价值引领”**的有机结合[1]。

[1] 习近平. 习近平谈治国理政（第二卷）[M]. 北京：外文出版社, 2017.



1. 核心素养

核心素养是个体在解决复杂的现实问题过程中表现出来的综合性能力。学生发展核心素养，主要指学生应具备的，能够适应终身发展和社会发展需要的必备品格和关键能力。[1] 研究学生发展核心素养是落实立德树人根本任务的一项重要举措，也是适应世界教育改革发展趋势、提升我国教育国际竞争力的迫切需要。



[1] 教育部关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见。[中华人民共和国教育部[引用日期2017-01-09]]



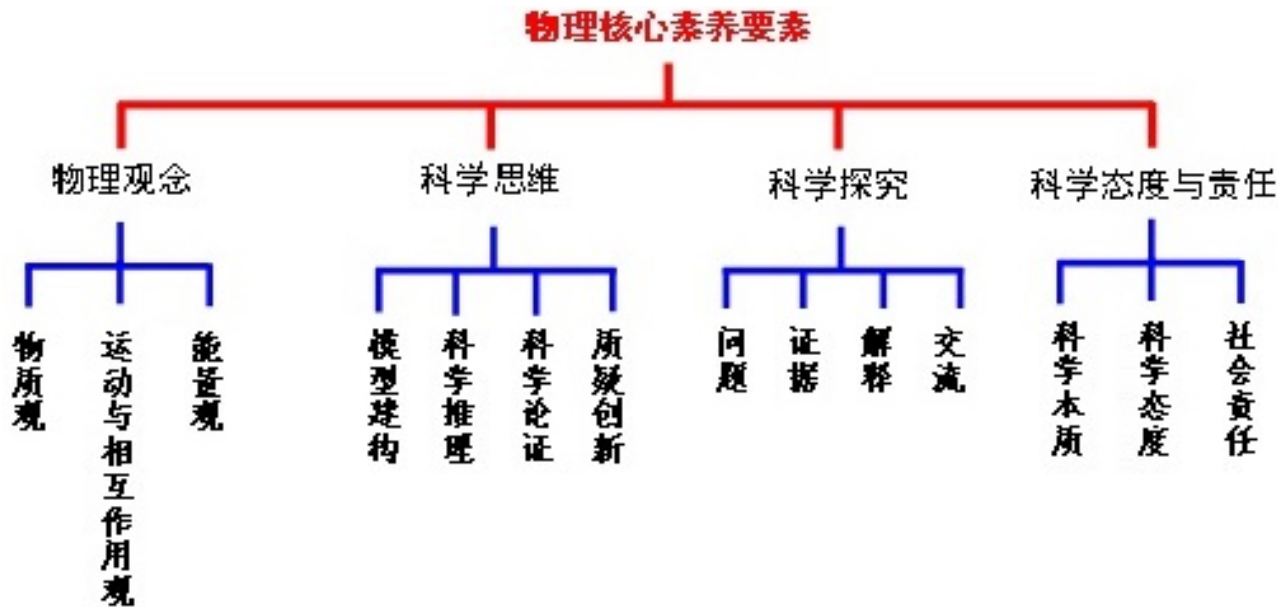
2.学科核心素养

学科核心素养是核心素养在特定学科（或学习领域）的具体化，是学生
学习一门学科（或特定学习领域）之后所形成的、具有学科特点的关键成就，
是学科育人价值的集中体现。

- 科学思维
- 科学的运用与启示
- 文化理解
- 合作
- 实践和探究技巧
- 批判性的理解科学证据
- 交流

3.物理学核心素养

物理核心素养是学生在接受物理教育过程中逐步形成的适应个人终身发展和社会发展需要的关键能力和必备品格，主要包括“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”四个方面，集中体现了物理学科的教育价值。



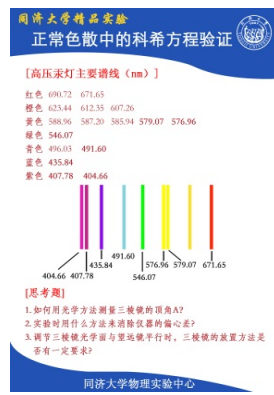
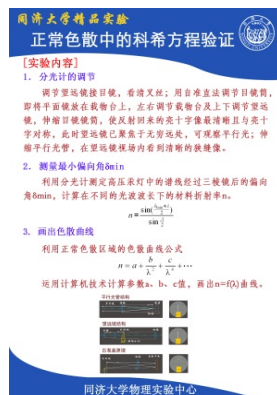
如何把育人思政融入到教学资源中去？（有形融入）

1. 环境布置

建立良好的实验教学环境，是实验教学人员应尽的工作，严肃和优美的环境使学生置身于科学研究的气氛中，激发学生积极向上、严肃认真的学习精神。

我们在实验室走廊内悬挂物理诺贝尔获得者肖像，激励学生努力学习，为国家做出贡献。

我们精心制作了实验教学模板，悬挂在每个实验室内，内容包括实验原理介绍、拓展性实验方法和实际应用，使单一的实验内容和方法在实际应用中得到延伸。





如何把育人思政融入到教学资源中去？（有形融入）

2. 教学大纲

3. 教学要求

《光学实验》教学大纲

英文课程名称: Optics Experiment

课程编号: 580004

授课语言: 中文

学 分: 2

课内学时《教学周》/周数《小学期》: 17周、68学时

先修课程: 专业认识性实验

大纲执笔者: 马宇生

大纲审核人: 张宇钟

一、课程定位和基本要求

课程性质: 专业基础

课程面向专业: 物理科学与工程学院应用物理专业

实验基本要求:

1. 掌握基本的光学实验仪器的原理、结构、特点和使用方法。
2. 掌握常用的光学元件和光源、光电子器件的基本特性和使用方法。
3. 掌握光学实验的基本功——光路调整技术。
4. 熟悉常用的一些光学技术和测量技术。

实验基本内容:

结合现有的条件和当前光学的发展动向, 安排 16 个实验。分基础实验、近代实验和拓展实验三部分。基础实验使学生掌握基本的实验理论和测量方法; 近代实验反映了新的知识和新的测量方法; 拓展实验具有较强的实用价值和前景。

二、“立德树人”育人内涵

在教学过程中, 坚持政治为先, 立德树人, 以社会主义核心价值观为引领。立德, 坚持德育为先, 通过正面教育来引导人、感化人、激励人; 树人, 就是坚持以人为本, 通过合适的教育来塑造人、改变人、发展人。

在实施“立德树人”的过程中, 充分认识社会主义核心价值观体系对于教学工作的重要意义和价值。坚持这一思想并贯彻落实到教学各个环节, 用“德”字来培养学生, 依“德”字来评价学生, 以“德”字来监督学生。围绕“勤学、修德、明辨、笃实”的要求, 形成课堂教学的育人平台。

充分发挥课堂教学的主渠道作用, 全面深化课程新理念, 不断完善有机衔接、循序渐进的课程体系和教材体系, 把社会主义核心价值观细化为学生核心素养体系, 把学习质量标准融入课堂教学之中, 在课堂教学中强化优秀传统文化内容。

在教学与生活中自觉维护教师形象, 做好师德师风建设, 以满腔的热情投入到教学中去, 认真上好每一堂课, 仔细批阅每一份作业, 耐心指导每一位学生。把学生培养成为德智体美劳的社会主义建设者和接班人。

“立德树人”
的育人内容

记录的原始数据需教师签名核查。

四、教学手段

实验室备有实验指导教学要求, 网上可查阅该实验的全部教学资料。授课采用整体讲解和个别指导相结合的教学方法, 注重过程教学。

五、实验报告规范

1. 独立完成实验报告。
2. 按要求设计数据表格并记录原始数据。
3. 按要求处理数据。
4. 正确表示实验结果。

六、评分标准

预习分 20 分: 参加预习课, 认真完成预习报告。

实验分 40 分: 完成所有实验内容, 实验数据正确, 爱护仪器, 遵守实验室守则。

报告分 40 分: 报告书写规范, 数据处理正确, 结果分析与讨论正确。

七、考核

按预习、操作及报告综合评定。

严格、认真的
科学态度

如何把育人思政融入到教学资源中去？（有形融入）

4. 课件制作

人物介绍

托马斯·杨发现利用透明物质薄片同样可以观察到干涉现象，进而引导他对牛顿环进行深入的研究，他用自己创建的干涉原理解释了牛顿环的成因和薄膜上的色彩，第一个近似地测定了七种色的光的波长，从而完全确认了光是一种具有周期性的波动，为光的波动理论又找到了一个强有力的证据。托马斯·杨是波动光学的奠基者之一。



托马斯·杨

人物介绍

托马斯·杨发现利用透明物质薄片同样可以观察到干涉现象，进而引导他对牛顿环进行深入的研究，他用自己创建的干涉原理解释了牛顿环的成因和薄膜上的色彩，第一个近似地测定了七种色的光的波长，从而完全确认了光是一种具有周期性的波动，为光的波动理论又找到了一个强有力的证据。托马斯·杨是波动光学的奠基者之一。



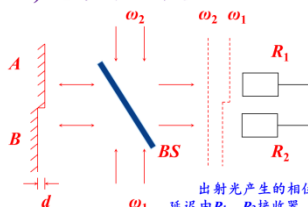
托马斯·杨

可见发现新现象、探究新问题一直是科学家们首要任务。

实验原理

2. 拍频现象的应用

2) 光学外差干涉法



光学外差技术既能发挥高频波的优势(例如采集被测量的精度)，又有利于用对低频波的检测技术。目前，各种类型的激光外差干涉仪广泛应用于精密测量长度和振动。可见工程技术的进步与发展离不开科学的指导，技术的创新必须建立在科学素养之上。

出射光产生的相位延迟由 R_1 、 R_2 接收器。

人物介绍

1948年，匈牙利物理学家丹尼斯·伽伯(Dennis Gabor 1900-1979)提出了一种记录光波振幅和相位的方法，随后用实验证实这一想法，即全息术，并制成世界上第1张全息图，并因此于1971年荣获诺贝尔物理学奖。



伽伯(Dennis Gabor)
1900-1979

全息术的发展也印证了设想、理论、实验的科学研究方法。

如何把育人思政融入到教学资源中去？（有形融入）

5. 教学指导书

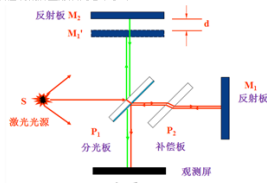
迈克尔逊干涉仪

[实验目的]

1. 掌握迈克尔逊干涉仪的调节方法并观察各种干涉图样。
2. 区别等倾干涉、等厚干涉和非定域干涉，测定 He-Ne 激光波长。

[实验原理]

利用分振幅法产生双光束实现干涉。点光源 S 经 M_2 反射和 M_1 通过像镜映射 M_1 反射后在观测屏上形成同心干涉环。



点光源 S 经反射后通过像镜映射可以在纵向位置上形成两个虚光源 S_1 、 S_2 ，空间中任一点 P 的光程差为：

$$\Delta = r_1 - r_2 = \begin{cases} k\lambda & \text{干涉相长 } k=0,1,2,\dots \\ (2k+1)\lambda/2 & \text{干涉相消 } k=0,1,2,\dots \end{cases}$$

当级次 k 确定时，P 点的运动轨迹为旋转双曲面，在垂直于 S_1 、 S_2 连线的平面上呈现同心圆的干涉图样。P 点的光程差为：

$$\Delta = 2d \cos i = k\lambda$$

迈克尔逊干涉仪

[实验目的]

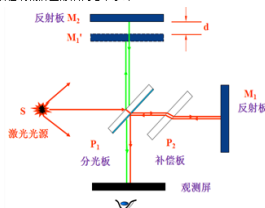
1. 掌握迈克尔逊干涉仪的调节方法并观察各种干涉图样。
2. 区别等倾干涉、等厚干涉和非定域干涉，测定 He-Ne 激光波长。

[实验历史]

1881 年，美国物理学家迈克尔逊和莫雷为研究“以太”漂移而设计制造出来了世界上第一台“迈克尔逊干涉仪”。1887 年，两位物理学家使用这种干涉仪进行了著名的迈克尔逊-莫雷实验，并证实了“以太”的不存在。这个与预期结果相反、貌似失败的实验，却为狭义相对论的基本假设提供了实验依据，充分体现了实事求是、一丝不苟的科学态度。

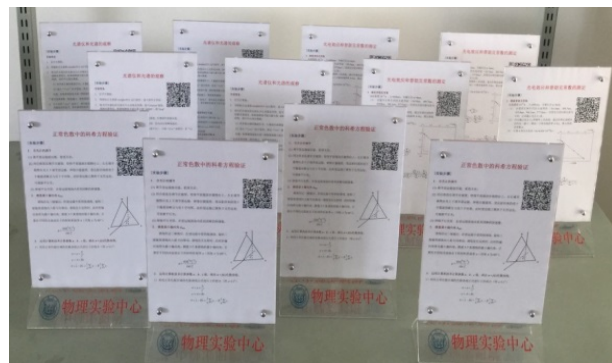
[实验原理]

利用分振幅法产生双光束实现干涉。点光源 S 经 M_2 反射和 M_1 通过像镜映射 M_2 反射后在观测屏上形成同心干涉环。



点光源 S 经反射后通过像镜映射可以在纵向位置上形成两个虚光源 S_1 、 S_2 ，空间中任一点 P 的光程差为：

…… 这个与预期结果相反、貌似失败的实验，却为狭义相对论的基本假设提供了实验依据，充分体现了实事求是、一丝不苟的科学态度。





3

融入的方法

如何把育人思政融入到教学资源中去？（有形融入）

6. 作业与试题

考查----“设计与讨论”（2018.12）。

姓名： 学号： 成绩： .

1. 在本学期中那些实验内容对你有所帮助？为什么？。
2. 在本学期中那些实验内容需要作调整？为什么？。
3. 利用做过实验的基本仪器，设计一项能够用于检测或测量某一个物理量实验方案，并叙述实验方法。。

考查----“设计与讨论”（2019.12）。

姓名： 学号： 成绩： .

1. 在学习《光学实验》课程后，结合实验内容，论述在哪几个方面对自身素养有所提高（如：学科体系、科学思维、探究创新、科学态度、人格特征等方面）？。
2. 设计一项能够用于检测或测量某一个物理量的创新实验方案，并叙述实验方法、实验过程和所使用的仪器设备。。
3. 哪一种实验方法能够在实际工程中得到运用？

1. 综合素养的提高表现在哪里？

2. 提出创新的实验方案。

3. 解决实际问题的实际能力。



如何把育人思政融入到教学资源中去？（有形融入）

7. 网站建设



光学实验学习网站



光学实验MOOC学习网站



如何把育人思政融入到教学内容中去？（无形融入）

1. 在介绍实验的历史背景和人物时，把科学精神融入其中。

科学精神：理性思维、批判质疑、勇于探究。

理性思维表现在哪里？

- 1) 崇尚真知，能理解和掌握基本的科学原理和方法；
- 2) 尊重事实和证据，有实证意识和严谨的求知态度；
- 3) 逻辑清晰，能运用科学的思维方式认识事物、解决问题、指导行为等。

三棱镜实验---柯西在推导过程中抓住了两项主要因素，并把电子的运动行为看作是类似于一个受阻尼的弹簧振子，再经过严格的数学推导形成了色散公式的表达形式，它揭示了产生色散的物理机理。这是一个完美的“假设+数学”的科学研究方法。

光电效应---由德国物理学家赫兹于1887年发现，对发展量子理论起了根本性作用，爱因斯坦因成功解释了光电效应而获得1921年诺贝尔物理学奖。这也是一个完美的“假设+实验”的科学研究方法。



如何把育人思政融入到教学内容中去？（无形融入）

1. 在介绍实验的历史背景和人物时，把科学精神融入其中。

批判质疑表现在哪里？

- 1) 具有问题意识；
- 2) 能独立思考、独立判断；
- 3) 思维缜密，能多角度、辩证地分析问题，做出选择和决定等。

光栅衍射（双缝衍射）---杨氏质疑光是粒子的学说，用叠加原理解释了干涉现象，在历史上第一次测定了光的波长。为光的波动学说的确立奠定了基础。

氢原子光谱---波尔原子理论。实验现象-理论假设-实验验证。

实践是检验真理的唯一标准。



如何把育人思政融入到教学内容中去？（无形融入）

1. 在介绍实验的历史背景和人物时，把科学精神融入其中。

勇于探究表现在哪里？

- 1) 具有好奇心和想象力；
- 2) 不畏困难，有坚持不懈的探索精神；
- 3) 大胆尝试，积极寻求有效的问题解决方法等。

照相技术、数码照相---从1826年的第一张照片（由法国人尼普斯拍摄）到1833年达盖尔发明了银版照相法（即“达盖尔照相术”。）到1839年泰伯特发明了用负片照相到1891年，利普曼拍摄了第一张彩色照片，到1950年伽柏(Dennis Gabor, 1900-1979)发明了全息照相术（1971年度诺贝尔物理学奖）到以后1969年后发明了彩色全息照相。20世纪末，现代电子技术的发展日新月异，一种新型的照相机—数码照相机问世了。一共经历了180年，照相机的发展史，从一个侧面反映了科学技术的发展离不开科学家们孜孜不倦的探索精神和工匠精神。



3

融入的方法

如何把育人思政融入到教学内容中去？（无形融入）

科学精神的培养：

大胆设想、小心求证。脚踏实地、严格认真、一丝不苟（X光的发现）



3

融入的方法

如何把育人思政融入到教学内容中去？（无形融入）

2. 在介绍仪器时，把探索精神融入其中。

从迈克尔逊干涉仪到法布里·伯罗干涉仪。

弗兰克·赫兹实验---原子能级的测量由光谱测量到电子电流的测量。实验方法的创新。

如何把育人思政融入到教学内容中去？（无形融入）

3. 介绍某个实验中的理论、方法、技术在实际中的应用。

全息照相---1) 二次曝光全息干涉计量法-测量透明材料的折射率。

2) 全息模压技术-商标、防伪。

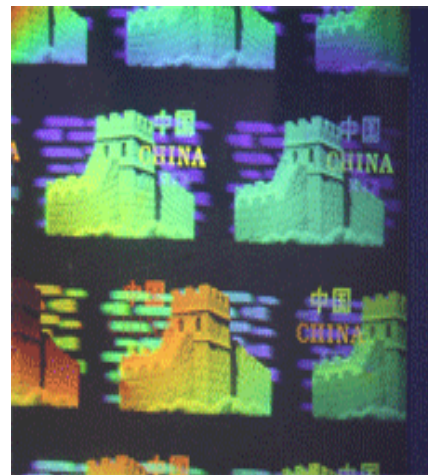
从下面看全息标签



2005年，诺基亚手机的原装电池上附有一张防伪全息图。



2007年，同济大学全息图。



1995年7月1日我国第二代身份证上的防伪标识。



如何把育人思政融入到教学内容中去？（无形融入）

3. 介绍某个实验中的理论、方法、技术在实际中的应用。

太阳能应用实验--- 1) 跳灯线路的设计（为白昼线路切换做准备）

2) 太阳能照明系统和储能系统的设计

3) 太阳能板跟踪系统的设计

LED发光光谱测量---1) LED伏安特性与发光特性测试（基础型）

2) 不同电流下的LED发光光谱测定（基础型）

3) 多种LED发光光谱测量（基础型）

4) LED光照度与结温测量（研究型）

5) LED灯光照度强分布及组灯的设计（应用型）

6) 用于照明的LEDDIALux软件的使用和研究（技术型）

实用型人才的培养。

如何把育人思政融入到教学内容中去？（无形融入）

4. 把教学科研成果融入到教学中，提供案例式教学。

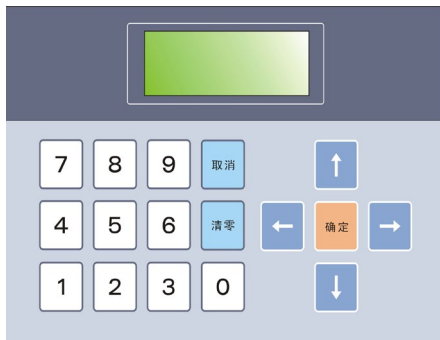
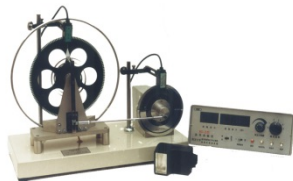
同济大学研制的实验项目---扭摆法测量物体转动惯量、气体的比热容比的测量、波尔共振仪等。



是否可以实
现数据的
自动采集？



是否可以实
现测量数据
的监控？



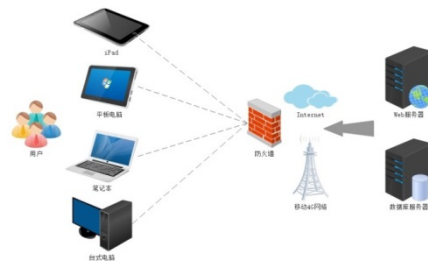
把新的实验技术介绍给
学生，有利于实用型人才的
培养。

网络型实验面板图

如何把育人思政融入到教学内容中去？（无形融入）

4. 把教学科研成果融入到教学中，提供案例式教学。

同济大学研制的远程控制实验和虚拟实验项目---金属丝的杨氏模量的测量、牛顿环实验等等。



这些实验并非让学生去做，而是在讲解这些实验时顺便提出，使学生产生好奇。有利于实用型人才的培养。



磁力线圈



PSD位移数字采集系统



《光学实验》课程中的思政图谱

实验内容	讲解内容	作用	思政内容
绪论	动手能力、分析能力 进位法则	素质培养 科学性	科学精神 理论上的严谨性
迈克耳逊实验	测量光速	理论与实验不同	科学精神
X光实验	伦琴发现X射线	不少科学家已发现过类似伦琴所见到的异常现象	工匠精神
显微镜实验	小孔成像原理望远镜介绍	《墨经》中的光学：墨子和他的学生做了世界上最早的“小孔成像”实验，并对实验结果做出了精辟的见解。	爱国主义
太阳能应用实验	太阳能的发展与应用	天眼 节能环保 照明、节能环保	科学发展观
LED实验	光谱特性、照明系统	“国家半导体照明工程”中国2013年成为世界最大的太阳能发电市场，年均复合增长率为 21.96%。	科学发展观
光谱实验	光纤传输	经过高锟的不懈努力，制造出世界上第一根用石英玻璃制成的光导纤维，使得科学界震惊不已。	民族精神
设计与讨论	考试	设计方案	创新精神
.....			



3

融入的方法

把育人思政融入到一堂课中（无形融入）

实验背景、人物介绍



实验内容的讲解



应用的讲解



实验操作的讲解



实验总结

科学的精神

科学实验方法
(替代、修正等)

创新思路

技能培养、
逻辑培养

归纳、演绎
培养



第三层次

第二层次

第一层次



有形融入 主要是教学资源建设工作。

1.教学资源建设是一项繁琐的、长期的工作，注意平时的积累。

2.掌握相关的教育技术：

1) 教育系统设计 (Design)：课程设计、教学策略等。

2) 计算机技术开发 (Development)：编程、图片制作、音视频制作等。

3) 媒体利用 (Using)：下载、链接等。

4) 资源与信息的管理 (Management)：图表、数据库等。

5) 评价 (Evaluation)：量表、SPSS、T检验、关联技术等。



无形融入 主要是教学策略、教学方法的提升。

- 1.参加相关会议，汲取同行的教学经验。
- 2.开展教学法研究，总结教学经验。

教学的理论依据

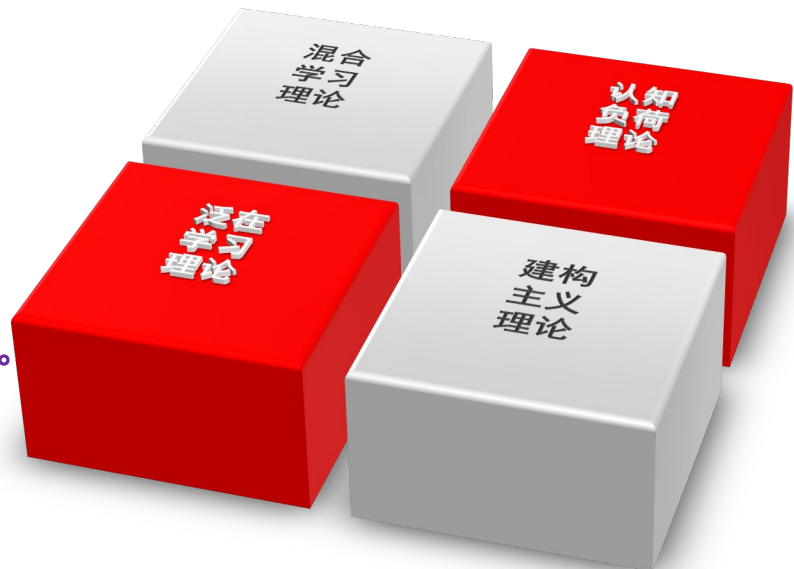
学思结合

孔子在教育上注重学思结合，他提出“学而不思则罔，思而不学则殆。”（《论语·为政》）只知道学习而不思考书中的奥义则会对知识感到迷茫，只知道思考而不进行学习的探索，这样也只会对知识更加疑惑不解。

教师要鼓励学生在学的过程中学思并重，二者缺一不可，这样学生方能真正理解知识的意义。

学做结合

杜威的教学理念是“做中学”，陶行知的教学理念是“教学做合一”，或“做中教，做中学”突出了做的重要性。





课程思政应具有亲和力和针对性，找准切合点，进行针对性的思政教育，才能易于被学生接受，才能真正实现**传授知识**和**价值引领**的有机结合，让思政教育的目的有机的结合到知识传授之中。

1. 教师要把握好每个实验的重点内容。

一些实验是理论上的建树—氢原子光谱中的波尔理论（讲故事）…

一些实验是实验方法的突破—弗兰克·赫兹实验（讲故事）…

一些实验是实验仪器的调节—迈克尔逊干涉仪（讲故事）；分光计实验…

……

2. 教师要激发学生的好奇心。

正像爱因斯坦说的那样：“我没有特别的天赋，只有强烈的好奇心。”
介绍实验技术的实际应用—全息技术；光学检测…

3. 教师要引导学生提问题。

鼓励学生提问题，对**任何问题**都要耐心解答。



4.教师要全面掌握STEM的教学方法。

在教学中采用**STEM**的教学方法：提高科学素养，即运用科学知识理解自然界的发展规律（**Science**）；培养技术素养，即使用自然规律、原理参与影响自然界的过程（**Technology**）；提高工程素养，即理解和掌握技术工程设计与开发的过程（**Engineering**）；提升数学素养，即学生发现、表达、解释和解决多种情境下的数学问题的能力（**Mathematics**）。

采用**STEM**的教学方法能使学生拓展视野、增长见识，重要的是能够提升学生跨学科的学习能力和培养创新型人才。

物理实验课程内容具有很强的思想性和方法性，蕴含着朴素又深刻的辩证唯物主义思想，物理实验过程很多是人类物理知识获得过程的浓缩再现过程，它在培养学生科学素养、创新能力等方面具有明显优势[2]。

物理实验课程的思政教育的素材很多，灵活多样地进行思政教育方式易于让学生接受，才能起到润物细无声的育人作用。

Thank You



请各位老师指导！

