



武汉大学
Wuhan University

物理国家级实验教学示范中心
National Demonstration Center for Experimental Physics Education

虚实结合--近代物理实验教学改革与实践

吴奕初

武汉大学物理实验中心

2022. 8. 12

第十一届全国高等学校物理实验教学研讨会
， 2022年8月10-14日， 福建， 厦门大学



提纲

- 中心概况
- 近代教学问题及解决方法
- 近代物理实验多层次教学体系
- 诺贝尔奖物理实验教学平台
- 高危核物理实验教学平台
- 建设成果及应用效果

中心概况

中心发展历程

- 1932年：著名物理学家**查谦教授**始建，国内最早开设物理实验的学校之一。
- 1998年：物理实验室已具有相当的规模，普物、近代、专业实验相对独立。
- 2006年：获批湖北省实验教学示范中心建设单位
- 2007年：获批物理国家级实验教学示范中心建设单位
- 2013年：以优异的成绩通过验收为国家级物理实验教学示范中心
- 2020年：《康普顿散射虚拟仿真实验》课程被认定为首批“**国家级一流本科课程**”

中心概况

中心承担全校理、工、医及部分文科本科生的物理实验教学任务

覆盖院系：20多个院系，40多个专业

教学人数：4000多名本科生/年

年工作量：21万多人时数/年

实现了实验仪器设备和教师等教学资源最大的效益

中心概况

中心现有使用面积3800多m²；设备数量3177台套；设备价值3166多万。2016-2022年间依托教育部修购计划及双一流运行经费的支持，更新仪器设备1437台套，价值1500多万。新增实验项目30多项。

力热实验室



光学实验室



电学实验室



近代物理实验室



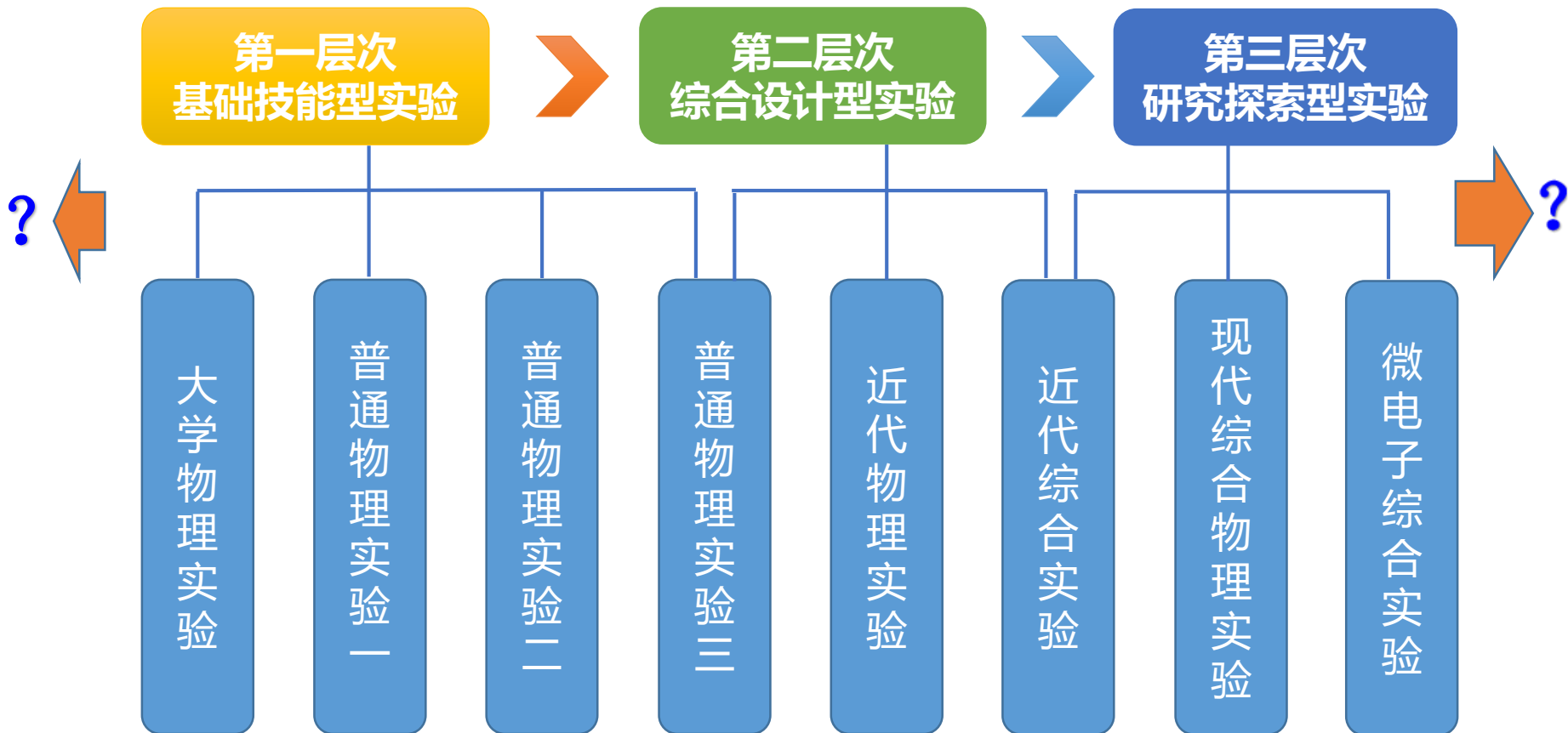
中心概况

示范中心年度统计数据

内容	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
设备总值（万元）	1734	2023	2136	1947	3166
设备台数（台）	3783	3557	3347	3533	3177
所在学校年度经费投入（万元）	362	530	230	215	40
实验项目资源总数（个）	164	186	186	191	195
学生获奖人数（人）	33	38	24	42	
学生发表论文数（篇）	4	15	4	6	
教学改革及实验技术项目总数	9（新增省级1项， 校级2项）	10项（新增5项）	11项（新增省级1 项，校级3项）	14项（新增国家 级1项，校级4项 ）	20项（新增省级3项 ，校级6项）
发表教学论文	8	7	6	6	
本年度人员总数	40	42	50	49	50
虚拟仿真实验教学项目（项）	1	16	36	37	40
仪器设备的研制和改装总数	2	3	2	3	3
参加示范中心联席会活动人次数（人次）	4	4	4	4	
承办大型会议及竞赛次数（次）	1次会议、3次竞赛	2次竞赛	2次竞赛	1次会议	
参加大型会议次数（次）	12	15	40	30	

中心现状

实验教学体系的发展和完善



中心现状

实验教学平台的发展和完善

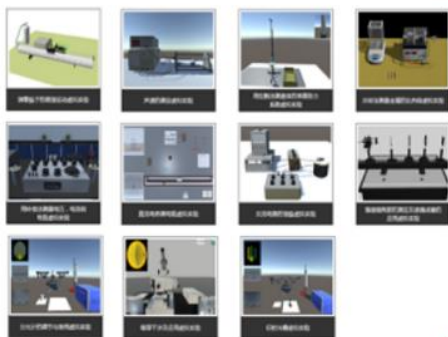


诺贝尔奖物理实验平台



高危核物理实验平台

虚实融合
物理实验教学平台



大学物理实验平台



自主开放实验平台



近代物理实验教学的问题

- 近代物理实验是搭建**实验教学与科研之间的桥梁**，仪器设计先进，技术含量高、原理复杂，价格昂贵，部分实验涉及高危环境等，实验教学中存在以下问题：
 1. 现代物理学新原理、新技术及新方法不断涌现，如何将最新科研成果快速转化为近代物理实验教学内容，**如何更好培养拔尖人才**？
 2. 近代物理领域几乎涵盖所有诺贝尔物理奖实验相关内容，能开设实验内容少，仪器台套数少，开课形式单一，如何开设课程让更多**“非物理专业”**学生受益？
 3. **高危核物理实验**存在放射源使用等难题，许多普通高校因没有放射源使用资质而**停止核物理实验**，急需找到解决问题的办法。



解决问题的方法

1. 虚实结合、科教融合和校企联合开出特色系列实验，培养学生跨学科、跨专业的综合能力。发展和完善了“虚实结合”的近代物理实验多层次教学体系。
2. 研制并开发了“诺贝尔虚拟仿真实验系统”，构建虚实交融诺贝尔奖物理实验平台，完善了《诺贝尔奖物理实验》通识课体系，初步建成“物理类实验通识课群”，拓宽了近代物理实验的受益面。
3. 构建了“高危核物理虚实结合实验教学平台”、解决了传统核物理实验的放射源的使用难题，为全国普通高校开设核物理实验提供新的解决方案。



近代物理实验多层次教学体系

- 开出微波与磁共振、核探测技术及应用等特色实验，为不同专业、不同层次学生开设**10门课程**。
- 开展**校际合作、开放共享**。推进线上教学方式，跨校选做虚拟仿真实验。
- **丰富第二课堂**，学生参与竞赛及开展科普教育，加强综合能力培养。



开设课程目录

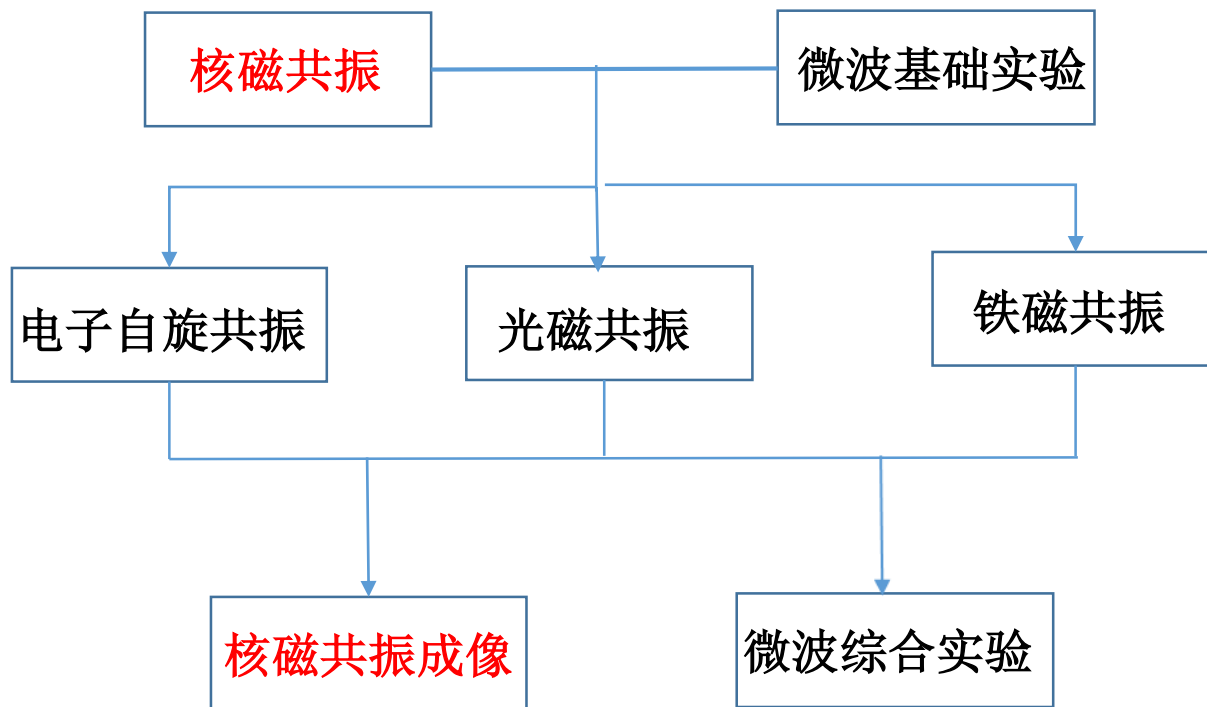
10门本科生、研究生课程

序号	课程名称	课程类型	学时/学分	授课对象
1	近代物理实验	专业必修	96/4	本科生
2	实验物理 IV	专业必修	48/2	本科生（弘毅学堂）
3	近代物理实验	专业选修	24/1	本科生（微电子）
4	综合实验	专业必修	24/1	本科生
5	实验物理 V	专业必修	24/1	本科生（弘毅学堂）
6	科研训练	专业选修	96/4	本科生
7	核技术综合实验	专业选修	24/1	本科生（核能工程）
8	人类生存发展与核科学	通识教育选修	32/2	本科生
9	诺贝尔奖物理实验	通识教育选修	48/2	本科生
10	核能与核工程概论	选修课	32/2	研究生



微波与磁共振系列实验

(综合实验、特色实验或专题实验)



- 一门综合性、技术性和设计性较强的课程。该课程主要学习如何用实验方法研究物理现象和规律，丰富和活跃学生的物理思想，培养学生敏锐的观察能力，分析、归纳和综合能力，并具备一定的独立工作能力和科学研究能力。

诺贝尔奖物理实验教学平台

建设思路

- 著名诺贝尔奖实验与现代技术相结合，利用多媒体、现代网络信息化实验教学资源和研制开发虚拟仿真实验教学软件，结合诺贝尔奖物理实验的实际测量和实际物理实验的功能模拟，构建虚实交融的诺贝尔奖物理实验教学平台。
- 让学生重温科学巨匠的经典实验，解剖和构建实验仪器，了解实验装置的设计原理，培养学生的科学思维方法、科学素质和科学实验综合能力。

课程建设



实验室建设

实验平台建设（网站）

- 重要历史人物与事件（如X射线与诺贝尔奖、核磁共振与诺贝尔奖、卢瑟福与诺贝尔奖、爱因斯坦与诺贝尔奖，超导与诺贝尔奖及中国科学家的诺奖之路，获奖科学家简介等）
- 实物实验项目简介
- 诺贝尔奖物理实验**虚拟仿真实验平台**
- 《诺贝尔奖物理实验》通识课教学平台（包括实验室环境布置、课程目标设计、教学大纲修订、教案课件编写各方面，以及课堂授课、教学研讨、实验操作、实验报告各环节。）
- 实验空间-国家虚拟仿真实验教学平台（衔接，含引力波的产生及**谭康普顿散射作为一个典型案例**）
- 《诺贝尔奖物理实验》教材“线上”资源、多媒体课件、录像和视频等
- 互动交流平台
- 其他

实验平台建设 (网站)



超导与诺贝尔奖

与超导相关诺贝尔获得者的贡献

- ▶ 1913年, 荷兰实验物理学家昂尼斯(1853-1926), 发现低温条件下的某些金属有超导现象。
- ▶ 1972年, 巴丁(1908-1991)、库珀(1930-)和施里弗(1931-), 发现称为BCS理论的超导理论。
- ▶ 1973年, 加塔沃(1929-)发现超导体中的隧道贯穿, 约瑟夫森(1940-)从理论上预言了通过隧道阻挡层的超电流的性质, 特别是被称为“约瑟夫森效应”的实验现象。
- ▶ 1987年, 柏塔兹(1950-)和缪勒(1927-), 发现钡铜氧系统中的高 T_c 超导电性。
- ▶ 2003年, 阿布里科索夫(1928-2017)和金茨堡(1916-2009)因他们在超导领域中作出的开创性贡献。

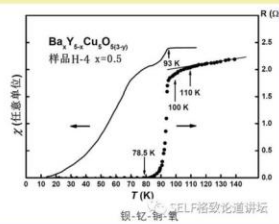


ALFRED NOBEL
Nobel



中国科学家的贡献

◆ 中国科学院物理研究所的赵忠贤院士、美国休斯顿大学的朱经武教授以及台湾中央研究院院长吴茂昆。他们发现钇钡铜氧超导体, 与钡铜氧只差了一个元素, 换了一个元素之后, 这个材料的 T_c 奇迹般地变成93K。



◆ 赵忠贤院士是我国高温超导研究主要的倡导者、推动者和践行者, 为高温超导研究在中国扎根并跻身国际前列做出了重要贡献, 是我国高温超导研究的奠基人之一, 也是新中国培养的科学家们的杰出代表之一。荣获2016年度国家最高科学技术奖。他除了独立发现液氮温区高温超导体以外, 另一个主要贡献是发现系列50K以上铁基高温超导体并创造55K纪录。



赵忠贤

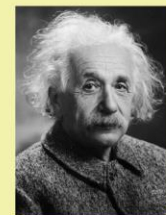
武汉大学物理实验教学中心



爱因斯坦与诺贝尔奖

生平简介

阿尔伯特·爱因斯坦(1879.3.14-1955.4.18), 犹太裔物理学家。他于1879年出生于德国乌尔姆市的一个犹太人家庭(父母均为犹太人), 1900年毕业于苏黎世联邦理工学院, 入瑞士国籍。1905年, 获苏黎世大学哲学博士学位, 爱因斯坦提出光子假设, 成功解释了光电效应, 因此获得1921年诺贝尔物理学奖, 同年, 创立狭义相对论。1915年创立广义相对论。



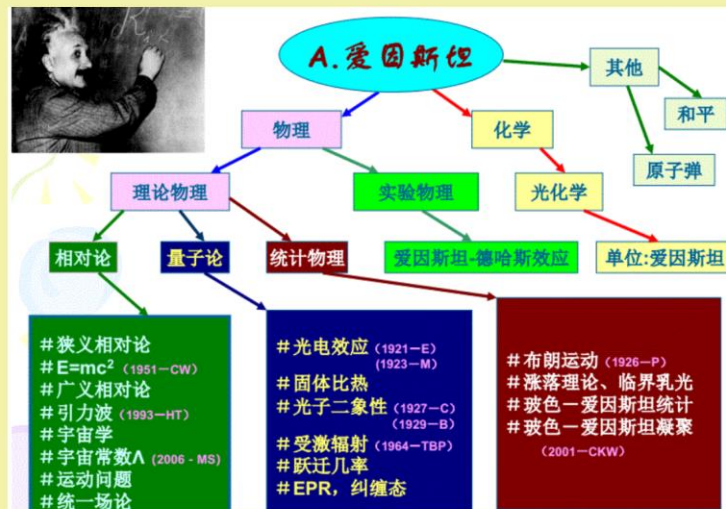
爱因斯坦

爱因斯坦为核能开发奠定了理论基础, 在现代科学技术和他的深刻影响下于广泛应用等方面开创了现代科学新纪元, 被公认为是继伽利略、牛顿以来最伟大的物理学家。

ALFRED NOBEL
Nobel



科学成就



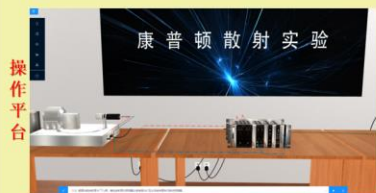
武汉大学物理实验教学中心



首批国家级 一流本科课程 康普顿散射虚拟仿真实验

课程简介

本课程基于对传统高危险康普顿散射实验（诺贝尔奖实验），采用虚拟放射源和数字化多道等技术开发了3D仿真实验，涵盖： γ 能谱的测量及分析，不同能量 γ 射线的吸收，以及康普顿散射的验证。不仅解决了放射源辐射安全难题，且利用虚拟放射源不受放射源种类和强度的限制，引入符合测量技术，拓展了传统实验教学内容的广度和深度。通过本实验，学生可以快速全面地熟悉基本的核电子学设备，掌握其实验原理、过程以及数据处理方法。



操作平台



教学过程



实验空间网址: <http://www.ilab-x.com/details/v4?id=4318&isView=true>

教学效果

通过虚拟再现传统诺贝尔奖物理实验-康普顿散射的所有实验环节，为虚实结合实验与真实核物理实验的学习提供重要的练习与辅助工具。学生除了学习核物理基本实验技能外，还可了解天然放射性无处不在、无时不有的本质，避免“谈核色变”现象，立德树人，树立正确的核科学观。



应用情况

本实验在线上教学中发挥了重要作用，已被中国科学技术大学、华中师范大学等23所高校学生选做，至今参与人次已超过3.1万，受到师生一致好评，实现了优质资源共享。该课程2020年被认定为首批国家级虚拟仿真实验教学一流本科课程，被湖北电视台教育频道《楚天经纬》等媒体专题报道。



武汉大学物理科学与技术学院课程获得“首批国家级一流本科课程”

武汉大学物理实验教学中心



诺贝尔奖 物理实验

引力波虚拟仿真实验

引力波的发现



巴里·巴里什
Barry C. Barish

基普·索恩
Kip S. Thorne

雷纳·韦斯
Rainer Weiss

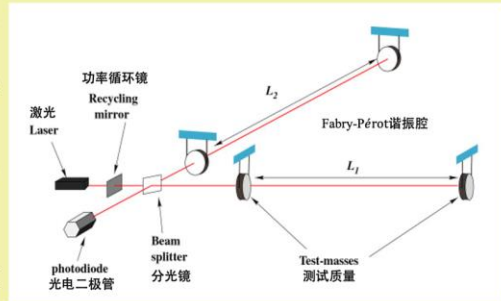
1915年，爱因斯坦创立了广义相对论，并在次年首次预言了引力波的存在。2015年9月14日，人类首次探测到由双黑洞并合产生的第一例引力波事件。巴里·巴里什、基普·索恩和雷纳·韦斯因对引力波探测作出重大贡献，荣获了2017年诺贝尔物理学奖。

ALFRED NOBEL
Nobel



原理简介

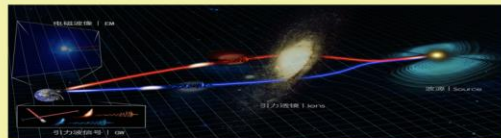
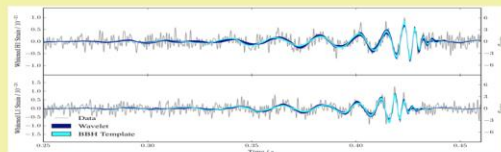
迈克尔孙干涉仪通过激光检测两条“臂”的长度变化来探测引力波。正常情况下，分光镜将激光分为两束，分别射入两条4公里长的“臂”，两道光波会原路返回，彼此干涉相消；当引力波扫过仪器时，一条“臂”会被拉伸而另一条“臂”会被压缩，那么两束激光走过的距离不同，相位发生改变，彼此不会相互抵消，从而被探测器所探测到。



迈克尔孙干涉仪原理图

实验内容

- ◆ 了解广义相对论的应用条件，根据引力波强度公式，估算双星绕转的引力波振幅。
- ◆ 掌握匹配滤波法来搜寻引力波和画出探测器灵敏度曲线，产生模拟的引力波数据，输入探测器位置，估算波源的最大距离。



- ◆ 引力波天文学前沿：
透镜化引力波电磁波系统

引力波虚拟仿真实验：
<https://xfsy.whu.edu.cn/website/resources/detail.action?id=b5647981-57e1-4eff-a492-aceb244dab8b>



武汉大学物理实验教学中心



网上资源利用（物理类）

2020年获批（15门）

2021年申报

序号	课程名称	课程负责人	课程团队其他主要成员	主要建设单位	所属专业类
8	基于 AFM 的物质表面微观结构及力学性质表征仿真实验	李英姿	钱建强、陈彦、董国波、李华	北京航空航天大学	物理学类
26	页岩气物理吸附解吸虚拟仿真实验	邵长金	刘坚、杨东杰、杨振清、周广刚	中国石油大学（北京）	物理学类
48	相干原子的极化特性分析虚拟仿真实验	周海涛	李保春、杨保东、赵法刚、马杰	山西大学	物理学类
55	工业化单晶硅太阳能电池制备工艺优化虚拟仿真实验	官箭	樊国梁、王延来、李天天、刘瑞建	内蒙古大学	物理学类
62	聚焦离子束系统虚拟仿真实验	张映辉	张朋波、刘开颖、陈宝玖、付姚	大连海事大学	物理学类
65	电的产生与传输原理虚拟仿真实验	张汉壮	康智慧、迟晓春、张涵、王英惠	吉林大学	物理学类
67	超高压物理实验技术虚拟仿真实验	张勇	贾洪声、刘惠莲、鄂元龙、杨景海	吉林师范大学	物理学类
138	影响太阳能电池输出功率变化因素的探究虚拟仿真实验	庄国策	尤源、李俊生、陈杰、戴建国	盐城师范学院	物理学类
183	X 射线衍射及结构相变原位表征虚拟仿真实验项目	陈水源	郑勇平、黄志高、姚胡蓉、冯卓宏	福建师范大学	物理学类
223	康普顿散射虚拟仿真实验	吴奕初	刘海林、杨智慧、王晓峰、陈志权	武汉大学	物理学类
242	低温强场下材料的磁性测试与结构表征虚拟仿真实验	徐富新	杨兵初、李幼真、谢定、孔德明	中南大学	物理学类
259	中子反射法测薄膜磁矩——领略国之重器魅力	杨中民	马佳洪、叶晓靖、朱涛、陈武喝	华南理工大学	物理学类
277	原子核衰变放射强度测量及物质吸收虚拟仿真实验	刘安平	韩忠、何光宏、杨东杰、张选梅	重庆大学	物理学类
292	强磁性物质对外加磁场响应行为的测试分析虚拟仿真实验	贾利军	蒋晓娜、陈万军、孙科、邬传健	电子科技大学	物理学类
305	光学扳手——光的轨道角动量探秘	张沛	高博、刘瑞丰、童童、翟立朋	西安交通大学	物理学类

1. 原子气体玻色爱因斯坦凝聚体虚拟仿真实验，华南师范大学 颜辉
2. 光镊原理及应用虚拟仿真实验，哈尔滨工程大学 刘志海
3. X射线衍射材料物相分析虚拟仿真实验，河北师范大学白彦魁
4. 拉曼光谱及宝石检测仿真实验，湖南文理学院 郭杰荣
5. 穆斯堡尔效应虚拟仿真实验，吉林师范大学 刘惠莲
6. 量子保密通信虚拟仿真实验，华中师范大学 吴青林

实验平台建设（网站）

《诺贝尔奖物理实验》通识课管理平台

1. 符合武汉大学通识课和**课程思政**要求
2. 虚拟仿真软件包括实验预习、模拟实验操作、成绩自评等
3. 实物实验报告上传
4. 包含虚拟仿真实验成绩和实物实验成绩管理，系统提供智能指导、自动批改和人工批改相结合、成绩自动分析汇总。
5. 学校规定其他要求

通识课程及教材建设

课程简介

- 本课程采用理论与实验、虚拟与现实、线上与线下相结合的虚实交融“混合式”教学模式。理论教学主要介绍诺贝尔物理奖获奖情况以及科学成果的意义和价值，同时也介绍获奖者的生平业绩，说明他们的创造性活动与思想源泉、执著追求和献身科学的精神。
- 实验教学由学生根据自己的专业需要及个人兴趣，选择其中的6-8个实体项目，以及1-2个虚拟仿真实验项目，学生可以真实的感受到物理实验的设计之美，窥探诺贝尔奖的奥秘，拉近与诺奖的距离，拓宽科学视野。

通识课程及教材建设

实验项目

1. X射线实验 (1901)
2. 塞曼效应 (1902)
3. 电子荷质比实验 (1906)
4. 迈克尔逊干涉 (1907)
5. 黑体辐射实验 (1911)
6. 光电效应 (1921)
7. 氢原子光谱 (1922)
8. 密立根油滴实验 (1923)
9. 夫兰克-赫兹实验 (1925)
10. 康普顿散射 (1927)
11. 激光拉曼光谱 (1930)
12. 正电子寿命测量 (1936)
13. 核磁共振 (1952)
14. 光泵磁共振 (1966)
15. 全息照相 (1971)
16. 高温超导现象 (1987)
17. 巨磁电阻 (2007)
18. 光纤传输技术 (2009)
19. CCD综合特性实验 (2009)
20. LED 综合特性实验 (2014)

通识课程及教材建设

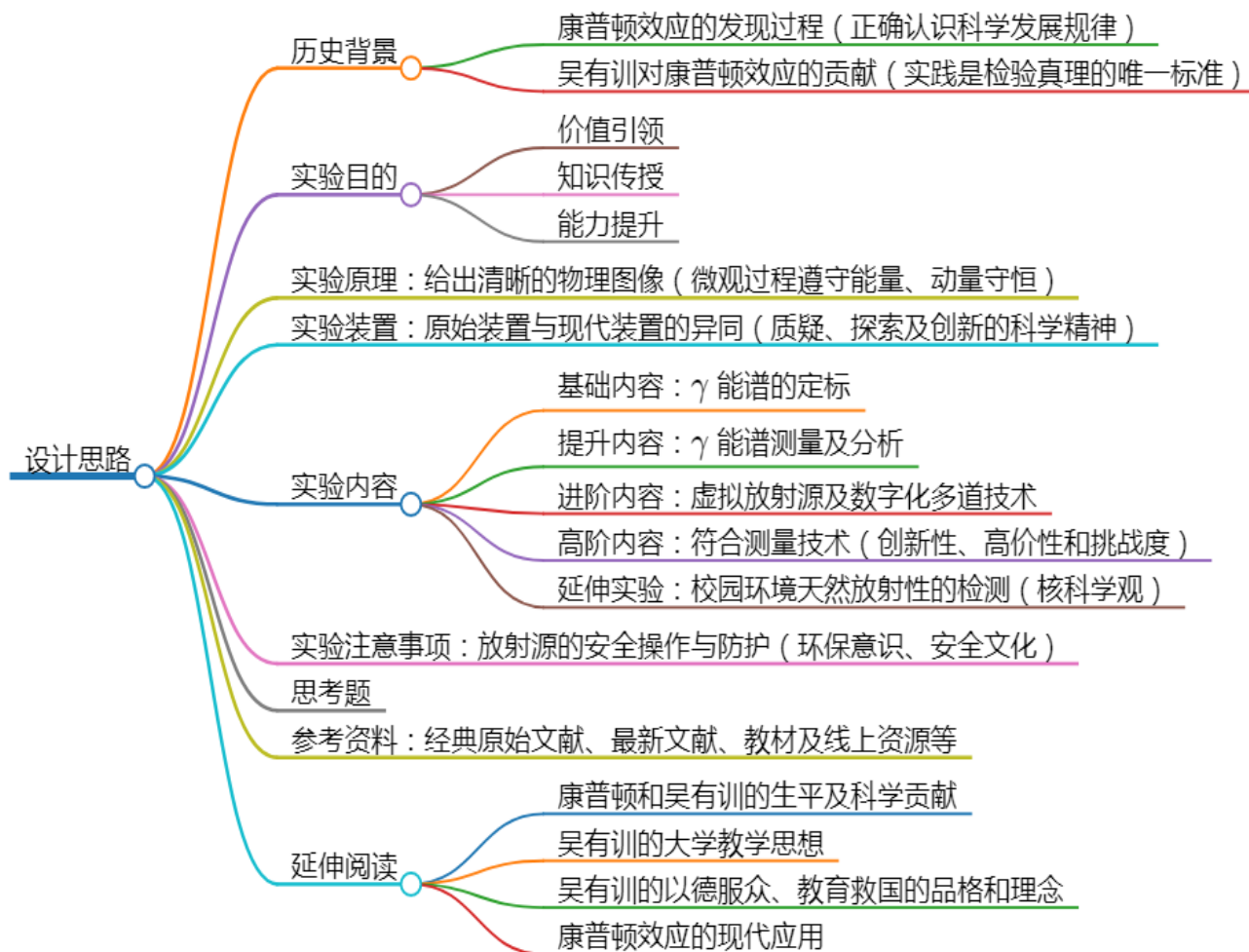
实验项目编写提纲

- 一. **历史背景**：（科学素养，中国科学家的贡献和**课程思政**，在介绍实验的历史背景和人物时，把科学精神融入其中。）
- 二. **实验目的**：（**涵盖价值引领、知识传授及能力提升三个方面**）
- 三. **实验原理**：（给出清晰的物理图像，但尽量避免繁杂的数学公式推导及高深的理论）
- 四. **实验装置**：介绍仪器时，把**探索精神**融入其中。
- 五. **实验内容**：（可考虑分基础内容和提高内容两部分，供不同学科、不同专业、不同层次的学生选修）
- 六. **实验注意事项**
- 七. **思考题**
- 八. **参考文献**：（引用**经典原始文献及本实验相关最新文献**）
- 九. **延伸阅读**：（通俗易懂，包括**诺奖获得者生平简介；现代应用等**）
- 十. **附录**



实验项目标准化、课程思政&两性一度（优秀案例）

实验项目名称：康普顿散射实验



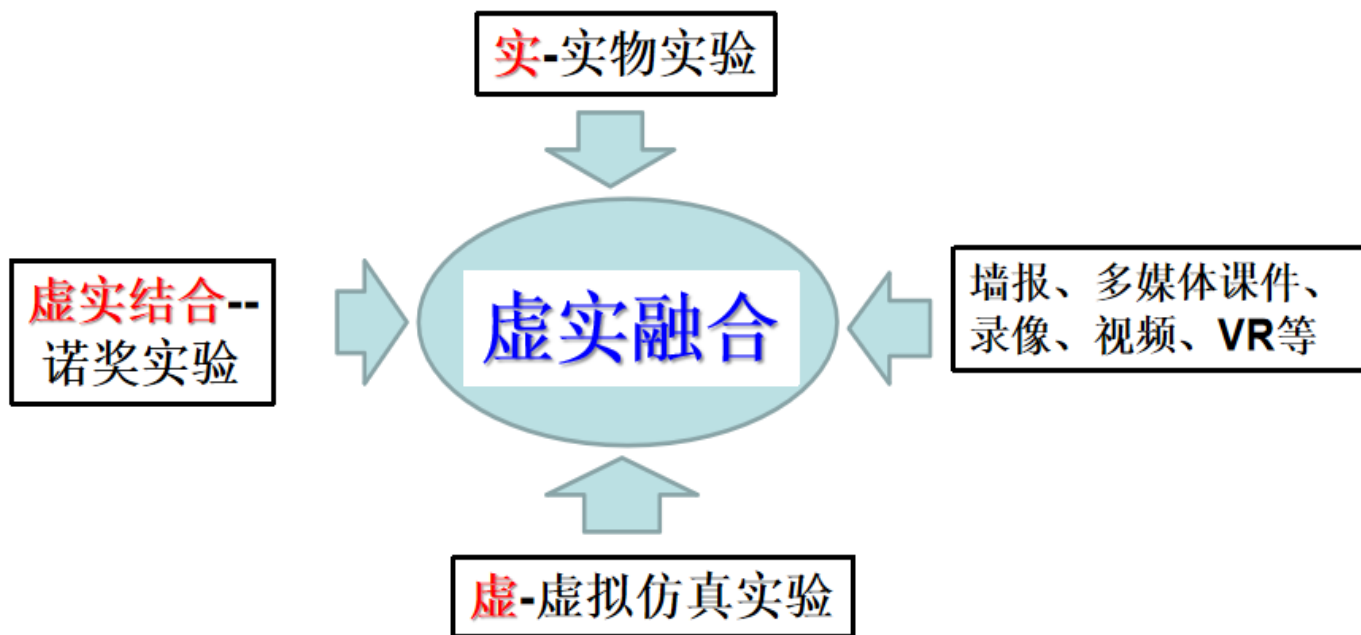
通识课程及教材建设

课程特色

- **课程思政元素**与实验教学过程有机融合，让学生了解做学问、做实验及先学会如何做人，立德树人，树立正确的人生观、价值观和世界观。
- 突出通识教育教学理念，培养学生健全的人格以及科学的思维方式，提升学生的学习能力，更好的促进学生的“成人”教育。
- **虚拟仿真实验引入教学**，学生可方便作为课前预习及课后复习，特别如遇到特殊情况（如新冠疫情）无法完成实体实验，可网上完成虚拟仿真实验。



诺贝尔奖物理实验教学示范平台



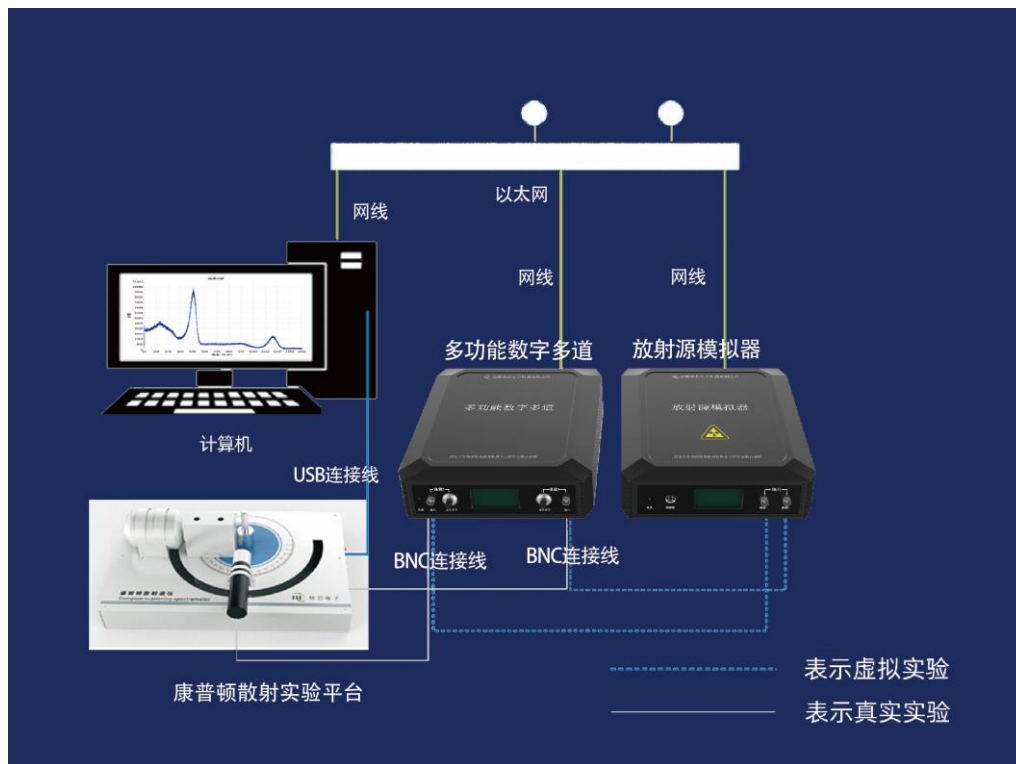
- 《诺贝尔奖物理实验》：示范实验课程，做到实验、课程及教材一体化，与信息技术深度融合，线下（近代实验），线上线下混合（通识课），线上、虚拟仿真（综合实验或特色实验）。
- 康普顿散射实验：课程思政典型实验案例，“以点带面”协同发展。
- 参与大学物理实验课程虚拟教研室建设（李金环），校际合作、开放共享、示范辐射及科普教育。



虚实结合核物理综合实验系统

本综合实验系统是为解决高危核物理教学实验安全难题而发展的一种虚实结合的近代核物理教学实验仪器。本系统采用虚拟仿真、虚拟放射源等技术结合多功能数字多道，既可以使用虚拟的核脉冲信号，又可以使用真实探测器开展一系列无源的核物理教学实验，还配有虚拟仿真实验软件辅助教学。

1. 可开设12个虚实结合核物理实验。
2. 配有一一对应虚拟仿真实验辅助教学软件。
3. 开出“无放射源”的核物理实验-校园环境天然放射性的检测与评价，真正做到“虚实结合”。





主要性能及特色

1. 教学性

- **理论与实践结合**：实验教学与物理理论及物理学史结合：实验—理论—新的实验—新的理论或理论修正为线索，向学生揭示了微观物理的研究历程以及微观世界的物理规律（**课程思政**）。
- **实验通用平台**：将传统的实体实验高危的射线探测部分虚拟化，根据不同专业学生的需要，可以选取不同的实验方法并对仪器虚实重构，可虚实对比完成 实验内容，教学内容丰富，时间灵活可控。
- **物理图像直观化**：使用真实实验采集的数据和蒙特卡洛模拟数据结合，克服了由于实验仪器分辨率或测量精度限制导致无法观察到的物理现象或细节，有助于学生深入分析实验结果，了解实验现象背后的物理本质。另外，仪器增加每个实验项目演示功能，让学生更直观理解微观世界的物理原理。



主要性能及特色

2. 创新性

- **突破实验条件局限**：虚拟放射源替代真实放射源，解决了放射源的使用和管理过程中的安全难题。
- **突破时空限制**：引入当今实验领域先进的可重构理念和技术，利用虚拟放射源不受种类和强度限制的优势，有效拓展核物理实验教学内容的广度和深度，延伸实验教学时间和空间。
- **虚实结合**：系统专门配置了真实探测器，可通过开设“无放射源”的核物理实验，切身体念虚拟探测器完全可以替代真实探测器实现所有功能，达到核物理实验教学目标和要求。



主要性能及特色

3. 实用性

- **新的解决方案**：“无源”的核物理实验，无需办理放射源许可证，为全国普通高校（没有放射源和射线装置使用资质的学校）开设核物理实验提供新的解决方案。
- **高性价比**：一套系统可以完成多个实验项目，同时提供配套一一对应虚拟仿真软件辅助教学，精简了教学设备，在有效降低成本的同时，提高了教学质量。
- **拓展性好**：可开设由于放射源和射线装置限制无法正常开设的创新教学实验，系统拓展性较好。



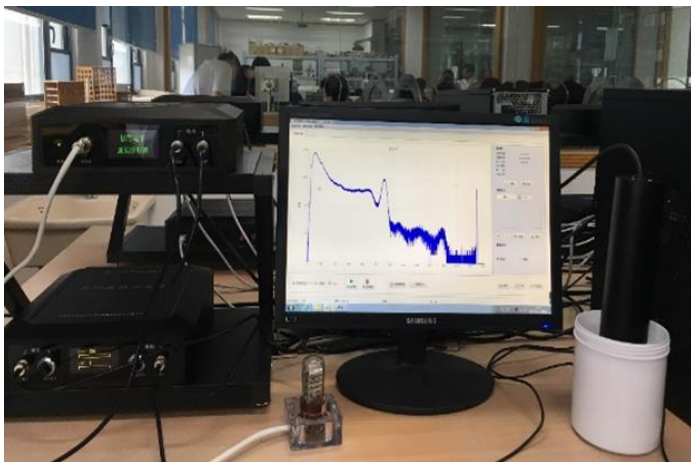
主要性能及特色

4. 先进性

- **技术先进**：采用多功能数字化多道替代传统的多套核电子学插件。
- **功能齐全**：采用双通道**设计**，可以实现符合、反符合等复杂的信号输出及分析。
- **科教融合**：系统采用开放式平台设计，可以将最新科研成果，快速转化为教学实验项目。



做实验照片





主要建设成果

- 《康普顿散射实验》入选《大学物理课程思政教学指南》。
- 《康普顿散射虚拟仿真实验》2020年被认定为**首批国家级虚拟仿真实验教学一流课程**。
- “虚实结合核物理综合实验系统”，全国高校教师教学创新大赛——第六届全国高校教师自制实验教学仪器设备创新大赛（2021年5月），**三等奖**。
- 中心教师团队组织学生参与物理实验相关的教学研究和竞赛各项活动并取得优异成绩。2017以来获省级以上奖项71项，其中**一等奖21项，二等奖16项，三等奖34项**。



主要建设成果

- 物理实验教学中心获批2021年湖北高校省级优秀基层教学组织。
- 虚实结合—近代物理实验教学改革与实践，2021年武汉大学教学成果奖二等奖。获奖人员：吴奕初，刘海林，杨智慧，王晓峰，乔豪学。
- 学校组织学院（系）实验中心综合效益评估现场考核中，实验中心2015-2016，2017-2018及2019-2020年度连续3次考核均获评A类。
- “物理国家级实验教学示范中心”教学团队获武汉大学2022年度“杰出教学贡献校长奖”。



获批教学改革项目

国家级：

1. 康普顿散射实验—课程思政案例，2021年高等学校课程思政典型案例研究项目，2021-2022。吴奕初等
2. 集成电路全流程工程实践——全流程数字芯片系统设计和签核，2020年产学研合作协同育人项目，江先阳，教高司函[2021]3号。
3. 《大学物理实验》课程线上线下混合教学协同育人，2021年产学研合作协同育人项目，吴恒毅，教高司函202102569022

省级：

1. 构建公共物理实验教学平台，完善实验课程体系建设，2020年度“湖北省高等学校省级教学研究项目，吴奕初，鄂教高函[2021]10号。
2. 《诺贝尔奖物理实验》通识课“混合式”教学改革与实践，2020年度“湖北省高等学校省级教学研究项目，杨智慧，鄂教高函[2021]10号。
3. 基于开源EDA软件的微电子理论、实验课程教学探索，2020年度“湖北省高等学校省级教学研究项目，王豪，鄂教高函[2021]10号。
4. 大学物理课程建设与质量提升研究，沈黄晋，2020年度“湖北省高等学校省级教学研究项目，鄂教高函[2021]10号。

（四个省级项目同时获批，创历史最佳）



教学改革项目研究进展

康普顿散射实验，教育部课程思政研究项目

大学物理课程思政案评选结果

序号	案例名称	学校	模块	等级
1	刚体绕定轴转动的角动量定理和角动量守恒定律	中国矿业大学	力学	A+
2	课程质量与课程思政相得益彰： 以“大学物理A：力学”之“变质量系统”为例	复旦大学	力学	A+
3	卡诺循环、卡诺定理及应用	西安交通大学	热学	A+
4	静电场中的导体	中国矿业大学	电磁学	A+
5	光栅衍射中的家国情怀	北京工业大学	光学	A+
6	狭义相对论动力学基础	哈尔滨工程大学	近代	A+
7	日心说vs地心说	北京师范大学	物理学史	A+
8	大学物理实验绪论课总体设计方案	中国科学技术大学	实验	A+
9	光泵磁共振实验和原子钟技术攻关	复旦大学	实验	A+
10	康普顿散射实验	武汉大学	实验	A+
11	测得精度最高的G值	华中科技大学	力学	A
12	受迫振动 共振	南京航空航天大学	力学	A

备注：

A+将纳入《大学物理课程思政教学指南》并上报教育部，同时纳入教指委的《课程思政案例库》并进行立项。

(共10项，理论课7项，实验课3项，本项目3项之一)

A将纳入教指委的《课程思政案例库》并进行立项。

A-将由教指委进行立项。



教学改革项目研究进展

1. 物理类实验通识课教学研究与实践，2018年获批省级教改项目，2020年5月结题**优秀通过验收**。（吴奕初）
2. 虚实结合的近代核物理实验教学研究与实践，2019年获批省级教改项目，2021年5月结题**优秀通过验收**。（刘海林）
3. 《诺贝尔奖物理实验》通识课“混合式”教学改革与实践，2020年度“湖北省高等学校省级教学研究项目，2022年3月结题**优秀通过验收**。（杨智慧）

（连续三个省级项目结题优秀通过验收，历史最佳）



教学改革项目研究进展

“物理类实验通识课群”的教学研究与实践，2020年高等学校教学研究项目

以实验为主：

1. 《诺贝尔奖物理实验》，2019年获批第二批“武大通识3.0”一般通识课建设项目，2019-2023。刘海林
2. 《物理演示实验》，2020年获批第三批“武大通识3.0”一般通识课建设项目，2020-2024。王晓峰
3. 《物理实验与人类社会发展》，2021年获批第四批“武大通识3.0”一般通识课建设项目，2021-2025。江先阳

以理论为主（含实验2-6学时）：

1. 《人类生存发展与核科学》，2019年获批为第二批“武大通识3.0”一般通识课建设项目，2019-2023。吴奕初
2. 《微电子与智能社会》，2019年获批为第二批“武大通识3.0”一般通识课建设项目，2019-2023。黄启俊
3. 《人文的物理学》，2020年获批第三批“武大通识3.0”一般通识课建设项目，2020-2024。石兢



教学改革项目研究进展

《诺贝尔奖物理实验》，（2022年科学出版社出版）

1. 实验目的按**价值引领、知识传授和能力提升**三个方面撰写，增加科学素养内容（历史背景、现代应用和中国科学家的贡献等），课程思政元素与实验教学过程有机融合。

2. 教材编写**突出通识教育教学理念**，培养学生正确的价值观、健全的人格以及科学的思维方式，提升学生的学习能力，更好的促进学生的“成人”教育。

3. **虚拟仿真实验引入教学**，数字化资源（可扫描**二维码获取**）可进行一一对应的虚拟仿真实验，学生可方便作为课前预习及课后复习，特别如遇到特殊情况（如新冠疫情）无法完成实体实验，可网上完成虚拟仿真实验。

4. 本书适用**理论与实验、虚拟与现实、线上与线下相结合的虚实交融“混合式”**的新教学模式，每个“诺”奖实验项目相对独立，将现代获得诺贝尔奖实验内容编入教材，与时俱进，**线上资源定期更新**。



编写内容-实验目录

1. X射线综合实验（1901，X射线的发现）
2. 塞曼效应（1902，关于磁场对辐射现象影响的研究）
3. 电子荷质比实验（1906，对气体导电的理论和实验研究）
4. 迈克尔逊干涉（1907，他的精密光学仪器，以及借助它们所做的光谱学和计量学研究）
5. 黑体辐射与热成像（1911，发现那些影响热辐射的定律）
6. 光电效应（1921，爱因斯坦对理论物理学的成就，特别是光电效应定律的发现）
7. 氢原子光谱（1922，对原子结构以及由原子发射出的辐射的研究）
8. 密立根油滴实验（1923，他的关于基本电荷以及光电效应的工作）
9. 弗兰克-赫兹实验（1925，发现那些支配原子和电子碰撞的定律）
10. 康普顿散射（1927，发现以他命名的效应）

武汉大学物理实验教学中心

11. 激光拉曼光谱（1930，他对光散射的研究，以及发现以他命名的效应）
12. 正电子湮没寿命谱测量（1936，发现正电子）
13. 核磁共振（1952，发展出用于核磁精密测量的新方法，并凭此所得的研究成果）
14. 光泵磁共振（1966，发现和发展的研究原子中赫兹共振的光学方法）
15. 全息照相（1971，发明并发展全息照相法）
16. 高温超导材料基本特性测试（1987，在发现陶瓷材料的超导性方面的突破）
17. 巨磁电阻（2007，发现巨磁阻效应）
18. 数字信号光纤传输技术（2009，在光学通信领域光在纤维中传输方面的突破性成就）
19. CCD综合特性实验（2009，发明半导体成像器件电荷耦合器件）
20. LED 综合特性实验（2014，发明高亮度蓝色发光二极管）

武汉大学物理实验教学中心

武汉大学物理实验教学中心



获奖情况

获奖证书

吴奕初、刘海林、杨智慧、王晓峰老师：

您的作品“虚实结合核物理综合实验系统”荣获全国高校教师教学创新大赛——第六届全国高等学校教师自制实验教学仪器设备创新大赛自由设计类

三等奖

特发此证，以资鼓励。

证书编号：ZZJY202106105



附件

2021年湖北高校省级优秀基层教学组织名单

序号	学校名称	基层教学组织名称
1	武汉大学	大学英语教研室
2	武汉大学	中国语言文学实践教学中心
3	武汉大学	物理实验教学中心
4	武汉大学	地图学教研室
5	华中科技大学	船体振动教研组
6	华中科技大学	机械设计课程组
7	华中科技大学	天然药物课程组
8	华中科技大学	单片机原理及应用课程组
9	华中师范大学	信息资源管理教研室
10	华中师范大学	国际经济与贸易教研室

2021年武汉大学教学成果奖

获奖证书

获奖名称：虚实结合—近代物理实验教学改革与实践

获奖者：吴奕初、刘海林、杨智慧、王晓峰、乔蒙学

获奖等级：二等奖

证书编号：20210025

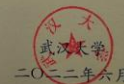


荣誉证书

“物理国家级实验教学示范中心”教学团队荣获
武汉大学第十四届“杰出教学贡献校长奖”称号。

特发此证，以资鼓励。

团队成员：吴奕初、刘海林、杨智慧、王晓峰、乔蒙学、
林伟华、江先阳、常胜





学生竞赛

2020首届全国大学生物理实验竞赛（创新赛）中，荣获全国总决赛3项一等奖，2项二等奖；2021年组建15队60余人参加校赛、省赛及国赛，荣获全国总决赛2项一等奖，2项三等奖。





学生竞赛

在第7届全国大学生物理实验竞赛（教学赛）中，代表武汉大学参赛的四名物理科学与技术学院2019级本科生不负众望，在基础A、基础B、综合A等三个组别的比赛中获得三项一等奖，创我校历届参赛最佳成绩。



结语

- 习近平总书记说：“科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。”
- 斯坦福大学校长所说：“要像对待科研一样重视和支持教学，不仅可能，而且很重要！”。
- 加强示范中心辐射作用，对现有实验中心资源进行整合、优化，扩大中心面对公众和中小学生的科普教育作用。



武汉大学

Wuhan University

物理国家级实验教学示范中心

National Demonstration Center for Experimental Physics Education

致谢

- 2020年高等学校教学研究项目（No. DJZW202027ZN，高物课教指字[2022]1号）；2020年湖北高校省级教学研究项目(Nos. 2020035,20200046)；2020年武汉大学教学研究重点项目（No. ZD-5）。
- 特别感谢文华学院熊永红教授的指导和帮助！
- 感谢刘海林、杨智慧、王晓峰等中心老师参与！
- 感谢武汉光驰教育科技股份有限公司和安徽核芯电子科技有限公司大力支持！

