



量子科技创新实验室方案

用量子技术感知世界

FEEL THE WORLD IN A QUANTUM WAY

CONTENTS

目录

A 量子教育发展背景

美国量子教育	02
中国量子教育	03

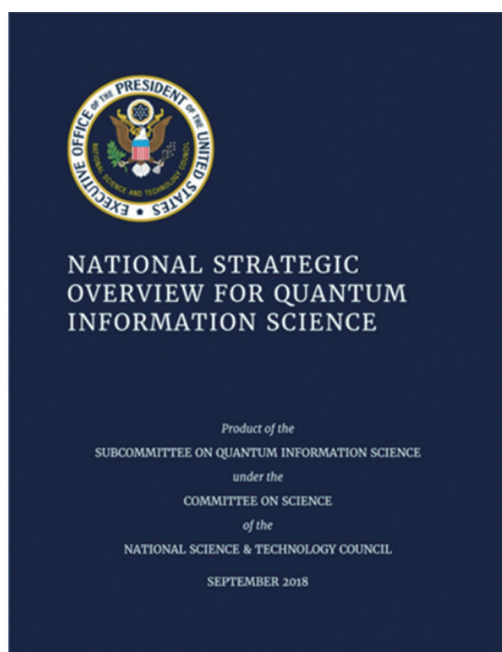
B 高中量子科技创新课程方案

技术支撑	04
课程内容	04
建设意义	05
量子科技创新实验室	06
课程案例	10
配套服务	11

量子教育发展背景

量子力学是人类探究微观世界的重大成果。量子科技发展突飞猛进,成为新一轮科技革命和产业变革的前沿领域,具有重大科学意义和战略价值,是一项对传统技术体系产生冲击、进行重构的重大颠覆性技术创新,将引领新一轮科技革命和产业变革方向。当前,越来越多的国家和地区把量子科技的发展列入国家重点战略,而量子科技的发展,离不开对量子人才的培养。

美国量子教育



01 / 2018.09

美国发布了量子信息发展国家战略书 - 《National Strategic Overview For Quantum Information Science》, 特别强调了量子技术和量子科技在国家战略中的重要性。战略概述中强调了培养具备量子信息科学的未来劳动力。例如在早期阶段解决量子科学教育问题, 其中就包括小学、初中和高中。

02 / 2020.04

美国在高中阶段成功开设量子课程并开始推广。

Teaching Quantum Computing to High School Students

Ciaran Hughes,¹ Joshua Isaacson,¹ Anastasia Perry,² Ranbel Sun,³ and Jessica Turner¹
¹Theoretical Physics Department, Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia, IL 60510, USA.
²Illinois Mathematics and Science Academy, Aurora, IL 60506, USA.
³Phillips Academy Andover, Andover, MA 01810, USA.
 (Dated: April 16, 2020)

Quantum computing is a growing field at the intersection of physics and computer science. The goal of this article is to highlight a successfully trialed quantum computing course for high school students between the ages of 15 and 18 years old. This course bridges the gap between popular science articles and advanced undergraduate textbooks. Conceptual ideas in the text are reinforced with active learning techniques, such as interactive problem sets and simulation-based labs at various levels. The course is freely available for use and download [1] under the Creative Commons "Attribution- NonCommercial-ShareAlike 4.0 International" license.

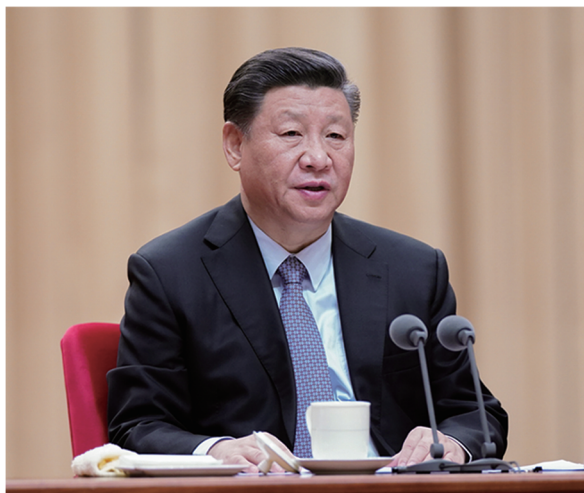


FIG. 4. Students building the circuit for quantum teleportation.

03 / 2021.04

美国共和党参议员约翰·图恩 (John Thune) 和民主党参议员玛吉·哈桑 (Maggie Hassan) 提出了两项法案, 旨在巩固美国在量子信息科学 (QIS) 领域的全球竞争力。其中, 《量子网络基础设施和劳动力发展法案》将量子力学和 QIS 纳入中小学 (K-12) 和高等教育课程; 《2021 年国家量子安全法案》强调完善量子相关领域的劳动力培养、增加获得量子相关学位的毕业生数量。

中国量子教育



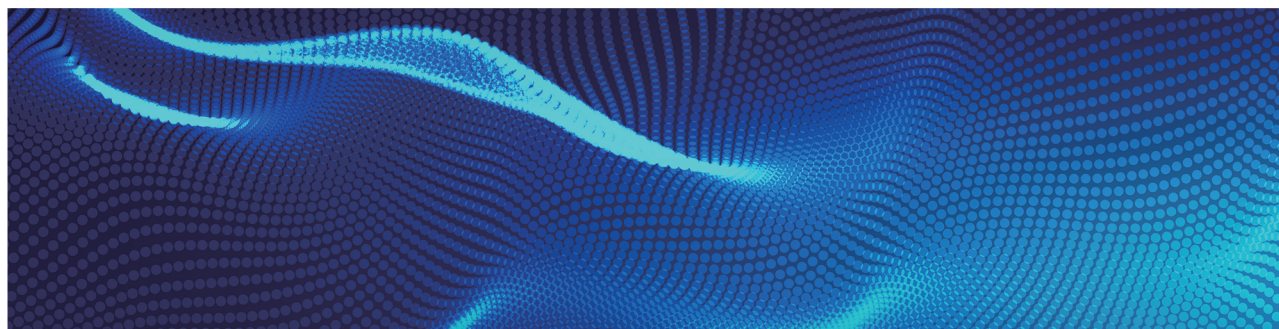
2020 年 10 月，习近平总书记在中央政治局第二十四次集体学习时指出：加强量子科技发展战略谋划和系统布局，把握大趋势，下好先手棋；要加快量子科技领域人才培养力度，加快培养一批量子科技领域的高精尖人才，建立适应量子科技发展的专门培养计划，打造体系化、高层次量子科技人才培养平台；要围绕量子科技前沿方向，加强相关学科和课程体系建设。

2021 年 2 月，量子信息科学被教育部批准成为普通高等学校本科专业。教育部公布了 2020 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果(教高函〔2021〕1 号)，并对普通高等学校本科专业目录进行更新。在列入普通高等学校本科专业目录的新专业名单中，新增专业共计 9 个门类、37 个专业，其中就包括量子信息科学。



2021 年 5 月 24 日，清华大学量子信息班正式成立，由图灵奖得主姚期智院士担任首席教授。据悉，这是清华大学首个量子信息方向的本科人才培养项目，也是继计算机科学实验班、人工智能班之后，姚期智院士创办的第三个拔尖创新人才培养项目。

对量子科技人才的培养不仅仅是高校、研究所的责任，基础教育领域也需要更新教学理念，加强科学素养的培养。在高考综合改革和国家在量子科技发展战略布局的背景下，在中学开设相关量子科技特色课程适当其时。



量子科技创新实验室方案

技术 支撑



高校量子领域
专家、老师



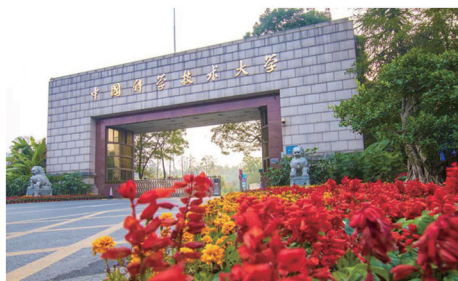
国仪量子公司
量子技术工程师



知名高中一线
物理老师

国仪量子简介

国仪量子依托于中国科学院微观磁共振重点实验室，致力于为国家解决科学仪器卡脖子问题的同时，也致力于科学教育，解决科技人才的“卡脖子”问题。公司结合自身优势，以高端科学仪器为主要实验设备，将前沿科技和高校等科研背景落地到中小学科学教育；采用探究式、主题项目式学习的方式，覆盖高中的物理、化学、生物、数学等学科，改变了传统理科学习的学习方式。



课程 内容

量子科技创新课程以第二次量子革命——量子信息为核心，下承高中原子核、光电效应等近代物理内容，上启量子科技前沿的量子计算、量子精密测量与量子通信。教学内容分为量子力学基础部分与前沿应用部分。

量子力学基础部分是围绕量子力学知识打造针对高中生的全套量子力学教学内容，从近代物理量子力学发展历史开始，穿插基础数学知识，打造全面的连贯性物理教学课程解决方案。

前沿应用部分则以量子信息内容为主，包含量子计算、量子通信与量子精密测量。完成从零基础到全面掌握量子信息科技应用的实验教学目标。

■ 建设意义



(一) 助力国家科技创新人才培养

加强创新型和创造性人才培养是我国人才强国战略的重要保障和动力。通过量子科技创新教育，将科技创新后备人才培养关口前移，厚植科学教育根基，对长远解决我国创新人才培养短板、从根本上改变高层次创新人才匮乏的窘境具有重要意义。



(二) 助力学生物理学科核心素养培养

前沿物理知识是中生物理学习的重要组成部分，在开阔学生思维和提高学生的科学素养方面起着重要作用。量子科技创新课程进入物理课堂，培养了学生的思维能力；激发了学生追求科学的精神和学生的学习兴趣，激发了学生学习的动力，更好地促进学生对物理知识的了解与掌握；提高了实验实践和探究能力；培养了实事求是和批判性科学精神。



(三) 促进教师提升教学水平,体现专业引领

教师是影响学生学业成就六大要素中最主要的影响因素，提升青少年科学素质的首要任务在于提升教师的科学素质。通过量子科技创新实验室的建立及教学，实现教育装备的突破，教学模式的突破，教学深度的突破，将促使教师加强前沿知识学习，更新教学内容，提升学科核心素养，引导变革教学方式，保护学生好奇心，激发求知欲和想象力。



(四) 助力建设量子特色示范学校

《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020 年）》指出：推动普通高中多样化发展，探索发现培养创新人才的途径，更新人才培养观念，树立系统培养观念，推进小学、中学、大学有机衔接。量子科技创新班建设内容前沿高端，既可以满足对学生的个性化培养，又可以实现教学内容的大中衔接，同时助力学校打造科技文化。



(五) 助力推进职业生涯规划教育

教育部在 2017 年底出台的普通高中课程方案中明确了高中教育的新定位，即“三适应一奠定”：促进学生适应社会生活，适应高等教育，适应未来职业，奠定每个学生的终身发展。文件要求在高中阶段就要引导学生进行面向未来职业的规划。量子科技作为物理学研究前沿的最主要方向，能够展宽学生的视野，提高学生对物理乃至科研的认知，引导学生对该学科本质的思考和追问，培养学生必备品格、关键能力以及价值观念，认清学科的独立价值以及与未来专业和职业的关联，从而有效地推动学生职业生涯规划的教育与启迪学生的思考。

量子科技创新
实验室



量子科技创新实验室，是高中开展量子课程的场所，给学生提供学习空间的同时也提供了课程所需要的实验器材。

量子力学

量子力学主要是研究微观物质运动规律的一门学科，与相对论一起被认为是现代物理学的两大基本支柱。学习量子力学基础，其怪异和迷人之处让物理学的形象更具吸引力，对培养学生的科学本质观至关重要，更能为理解和掌握前沿学科与技术发展打下基础。

课程内容	序号	课程名称	主要内容	课时
量子力学 基础知识	1	神秘的量子史话	1.了解量子力学的发展历史、现状及未来展望	4
	2	光的波动性	1.了解光的波动说的历史发展概貌 2.理解杨氏双缝干涉 3.掌握光的偏振概念	2
	3	黑体辐射与光电效应	1.了解黑体辐射的实验规律，了解普朗克的量子假设及其成果 2.了解光电效应，了解光与电子相互作用时表现的粒子性	2
	4	线性代数基础	1.了解向量，矩阵等概念 2.了解本征函数，本征值	4
	5	量子力学基础	1.了解量子力学的基本假设 2.了解薛定谔方程	4

量子计算

量子计算是一种基于量子力学的新型、颠覆式的运算，它具有强大的并行处理数据的能力，可解决现有计算机难以运算的问题，将在材料设计、药物合成、密码破译、气象预报、国防军事等领域产生颠覆性影响。该模块通过基于金刚石体系的量子计算实验教学，配合理论教学，使得学生认知量子计算的内在机理，探究其应用。

课程内容	序号	课程名称	主要内容	课时
量子计算	1	量子计算概述	1.了解量子计算的发展史 2.了解量子计算的意义 3.了解量子计算的进展	2
	2	量子比特与连续波实验	1.了解量子比特的概念 2.通过金刚石量子计算教学机的连续波实验了解如何实现量子比特	4
	3	量子逻辑门与拉比振荡实验	1.了解量子逻辑门 2.通过金刚石量子计算教学机的拉比振荡实验实现量子逻辑门操控	4
	4	量子退相干与回波、 T_2 实验	1.了解量子退相干现象 2.通过回波、 T_2 实验观察退相干现象与自旋回波现象	2
	5	D-J量子算法与实验实现	1.了解量子算法的重要性 2.了解DJ算法的意义与原理 3.通过金刚石量子计算教学机实现DJ算法实验 4.量子计算云平台实现DJ算法	4

金刚石量子计算教学机

基于金刚石量子计算教学机，理论与实际动手实验相结合，有利于学生理解抽象的量子力学、量子计算的基本概念，启发思维。



量子精密测量

量子精密测量作为信息获取的源头，经历两个世纪的飞速发展，已经迈入量子时代，能够实现突破极限的超高精度，学生能够学习量子精密测量的实现方式以及亲身体验用量子系统测量微弱磁场等物理量。

课程内容	序号	课程名称	主要内容	课时
量子精密测量	1	量子精密测量概述	1.了解测量、精密测量、量子精密测量 2.了解测量技术的意义	4
	2	光泵磁共振技术	1.了解光泵磁共振原理 2.观察光抽运信号	4
	3	探究光泵磁共振技术与磁场测量	1.了解光泵磁共振测磁原理 2.观测光泵磁共振信号 3.测量地磁场	4
	4	探究光泵磁共振技术与原子钟	1.了解原子钟原理 2.探讨利用实验装置开展原子钟实验的可行性	4

光泵磁共振实验系统

光泵磁共振是典型的量子精密测量技术，其灵敏度比一般磁共振探测技术高几个数量级。这一方法在基础物理学的研究、磁场的精确测量以及原子频标技术等方面都有广泛的应用。



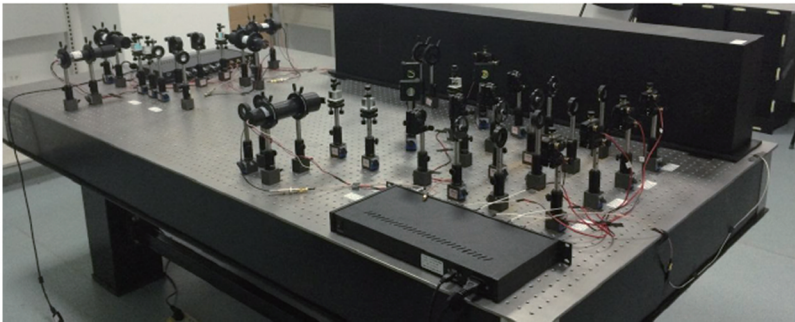
量子通信

量子通信融合了现代物理学和光通信技术，由物理学基本原理保证无条件安全性。通过学习量子通信，让同学们体验与学习完全不同于传统密码学加密方式的量子通信技术和应用。

课程内容	序号	课程名称	主要内容	课时
量子通信	1	量子保密通信概述	1.了解量子保密通信的概念 2.了解密码学发展史 3.了解量子密码的意义 4.了解量子密码的进展	4
	2	量子密钥的原理和实现技术	1.理解量子密钥分配协议 2.通过量子密钥分配系统了解量子密钥分配协议的系统主要构成	4
	3	常规光学器件功能和特性测试	1.了解量子密钥分配系统的常用光器件和关键设备的原理和功能 2.通过关键器件和设备测试实验理解量子密钥分配系统关键器件和设备功能	4
	4	量子密钥系统搭建和密钥分发实验	1.了解量子密钥分配系统组成和密钥产生原理 2.通过系统搭建实验了解量子密钥分配实体系统的功能模块连接方式 3.通过密钥分发过程数据处理的实验了解密钥分发过程各数据的关系	4

量子密钥分配实验系统

量子密钥分配实验系统是一套采用偏振编码方式、支持自由空间传输的量子密码教学实验系统。设备采用模块化设计，包括：量子态四态制备、编码、传输、探测，量子密钥分配协议后处理算法的实现(纠错、保密放大)，以及安全密钥的存储与管理,并提供密钥输出接口。



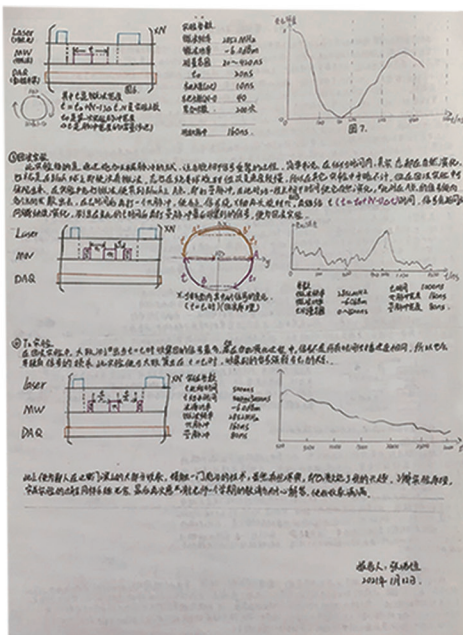
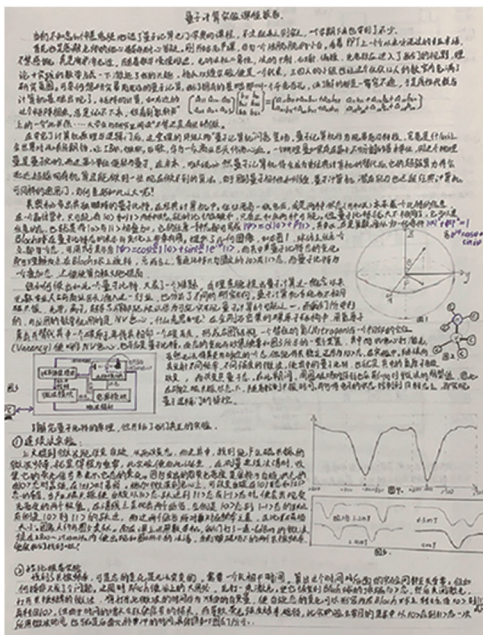
课程案例

2020年12月22日

在江苏省锡山高级中学开课，量子计算课程首次进入中国中小学课堂。

人民网、中新社、新华网、《中国教育报》、江苏卫视教育频道、《新华日报》、《扬子晚报》、

无锡广电、无锡教育电视台等多家媒体进行采访报道。



学生 学习总结

张恩人, 张恩建
2021年11月13日

配套服务



课程资源服务

提供完整的实验室建设、教学讲义、教学视频、教学课件等辅助授课内容资源。

师资培训

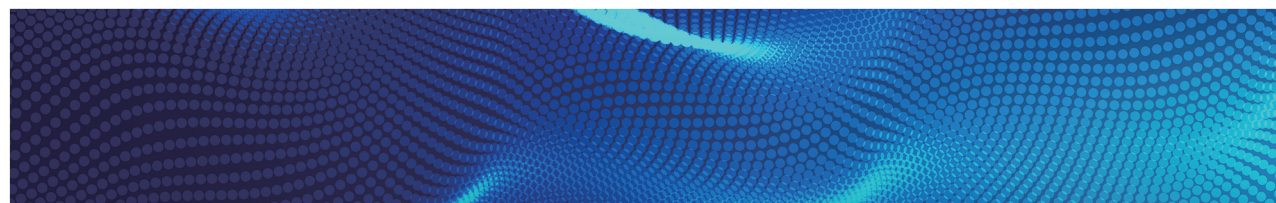
1. 提供仪器原理培训，帮助教师了解、熟悉仪器原理；
2. 提供仪器操作使用培训，帮助授课教师能够独立使用仪器并指导学生；
3. 提供教学内容课程授课培训，帮助授课教师了解课程思路、掌握教学内容，确保授课教师可以独立授课并进行相关实验。

售后服务

1. 服务宗旨：及时响应，尽快解决，确保使用。
2. 保修范围：学校在使用过程中如发现不能自行解决的问题，可直接用电话、传真、E-mail、书信等方式与我公司取得联系，我公司将在1小时内响应，并在接到买方产品质量问题的通知后3个工作日内，免费维修更换有缺陷的货物或部件。在正常的使用和储存情况下，我公司对设备质量负责。在保修期内，如因产品质量发生故障，我公司将免费进行维修和配件更换。

■ 国仪简介

国仪量子依托中科大团队技术实力，和无锡量子感知研究所共同研制了金刚石量子计算教学机、扫描电子显微镜等科学仪器，致力于为国家解决科学仪器卡脖子问题的同时，也致力于科学教育，解决科技人才的“卡脖子”问题。公司结合自身优势，以高端科学仪器为主要实验设备，将前沿科技和高校科研关注的研究主题，落地到中小学科学教育中；采用开放探究式、项目式学习等多种方式，跨学科融合高中的物理、化学、生物、数学，改变了传统理科的教学方式。





国仪量子(合肥)技术有限公司
地址:合肥市高新区创新产业园二期 E2 楼



扫码关注
了解更多

无锡量子感知研究所
地址:无锡市惠山区惠山城铁站区站前路 2 号
400-0606-976
gylz@ciqtek.com

国仪量子(上海)技术有限公司
地址:上海市虹口区北外滩峨眉山路 315 号 8405 室

版本号V1.0(2021)

