

理 學 院

110 學年度第一學期模組化課程

量子基礎科學

Fundamental Quantum Science

授課教師

任職單位

畢業學校

張為民

國立成功大學物理系

美國德克塞爾大學

課程類別

學分數

選必修

開課人數

其他注意事項

Lecture
+
Recitation

1

選修

100

因應 COVID-19 疫情，本課程改以線上授課。

先修課程或先備能力

無

課程難易度

難 中偏難 中偏易 易

建議修課學生背景

適合各領域學生修習

教學方法

講授 90%，討論 10%

評量方式

問題考試 50%，出席率 20%

補充說明：

每天的課程結束前會有一個 15~30 分鐘的 Quiz，作為考試成績。

學習規範

無

課程概述

量子，並不是老子、莊子等這些不同時代思想哲學家的同僚，但 量子學說 對世界帶來的思想衝擊，絕不遜於 老莊學說 對漢文化哲學的深遠影響。量子，也不是原子、分子等構成我們自然界各種物質的同伴，但它卻是揭開自然界所有已知基本粒子之神秘面紗的天使。

量子學說，其本身 ”玄之又玄”，讓提出量子概念的先驅者之一，愛因斯坦，為之大動肝火：“God Does Not Play Dice!”量子學說，其詭異的觀測隨機性，讓量子學說的創立者，薛定諤 (Schrödinger)，曾為其建立的學說後悔終身：“I don't like it, and I'm sorry I ever had anything to do with it”。

然而，正是量子，告訴我們物質除導電與不導電外，還有“半導體”的，從而在上世紀中葉產生了半導體工業革命，改變了你，我乃至整個人類文明的生活模式。也正是愛因斯坦，用量子的概念發現光電效應。由此開發的光電商品，從搖控器、數位相機、雷射到太陽能電池等數不清的現代科技生活用品，使量子在你、我的日常生活中無處不在。

理 學 院

110 學 年 度 第 一 學 期 模 組 化 課 程

然而，不要錯誤地認為，量子在我們現代科技發展中已窮盡了它的職責。卻相反，量子改變人類文明的時代正要開始。當半導體資訊工業正走入絕境，新興的量子工業已出現在我們面前，“量子電腦”——傳統資訊處理器無與類比的新一代機器，已成為 Intel、IBM、Microsoft 及 Google 等世界各大科技公司重點開發的下一代產品。當 AlphaGo 擊敗了世界圍棋冠軍時，不要誤認為人工智能已超越了人腦。火車比我們跑得快、飛機比我們飛得高、原子能比我們威力大得多，但這一切(包括 AlphaGo)都還只是人類使用的工具。然而，生命的秘密、物種的變異、思維的奧妙之謎，也許只有量子才能解開。

量子，起源於物理科學，從原子結構出發主宰著物質材料的各種特性及生物分子內原子的演化規則。由此而派生的《量子化學》、《量子資訊科學》、《量子生物學》、《量子認知學》、《量子腦科學》已經成為或將會成為當代及未來的基礎科學。同時，量子對人文哲學、社會學及管理學也正產生著巨大的沖擊。《量子社會學》、《量子經濟學》及《量子管理學》正以顛覆傳統觀念的姿態出現在我們面前。然而，正如上世紀最浪漫的物理學家費曼(Feynman)說過：這個世界上沒有人真正懂量子！這門課我們將介紹量子科學的基礎。

課程概述(英文)

Quantum science is one of the two great physics theories developed in the 20th century, and it has a tremendous impact on the development of modern technology. It is the quantum theory that tells us why matter can be not only conductive and non-conductive, but also "semi-conductive". The later has resulted in the semiconductor industrial revolution in the middle of the last century, which changed everybody's life style, and even changed the entire human civilization. Also, as everybody known Einstein discovered the photoelectric effect with the concept of quantum, from which many optoelectronic products have been developed, such as remote controllers, digital cameras, lasers to solar cells as well as countless modern technology daily necessities.

However, don't mistakenly believe that quantum has exhausted its roles in the development of our modern science and technology. In contrast, the era of quantum change in human civilization is about to begin. When the semiconductor information industry is facing the difficulty for the further development, the quantum industry has appeared in front of us. "Quantum computers" --- a new generation of traditional information processors with no analogy, have become the next challenging product for these big IT companies, such as Intel, IBM, Microsoft and Google.

Quantum, which originated in physical sciences, dominates various characteristics of materials and the rules of evolution of atoms as the building blocks of biological molecules. Derived from quantum fundamental rules, "Quantum Chemistry", "Quantum Information Science", "Quantum Biology", "Quantum Cognition", "Quantum Brain Science" have become or will become the basic sciences of the present and future development of all kind of research fields. At the same time, quantum science is having a huge impact on humanistic philosophy, sociology and management. "Quantum Sociology", "Quantum Economics" and "Quantum Management Science" are appearing with the attitude of subverting traditional ideas. However, as Feynman, the most romantic physicist of the last century,

理 學 院

110 學 年 度 第 一 學 期 模 組 化 課 程

said: “No one in this world really understands quantum physics!” In this course, we will introduce the basics of quantum science to these who have no background on physics.

課程進度

堂次	時間	進度說明
7/19(一)	14:00 - 17:40	奇妙的量子: 波粒二像性 (微觀粒子狀態的演化, 量子概念, Schrodinger 方程, 量子疊加原理)
7/20(二)	14:00 - 17:40	量子看得見嗎? 量子概率波 (量子可觀察量, 量子量測的基本概念, 概率波的物理圖像, 讓愛因斯坦抓狂的量子)
7/21(三)	14:00 - 17:40	神奇的量子特性: 量子相干性 (理論與實驗分析: from the double slit experiment to Aharonov-Bohm interferometers; 量子穿隧效應)
7/22(四)	14:00 - 17:40	鬼魅似的量子遠距作用: 量子糾纏 (讓愛因斯坦犯錯的量子: EPR 糾纏態, 量子非定域特性及量子遠距關聯)
7/23(五)	14:00 - 17:40	脆弱的量子: 量子退相干 量子電腦及量子科技的發展前景及瓶頸。

課程學習目標

1. 正確掌握量子科學的基本原理
2. 熟知量子科學已有的實際應用
3. 了解量子科學技術的未來發展

課程的重要性、跨域性與時代性

量子科學是二十世紀初所建立發展的近代自然科學理論之一。21 世紀工業發展的核心將是由量子科技主導的量子工業, 在過去 20 年的量子電腦及量子通訊研究中, 量子相干性及量子糾纏性的實現與操控的發展, 產生了第二次量子革命並由此可能開創出第四次工業革命。因此, 量子基礎科學已經成為不僅僅是物理科學以及半導體工業與奈米科技等量子科技的基礎課程, 同時也是理、工、生、醫等各個領域的基礎知識。在此基礎上, 各領域至今已逐漸發展出《量子化學》、《量子資訊科學》、《量子生物學》等次領域。因此, 開設量子科學基礎課程, 將有助於各領域研究人員之間的對話, 增進跨領域合作。

其他備註