

理學院

108 學年度第一學期模組化課程

低溫物理與技術

Low temperature physics and technology

授課教師：

李民楷

國立成功大學儀器設備中心

課程類別	學分數	選必修	開課人數	
實驗	1.5	選修	24	

先修課程或先備能力：

無

建議修課年級：

不設限

建議修課學生背景：

理學院、工學院、電資學院

教學方法：

講授 40%，報告/討論 10%，實作(電腦模擬.實驗)50%

評量方式：

小論文撰寫 35%，實驗操作 25，科學報告 40%，出席率 10%，其他(回答問題加分)10%

學習規範：

認真、負責、守時、守秩序

課程概述：

本課程的目的主要是希望可以提供學生實際操作低溫高磁場的設備的機會，並培養學生科學寫作以及講演的能力。希望這些能力可以為學生增加未來的競爭力。

從食物的保存到超導磁浮列車的運行，人類控制環境溫度的能力隨著文明的演進也越來越強。本課程的主要目的是讓學生了解低溫技術的演進，學習各種不同製冷方法及其背後的原理。我們會介紹低溫環境下各種物理性質的量測方法以及其相對應的各種相變化，並提供學生低溫技術在現今不同各種研究領域中的應用知識。低溫技術的研究起始於古代蘇美爾雅摩利人在西元前 1780 年所建立的第一個冰窖，到了西元前 400 年時，波斯人利用蒸發原理來降溫，改善了冰窖的效率。但低溫技術的快速發展是起始於十九世紀時液化各種氣體的需求。在超導體的發現後，低溫物理的領域更是蓬勃發展。時至今日，低溫技術不僅廣泛地運用在日常生活中，數以千計的科學工作者仍前仆後繼地往絕對零度的領域中探索。在低溫的環境下，材料晶格所貢獻的熱擾動將大幅降低，因此，有許多不同的相變化在低溫下可以被觀測。低溫物理學的研究包含了晶格學、磁學、超導相變、拓撲絕緣體、自旋電子學、熱電材料、單分子磁體、奈米材料、量子電腦、多鐵材料、半導體物理等。低溫高磁場的設備支援的研究科系包含物理、化學、材料、光電、化工、生醫、地科、電機及電子等。

理學院

108 學年度第一學期模組化課程

實作的部分包含了材料合成，有序態的觀察以及低溫高磁場設備的實際操作。參與的學生須以口頭報告及小論文的方式展示其實驗成果。

注意事項：

1. 參與的學生須自行分組，每組三人，建議有默契的小團隊一起報名。
2. 小組如果沒有自行合成後需量測的新穎材料，我們會提供二次 X-ray 的量測來確定材料的品質。
3. 樣本需要幾次不同溫度的熱處理，非常耗時，所以我們會先將表訂進度中的樣本製備提前一周進行，自行準備樣本的小組可以與我們聯絡以決定如何量測你們的樣本。
4. 由於貴重儀器的稀少性，量測的排序會以樣本完成的先後順序排定，原則上每組約可獲得約八至十二小時的量測時間，但因機台是 24 小時運轉，所以有些組別的量測時間可能會在半夜或清晨，敬請見諒。
5. 每組口頭報告的時間約為 15 分鐘，另有 5 分鐘的時間開放給台下觀眾問問題。
6. 小論文繳交的截止日期為課程結束後 6 天。
7. 實驗課上課地點為自強校區照坤儀器設備大樓 B101 室。

課程進度：

堂次	時數	進度說明
9/2	3 小時實驗原理講授 +3 小時實驗	9:00-12:00 低溫技術發展進程與原理 13:30-16:30+原料混和與熱處理
9/3	3 小時實驗原理講授 +3 小時實驗	9:00-12:00 低溫物理 13:30-16:30+樣品品質分析及試片製備
9/4	3 小時實驗原理講授 +3 小時實驗	9:00-12:00 低溫設備的種類與構造 13:30-16:30+實驗量測及口頭報告準備
9/5	3 小時實驗原理講授 +3 小時實驗	9:00-12:00 低溫量測技術 13:30-16:30+實驗量測及口頭報告準備
9/6	3 小時實驗原理講授 +3 小時實驗	9:00-12:00 實驗量測及口頭報告準備 13:30-16:30+討論與評量

課程學習目標：

1. 了解如何產生低溫環境，以及低溫環境下的物理現象。
2. 學習低溫物理實驗中須注意的事項。
3. 學習如何不弄壞儀器。
4. 訓練學生如何做科學口頭報告。
5. 加強科學寫作。
6. 實驗的評分標準在於學生(1)對於實驗基本原理的了解程度，以及(2)實作成果的完成度，這兩項分別占總成績的百分之九十。考核的方法是藉由口頭報告與小論文的內容來做總體評分，本課程的考核方式是模擬學生口試與口頭報告的情況，以期未來對學生參加會議及畢業口試時有所幫助。

課程的重要性、跨域性與時代性：

理 學 院

108 學年度第一學期模組化課程

低溫物理及技術已經在生活層面上有著廣泛的應用，其範圍涵蓋了冰箱、冷氣等我們每天生活的必需品，到天使粒子的發現，都與之息息相關。本課程會將目前世界上低溫物理及技術做全面性的回顧，在課程的規劃上，我們分為講授與實作兩個部分。在講授的部分中，我們劃分了許多的小單元來幫助學生學習與記憶。分組實作的部分，我們可接受學生自行攜帶樣本與我們討論實驗量測，或是執行我們所設計的電阻、直流磁化率、交流磁化率、比熱及熱傳導量測。學生須將實驗的數據結果分別以口頭報告及小論文的形式呈現。若以英文呈現實驗結果，可得額外加分。

本課程除了希望學生了解低溫物理學的知識技術之外，我們還希望學生能獲得實際操作科技部貴重儀器的機會，成功大學貴儀中心在 2015 年 11 月新購置了一台物理性質量測系統儀，配備了一顆 16 特斯拉的超導磁鐵且系統的最低溫度可到達 50 mK，是目前台灣開放設施中溫度最低磁場最大的低溫高磁場設備。基本上能滿足各種材料在低溫高磁場環境下大部分巨觀物理量量測上的需求。我們還有另一台超導量子震動干涉磁量儀是利用超導線圈中磁通量量子化的行為來達到高靈敏度的磁性量測。目前這兩台儀器支援校內外系所如物理、化學、材料、光電、化工、生醫、地科、電機及電子等的許多研究工作；本課程適合有興趣想要了解磁性、電性及熱性各種不同物理量的量測原理以及低溫製冷原理的學生。

其他備註:

參考書目：無