

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PEE1100746

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：110/8/1–111/7/31

運用團隊導向學習提升工程核心基礎課程教學與學習成效/
**Implementation of team-based learning in an engineering core course for improved
teaching and learning outcomes**
材料熱力學/Materials Thermodynamics

計畫主持人(Principal Investigator)：田禮嘉(Li-Chia Tien)

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立東華大學材料科學與工程學系

成果報告公開日期：

■立即公開 延後公開(統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2022 年 9 月 14 日

(運用團隊導向學習提升工程核心基礎課程教學與學習成效/Implementation of team-based learning in an engineering core course for improved teaching and learning outcomes)

一. 本文(Content)

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

工程基礎課程傳統的教學模式以教師為中心，著重在有效率的知識的傳授，以材料熱力學這門材料系傳統基礎課程為例，課綱授課教學方式通常以大量的熱力學公式計算以及能量轉換觀念出發，搭配大量課堂講授的習題計算，其中牽涉到許多抽象的觀念與大量的熱力學函數，同學對於材料熱力學的學習方式多半以背誦記憶知識為主，缺乏理解、應用與分析，對於所記憶的重要觀念無法應用，遇到學習困難或學習障礙也往往缺乏自我認知，缺乏創造力，在認知範疇屬於較低層次的學習，此外在學習障礙的多重累積下，造成同學們對於學習材料熱力學感到挫折、排斥與無力。另外傳統的課綱授課教學方式通常以大量的公式計算以及觀念出發，搭配大量課堂講授的習題計算，其中牽涉到許多抽象的觀念與大量的熱力學函數，例如內能(internal energy)、功(work)、熱(heat)、焓(entropy)、焓(enthalpy)以及熱力學三大定律(law of thermodynamics)等主題。材料熱力學更著重於固態物質在不同溫度、壓力、成分下反應條件的相變化以及平衡態的變化，學習者在熱力學基礎觀念不熟悉的狀況下很難對於延伸的問題有所吸收與理解，學習方式多半以背誦記憶為主缺乏理解與實際應用，在學習上也是造成學習者們對於學習材料熱力學感到挫折感與無力的最主要原因。經過多年的教學經驗累積，基於熱力學課程內容由複雜抽象基礎觀念、原理與大量熱力學公式推導所組成的特性，發現教學者在實施傳統以教師為中心教學方法的教學現場，也就是課綱導向授課方式下，教學者與學習者往往面臨幾個主要的問題，導致學習者學習成效不佳與學習信心與興趣的低落，依據其成因不同可以歸納統整為下列五大項問題：

- (一) 學習者對於熱力學重要基礎觀念的理解與建立的困難導致學習興趣的低落。
- (二) 教學者欠缺對於個別學習者學習狀態缺乏即時掌握評估的機制。
- (三) 學習者在大班教學現場缺乏專注力與參與度。
- (四) 傳統教學以課綱導向授課方式欠缺以學習者為中心的有效教學結構。
- (五) 學習者缺乏主動參與學習討論的動機與機會。

這五個教學問題往往造成熱力學教學上重要的阻礙，也同時導致學習者學習興趣與成效低落。就學習者主觀意見與客觀學習成效方面顯示，材料系大學部同學們對於熱力學的學習在材料系所有的必修科目中，屬於表現較差且被同學普遍認為較為困難學習理解的一門課程，學習表現普遍都不大理想，學習成效與所投注時間往往不呈現線性的關係，學習者在學習所遭遇的挫折感相較其他科目來說較大，證明熱力學就本質上屬於不容易理解與學習的核心科目，學習者需要投注極大心力與時間學習理解，同時學習者也需要更多學習上的激勵與協助。工程基礎課程學期成績分布往往呈現中高度與低度學習成就兩個極端的分布，代表班級上能夠理解大部分課程內容的同學比例與無法理解大部分課程同學比例類似，也代表如果能讓同學更積極主動的彼此互相學習交流，可讓學習表現較佳的同學引導刺激學習表現較低落同學的學習，應可有效提升整體學習成效，在實施傳統授課方式教授工程基礎課程，對中後段學習成就的學習者來說幫助較小，往往導致學習興趣低落且學習成效不佳，若能夠導入創新教學法引導學習，輔以學習者為中心導向教學，並提供適當的團隊導向學習創新學習法協助，應能有效提升學習者的學習興趣與成效。本教學實踐研究計畫為解決學習者缺乏主動討論學習討論的動機與機會這個重要的教學問題，研究運用團隊導向學習方式，在課程中以單元式的方式安排合作學習習題競賽這個創新的教學模組，增加同儕間學習討論動機與機會，藉由增加學習者間的團隊合作、討論、互動、激勵等學習行為，提升學習者的思維、評估與分

析能力，培養團隊合作能力並提升材料熱力學教學與學習成效。

我們在先前執行計畫過程中發現合作學習習題競賽這個教學模組特別能夠於有效刺激學習者在主動學習與同儕討論反思的風氣與態度，進而提升學習成效，因此在本教學實踐研究計畫我們針對這個教學模組內容延伸出新的研究主題，也就是研究團隊導向學習方式這種以學生為中心的教學方式在材料熱力學學習上的幫助，解決學習者缺乏主動討論參與學習討論的機會，以同儕討論思考的方式提升學習成效，並預期團隊導向學習方式可讓學習者的主動學習參與度增加、改善解決問題技巧，提升同儕間的溝通能力，進而提升學習動機與輔助改善學習成效，提升教學品質。因此本計畫研究團隊導向學習方式這種以學生為中心的教學方式在材料熱力學學習上的幫助，解決學習者缺乏主動討論參與學習討論的機會，團隊導向學習方式可讓學習者的主動學習參與度增加、改善提升問題技巧，提升同儕間的溝通能力，進而提升學習動機與輔助改善學習成效，提升材料熱力學教學品質，此為第一個研究動機。

其次，申請者發現在工學院的傳統基礎課程的教學中，往往較為著重知識的傳授與理解，較忽略團隊合作與團隊中有效溝通能力的培養訓練，在課堂中常發現同學對於意見及觀念的表達，常常不能即時有效的傳達溝通，這項能力對於工程背景同學未來在職場上的發展是急需但欠缺的，因此為了提升團隊溝通、合作工作以及分享知識的能力，我們提出此計畫藉團隊導向學習方式訓練學習者在團隊合作與團隊中有效溝通能力的培養訓練，以及提升團隊溝通、合作工作以及在團隊分享知識的能力並驗證其成效，此為第二個研究動機。

最後也希望透過本行動研究，運用研究以團隊導向學習方式融入於材料熱力學教學活動，確認導入團隊導向學習方式對幫助學習與輔助教學的有效性，我們也將比較團隊導向學習方式與傳統教學方式的學習歷程與學習成效差異，並觀察學習者學習歷程的演變，做為研究者改進材料熱力學教學之回饋與反思，藉此提升基礎工程課程的教學成效，此為第三個研究動機。

簡而言之，我們期望藉由本行動研究方式能達到下列教學實踐目的：

- (一) 運用以團隊導向學習方式於材料熱力學教學，增加團隊溝通、合作、協助能力，並藉此提升同學對於材料熱力學重要基礎觀念的理解與應用於分析及解決問題的能力。
- (二) 運用以團隊導向學習方式於材料熱力學教學，以團隊合作、思考、學習討論的方式，提升同學在課堂的專注力與參與度。
- (三) 運用以團隊導向學習方式於材料熱力學教學，使材料熱力學課程與學習更具趣味與特色，引起學生對材料熱力學課程的學習興趣與動機。
- (四) 透過行動研究，運用團隊導向學習方式於材料熱力學教學，評估團隊導向學習對學習成效較佳與差同學的幫助，並呈現不同學習狀態學習者的學習歷程，以做為研究者改進材料熱力學教學之回饋與反思。

2. 文獻探討(Literature Review)

團隊導向學習在工程教育的發展與內涵

傳統以教師為中心的在工程教育教學上的教學模式，多半以有效率的方式進行大量資訊的傳遞給大班級學生為方式，雖然這種方式能夠非常有效率的將大量資訊在短時間內傳遞給大班級的學生，然而這種教學方式往往導致學生被動的學習，也就是被動的被灌輸知識的學習方式，學生往往欠缺自我思考、分析統整以及對課程根本的學習熱忱。在許多教學研究與學習理論的文獻指出，以學生學習為中心的教學(student-centered teaching)被認為能夠實現多元化的教學方式(Baeten, Kyndt, Struyven, & Dochy, 2010)。在以學生學習為中心的教學中，教師不是知識的傳授灌輸教學者，而改變身分為協助學生學習指導者的角色。在傳統的授課方式下，考試侷限於記憶與背誦欠缺活用理解所學，在這樣的學習方式所教育出來的大學畢業生應無法適應在目前多變的職場環境。以學生學習為中心的教學中，學習目標從課程知識的

獲得轉變導引到知識的運用，由被動的參與轉變為主動學習，除了讓學習者從專業的方向來思索他們所學知識觀念與定理的基礎定義，活用所學是更重要的目標。學習從多角度與面向思考獲取知識，也能創造多元多樣的學習活動，讓學習者從不同的理解應用所學的專業知識。了解他們是為何而學，讓學習者針對自己的學習過程、學習成效反思，如此才能有效的提升學習興趣與學習成效(張春興, 2001)。近年來不同的教學研究顯示，改以學生為中心的學習教學模式能夠有效率的改善學習者的學習態度，對於工程問題的解決以及自我的自信的提升，同時在學習的過程中也能夠培養在未來職場上所需的團隊合作能力。由於這些優勢，近年來有許多以學生為中心的教學模式在文獻上已有許多的研究與發展報導，其中因發展模式與課程設計的不同，包含合作式學習(cooperative/collaborative learning)(Prince, 2004)、問題導向學習(problem-based learning, PBL)(Hmelo-Silver, 2004)、團隊導向學習(team-based learning, TBL)(Hrynchak & Batty, 2012)以及探究式學習(enquiry-based learning, EBL)(Minner, Levy, & Century, 2010)等等不同的學習方式，其中由於未來職場工作環境特性的強烈需求，發展團隊工作能力對工程背景學生尤其重要，許多文獻團隊導向學習被證明在工程教育有提升學習者團隊合作、溝通、協調能力的重要成效，因此團隊導向學習近年來被不同的研究者應用在科學與工程領域的教學，包含物理、電機工程、資訊工程、化學工程等不同的領域(Gomez, Wu, & Passerini, 2010; Najdanovic-Visak, 2017; O'Connell, 2015; Parappilly, Schmidt, & De Ritter, 2015)，在不同科學與工程領域研究的成果證實，透過團隊導向的學習方式能夠有效的提升學習者合作、溝通、互助討論的能力，提升學習者的學習自信、問題思考與解決能力，以及對於課程內容能夠更為正向的投入參與，提升教學與學習成效等優勢。

團隊導向學習屬於合作學習的一種方式，最初是由美國奧克拉荷馬大學商學院教授 Larry Michaelsen 在 1970 年代因應大班授課所發展出的一種以小組學習討論為基礎的一種合作學習方式，這種學習方式運用個人學習、小組學習與立即回饋的特定學習順序，創造激發學生主動學習動機以及合作互助同儕環境，它是一種特別的合作學習模式，在此模式中學習者透過橫向的溝通、互助、共同學習，能夠更主動的投入課程並提升學習效率(Jim Sibley et al., 2014; Larry Michaelsen, 2003)。雖然 TBL 最早由商學院課程教學開始發展，由於其有效率提升學習成效的特性，在近年來不同領域的研究者廣泛蓬勃發展運用在其教學中並研究應用，其中運用 TBL 的教學研究發展最成熟的領域是基礎及臨床醫學、藥學與護理領域課程的教學研究學者(Burgess et al., 2017; Clark, Nguyen, Bray, & Levine, 2008; Ofstad & Brunner, 2013)，TBL 的教學模式演變發展至今並已成為醫學教學主要的教學方法之一，雖然 TBL 也被運用在經濟學相關應用課程以及工程相關領域課程，但文獻報導的數量相對較少，因工程相關基礎課程牽涉大量觀念與定理的特性，在這些課程實施 TBL 對於實施方式必須做適當的調整，美國 NJIT 資訊系教授 Gomez 在 2010 年運用線上系統的電腦輔助團隊學習方式研究 TBL 對於學習動機、學習興趣以及團隊貢獻對於資訊領域科目學習的影響，研究成果發現自主學習與團隊互動對學習動機影響較大，而團隊互動較佳的學習者的學習成效較佳。(Gomez et al., 2010) 美國密蘇里大學電機資訊工程系教授 O'Connell 在 2014 年發表運用團隊學習在基礎電路學課程的教學運用，研究者選擇在電路學基礎理論中運用 TBL 培養學習者問題解決與協調溝通能力，研究成果顯示 TBL 不僅能有效幫助專業領域學習成果，也能同時培養溝通、協調、合作的專業技能，值得注意的是研究者發現在電路學這種基礎課程中，與進階應用課程內容有所差異，因此 TBL 的課程設計必須做適當的調整以符合課程目標以及專業技能的學習，也就是理工基礎課程內容並無法全部以 TBL 的方式進行，在教學上必須進行適當的調整，此外在 TBL 教學模組進行前教學者對於學習者對於學習目標(Intended learning outcomes)的傳達與適當指引必須十分明確，確保學習者 TBL 學習在正確的途徑上(O'Connell, 2015)。Parappilly 在 2015 年發表運用 TBL 在物理通識課程的教學研究，研究成果顯示 TBL 對於學習者對於學習興趣、參與、主動學習、以及學習熱忱有一定程度的提升，對於學習有正向的幫助(Parappilly et al., 2015)。因應未來工程相關領域教學發展紛紛著重團隊合作能力的培養，TBL 在工程相關領域的教學研究應用值得被研究探討。在世界各國的研究學者中，其中又以美國的大學教學研究

者最熱衷投入 TBL 的教學研究，除了有研究經費支持相關研究外，並且成立了研究 TBL 學習方式的學習組織(Team Based Learning Collaborative, TBLC)，顯示 TBL 未來在高等教育的發展及應用極具潛力。

團隊導向學習可用來促進學生的獨立學習與合作學習，教師由傳授者轉為協助者，讓學生自主學習、討論問題，進而自主學習理論與解決問題，促進學生的批判性思考。在這種狀況下的學習，較能培養學生的團隊合作、獨立思考、創造力與終生學習能力。學生藉由團隊合作中的反思問題與思考問題的過程中，能夠學習到更多認知與分析的技能。近年的研究指出團隊導向學習可以幫助學習者學習發展在布魯姆分類(Bloom's Taxonomy)中更高層的認知分類，在布魯姆分類學習有六種層次的技能，如圖二所示從最簡單到最複雜依序為：(a) 記憶 (b) 理解 (c) 應用 (d) 分析 (e) 評鑑 (f) 創造(朱敬先, 1997)，團隊導向學習可以幫助學習者在課堂上的學習活動聚焦在應用、分析、評鑑與創造而且可以有效的提升問題分析與解決能力，尋找相關資源，提升團隊合作能力以及溝通能力等。申請人在先前執行的計畫成功利用問題導向學習、即時反饋系統、以學習者為中心的課程模組融入材料熱力學教學後，為了更進一步培養學習者團隊合作、溝通與討論的技能以及提升授課品質與學習成效，思索設計團隊導向學習於材料熱力學教學並驗證評估其有效性。本計畫也將先前所累積的計畫執行經驗，運用團隊導向學習這種創新以學生為中心導向的教學方式，計畫成果可提供國內科學與工程領域教學者參考。

團隊導向學習對教學與學習的幫助

Koles 在 2010 年針對團隊導向學習對醫學院學生的學術表現研究，顯示團隊導向學習可提升學習者對課程內容的熟練度進而在測驗中得到更好的成績，在高同儕互動的學習環境中，較低學習成就學習者在團隊導向學習過程中較高學習成就學習者能夠獲得更多的幫助，進而提升學習表現，而高學習成就學習者也可以在這個過程對專業知識更為精熟(Koles, Stolfi, Borges, Nelson, & Parmelee, 2010)。Frame 在 2015 年比較傳統教學方式與團隊導向學習在藥學系學生的學習成效，顯示學習者在團隊導向學習下能培養更佳的批判性思考、問題解決能力、標準化測驗的準備能力，與學習成效呈現正向的相關性，學習者也較喜歡 TBL 的學習方式，此外小組成員的學習背景、專長與人格的背多元互補性對團隊導向學習的成效密切相關(Frame et al., 2015)。Espey 則針對 650 個不同背景、性別、年級的學習者，分別在五個不同經濟系主修課目的同學進行團隊導向學習的研究，相較於傳統授課方式，TBL 能有效的提升學習者批判性思考能力、團隊溝通合作能力與達到更好的專業技能與學術成就(Espey, 2018)。團隊導向學習中教學者扮演關鍵的引領角色。透過教學者設計的團隊合作教學活動，讓學習者在小組中利用課前準備的知識和其他小組成員分工合作、互助進而共同解決問題。這種學習方式能訓練學習者與其他小組成員建立共同目標，學習如何與他人共事、溝通並自我省思理解不足之處，並且培養他們的團隊精神、自我學習能力與發展提升高層次學習能力。

3. 研究問題(Research Question)

經過文獻回顧後發現，以團隊導向學習教學方式屬於一有效創新教學方式，以團隊導向學習被廣泛的應用在各領域的教學活動，能提升學習動機與學習成效，屬於更有效率的教學模式，基於申請人多年的教學經驗與反思以及接續先前計畫的成果、文獻探討後提出研究假設：『在材料熱力學的學習過程中，學習者缺乏主動討論學習討論的動機與機會，當教師在教學中引入團隊導向學習方式，可增加同儕間學習討論動機與機會，藉由增加學習者間的團隊合作、討論、互動、激勵等學習行為，並可提升學習者的思維、評估與分析能力，發展應用、評鑑、分析及創造高層次能力，同時培養團隊合作能力並提升材料熱力學教學與學習成效為本研究的研究問題假設。』。

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

本研究計畫主要在設計運用團隊導向學習於材料熱力學課程的教學實踐研究，目的在探討以團隊導向學習在材料熱力學課程教學中，教師進行各項教學模組教學活動歷程、遭遇的困難以及相對應的策略，了解學生的學習認知與改變以及經歷以團隊導向學習過程中在課程的成長與表現，進而提升學習興趣與成效，本研究問題如先前所論述，為材料熱力學教學上所面臨的實務問題，期望能以團隊導向學習進行材料熱力學教學改善，提升學生學習意願與學習成效，同時提升同學在課堂的討論交流並發展高層次的學習活動，並從教學與學生的學習過程中，探討以團隊導向學習對大學生學習材料熱力學動機和學習成效的影響，深入瞭解及探討課堂中以團隊導向學習的教學與學習歷程，探討學生有效學習的教學方式，提出教學設計反思與可能的教學改進方向，作為促進提升工程教育教學品質的參考。

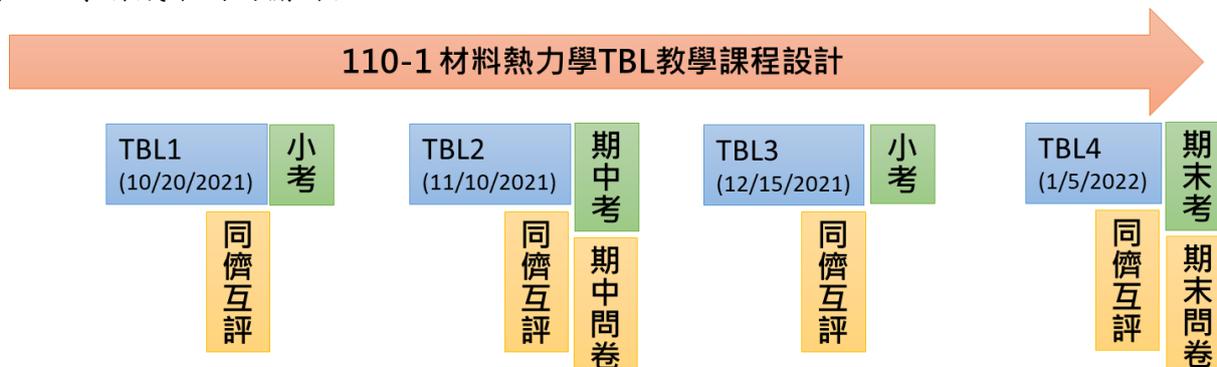
本研究透過行動研究方法運用教學觀察記錄、單元學習單、即時反饋系統回饋資料等研究工具蒐集資料，並收集學生反思心得，以及發放問卷的書面調查，呈現出教學歷程的問題、反思與行動，以系統化整理學生對於運用團隊導向學習的認知、學習的成長與影響。本研究將根據研究分析的結果，對於運用團隊導向學習在材料熱力學教學提出教學設計反思與可能的教學改進方向，作為促進提升工程基礎課程教育教學品質的參考。

研究場域為國立東華大學材料科學與工程學系，研究對象為修習 110 學年開設之「材料熱力學」課程學生，有 70 名學生全數為材料科學與工程學系大學部學生，其中約 54 人為材料科學與工程學系大二學生，為首次修習本課程的學生，以及約 16 人為大三、四重修學生。本研究的資料蒐集方法有：前測、IRS 系統紀錄(包含 TBL 同儕互評與組內互評分數及意見)、TBL 活動小組成績及排名、期中及期末學習回饋單、學習者學期成績表現及期末教師課程教學評鑑資料，同時包含質性與量性資料，進行分析研究比較。

5. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

本學期團隊導向學習的課程教學設計如圖一所示，由於材料熱力學屬於工程基礎課程，因課程特性主要使用課程講授法授課，除提供課程內容課堂數位筆記(enotes)提供學習者在課前與課後進行預習與複習，並依此為課程授課內容，並安排四次標準化測驗(兩次小考與期中及期末考)藉此驗證個人及團體的學習成效，同時在一個學期的課程中依據課程進度安排四次的小組合作學習習題競賽這個團隊導向學習為基礎的創新教學活動模組，希望藉此改善傳統教學中以個人的習題演練方式的缺乏學習動機及自主練習的學習缺點，以同儕的協助督促方式完成重要的習題演練學習活動，並在活動過程中學習培養更高層次的思維邏輯，資料蒐集方面採用期中及期末問卷蒐集對團隊導向學習的看法與建議，並分析合作學習習題競賽小組與個人學習成果間的關聯性。



圖一：本研究計畫課程設計。

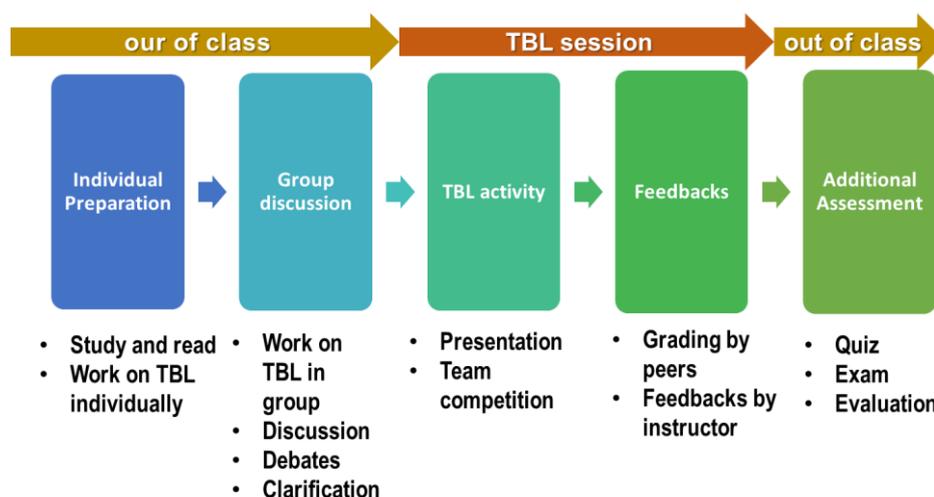
為適切的運用團隊導向學習於工程基礎課程中，本研究所採取的團隊導向學習過程如圖二所示，有別於適用於一般課程的傳統團隊導向學習，此流程特別適用於工程基礎課程授課教學運用，其流程先開始於個人學習準備、小組討論、習題競賽活動、回饋及最後進行標準

化測驗為一個完整的程序，個人先進行個人準備再進行團隊討論學習的方式，最後藉由以團體競賽的方式提升學習者對於習題練習與表達的能力，以融入趣味元素(小組名稱、小組排名、個人評論)方式進行具有競爭性的合作學習習題競賽，利用同儕激勵協助的方式能夠讓學生願意投入習題演練當中，並藉由討論、練習如以科學邏輯的方式，解釋自己的想法與答案，並從這樣的互動過程中，讓同學學習的重心從答案為主轉移到推理的過程，能有效的帶領同學思考問題，除了提升對習題練習的參與度之外，同時藉由 IRS 系統蒐集同儕互評以及分組互評的方式，進行團隊競賽排名成績公布，除了提升競爭性並也能夠提升課堂活動的趣味與參與感。就本學期的合作學習習題競賽活動操作及設計方式等細節，考量課程進度安排、促進小組合作及活動趣味性等目標，實際 TBL 活動操作方式可歸納整理為以下幾個重點：

1. 每學期四次合作學習習題競賽(每次 10 題)，每次兩小時於課堂上進行。
2. 全班依據大一學期成績以常態分組分十組，每組 6-7 名成員。
3. 習題於課程前發放，以個人及小組方式預先準備及討論，並選出小組長。
4. 每組隨機抽選一題，對全班說明講解，教師適時介入討論。
5. 以 IRS 方式進行同儕互評及分組互評，評定個人及分組成績。
6. 每次合作學習習題競賽活動結束公布分組排名成績，以提升小組競爭。
7. 合作學習習題競賽分組排名與組內互評成績佔學期成績額外 25%，提升參與度。

經過本學期的四次合作學習習題競賽活動進行經驗，我們發現這些操作方式提供幾個重要的功能：首先就小組組成來說，小組 6-7 個成員數量偏多，容易造成搭便車的狀態，也就是由少數組員分擔主要的工作，也就是團隊導向學習所常見的分工不合作的情形發生，也會降低合作學習習題競賽學習活動的效果，經觀察理想的小組成員應為 4-5 人較為適合合作學習習題競賽學習活動的進行，另外由小組選出小組長可促進分工合作學習活動的進行與分工。就 TBL 活動次數與習題數量來討論，一個學期進行四次的合作學習習題競賽學習活動與每次十題的習題，以隨機方式抽選一題由各組輪流進行講解，可確保每組同學都能用心準備這十題題目的內容，並且除了能夠解題外，講解習題過程中需要更高層次知識的理解與應用，才能夠清楚的對班級講解題目內容，包含思考邏輯、應用觀念及問題解決流程，教師的適時介入討論可確認小組的講解思路邏輯符合學習目標。就評分系統而言，利用 IRS 系統進行同儕互評與分組互評，其分組評分結果除了可進一步提升學習者對準備此學習活動的競爭動機外，並可提供學習活動的正反回饋意見，使學習者隨四次合作學習習題競賽活動進行修正而得到學習與成長。而合作學習習題競賽活動分組排名與組內互評成績佔學期成績額外 25%，可進一步提升學習者的競爭性與參與度。

The modified Team-based learning (TBL) process



圖二：本研究所實施團隊導向學習(TBL)流程。

資料分析方面，我們利用 IRS 系統收集個人回饋及團隊回饋評分資訊，最後將所蒐集的四次合作學習習題競賽排名分數與個人標準化測驗學習成效做交叉比對分析，研究教學過程中團隊導向學習對學習過程及成效的影響。本學期的課程教學運用以團隊導向學習的方式進行教學實踐研究，經過研究資料蒐集以及分析，本研究計畫歸納出三個重要研究成果主題亮點值得深入探討，分別為：(一)、對合作學習習題競賽的認同度與對學習者所提供的協助。(二)、對運用合作學習競賽在工程基礎課程的看法。(三)、合作學習競賽中小組成員成績表現與團隊成績表現的關聯性。等三個研究主題進行分析討論。

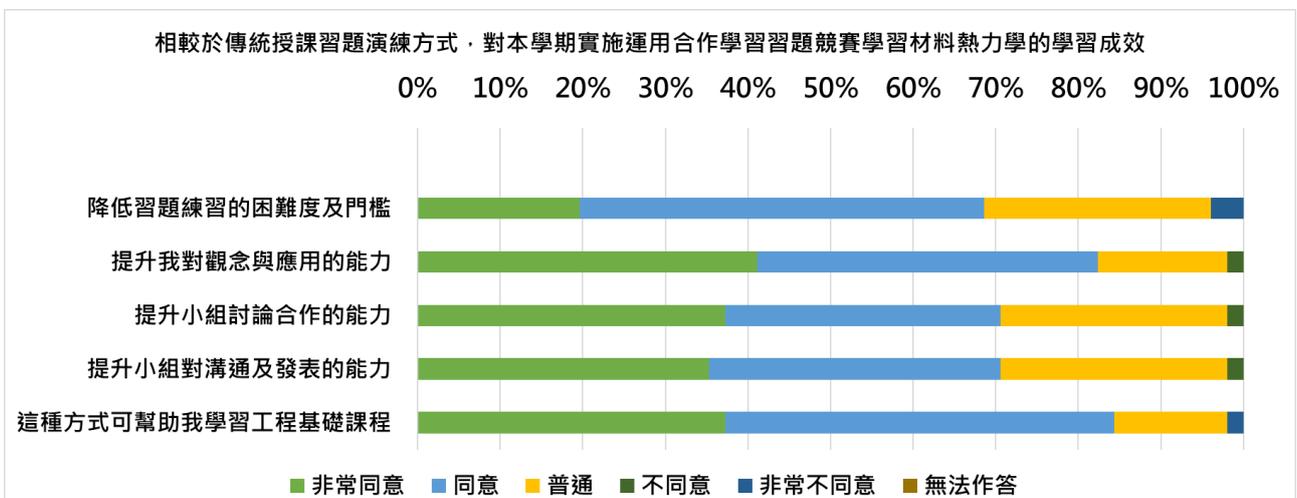
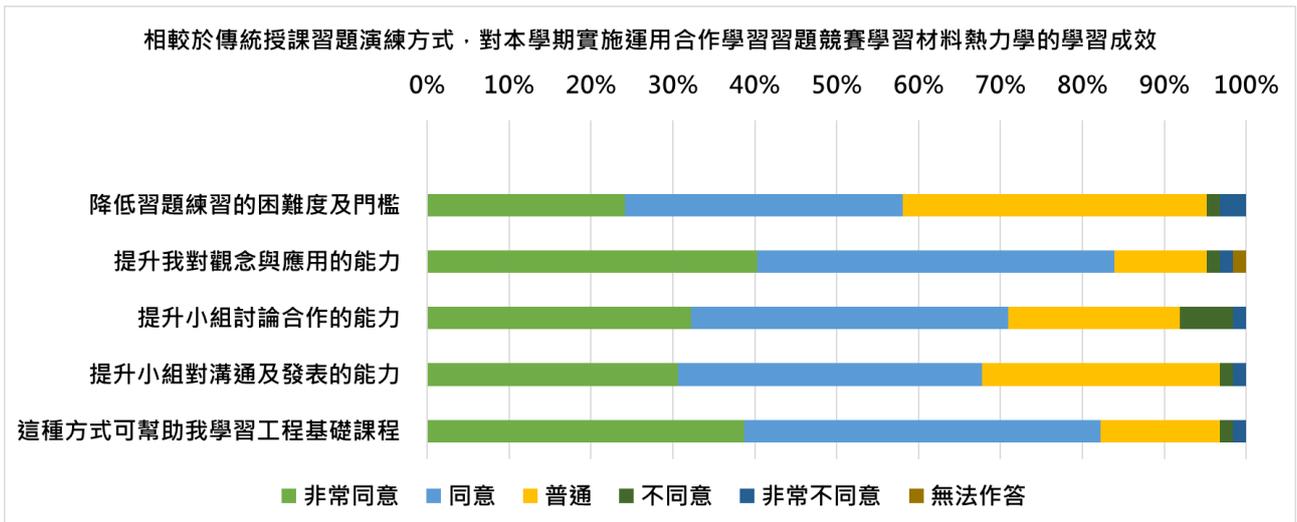
(一)、對合作學習習題競賽的認同度與對學習者所提供的協助

首先我們對對合作學習習題競賽認同度與提供的協助，分別在期中以及期末以學習回饋單問卷(如附件一所示)方式進行質性與量性的資料蒐集，針對以下五個特質對合作學習競賽對個人學習可能進行的幫助進行調查，包含：

1. 降低習題練習的困難度及門檻
2. 提升我對觀念與應用的能力
3. 提升小組討論合作的能力
4. 提升小組對溝通及發表的能力
5. 這種方式可幫助我學習工程基礎課程

等五個合作學習習題競賽可能提供的協助進行認同度的調查，其統計資料與統計圖如圖三所示。由期中調查(經過兩次合作學習習題競賽活動)結果可得知，認同度最低的選項為『降低習題練習的困難度及門檻』，其可能的原因來自於部分同學認為材料熱力學課程本質是不容易學習的課程，對自身學習障礙較高，導致面對習題困難度與挫折感較高等因素所導致，但在此選項回答非常同意及同意的學習者也高達 24.19% 及 33.87%，顯示超過一半的同學對於合作學習習題競賽活動中同儕互助學習的學習歷程，可降低習題練習的困難度及門檻抱持正向肯定的態度，就合作學習競賽對個人學習可能進行的幫助同意度較高的選項依次為：『提升我對觀念與應用的能力』、『這種方式可幫助我學習工程基礎課程』、『提升小組討論合作的能力』、『提升小組對溝通及發表的能力等』，由此調查顯示學習者對於合作學習習題競賽所提供學習協助主要是可藉由小組討論的方式進行學習內容的學習理解與應用，並可以以同儕互助的方式學習，其幫助較大，其次為培養對溝通發表的能力，除此之外藉由小組成員一同討論學習也同時能夠降低習題練習的困難度及門檻。而在各選項回答不同意或非常不同意的僅占約 1.61% 或 3.23%，僅占班級的極少數，顯示幾乎所有同學對合作學習習題競賽對學習提供的幫助呈現正向的觀感，也確實能夠體驗到合作學習習題競賽這個創新教學學習活動對學習一門工程基礎課程過程中所提供的實質學習幫助。

在經過一整個學習的合作學習習題競賽的操作後，我們發現在期末調查(經過四次合作學習習題競賽)的結果，對合作學習競賽對個人學習可能進行的幫助各選項的認同度大幅提升，而先前認同度較低的『降低習題練習的困難度及門檻』這個選項，同意的比例也從先前的 33.87% 提升至 49.02%，其餘四個選項也從大部分同意，提升至非常同意，其同意度由高而低依序為：提升我對觀念與應用的能力、提升小組討論合作的能力、提升小組對溝通及發表的能力、這種方式可幫助我學習工程基礎課程等，其順序與期中調查類似，但同意度大幅提升至非常同意，顯示學習者在經歷一整個學期的合作學習習題競賽活動後，對此創新教學活動對學習工程基礎課程的認同度大幅提升。



	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	無法作答
降低習題練習的困難度及門檻	24.19%	33.87%	37.10%	1.61%	3.23%	0.00%
提升我對觀念與應用的能力	40.32%	43.55%	11.29%	1.61%	1.61%	1.61%
提升小組討論合作的能力	32.26%	38.71%	20.97%	6.45%	1.61%	0.00%
提升小組對溝通及發表的能力	30.62%	37.10%	29.03%	1.61%	1.61%	0.00%
這種方式可幫助我學習工程基礎課程	38.71%	43.55%	14.52%	1.61%	1.61%	0.00%

	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	無法作答
降低習題練習的困難度及門檻	19.60%	49.02%	27.45%	0.00%	3.92%	0.00%
提升我對觀念與應用的能力	41.18%	41.18%	15.69%	1.96%	0.00%	0.00%
提升小組討論合作的能力	37.25%	33.33%	27.45%	1.96%	0.00%	0.00%
提升小組對溝通及發表的能力	35.29%	35.29%	27.45%	1.96%	0.00%	0.00%
這種方式可幫助我學習工程基礎課程	37.25%	47.06%	13.73%	0.00%	1.96%	0.00%

圖三：合作學習習題競賽認同度與提供的協助統計圖與統計表，期中測(上)與期末測(下)。

(二)、對運用合作學習競賽在工程基礎課程的看法。

如先前提到的，本研究採用合作學習習題競賽方式進行工程基礎課程教學，為了研究比較採用合作學習習題競賽與傳統授課教學方式的差異，我們也設計了以採用合作學習習題競賽不同評分意見向度做期中與期末調查，包含：學習討論較有動力及效率、幫助對觀念的理解與應用、學習到額外的知識與能力、學習溝通與表達能力、在過程中我有提供或接受學習上的協助、這種方式應該推廣在其他工程基礎課程中。分別在期中與期末進行對學生為中心的教學方式學習者認同度的調查，對運用合作學習習題競賽運用在工程基礎課程的看法期中與期末調查結果如圖四所示，可以發現此教學模式在五個不同評分意見向度中，學習者多給

予正面的評價，評價較高的評分意見向度有，在過程中我有提供或接受學習上的協助(非常同意 45.16%)、學習討論較有動力及效率(非常同意 32.26%)、幫助對觀念的理解與應用(非常同意 35.48%)、這種方式應該推廣在其他工程基礎課程中(非常同意 30.65%)，評價屬於中性偏高的則有：學習溝通與表達能力(非常同意 24.19%)、學習到額外的知識與能力(非常同意 14.52%)等，研究成果顯示學習者對於合作學習習題競賽這個教學活動在不同的評分項度中都有相當高的認同度，並深刻感受到此合作學習習題競賽活動所帶來的學習幫助，其主要的認同度在於同儕互助學習、討論、理解，並認為此學習方式值得推廣至其他工程基礎課程中幫助學習，對於溝通與表達能力則屬於較次要認同度，其原因來自在工程基礎課程中，對於觀念的理解應用屬於學習者主要聚焦的學習目標，理工背景學習者對於溝通與表達能力的培養，就認知上屬較次要的學習活動，因此認同感稍低。

我們同時也統計了實施合作學習習題競賽前後的成績分布差異如圖五所示，此成績分布相較於往年未實施合作學習習題競賽課程(108-1)的成績分布，實施合作學習習題競賽課程學習者學期成績除了平均 GPA 有效提升，中高學習表現的同學比例也相對較高，顯示在實施以合作學習習題競賽確實能夠有效提升不同學習成就學習者的學習表現。

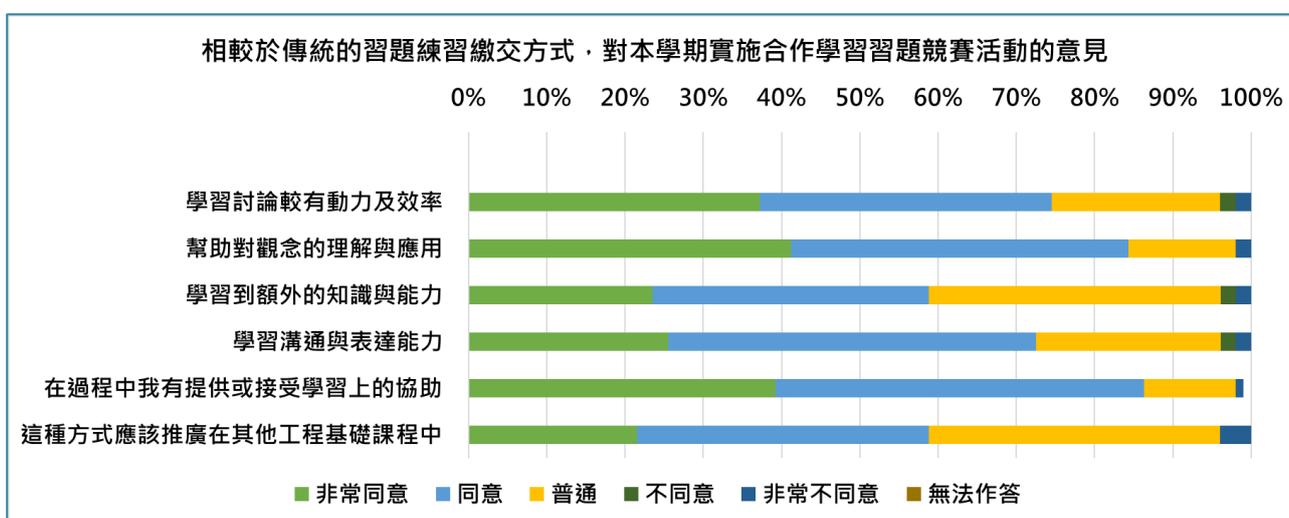
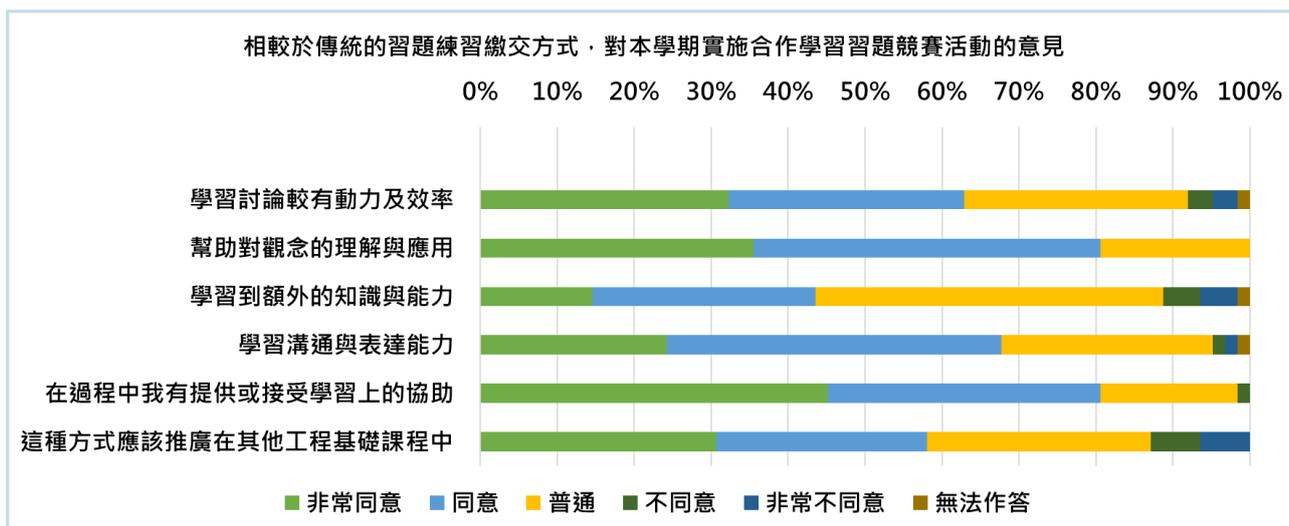
(三)、合作學習競賽中小組成員成績表現與團隊成績表現的關聯性。

為了改善在基礎課程的傳統教學中，習題演練活動是學習的重要步驟，可以幫助學習者驗證強化知識的記憶與應用的重要關鍵，然而一般傳統課程中習題演練的效果不佳，可歸納為以下幾種原因：

1. 以個人方式進行傳統習題演練，對中後段學習者的學習門檻較高。
2. 學習者缺乏主動積極進行習題演練的動機。
3. 缺乏同儕合作討論的機制進行習題演練。
4. 傳統習題演練方式繳交缺乏趣味投入。

為了改善傳統方式習題演練效果不佳的學習問題，我們在課程中依照課程進度導入四次合作學習習題競賽活動，以團體導向學習競賽的方式提升學習者對於習題練習與表達的能力，能夠讓學生願意投入習題演練當中，並藉由討論、練習如以科學邏輯的方式，解釋自己的想法與答案，並從這樣的互動過程中，讓同學學習的重心從答案為主轉移到推理的過程，能有效的帶領同學思考問題，除了提升對習題練習的參與度之外，也可藉由團隊競賽以及 IRS 同儕互評以及分組互評的方式提升課堂活動的趣味與參與感，由前兩部分的研究結果顯示，學習者的反饋也明確證實此創新學習活動確實與研究假設所提供的學習協助相符合。

為了研究合作學習習題競賽活動對學習者學習的有效程度，我們將本學期四次合作學習習題競賽活動各組得分、積分排名、積分排名與小組成員學期成績 GPA 平均及各小組成員學期成績分布進行分析比較，首先圖六顯示合作學習習題競賽分組積分成果，可以觀察到在四次分組活動中，各小組的分次積分或分次排名在四次活動的過程中並沒有特別的趨勢變化，推測主要因為小組成員為常態分組於習題競賽活動各小組平均表現，在四次的活動中並無表現特別好或特別差的組別，此外由習題競賽平均的表現顯示此競賽活動對學習者有激勵學習作用。我們為了比較隨機分組與常態分組對合作學習習題競賽的成效，我們將 109-1 實施隨機分組進行合作學習習題競賽結果與本計畫以常態分組方式進行合作學習習題競賽的結果進行分析比較，圖七顯示實施隨機分組(左)及常態分組(右)學習者的平均學期成績與分組排名關聯性，結果顯示隨機分組呈現較高的平均成績與分組排名相關性，而常態分組呈現較低的相關性，且隨機分組小組成績分布較為散亂，平均成績分布於 1.44 至 2.58 間，且小組成員成績分布較為極端，學習成效也較低。相較於隨機分組成果，以常態分組的其小組成員平均 GPA 分布於 2.11 至 2.95 間(等第 B-C 間)，較隨機分組成績收斂且學習成效較佳，其小組習題競賽排名與小組平均成績並明顯相關性，也證實常態分組方式實施習題競賽活動對學習成效的提升是較佳的方式。



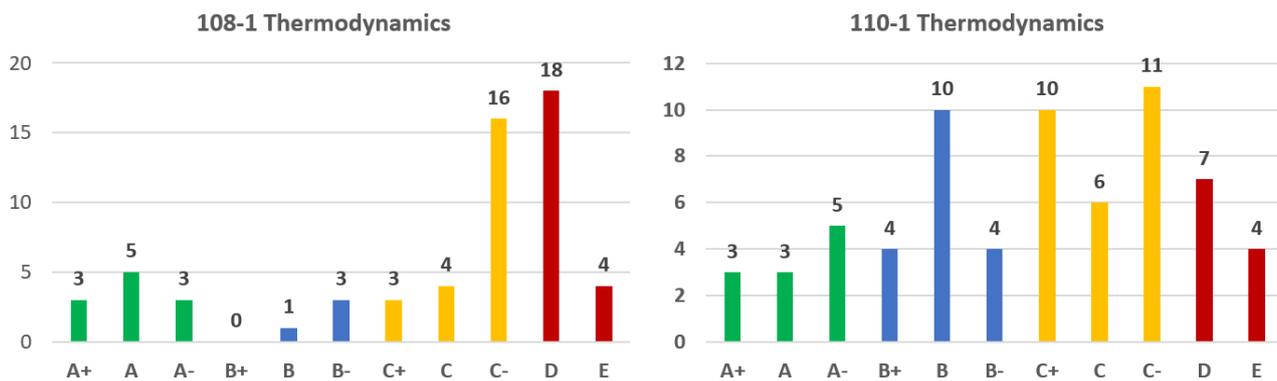
	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	無法作答
學習討論較有動力及效率	32.26%	30.65%	29.03%	3.23%	3.23%	1.61%
幫助對觀念的理解與應用	35.48%	45.16%	19.35%	0.00%	0.00%	0.00%
學習到額外的知識與能力	14.52%	29.03%	45.16%	4.84%	4.84%	1.61%
學習溝通與表達能力	24.19%	43.55%	27.42%	1.61%	1.61%	1.61%
在過程中我有提供或接受學習上的協助	45.16%	35.48%	17.74%	1.61%	0.00%	0.00%
這種方式應該推廣在其他工程基礎課程中	30.65%	27.42%	29.03%	6.45%	6.45%	0.00%

	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	無法作答
學習討論較有動力及效率	37.25%	37.25%	21.56%	1.96%	1.96%	0.00%
幫助對觀念的理解與應用	41.18%	43.14%	13.73%	0.00%	1.96%	0.00%
學習到額外的知識與能力	23.53%	35.29%	37.25%	1.96%	1.96%	0.00%
學習溝通與表達能力	25.49%	47.06%	23.53%	1.96%	1.96%	0.00%
在過程中我有提供或接受學習上的協助	39.22%	47.06%	11.76%	0.00%	1.00%	0.00%
這種方式應該推廣在其他工程基礎課程中	21.56%	37.25%	37.25%	0.00%	3.92%	0.00%

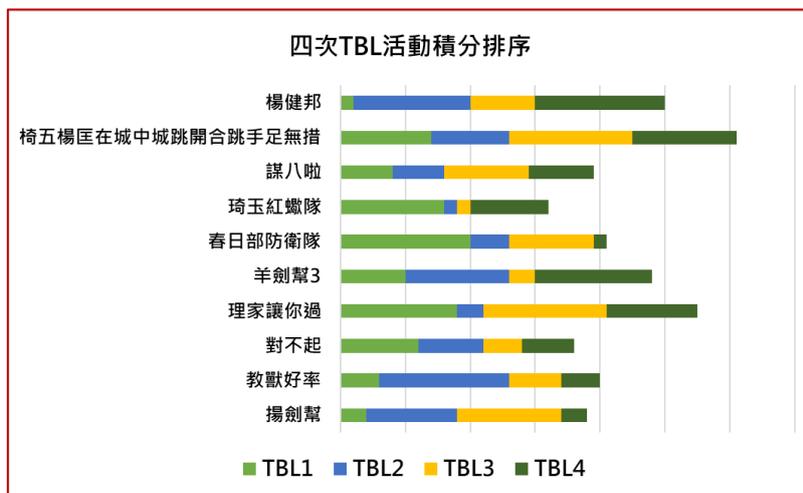
圖四：對運用合作學習習題競賽運用在工程基礎課程的看法：期中測(上)與期末測(下)。

為了更進一步分析成績分布，我們將隨機分組與常態分組小組成員成績與分組排名整理在圖八與圖九，結果顯示在常態分佈分組的狀況下，小組成員學習成績的分布呈現平均分布，無論分組排名為何，在一個 6-7 人的小組內，呈現高學習成就(A)的同學約 1-2 人，中高學習成就(B)的約 1-2 人，中學習成就(C)約 2-3 人，低學習成就(D)約僅有 1 人，推測由於小組分組採常態分組且習題競賽表現平均，因此學習狀態分布較為一致，組間的差異性較少，導

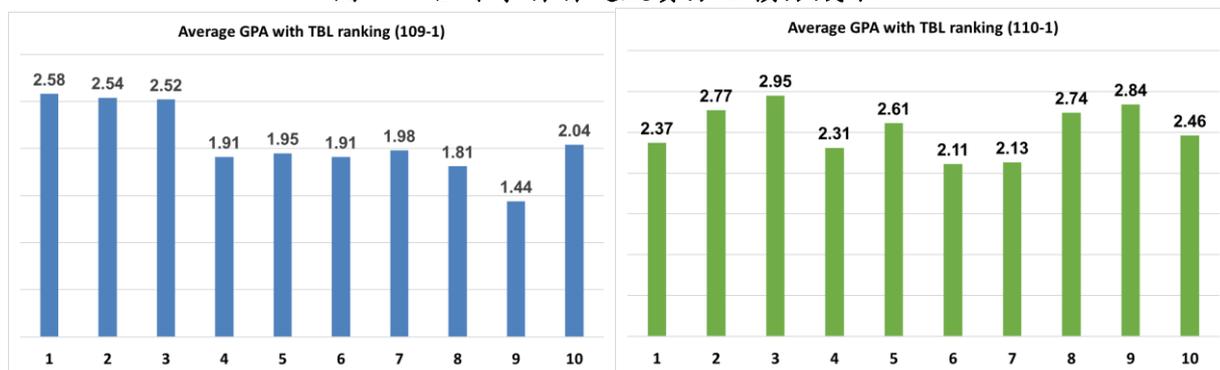
致合作學習習題競賽小組平均學期成績與合作學習習題競賽排名關聯性較低，值得一提的是在比較實施隨機分組及常態分組兩種小組習題競賽學習者學期成績分布結果顯示，相較於隨機分組，實施常態分組的小組在各小組內呈現較平均且較高的成績分布，顯示常態分佈分組應有助於實施小組排名競賽活動的成效。這部分的研究成果顯示顯示以常態分組方式實施合作學習習題競賽，除了可進行小組內同儕討論、互動及合作等行為以及小組間的同儕競爭學習活動，另外可大幅提升小組內學習者的學習成效，也可有效提升小組間與組內不同學習者的互動與學習層次的提升，相較於隨機分組，常態分組更有助於學習者學習成效的平均提升與協助。除了平均 GPA 有效提升，中高學習表現的同學比例也相對較高，顯示實施以常態分組的方式進行合作學習習題競賽確實能夠有效提升學習者的學習表現與班級的學習成效。



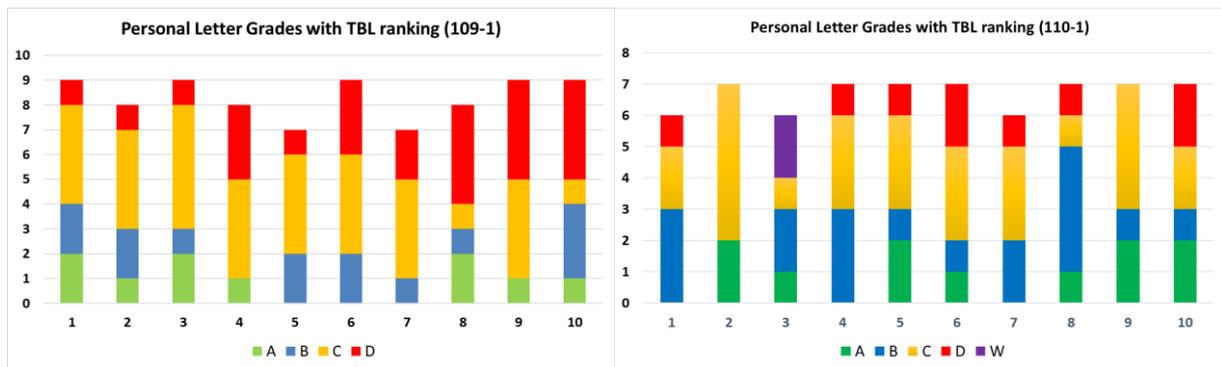
圖五：未實施(左：108-1)前與實施合作學習習題競賽(右：110-1)學習者成績分布。



圖六：合作學習習題競賽分組積分成果。



圖七：實施隨機分組(左)及常態分組(右)學習者平均學期成績與分組排名關聯性。



圖八：實施隨機分組(左)及常態分組(右)小組成員學期成績分布與 TBL 分組排名關聯性。

Ranking	Group #	Average GPA	A	B	C	D	W
1	10	2.58	2	2	4	1	0
2	4	2.54	1	2	4	1	0
3	7	2.52	2	1	5	1	0
4	6	1.91	1	0	4	3	0
5	5	1.95	0	2	4	1	0
6	8	1.91	0	2	4	3	0
7	2	1.98	0	1	4	2	0
8	3	1.81	2	1	1	4	0
9	1	1.44	1	0	4	4	0
10	9	2.04	1	3	1	4	0

Ranking	Group #	Average GPA	A	B	C	D	W
1	9	2.37	0	3	2	1	0
2	4	2.77	2	0	5	0	0
3	10	2.95	1	2	1	0	2
4	5	2.31	0	3	3	1	0
5	6	2.61	2	1	3	1	0
6	2	2.11	1	1	3	2	0
7	8	2.13	0	2	3	1	0
8	1	2.74	1	4	1	1	0
9	3	2.84	2	1	4	0	0
10	7	2.46	2	1	2	2	0

圖九：實施隨機分組(上)及常態分組(下)小組平均 GPA 學期成績分布與 TBL 分組排名。

(2) 教師教學反思

在傳統課程中利用合作學習習題競賽這個課程活動，以團體競賽的方式提升學習者對於習題練習與表達的能力，以融入趣味元素(小組名稱、小組排名、個人評論)方式進行具有競爭性的合作學習習題競賽，利用同儕激勵協助的方式能夠讓學生願意投入習題演練當中，並藉由討論、練習如以科學邏輯的方式，解釋自己的想法與答案，並從這樣的互動過程中，讓同學學習的重心從答案為主轉移到推理的過程，能有效的帶領同學思考問題，除了提升對習題練習的參與度之外，同時藉由 IRS 系統蒐集同儕互評以及分組互評的方式，進行團隊競賽排名成績公布，除了提升競爭性並也能夠提升課堂活動的趣味與參與感。

由研究調查資料顯示，合作學習競賽對個人學習可能進行的幫助同意度較高的選項依次為：『提升我對觀念與應用的能力』、『這種方式可幫助我學習工程基礎課程』、『提升小組討論合作的能力』、『提升小組對溝通及發表的能力等』，由此調查顯示學習者對於合作學習習題競賽所提供學習協助主要是可藉由小組討論的方式進行學習內容的學習理解與應用，並可以以同儕互助的方式學習，其幫助較大，其次為培養對溝通發表的能力，除此之外藉由小組成員一同討論學習也同時能夠降低習題練習的困難度及門檻。而研究的質性資料顯示合作學習習題競賽以提升學習效率、互助學習、自我反思學習為活動所提供主要的幫助。

學習者對於合作學習習題競賽這個教學活動有相當高的認同度，並深刻感受到此合作學習習題競賽活動所帶來的學習幫助，其主要的認同度在於同儕互助學習、討論、理解，並認為此學習方式值得推廣至其他工程基礎課程中幫助學習，對於溝通與表達能力則屬於較次要學習活動，其原因來自在工程基礎課程中，對於觀念的理解應用屬於學習者主要聚焦的學習目標，理工背景學習者對於溝通與表達能力的培養，就認知上屬較次要的學習活動，因此認同感稍低。我們同時也統計了實施合作學習習題競賽課程期末成績分布，此成績分布相較於往年課程的成績分布，除了平均 GPA 有效提升，中高學習表現的同學比例也相對較高，顯示實施以合作學習習題競賽確實能夠有效提升學習者的學習表現。

我們並觀察到 TBL 學習活動可有效提升組內不同學習者的互動與學習層次的提升，因此推論在傳統工程基礎課程中融入以習題練習為主題的競賽式 TBL 學習活動，可有效提升學習興趣與成效，值得運用於工程基礎課程中。

(3) 學生學習回饋

為了進一步確認合作學習習題競賽的有效性，我們同時也針對合作學習習題競賽的優點及需改進的方向在期中與期末階段分別進行質性資料意見蒐集調查，就期中調查的質性資料來說，合作學習習題競賽對學習的幫助有：

覺得教學方式新奇	多一種學習方法	可提供準備方向	改正自己的觀念
不會忘記念書	將考試前才唸書的習慣改正	多元思考及提升自我反思	效率較高
可互助學習	有動力學習	強迫自己學習	可與同儕交流學習
找到考試外學習的觀念盲點	幫助內向或較不主動學習的同學	同儕學習較無壓力	提升表達能力

其中質性資料所反應的與我們研究所預期合作學習習題競賽所能提供的協助大幅度一致，顯示合作學習習題競賽確實能夠提升學習成效。

另外合作學習習題競賽可改進的方面有：

增加討論	明確分工	增加準備時間	可拍攝影片提供活動進行方式
減少小組人數	提早公布習題題目	提供習題答案	提高活動次數
增加題型變化			

我們在期末針對相同的內容進行質性資料意見蒐集調查問卷調查，就期末調查的質性資料來說，合作學習習題競賽對學習的幫助有：

能夠記憶、思考、運用所學	更積極思考及學習	能組成讀書會共同學習	快速學習重點
互助學習	練習上台發表	有效率的學習	反思審視自身的不足
強迫自己學習	提早開始讀書		

期末質性資料所反應合作學習習題競賽所能提供的協助與期中調查成果類似，多半以提升學習效率、互助學習、自我反思學習為活動所提供主要的幫助。

期末調查合作學習習題競賽可改進的方面有：

更明確分工	小組人數減少	降低分工不合作的行為	提供習題答案
-------	--------	------------	--------

我們也針對這些建議在未來的活動內容進行調整，主要活動設計將以提升小組分工合作行為以及降低搭便車的行為，以提升實施合作學習習題競賽的成效。由期末調查的質性資料顯示本計畫所採用合作學習習題競賽確實提供更佳的教學品質、課程理解及幫助學生自主學習，相較於期中調查的結果內容合作學習習題競賽的認同度大幅度提升，質性回饋資料也呈現一致性與較佳的反應。

建議與省思(Recommendations and Reflections)

本計畫運用團隊導向學習方式，在課程中以單元式的方式安排合作學習習題競賽這個創新的教學模組，增加同儕間學習討論動機與機會，藉由增加學習者間的團隊合作、討論、互動、激勵等學習行為，提升學習者的思維、評估與分析能力，培養團隊合作能力並提升材料熱力學教學與學習成效。由研究成果顯示，在教學中實施習題競賽活動對學習者的學習興趣與學習成效有重要幫助，常態分組更有助於學習者學習成效的平均提升與協助。除了平均 GPA 有效提升，中高學習表現的同學比例也相對較高，顯示實施以常態分組的方式進行合作學習習題競賽確實能夠有效提升學習者的學習表現與班級的學習成效。此外在習題競賽活動實施過程中發現仍有重要問題尚待研究解決，首先是在教學過程中觀察到分組學習活動中小組成員的工作分配不均，學習討論活動由少部分組員負擔，進而產生所謂組員搭便車的現象尚待研究解決，及部分小組成員參與度低落導致的分工不合作現象，如何確保小組內的分工合作討論的學習活動順利進行，是未來我們想研究的主要研究問題，此外在合作學習習題競賽學習活動中，針對學習者個人學習成效評估與分析相對困難，如何建立合作學習習題競賽活動中個人的學習成效評估與分析，是未來我們想要探討的次要研究問題，最後我們未來將規劃出如何運用及最佳化合作學習習題競賽活動學習活動於工程科目基礎教學，以及如何以更適切的方式在工程基礎課程教學中導入合作學習習題競賽活動提升學習成效。

一、 參考文獻(References)

- Baeten, M., Kyndt, E., Struyven, K., & Dochy, F. (2010). Using student-centred learning environments to stimulate deep approaches to learning: Factors encouraging or discouraging their effectiveness. *Educational Research Review*, 5(3), 243-260. doi:10.1016/j.edurev.2010.06.001
- Burgess, A., Bleasel, J., Haq, I., Roberts, C., Garsia, R., Robertson, T., & Mellis, C. (2017). Team-based learning (TBL) in the medical curriculum: better than PBL? *Bmc Medical Education*, 17. doi:10.1186/s12909-017-1068-z
- Clark, M. C., Nguyen, H. T., Bray, C., & Levine, R. E. (2008). Team-based learning in an undergraduate nursing course. *Journal of Nursing Education*, 47(3), 111-117. doi:10.3928/01484834-20080301-02
- Espey, M. (2018). Enhancing critical thinking using team-based learning. *Higher Education Research & Development*, 37(1), 15-29. doi:10.1080/07294360.2017.1344196
- Frame, T. R., Cailor, S. M., Gryka, R. J., Chen, A. M., Kiersma, M. E., & Sheppard, L. (2015). Student Perceptions of Team-based Learning vs Traditional Lecture-based Learning. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 79(4). doi:10.5688/ajpe79451
- Gomez, E. A., Wu, D. Z., & Passerini, K. (2010). Computer-supported team-based learning: The impact of motivation, enjoyment and team contributions on learning outcomes. *Computers & Education*, 55(1), 378-390. doi:10.1016/j.compedu.2010.02.003
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266. doi:10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3
- Hrynchak, P., & Batty, H. (2012). The educational theory basis of team-based learning. *Medical Teacher*, 34(10), 796-801. doi:10.3109/0142159x.2012.687120
- Jim Sibley, Ostafichuk, P., Michaelsen, L. K., Roberson, B., Franchini, B., & Kubitz, K. (2014). *Getting Started With Team-Based Learning*. Sterling, VA: Stylus Publishing.
- Koles, P. G., Stolfi, A., Borges, N. J., Nelson, S., & Parmelee, D. X. (2010). The Impact of Team-Based Learning on Medical Students' Academic Performance. *Academic Medicine*, 85(11), 1739-1745. doi:10.1097/ACM.0b013e3181f52bed
- Larry Michaelsen, A. B.-K., and Dee Fink (2003). *Team-Based Learning: A Transformative Use of Small Groups in College Teaching*. Sterling, VA: Stylus Publishing.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction-What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. doi:10.1002/tea.20347

- Najdanovic-Visak, V. (2017). Team-based learning for first year engineering students. *Education for Chemical Engineers*, 18, 26-34. doi:10.1016/j.ece.2016.09.001
- O'Connell, R. M. (2015). Adapting Team-Based Learning for Application in the Basic Electric Circuit Theory Sequence. *Ieee Transactions on Education*, 58(2), 90-97. doi:10.1109/te.2014.2329650
- Ofstad, W., & Brunner, L. J. (2013). Team-Based Learning in Pharmacy Education. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 77(4). doi:10.5688/ajpe77470
- Parappilly, M., Schmidt, L., & De Ritter, S. (2015). Ready to learn physics: a team-based learning model for first year university. *European Journal of Physics*, 36(5). doi:10.1088/0143-0807/36/5/055052
- Parmelee, D. X., & Michaelsen, L. K. (2010). Twelve tips for doing effective Team-Based Learning (TBL). *Medical Teacher*, 32(2), 118-122. doi:10.3109/01421590903548562
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231. doi:10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x
- 朱敬先 (1997)。教育心理學 教學取向。台北：五南。
- 張春興 (2001)。教育心理學。台北：東華。

二、 附件(Appendix)

附件一、期中及期末學習回饋單

附件二、課程教學評量

附件三、合作學習習題競賽例題

附件四、計畫成果發表海報論文獎狀

一、本學期的課程強調運用團隊導向學習提升材料熱力學教學與學習成效，相較於傳統授課習題演練方式，對本學期實施運用合作學習習題競賽學習材料熱力學的學習成效：

	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	無法作答
降低習題練習的困難度及門檻						
提升我對觀念與應用的能力						
提升小組討論合作的能力						
提升小組對溝通及發表的能力						
這種方式可幫助我學習工程基礎課程						

二、相較於傳統的習題練習繳交方式，對本學期實施合作學習習題競賽活動的意見：

	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	無法作答
學習討論較有動力及效率						
幫助對觀念的理解與應用						
學習到額外的知識與能力						
學習溝通與表達能力						
在過程中我有提供或接受學習上的協助						
這種方式應該推廣在其他工程基礎課程中(例如工數、物冶)						

三、問答題：

(一) 與傳統授課模式相比較，我對這門課使用合作學習習題競賽的看法？對學習這門課程的幫助為何？

(二) 合作學習習題競賽可以如何改進實施幫助學習？(例如將小組成員明確分工、將小組數目增加、提升習題競賽次數或時間等)

(三) 我想對我的組員說的話。

(四) 我想對老師說的話。

分數:4.66

壹、課堂學習的情形

一、對於授課教師之教學意見

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意	總分	平均	極端值逕予排除後填表人數
1	本課程上課內容符合課程的教學目標	0	0	9	20	35	282	4.41	64
2	本課程內容安排有組織、有條理	0	0	9	18	37	284	4.44	64
3	本課程內容與安排依據我們的程度與需求而設計	0	0	11	19	34	279	4.36	64
4	老師能採用適合而多元的教學方式	0	0	10	18	36	282	4.41	64
5	老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式	0	0	10	19	35	281	4.39	64
6	老師講課深入淺出，條理清晰	0	0	11	17	36	281	4.39	64
7	老師很鼓勵我們自由發問及表達意見，學習氣氛良好	0	0	10	20	34	280	4.38	64
8	老師很願意幫助我們解決學習上的困難	0	0	9	20	35	282	4.41	64
9	老師的評量方式能合理反映出教學重點	0	0	9	19	36	283	4.42	64
10	老師的評量方式能客觀公正的評量我的學習成果	0	0	9	19	36	283	4.42	64
11	老師會對我們的學習表現、考試結果或作業報告等給予回饋	0	0	10	19	35	281	4.39	64
12	老師採用_不_適切而_無_效的教學方式	26	10	10	7	11			64
13	老師能夠按時上課，如有請假(含出國開會)會安排調課或補課	0	0	10	19	35			64

二、自我學習評量

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
14	我能理解本課程的專業知識	0	0	11	18	35
15	我能應用本課程的專業知識	0	0	12	21	31
16	我能根據本課程的專業知識進行獨立、批判思考	0	0	11	18	35
17	本課程讓我學到如何溝通合作	0	0	10	19	35
18	本課程讓我學到如何將理論與實務連結	0	0	12	19	33
19	本課程讓我學到如何解決問題	0	0	10	19	35
20	本課程能提高我修習相關課程與知識的興趣	0	0	11	18	35
21	本課程能激發我繼續探究這門課程的相關知識	0	0	11	19	34
22	有機會我樂意向同學或學弟妹推薦修讀這門課程	0	0	11	16	37

三、學生學習成效

科目代碼	科目名稱	題號	題目	能力指標相關度	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
MS_20500	材料熱力學(一)	25	具備材料科學所需的物理、化學及數學的知識。	1	1		11	16	37
MS_20500	材料熱力學(一)	26	具備材料科學的專業知識，並能應用於解決工程上之問題。	2	1		12	20	32

MS_20500	材料熱力學 (一)	27	具備專業道德及責任感，與良好的溝通與團隊合作的能力。	1	1		11	17	36
MS_20500	材料熱力學 (一)	28	具備適當的英文能力，應用於學習與交流。	1	1		14	20	30

四、自加題

科目代碼	科目名稱	題號	題目	非常 不同意	不同意	普通	同意	非常 同意
------	------	----	----	-----------	-----	----	----	----------

貳、對本課程的心得與建議

1. 對於這門課我最喜歡的是

無

TBL 蠻讚的

0

無

自由能

老師不厭其煩的講解給我們聽，使得原本艱澀難懂的知識也能在面對問題的時候迎刃而解，謝謝老師。

老師很細心，教學也很仔細

利用 TBL 跟小考讓我們提升對於這堂課的學習態度

無

無

上課很用心認真

無

老師用各種方式幫助學生提高成績

無

無

無

教授對課程的程度十分熱烈，一職嘗試用新的教學模式讓我們學習！

無

無

老師會錄影上課內容

2. 對於這門課我的建議是（包括教學內容、方法、評量方式... 等方面）

無

有時候同學聽不懂教授問太難的問題，反而給組別打超低的分數

0

無

無

無，因為已經做到很好了，老師很讚

我想說 TBL 的部分希望可以正確答案，又或者是老師提到的盲點可以整理出來 以避免聽過卻來不及記下 之後又再犯

無

無

很棒

無

想要 pass 這堂課

無

無

✓ 無

無

無

tbl 好多

分數:4.72

壹、課堂學習的情形

一、對於授課教師之教學意見

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意	總分	平均	極端值逕予排除後填表人數
1	本課程上課內容符合課程的教學目標	0	0	7	13	33	238	4.49	53
2	本課程內容安排有組織、有條理	0	0	7	11	35	240	4.53	53
3	本課程內容與安排依據我們的程度與需求而設計	0	0	7	12	34	239	4.51	53
4	老師能採用適合而多元的教學方式	0	0	6	11	36	242	4.57	53
5	老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式	0	0	7	13	33	238	4.49	53
6	老師講課深入淺出，條理清晰	0	0	7	12	34	239	4.51	53
7	老師很鼓勵我們自由發問及表達意見，學習氣氛良好	0	0	6	13	34	240	4.53	53
8	老師很願意幫助我們解決學習上的困難	0	0	6	13	34	240	4.53	53
9	老師的評量方式能合理反映出教學重點	0	0	7	13	33	238	4.49	53
10	老師的評量方式能客觀公正的評量我的學習成果	0	0	7	10	36	241	4.55	53
11	老師會對我們的學習表現、考試結果或作業報告等給予回饋	0	0	8	13	32	236	4.45	53
12	老師採用_不_適切而_無_效的教學方式	30	6	5	7	5			53
13	老師能夠按時上課，如有請假(含出國開會)會安排調課或補課	0	0	8	12	33			53

二、自我學習評量

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
14	我能理解本課程的專業知識	0	0	7	13	33
15	我能應用本課程的專業知識	0	0	6	15	32
16	我能根據本課程的專業知識進行獨立、批判思考	0	0	6	12	35
17	本課程讓我學到如何溝通合作	0	0	7	12	34
18	本課程讓我學到如何將理論與實務連結	0	0	8	11	34
19	本課程讓我學到如何解決問題	0	0	7	13	33
20	本課程能提高我修習相關課程與知識的興趣	0	0	7	13	33
21	本課程能激發我繼續探究這門課程的相關知識	0	0	8	15	30
22	有機會我樂意向同學或學弟妹推薦修讀這門課程	0	0	10	10	33

三、學生學習成效

科目代碼	科目名稱	題號	題目	能力指標相關度	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
MS_2080AA	材料熱力學(二)AA	25	具備材料科學所需的物理、化學及數學的知識。	1			6	13	34
MS_2080AA	材料熱力學(二)AA	26	具備材料科學的專業知識，並能應用於解決工程上之問題。	2			7	12	34

MS_2080AA	材料熱力學 (二)AA	27	具備專業道德及責任感，與良好的溝通及團隊合作的能力。	1			8	13	32
MS_2080AA	材料熱力學 (二)AA	28	具備適當的英文能力，應用於學習與交流。	1			8	16	29

四、自加題

科目代碼	科目名稱	題號	題目	非常 不同意	不同意	普通	同意	非常 同意
------	------	----	----	-----------	-----	----	----	----------

貳、對本課程的心得與建議

1. 對於這門課我最喜歡的是

無

無

有影片、筆記 老師真的很用心

無

老師準備的東西很多，讓我感受到他對教學的熱忱

無

無

無

無

無

無

讚

無

2. 對於這門課我的建議是（包括教學內容、方法、評量方式... 等方面）

無

無

沒缺點了吧

無

沒有

無

無

無

無

無

無

讚

Materials Thermodynamics TBL Problem Set 1

1. When 1 kg of Ar is heated from 400K to 500K either by process I (constant volume) or process II (constant pressure)
 - (a) Draw the P - V diagram for the two processes.
 - (b) Calculate ΔU , q , w , and ΔH for process I.
 - (c) Calculate ΔU , q , w , and ΔH for process II.
 (Take Ar as a monatomic gas, MW : 40 g/mole , $C_p = 2.5R$, $C_v = 1.5R$ J/K , $R = 8.314$ J/K)

2. The standard reaction enthalpy for the combustion of carbon,

is $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$, is -94 kcal .

The standard reaction enthalpy for the combustion of hydrogen,

is $H_{2(g)} + 0.5 O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$, is -68.3 kcal .

The standard reaction enthalpy for the combustion of methane,

is $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$, is -212.8 kcal .

Calculate the standard enthalpy of generation of methane (kJ/mole).

3. Calculate the final temperature when a monatomic gas at 200K and 34 l/mole is compressed adiabatically and reversibly until the volume is 3.5 l/mole. ($C_v = 1.5R$, $C_p = 2.5R$, $R = 8.314$ J/K)

4. A monatomic ideal gas at 200K has a volume of 20 liters at a pressure of 10 atm. Calculate.
 - a. The final volume of the system
 - b. The work done by the system
 - c. The heat entering or leaving the system
 - d. The change in the internal energy
 - e. The change in the enthalpy when the gas undergoes
 - i. A reversible isothermal compression to a pressure of 15 atm
 - ii. A reversible adiabatic compression to a pressure of 15 atm. The constant-volume molar heat capacity of the gas, C_v , has the value 1.5 R.

5. Ten moles of ideal gas, in the initial state $P_1 = 10$ atm, $T_1 = 300$ K, are taken round the following cycle:
 - a. A reversible change of state along a straight line path on the P-V diagram to the state $P = 1$ atm, $T = 300$ K,
 - b. A reversible isobaric compression to $V = 24.6$ liters, and
 - c. A reversible constant volume process to $P = 10$ atm.
 How much work is done on or by the system during the cycle? Is this work done on the system or by the system?

6. One mole of an ideal gas at 25°C and 1 atm undergoes the following reversibly conducted cycle:
 - a. An isothermal expansion to 0.5 atm, followed by

- b. An isobaric expansion to 100°C, followed by
- c. An isothermal compression to 1 atm, followed by
- d. An isobaric compression to 25°C.

The system then undergoes the following reversible cyclic process.

- a. An isobaric expansion to 100°C, followed by
- b. A decrease in pressure at constant volume to the pressure P atm, followed by
- c. An isobaric compression at P atm to 24.5 liters, followed by
- d. An increase in pressure at constant volume to 1 atm.

Calculate the value of P which makes the work done on the gas during the first cycle equal to the work done by the gas during the second cycle.

7. (a) Please prove $P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma = P V^\gamma = \text{constant}$ at adiabatic process
 (b) Please prove $C_p - C_v = P \cdot \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p = R$ for ideal gas
8. An ideal monatomic gas occupies volume 10^{-3} m^3 at temperature 3 K and pressure 10^3 Pa . It undergoes the following cycle: The temperature is raised to 300 K at constant volume; the gas is then expanded adiabatically till the temperature is 3 K, followed by isothermal compression to the original volume. Calculate the work done, the heat transfer, and the change in the internal energy during this cycle. Note the specific heat at constant volume (C_v) for an ideal monatomic gas is $1.5R$, where R is gas constant and equal to 8.314 J/mole K .
9. When 1 cal of heat is given to 1g of water at 14.5°C , the temperature rises to 15.5°C calculate the molar heat capacity of water at 25°C . (1 cal = 4.18J, $\text{H}_2\text{O} = 18 \text{ g/mole}$)
10. The internal energy (U) of a certain gas, with molecular weight of 85 g/mole is given by $U = 3.11T + D$. Where U is internal energy in kJ/kg, T is temperature in Kelvin, and D is a constant.
 - a) If 1 kg of the gas is heated in a constant volume container from 20°C to 455°C . Calculate ΔU .
 - b) Calculate the amount of work done with container and heat flow into the container.

(111) 高科大教務發證字第 11101173 號



國立高雄科技大學
National Kaohsiung University of Science and Technology

獎 狀

發表題目：運用團隊導向學習提升工程核心基礎課程
教學與學習成效

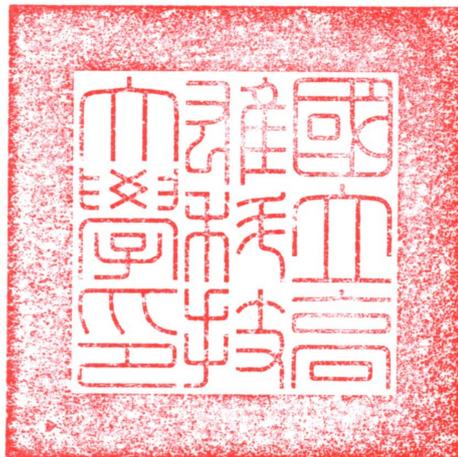
發表者：田禮嘉

參加本校「2022 教學實踐研究研討會 - 海報論文發表
競賽」，經評選為

佳 作

特頒此狀，以茲鼓勵。

校長 楊慶煜



中華民國 111 年 7 月 15 日