

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：PEE1101033

學門專案分類/Division：工程學門

執行期間/Funding Period：2021-08-01-2022-07-31

問題導向學習法在大學機械工程系「動力學」課程之實踐與學習成效評估  
**Practice and evaluation of the effectiveness of problem-based learning method in the  
"Dynamics" course of the Department of Mechanical Engineering of the University**  
動力學/Dynamics

計畫主持人(Principal Investigator)：黃世疇

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立高雄科技大學/機械工程系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2022.08.04

# (問題導向學習法在大學機械工程系「動力學」課程之實踐與學習成效評估/Practice and evaluation of the effectiveness of problem-based learning method in the "Dynamics" course of the Department of Mechanical Engineering of the University)

## 一. 報告內文(Content)

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

動力學是機械工程系基本必修的核心課程，也是機械系、模具系、航太系、造船系的核心課程之一。動力學在工程中重要的應用包括汽車設計、引擎系統、機器人、自動化系統、精密機械等產業。傳統的授課教學方式通常以動力學公式計算與觀念為出發點，其中牽涉到許多抽象的觀念與大量的數學方程式，例如慣性定律、力矩、功能函數以及牛頓三大定律等主題。對學生而言，這些主題與觀念多半顯得過於抽象，往往導致學生學習興趣與動機的低落，且無法運用所學在實務工程問題上，造成學生在問題解決能力不足，學習成效普遍都不大理想，是工程等相關系所同學感到困難的一門課程。

在科技大學任教的老師普遍會發現：大一新生考上大學後，剛脫離高職階段學習方式，於解除升學壓力的情況下，沒有老師督促，學生往往找不到學習目標，也不適應自動自發的學習模式。以國立高雄科技大學機械工程系大二學生修習動力學的狀況為例，許多學生歷經大學一年級沒有目標的學習後，進入大二時已經不知道如何繼續進行學習？動力學傳統的教學方法多為講解講義簡報，搭配板書補充說明，學生被動聽講抄寫；現有的網路數位教材，雖能作為自學工具，學生也能在網上討論，但是鮮少學生能主動使用。另外，從機械工程系畢業生的就業情形中發現，能學以致用，進入機械產業的人數比例有逐年減少趨勢，業界普遍反映學用落差現象嚴重。所以如何強化機械工程系學生基本核心能力，提升學生學習成效，藉此培養機械工業人力是教育工作者刻不容緩的職責。動力學是械工程系大二的必修課程，在科技大學擔任動力學教學的教師普遍感受學生的學習動機不足，學生工程核心能力需要加強。

為了改善學生對動力學的學習困境，本計畫目的為以問題導向的教學方式對動力學課程進行創新教學實踐研究，以促進動力學課程的教學品質及教學成效的提升，讓學生願意且樂意學習動力學基本原理，進而能具備解決工程實務的能力。本計畫主題為「問題導向學習法在大學機械工程系「動力學」課程之實踐與學習成效評估」，計畫目的是要解決動力學課程教學現場上所遭遇的一些問題，如學生學習動機低落、學習成效不佳，期望學生在動力學這門課程中，透過問題導向學習教學法的導入，以工程實務的具體問題為主軸，使學生能夠透過解決實務問題的過程來進行學習歷程，並經由小組討論的方式，達到學生自主學習、獨立思考與解決問題的學習目標，以培育學生具備主動學習精神，了解動力學理論內涵，進而強化解決實務問題能力。計畫中透過工程實務問題之規劃與編撰，搭配課程理論之學習、課程範例及習題練習、互動式實務導向教學，以及分組實務問題討論方式，來激勵學生學習動機，改善學生學習態度，進而提升其學習成效及開發創新教法。

### 2. 文獻探討(Literature Review)

學習動機是決定學生學習成效的關鍵因素，學習動機高的學生不僅在課堂上會較為專心，積極參與課堂學習與討論，甚至會在課後對有興趣之議題主動尋找資料。分析近幾年來學生學習狀態，發覺從大學到研究所的學生均出現學習動機偏低問題。此

問題不僅造成學生學習成效低落，甚至影響教師之教學品質。仔細探討造成學生學習動機偏低的原因後發現，傳統的單向式講授方式為一大關鍵因素，教師往往無法瞭解學生對課程內容的吸收程度(特別是學生眾多之必修課程)，只能以達到上課進度為目標，造成上課節奏過快。如何激勵學生學習動機是教師教學的重要工作。因此改變傳統教學方式，開發新的教學模式來提升學生的學習動機，是十分重要的。學習動機屬於心理性動機，如受外在因素影響而形成的，則為外在動機；若受本身內在需求而產生的話，則為內在動機(張春興，1994)。過去的文獻中已有許多研究特別針對此議題來提出解決方式，如教學變化對其學生成就動機的影響(黃煜程，段曉林，2002)、個案教學法(王麗雲，1999)、合作學習法(王鏡淑，2012)。傳統的教學方式，長期以來都是較重視理論知識的傳授，卻輕於實務問題的瞭解與解決能力的培養，因此開發新教學方式來提升學生的解決問題能力至關重要。

為此，計畫中以問題導向學習(Problem-Based Learning, PBL)融入教學課程中，以培養提升學生的學習動機與問題解決能力。問題導向學習是一種教學方法，學習產生於解決問題的過程。此教學方法最早起源於1963年加拿大麥瑪斯特大學醫學院(McMaster University)。問題導向學習係以學習者為中心，並以實務的問題來引導學習者討論，進行中經由老師決定教學目標，再藉由小組的架構培養學習者的討論、批判與尋求問題解決方式，可有效提升學習者自主學習的動機，並進行所探討問題的知識建立、分享與整合。在問題導向學習之過程中，自我學習、教學反思、以及問題解決之動力，便應運而生(周宇軒，2009)。PBL教學法主要是以學生為中心的學習模式，並以實際情況問題來進行探討，除了可引發學習者的學習動機外，並能連結課堂知識與生活的經驗，提升學生學習興趣，促進學生的自我學習(Norman & Schmidt, 1992)。近年來也有學者開始研究運用PBL於教學相關領域，例如：國際行銷課程之應用與實踐(唐永泰 2019)、師資職前教育課程運用(陳琦媛，2017)、國中歷史科校外教學之活動設計(陳璽芳，2019)等研究。在PBL教學法中，學習情境中所提出的問題多為於生活中之實際問題，當學習者想要解決問題時，較容易引發其學習興趣。然而，對PBL教學法研究發現在其教學成效尚有其不確定性，有學者認為沒有令人信服的證據顯示問題導向的學習比傳統方法更有效(Jerry, 2000)，而另有學者持不同看法，認為有充足證據顯示問題導向的學習比傳統方法更為有效(Zaidil, 2017)。總之，PBL對教育有積極影響，可以用作各級教育的教學方法(Albanese, M. A., Mitchell, S., 1993)。因此，本研究採用PBL教學法，以了解PBL是否能提升機械工程系課程學生的學習成效，此為本研究的主要目的之一。

學生學習動機一直是教育界所關注的議題，由於學習動機在學生學習的過程中扮演相當重要的角色，無論學習動機為何，皆會對學生的學習行為產生影響，研究學者認為學習動機確能引導學習者對學習產生正向影響(謝宜君、紀文章，2003)。因此如何提升學生的學習動機是重要的議題，提升學生學習動機是強化學生成效的不二法門，尤其在近年來國內的高等教育普遍面臨學生缺乏學習的興趣與動機(王偉華，2010)。動機(motivation)是行為的原動力，是引起個體活動，維持已引起的活動，並導使該活動朝向特定目標的內在歷程(張春興，1996)。研究發現：(1)學生具備學習價值動機與內部動機愈高，愈能增進學習滿意度，特別是在學習價值動機方面；(2)強化學生的外部動機雖能增加學習滿意度，相較於內在動機與學習價值動機而言，外在動機對學習滿意度之影響效果較小(涂卉、雷漢聲、黃錦華，2016)。本研究基於以學習者為中心，針對研究者所教授的機械工程系動力學課程，探究PBL教學法對於學生學習動機否有提升，此為本研究的主要目的之二。

合作學習是促進小組合作與學生互動之所有教學策略的總稱（王金國，2005），相較於競爭式學習或個別式學習，合作學習更能提升學生學習動機、學習成效及合作技巧的表現，是一項值得教師在教學中採用的教學策略（王金國、張新仁，2003）。合作學習是一種教學策略，指透過教師將學生妥善異質分組。學習歷程中，教師的角色是協助者，經由教師的協助和學生同儕的扶持進行學習活動。小組為了共同目標一起合作，以完成個人和團體學習目標，進而從中習得各種技能（林靜萍，2005）。由上述學者的意見，可看出合作學習的定義有幾個共同點：合作學習是一種有系統的教學策略；合作學習為兩人以上的學習小組；有著共同的學習目標；小組間可以共同協商討論；合作學習可以提升學生認知、社交與情意的發展，以增進彼此學習（林穎，2000）。有學者將合作學習教學法應用在大專課程上，發現合作學習教學與傳統教學在大專發展評量與輔導課程上之學習成效測驗的表現有顯著差異（汪慧玲，沈佳生，2013）。

問題導向學習方式在2005年即有學者研究將實際的工程問題導入工程領域的課程中，相關研究結果顯示，相較於傳統授課方式，學生因而提升對於課程的學習動機（Al-Sarawi S.F., 2005）。利用問題導向學習法授課方式，相較於傳統授課方式，學習材料機械性質的課程，研究指出學生的學習態度、課程的瞭解也較傳統授課方式佳（Jonassen, D. H., Khanna, S. K., 2011）。因此當問題導向學習教學方式應用在工程相關課程時，透過討論合作的方式，學生更能自動自發的學習、強化專業能力的精進。所以問題導向學習方式對於工程科學背景的學生來說，可作為一個提升學生的學習動機、學習成效的一種新的教學方式。

### 3. 研究問題 (Research Question)

本計畫主要在實踐問題導向學習教學法於工程領域中動力學課程的教學行動研究，目的在探討此教學法於既有的動力學課程教學中如何提升學生的學習動機，及提升學生學習成效。本研究在110學年度第一學期，以研究者任教的機械工程系大學部二年級學生為對象，在動力學課堂相關單元中實施實務工程問題探討，透過行動研究方法、運用教學觀察記錄、學習單等研究工具蒐集資料，並收集學生反思心得，以及問卷書面調查，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問題導向學習的認知以及學習的成長與影響。基於近年教學所遭遇的問題背景與研究動機之分析，本教學實踐研究計畫提出以下的研究目的以及待答問題：

a. 根據以上研究動機，本研究提出以下的研究目的：

(1) 問題導向學習教學法在動力學之應用。

(2) 分析問題導向學習教學法在動力學上學習動機與成效之影響。

b. 根據以上研究動機，本研究提出下列待回答問題：

(1) 問題導向學習教學法是否能應用在動力學課程上？

(2) 問題導向學習教學法是否能提升學生在學習動力學課程的學習動機與學習成效？

### 4. 研究設計與方法 (Research Methodology)

本計畫研究對象為研究者於110-1學期任教的機械工程系大學部修習動力學課程的60位學生，除了課程內容講授外，並加入工程實務問題之探索，包括分組學習、問題解決方案討論、系統實體設計、及成果展示等，計畫執行中透過行動研究方法運用教學觀察記錄、學習單等研究工具蒐集學生學習資料，並收集學生學習心得，以及發放問卷量表的書面調查，以呈現教學過程的問題、反思檢視，並以系統化整理學生

對於問題導向學習的認知以及學習的成效之影響。本研究根據計畫執行研究的結果，對問題導向學習教學模式可讓學生學到的內涵，包括了解自己的學習需要（省思的能力）；找尋知識的技巧與知識的理解與應用（求知的能力、決解問題的能力）；合作學習的方式（溝通的能力、合作的能力），提出教學設計反思與可能的改進方向，作為促進提升教學品質的參考。

#### (1)課程規劃說明

計畫中以主持人開授之機械工程系大二必修課程「動力學」為研究課程，為每週三小時、每學期18週。課程之教科書：動力學(Engineering Mechanics Dynamics 14<sup>th</sup> SI units, R.C. Hibbeler)。

#### (2)教學方式

本計畫的課程教學方式以課堂講授為主，搭配問題導向學習分組討論計畫為輔，課程進行中依課程內容，選擇兩組實務問題(附件1、附件2)：

1. PBL問題1(3選1)a彈珠分類系統設計；b坡道彈射器的設計；c水球發射器的設計。
  2. PBL問題2(3選1)a升降機的設計；b蔓越莓篩選器的設計；c皮帶傳動系統的設計。
- 進行問題導向學習討論，藉此培養學生對工程實務問題解決與整合所學動力學原理應用的能力。課程教學內容進度、學習評量以及問題導向學習實施進度如附件3所示。

#### (3)研究方法與工具

##### a. 研究工具

計畫中同時採量化與質化方式進行，主要蒐集資料的研究工具為「PBL學習單」(如附件4)與「PBL學習回饋表」(如附件5)。茲分述如下：

- (a)PBL學習單：將根據動力學內容，設計主題案例，編製成實務問題案例 PBL 紀錄表，探討之實務問題為真實工程的問題，將列出實際需解決的相關問題，供各小組進行 PBL使用。
- (b)PBL學習回饋表：為了有系統地瞭解學生對本課程實務問題案例PBL的想法，計畫中採取教科書作者Hibbeler及申請者自行設計之小型總合式(Capstone)實務專題。專題為動力學應用之實務工程問題，於課程中進行PBL的教學。
- (c)其他：  
研究工具除了上述紀錄表與問卷外，在分析資料時，蒐集學生學習文件報告、質性訪談等資料，以輔佐說明PBL運作之情形。

##### b. 資料處理與分析

計畫中透過前面所提到的研究工具來進行相關資料的收集，並根據收集到資料的種類，以不同的方式進行分析與整理。主要收集的資料有「學習動機量表」和「動力學學期成績」。以下將針對各種資料的處理和分析方式進行詳細的說明：

##### (a)動力學學習動機

本計畫透過「學習動機量表」收集學生對於課程學習動機與態度上的相關資訊與數據。在創新實驗課程實施開始前針對研究對象進行動機的調查，藉以收集研究對象在課程開始前的動機，在學期結束後會再次對研究對象進行一次學習動機的調查。針對「學習動機量表」所收集到的資料，和沒有使用問題導向學習策略的學習方式的研究結果來進行比較分析，比較研究對象在創新實驗課程進行前、後的學習動機是否有顯著差異。

##### (b)動力學學期成績

本研究實驗課程為期18週，在實驗課程中會進行平時、期中、期末測驗，並將測驗後所收集到的學期成績進行統計分析。針對動力學期末考測驗的成績，本研究沒有使

用問題導向學習法的學習之間進行比較分析，以探討使用問題導向學習法的學習和沒有使用的學習之間是否在學習成效上有顯著差異。

### C. 實施程序

計畫期程安排配合動力學課程時間，共一學期18週。課堂上，問題導向學習實施主要步驟採用小型討論、問題案例說明、問題解決方案及反思回饋等四階段進行。在事前選擇問題案例時，研究者針對動力學領域，配合實際問題以激發學生興趣。

#### (a) 選擇問題導向學習討論框架並界定問題

面對動力學的實務問題時，由於其具專業性，需要將所看到的現象作為線索，蒐集各種資訊以判斷問題的重點，並提供改善建議。因此本研究的討論框架採用各個主題式的討論框架以激盪問題。

#### (b) 進行小組討論與蒐集資料

修課學生共62人，3~4人成組，每組針對相關實務問題進行討論。

#### (c) 呈現問題解決方案

每一組同學針對問題進行討論，每組皆有人擔任紀錄，最後將討論的結果彙整，由其中一位組員報告結果，提出問題解決方案。

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

### (1) 教學過程與成果

本教學實踐研究所需蒐集資料的範圍為一學期(110-1學期)，課程教學時間為18週，包含學生背景資料、先備知識具備情形(附件6)；學習成果相關資料，包含考試成績、參與討論情形(附件7)、實作成績、PBL報告成績，以及學生學習意見回饋資料等。為了讓學生確實瞭解實施本教學實踐研究的意義以及PBL問題導向的教學方式，在學生第一次上課時，即向學生說明本教學實踐研究的動機與目的，以及教學方式與評量方式。動力學課程為基礎理論課程，課程的進行以教師依據教科書內容整理成PPT進行課堂講授，在課程進行過程中除了課程背景內容的說明外，必須同時進行公式推導解說，在學生具備一定動力學基礎能力後，在接下來的課程內容中才進行PBL學習，計畫中分兩階段PBL進行：

第一階段於教授質點運動學與功能原理後進行，選擇的題目為：1. 彈珠分類系統設計；2. 坡道彈射器的設計；3. 水球發射器的設計，各組就問題中3選1，此3個問題是質點運動學與功能原理方面的開放式實務工程問題，為可驅動探索之問題，對大二學生相當具挑戰性，可激發學生學習，PBL進行中教師引導學生就問題解決方向進行探討，藉由此釐清本學習範圍之觀念內容、公式應用於實際工程問題，藉此培養學生對實務工程問題解決與整合所學動力學基礎知識應用的能力，另外並就小組分工方式提供建議，學生進行三週分組PBL討論，學生依問題討論架框，進行資料蒐集、討論、提出初步的設計解決方案，填寫PBL學習單。在學習單中，請學生分組依問題討論架框，進行資料蒐集、討論、提出解決方案、及心得與感想。各組學生均能依所選擇的問題，進行討論分析，並提出初步解決方案，完成後學生並留下不少心得與感想。

第二階段PBL學習則於教授剛體運動學與功能原理後進行，選擇的題目為：1. 升降機的設計；2. 蔓越莓篩選器的設計；3. 皮帶傳動系統的設計，進行分組討論三週後，填寫PBL報告格式(附件8)。學期末，安排各組上台報告其成果，包括：設計步驟、如何選擇最佳設計、所選設計如何運作、設計內容(系統整體圖、設計所需要製作的零件詳細圖、設計所需的所有計算)、結論。報告中亦請同學進行各組互評，以互相了解各組之設計優缺點。

### a. PBL 回饋表

為了評估 PBL 實務工程問題對學生修習動力學之影響，計畫中於期中進行 PBL 回饋表的問卷調查。在這個時間點，課程上已完成質點動力學的教授，並進行第一階段的 PBL 實務問題的分組討論，同學對於自己的學習狀況與課程已有初步的認識，第一階段問題導向習題只做初步的討論及初步的解決，同學對於問題導向學習的看法則認為普通占(21.05%)，認為有幫助及非常有幫助的約占(78.94%)結果顯示在這個階段由於同學們對於問題導向學習基本上是肯定的，這可由 PBL 學習單中的心得與感想的質化資料反映可看出。期中考後當課程進入剛體動力學後，進行第二階段 PBL 實務工程問題的練習，此次 PBL 除了分組討論外，各組均需撰寫完整報告，並於期末時上台以 PPT 報告，分享設計成果並接受同學挑戰與評分。第二階段問題導向習題依據問卷統計，同學對於問題導向學習的看法認為普通(6.67%)，認為有幫助及非常有幫助的共占約(93.33%)，結果顯示在這個階段由於同學們對於問題導向學習的認識更為深入，同學們對於問題導向學習對於課程學習的幫助與認同更大幅提升(圖 1)。

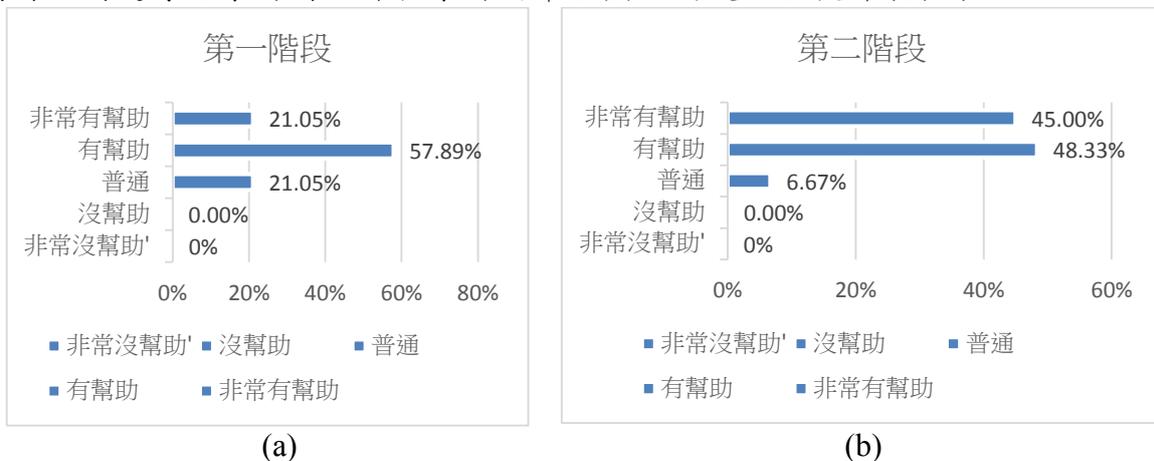


圖1. 問題導向學習(PBL)，對課程學習幫助回饋問卷結果(a)第一階段、(b)第二階段

為了評估PBL計畫成效，計畫中以PBL回饋表對學生進行調查。計回收60份(14份為重修生)，其統計結果如附件9所示。以下為PBL回饋表調查的綜合結果。圖2為調查問題1和6的結果，這兩個問題都與主動與被動學習有關，其中63.34%的學生同意或非常同意“問題1：我從從傳統教學法所學習到動力學的知識與加入問題導向教學法(PBL)一樣多設計題目。”不到三分之一的受訪者持普通的態度，8.33%不同意，但超過7成(73.33%)的學生同意“問題6：在PBL所完成的工作與傳統授課相比，學得更好”，23.33%認為是普通的，只有2名學生不同意。

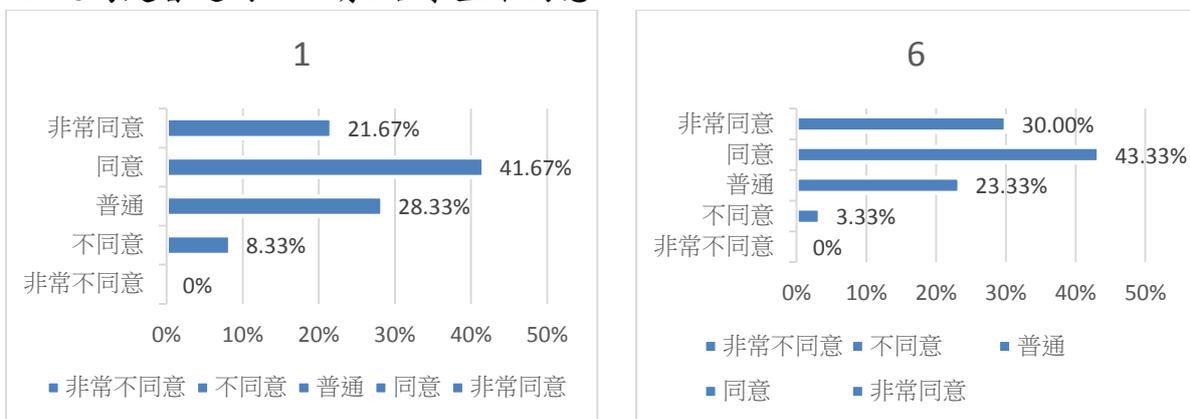


圖2. 調查結果：問題1(左)、問題6(右)

問題3和4評估PBL對其他能力的影響（圖3）。大部分的學生(91.67%)一致認為PBL給學生“問題3：PBL讓我有學習創造力的機會。”，儘管計畫中並無調查這種創造性體驗的影響。同樣的，很大一部分學生(88.34%)同意動力學PBL讓學生“問題4：動力學PBL使我對所使用到的動力學原理有更深刻的了解。”1位同學不同意這一說法，但沒有人強烈反對。

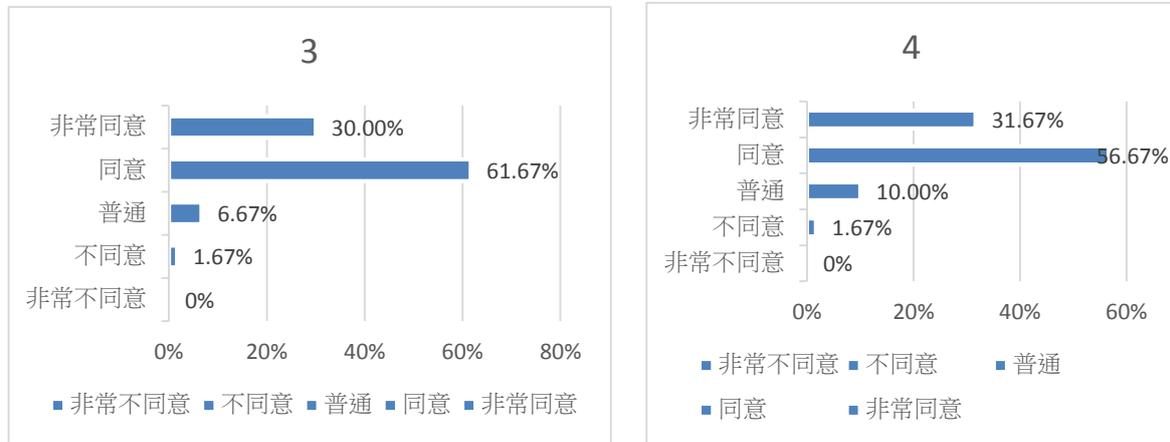


圖3. 調查結果：問題3(左)、問題4(右)

圖4顯示，在PBL計畫是否對他們有幫助的問題“問題5：在PBL中所使用到的原理，相較於此課堂上所教授的其他動力學原理讓我覺得更為印象深刻。”上，近九成(88.34%)同意，非常不同意1位、不同意1位。絕大多數學生一致認為，“問題7：當能實際能觀察並使用到物理模型的動力學原理時，動力學原理會學得更好。”，只有2名受訪者不同意，10%的學生對此問題認為普通，超過八成(86.67%)學生同意。

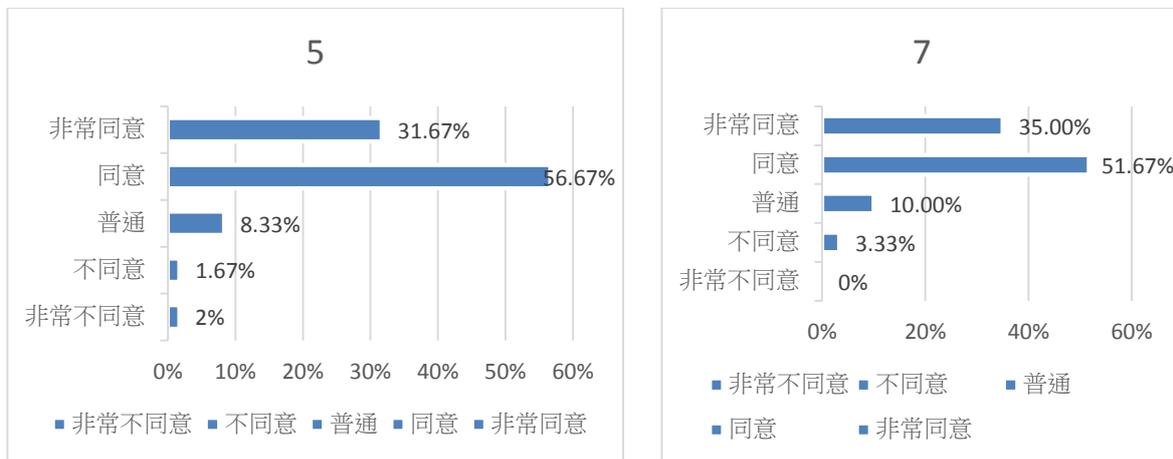


圖4. 調查結果：問題5(左)、問題7(右)

在圖5中超過七成的學生（73.33%）表示，由於PBL的緣故，使我更喜歡動力學課程(問題2)，如圖4左側所示。總體而言，五分之一的學生認為是普通的(21.67%)，5%不同意。圖5右側的調查問題 8 詢問學生是否認為“問題8：動力學PBL幫助我回憶記住了在大一課程學到的工程設計理論與決策工具。”，於這題中至少在學生們的心目中66.66%同意，三成認為普通(31.67%)，只有1位不同意。

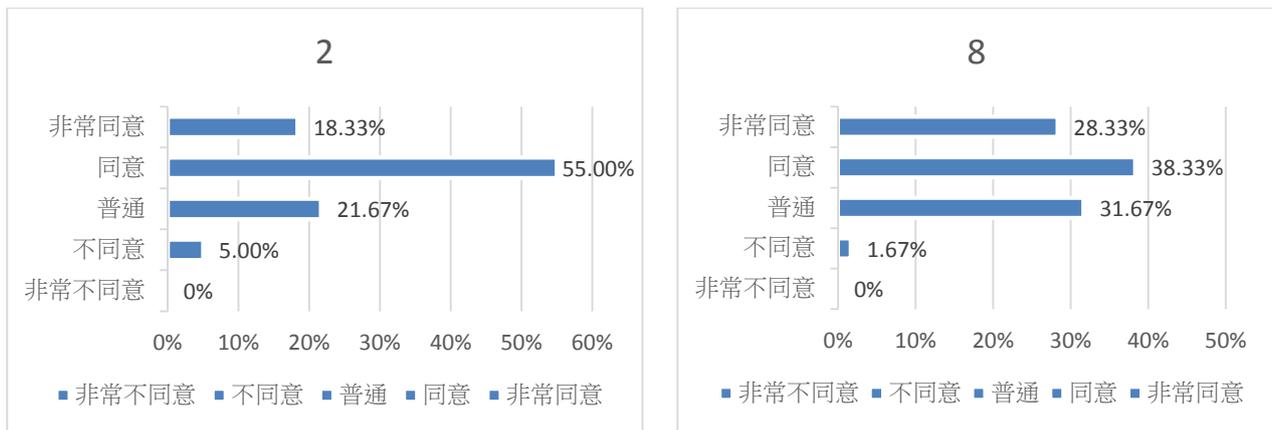


圖5. 調查結果：問題2(左)、問題8(左)

接下來詢問學生”還記得團隊中完成實務問題設計所用到的原理方程式嗎？”超過一半(60%)學生能夠多少列出一條具體原理方程式，一些學生列出了不止一項原理及方程式。

質化調查部分，課程後訪問同學對執行PBL課程的想法，摘錄部份學生建議如下，重修生對此創新式教學感覺興趣較高，應該是重修生經歷傳統式教學與PBL創新式教學的體驗，可惜重修生樣本數不多，在量化數據上看不出與本班生顯著之差別。

“PBL很好，希望其他課程也能有這種方式；題目類型可增加更多元”（重修生）

“時間安排上可以更明確一些；學習單可以改善，有個主題更好”（重修生）

“可以有更多例子或時間，讓學生提供更好的作品”

“希望明年能讓學弟們也可以接觸到這麼有趣的實驗”（重修生）

“期待學弟們也能運用PBL上課方式”（重修生）

“PBL可以再多(每個星期1個或每兩星期1個)，讓學生先行討論，選擇性較多”（重修生）

“只有2個PBL學習偏少，希望可以再多一些”（重修生）

“題目內容可以再更多樣化”

#### b. 學習動機量表(前測、後測)

為了評估PBL計畫成效，計畫中以學習動機量表(附件10)工具對學生進行了調查。計回收前測60份，後測60份，其統計結果如附件11所示。以下的群體直條圖為學習動機量表調查的綜合結果。

各題平均得分如圖6所示，前測平均得分介於2.85~4.18，大致為無意見至非常同意，分析如表1所列。圖7為後測平均得分介於2.58~4.33，大致為無意見至非常同意，分析如表2所列。

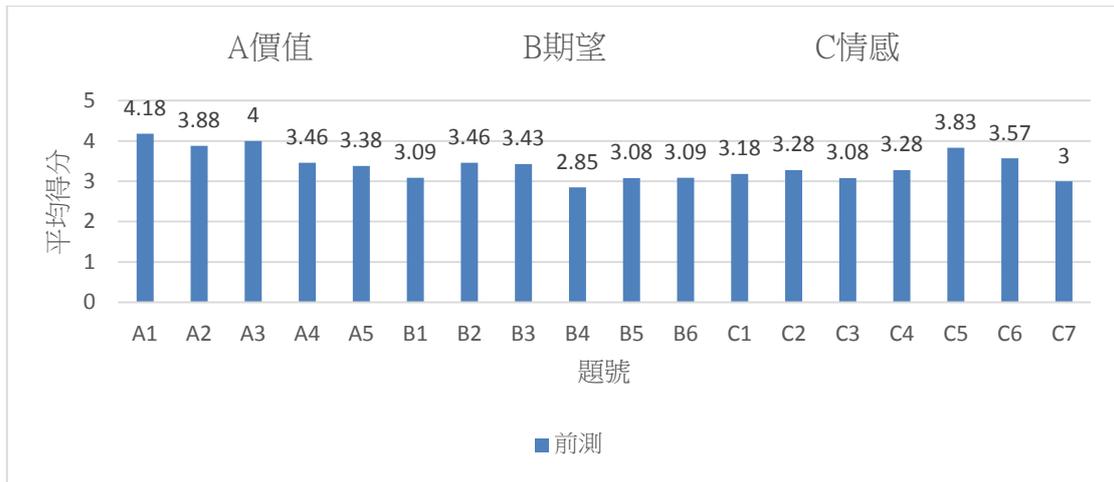


圖 6. 前測問卷各題平均得分

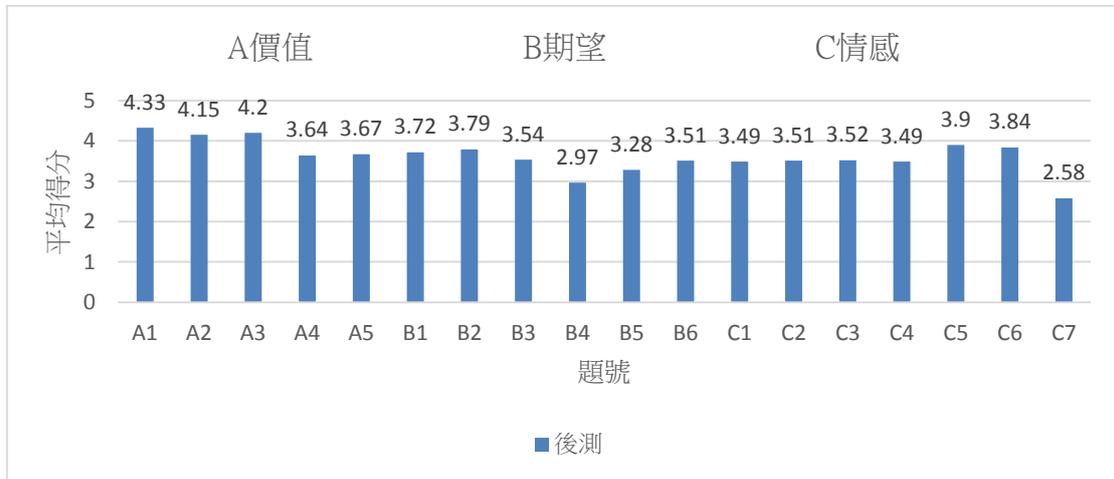


圖 7. 後測問卷各題平均得分

表 1. 前測問卷之平均得分分析

面向	平均值
價值(問題 A1~A5)	3.78
期望(問題 B1~B6)	3.17
情感(問題 C1~C6)	3.37
反向問題 C7	3.00
較高較低得分問題評析	
得分較高問題： 問題 A1 我認為學習「動力學」對後續機械工程的課程學習是相當重要的。得分：4.18 問題 B2 我有信心可以學會「動力學」所教的基本理論。得分：3.46 問題 C5 在「動力學」課程中，我會在乎老師所教的內容我是否了解。得分：3.83	
得分較低者問題： 問題 A5 我對物體的運動現象很有興趣，並主動學習「動力學」相關知識。得分：3.38 問題 B4 我有信心我可以了解「動力學」課程中最困難的部分。得分：2.85 問題 C3 我有信心我能在「動力學」考試中獲得良好的成績。得分：3.08	
反向問題得分：	

問題 C7 當我上「動力學」課程中，我總是感到焦慮。得分：3.00

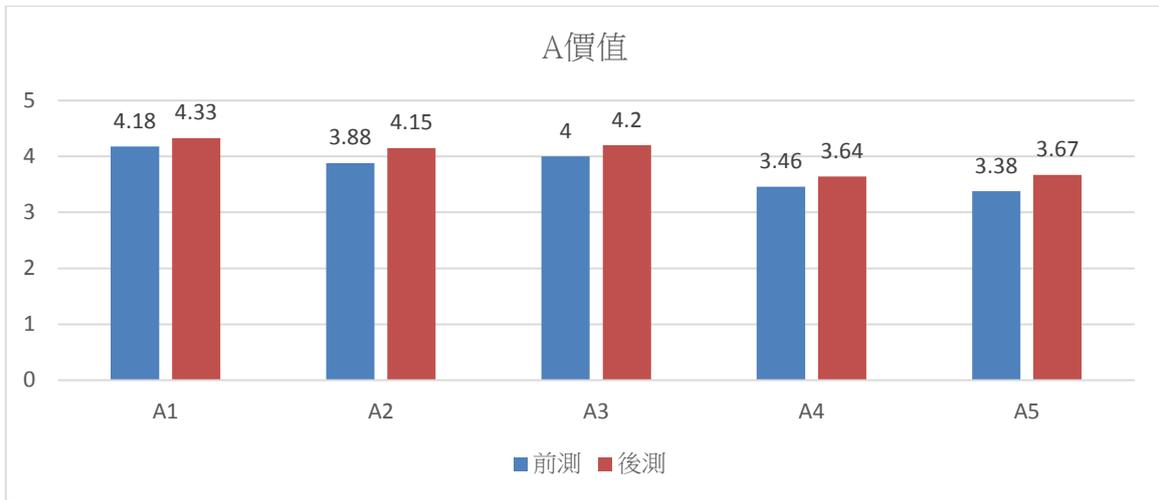
表 2. 後測問卷之平均得分分析

面向	平均值
價值(問題 A1~A5)	4.00
期望(問題 B1~B6)	3.47
情感(問題 C1~C6)	3.63
反向問題 C7	2.58
較高較低得分問題評析	
得分較高問題： 問題 A1 我認為學習「動力學」對後續機械工程的課程學習是相當重要的。得分：4.33 問題 B2 我有信心可以學會「動力學」所教的基本理論。得分：3.79 問題 C5 在「動力學」課程中，我會在乎老師所教的內容我是否了解。得分：3.90	
得分較低問題： 問題 A4 我對「動力學」所教的內容很有興趣。得分：3.64 問題 B4 我有信心我可以了解「動力學」課程中最困難的部分。得分：2.97 問題 C1 當我上「動力學」課程時，我總是感覺到快樂。得分：3.49 問題 C4 上「動力學」課程時,我都能專心上課。得分：3.49	
反向問題得分：	
問題 C7 當我上「動力學」課程中，我總是感到焦慮。得分：2.58	

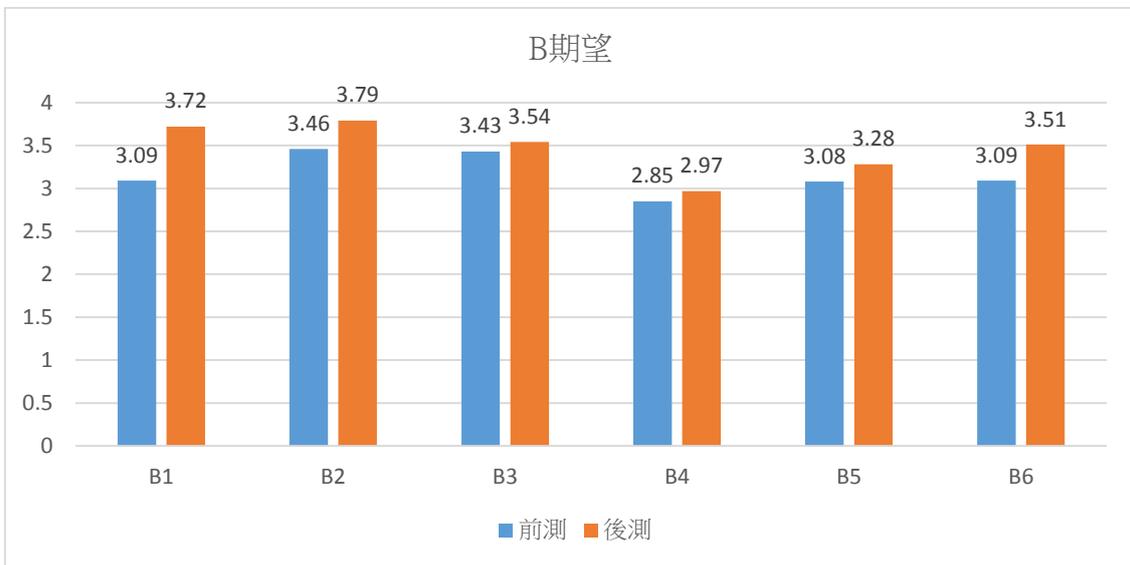
在價值部分，經過 PBL 課程後，學生認為學習動力學對後續的學習、實用性、及有趣性，普遍均有提升。PBL 課程對學生學習動機之價值部分，確實有一定的效果。認為「動力學」所學到的知識，可以應用到日常生活中或解決生活上的問題，提升 6.96%；對物體的運動現象很有興趣，並主動學習「動力學」相關知識，提升 8.58%。如圖 8(1)所示。

在期望部分，經過 PBL 課程後，學生認為學習動力學對學習的信心、協助同學解答、及挑戰性的問題，普遍均有提升，其中對可以在「動力學」課程的學習中得到高分，提升 20.39%；有信心可以學會「動力學」所教的基本理論，提升 9.54%；有信心可以學會「動力學」所教的基本理論，提升 9.54%；在「動力學」課程中，我比較喜歡有挑戰性的內容，提升 13.59%。可見 PBL 課程對學生學習動機之期望部分，確實有顯著的成效。如圖 8(2)所示。

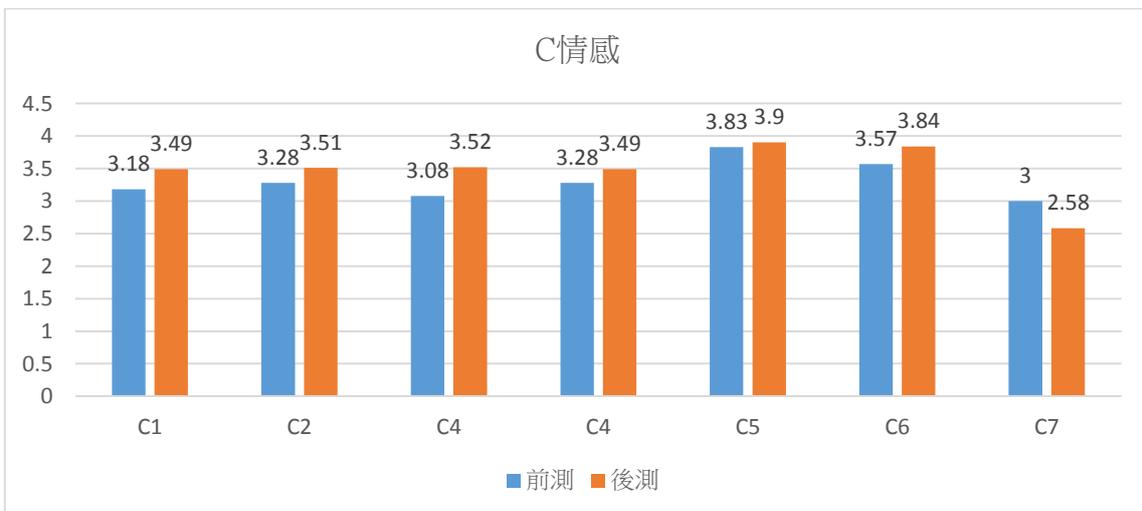
在感情部分，經過 PBL 課程後，學生認為學習動力學對學習的快樂、課程趣味、獲得好的成績、專心聽講、在乎老師所教的內容我是否了解、及對自己的學習成果感到滿意的問題，普遍均有提升，其中對上「動力學」課程時，我總是感覺到快樂，提升 9.75%；有信心可以學會「動力學」所教的基本理論，提升 9.54%；有信心我能在「動力學」考試中獲得良好的成績，提升 14.29%；另外在 C7.當我上「動力學」課程中，我總是感到焦慮，這是反向題，下降 14.00%。可見 PBL 課程對學生學習動機之期望部分，確實有顯著的成效。如圖 8(3)所示。



(1)



(2)



(3)

圖 8. 學習動機量表調查結果：(1)價值(2)期望(3)情感

再以前測與後測來比較滿意度前後變化如圖9雷達圖所示，整體而言，後測得分比較前測是有提升的。對價值方面之評鑑：問題 A1~A5 之平均為3.78到4.00，略有提高；對期望之評鑑：問題 B1~B6之平均為3.17到3.47，略有提高；情感方面之評鑑：問題C1~C6 之平均3.37到3.63，略有提高；反向問題上：問題C7由3.00降到2.58。然最後依據前測及後測之學習動機量表調查，導入PBL後，對學生學習的影響，可獲得以下之推論結果：

1. 學生認同動力學是有趣的課程顯著提升。
2. 學生認同動力學是有用且實用的課程顯著提升。
3. 學生有信心學懂動力學課程顯著提升。
4. 學生面對動力學較難內容部分的學習更有信心。
5. 學生在動力學課程中更能體驗學習的樂趣。
6. 學生在動力學課程中更能專心於學習。
7. 學生在動力學課程中，焦慮感減少。

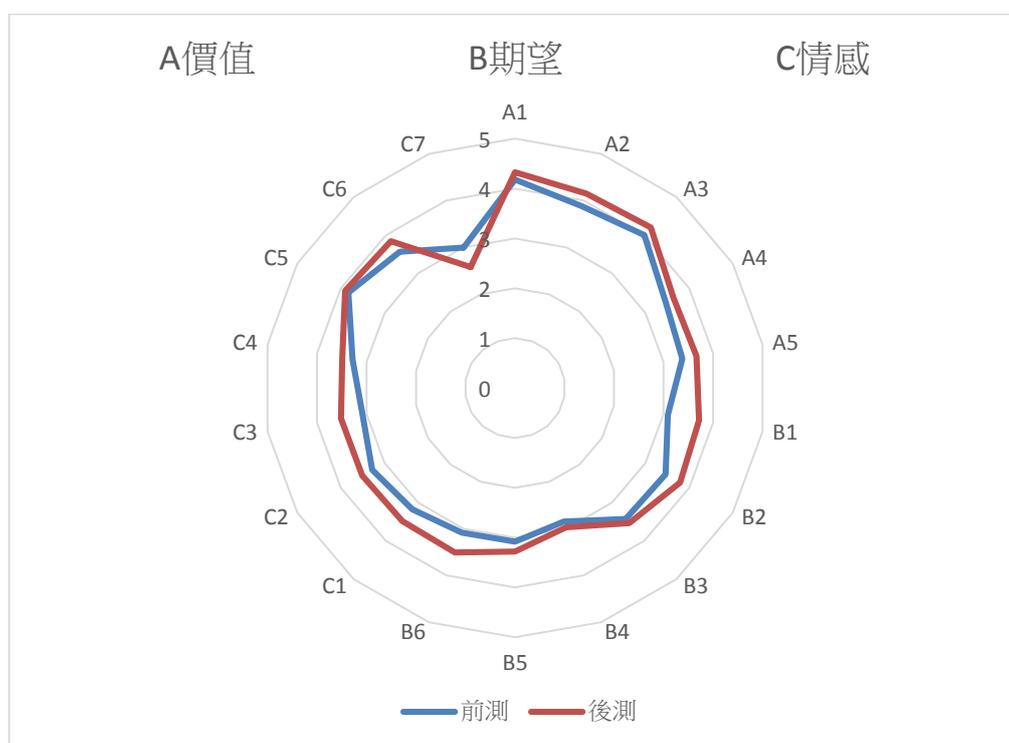


圖 9. 前測與後測比較之雷達圖

### C. 學習成效

在學習成效方面，110-1學期(計畫執行學期)平均成績為75.86，總體標準差8.49，最高分91，最低分60，不及格人數為0。109-1學期平均成績為67.18，總體標準差8.23，最高分90，最低分50，不及格人數為4。計畫執行的學期平均成績提升12.92%(圖10)，不及格人數降為零。兩個學期的成績分佈如圖11所示。其中，兩學年班級的大學物理成績(先備知識)分別為：110-1，平均成績為69.88，總體標準差11.55；109-1，平均成績為70.05，總體標準差11.75。兩學期大學物理成績相差0.24%(圖12)，可視其先備知識相同，即其在從事動力學學習時所必須事先具備的能力(或必須先要學會的能力)

相同。顯示110-1學期經由導入PBL學習的創新較學法，對動力學課程的學習確有幫助。這也可以從學習動機量表調查，無論在價值、期望、及感情部分，均有顯著成效的結果看出。

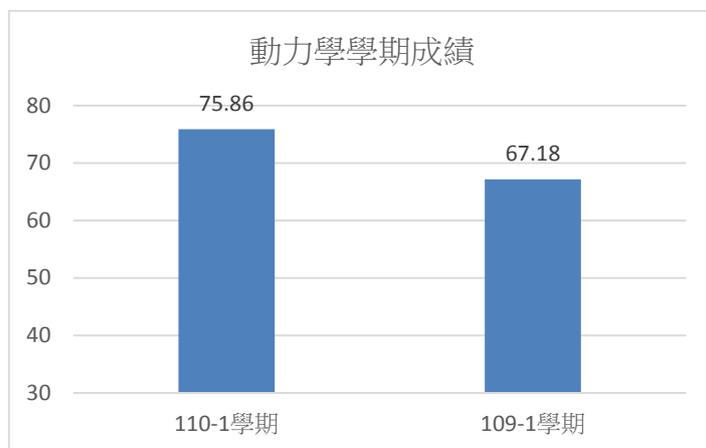


圖10. 動力學學期成績

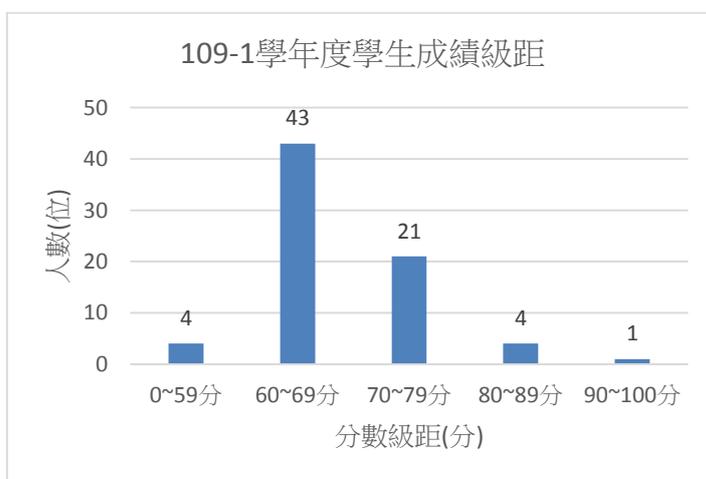
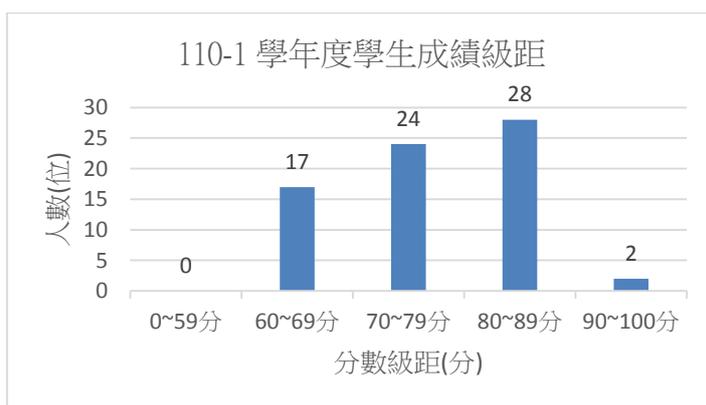


圖11. 動力學學期成績級距圖

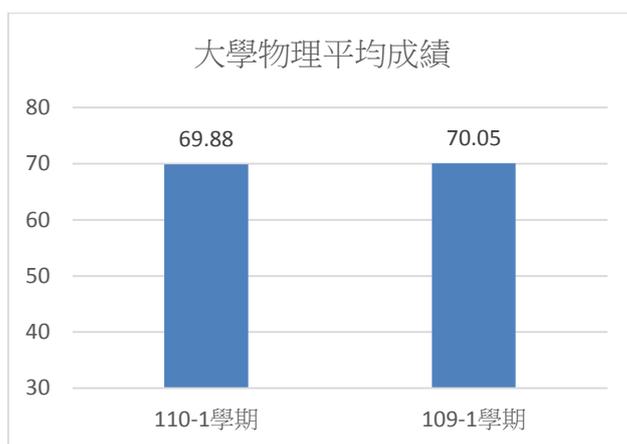


圖12. 大學物理成績(先備知識)

### (2) 教師教學反思

本計畫應用問題導向學習在動力學教學，隨著課程的進行，學生對PBL覺得相當有趣，學生在課堂上討論都十分熱烈，課後亦會自行聚會討論。PBL對以學生中心為導向，課程變得更為有趣而多元，可增加學生對公式觀念的理解，進而更能融入課程學習的節奏，學習對工程實務問題的解決能力，讓動力學變得更為實用。結果顯示在傳統課程中運用這種創新教學方式可有效的提升學生的學習動機與成效，也能提供一個教學的互動平台進行學生自我學習探索以及團隊合作學習，研究成果顯示在傳統課程中導入PBL創新教學方式，是十分有效的教學改善方式，值得推廣運用。

### (3) 學生學質化回饋探討(聽同學怎麼說)

完整的學生學習質化回饋，可參考學生的心得與感想(附件 12)。學生對於課程的反應以及學習回饋多為正面，我們整理了部份如下：

- 第一次進行這種結合課堂所學的知識應用於我們根據題目所設計的學習單上，**有別於傳統教學方式**多了一些讓我們停下來觀察生活周圍，也是否跟書本上的公式相互呼應。”
- 藉由本次 PBL 問題的討論再次審視了自己動力學以及物理的所學，**實際的運用到了生活中**，以前可能認為只是個學術上的探討，但細心觀察生活中的瑣事後發現日常中很多原理以及技術皆是利用所學的原理去完成，不再是課本上的文字，而是巧妙的結合到了生活當中。“這次修動力學跟之前修靜力學不一樣，不需要只會課本上的東西，出了設計題分組討論，讓我們不太會考試的人有了另外的評分方式，這次討論也讓我們學習到不同的東西，是**很不一樣的體驗**。”
- 第一次製作 PBL 學習單，**有許多的想法**，但也僅僅是想法，因為沒有實際的數據，也沒有太多的數據或原理能夠參考，因此只能做出個大概，不過討論的過程收穫了許多的經驗。”
- 在這次的 PBL 的學習過程中，對題目需要更深的了解，促使我們去研讀題目相關的定律。這樣的學習方法雖然需要花費更長的時間，但**比傳統的計算題目，能學習到更多**。”
- “使用實例來學習動力學是個非常新穎的方式，能夠了解到如何利用考試中的公式來計算各種問題，不管是拋射的距離或是時間，都能計算出來，**是一個學習的好方法，讓動力學不是只是紙上談兵，能夠實際操作學習**。”

- 透過這次的學習，讓學生能從書本知識與物品設計與實驗相結合，更了解書本知識想表達的意思，讓學生不再是只有苦記如何計算，而是能靈活運用到實際操作上，讓我們覺得**學習不枯乏**。“
- 在我們這幾次的討論中，我們一致認為溝通與提出自己的想法都是非常重要的課題，**如果沒有溝通，大家都會保有各自的意見，無法讓這個團隊進步**，為了讓這個團隊完美，我們會更加努力，去完成我們共同的目標，**謝謝老師對我們的用心與栽培**。
- 我們未來會遇到許多的問題，且更複雜，但藉由這次的問題，讓我們學習到如何去解決這些問題，累積我們的經驗。”
- 做這種實驗性質的題目比算例題和做一般的題目感覺非常不同，實驗題目要考慮的東西遠遠比例題要來的多很多，因為實際上會遇到的變數非常多，每一個狀況都會有不一樣的結果，不會像例題一樣有唯一解，往往需要考慮非常多的情形。所以透過這一次分組討論，**我們不但了解了實驗題目該探討的問題，還學會了分工合作及團隊合作的重要性**。”
- 做一樣東西不難，但設計一樣東西不是像做東西那麼簡單的事。必須要考量很多因素，像是材料、用途、耗能、還有最重要的金錢…等因素。綜合這些因素然後符合這樣產品的目的，做出來的結果才是有價值的東西。**組內人員的溝通也是很重要的一件事，溝通得好一定有幫助，溝通得不好搞不好會有反效果**。”
- 經過與組員的討論之後，我們想到了用弓箭把物體射出去的辦法，於是我們上網尋找跟弓有關的資料，並討論原理及計算方程式。這次的PBL學習單也讓我慢慢了解到讀機械系可能會遇到的問題，從設想、找資料、計算等，雖然沒有實作，但也**讓我充分享受了這個過程**。”

## 6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

本計畫研究結果發現，導入PBL於動力學課程動學生學習成果分析，發現學生主動學習意願增強，能積極尋找動力學相關實務情境議題、解決問題能力提高亦獲提升，師生間互動更為熱絡。在學習動機方面，無論在價值、期望、或情感上確有所幫助。但在分組討論上，部份學生仍是放不開，較為不知如何參與討論，此可能是學生長期接受被動式的學習習慣，一時無法適應。不過整體而言，在老師引導之下，可看出學生嚐試改變的努力，由學生質化心得可看出。由於受限於時間、經費與設備因素，PBL專題設計只能是書面的模擬展示，無法實作模型並測試設計功能，未來或可思考應用紙黏土模型、3D列印等改善。

此次PBL教學法實施過程中所導入的議題已具相當明確的數據要求，在創新思考上會有所設限，未來在導入PBL時，可考量從問題主題的設定到執行或設計方案等各階段，都能較為開放式，讓學生更能發揮其創造力，如此，PBL教學法的成效將會更好。

計畫研究結果顯示在傳統課程中適當導入這PBL創新教學方式，為有效教學改善方式，值得推廣運用於相關工程領域課程。

## 二. 參考文獻(References)

- 張春興(1994)，教育心理學：三化取向的理論與實踐，臺北市，臺灣東華。
- 黃煜程、段曉林(2002)，國中理化教師之教學變化對其學生成就動機的影響-個案研究，科學教育。
- 王麗雲(1999)，個案教學法之理論與實施，課程與教學，2卷3期(07/01)，P117-134。
- 王鏡淑(2012)。STAD 合作學習法對高中生數學學習態度影響之行動研究，臺北科技大學技術及職業教育研究所學位論文。
- 周宇軒(2009)，問題導向學習數學教師團體之自我導向學習探究，國立臺北教育大學數學教育研究所學位論文，01/01，P1-272。
- Norman, G. R., Schmidt, H. G. (1992), "The psychological basis of problem-based learning: A review of the evidence," *Academic Medicine*, 67(9), 557-565.
- 唐永泰(2019)，問題導向學習教學在國際行銷課程之應用與實踐教學實踐與創新，9月，第2卷第2期，頁75-114。
- 陳琦媛(2017)，問題本位學習法(PBL)於師資職前教育課程運用之初探，臺灣教育評論月刊，6(10)，頁70-77。
- 陳璽芳(2019)，PBL 問題導向學習教學法應用於國中歷史科校外教學之活動設計，臺灣教育評論月刊，8(1)，頁249-256。
- Jerry A. C. (2000), "Effectiveness of Problem-based Learning Curricula: Research and Theory," *Acad Medicine*, vol. 75, No., 3, 259-266, March.
- Zaidi U., et.al. (2017), Problem-based Learning vs. Traditional Teaching Methods: Self-efficacy and Academic Performance among Students of Health and Rehabilitation Science College, PNC, *Sci.Int. (Lahore)*, 29(3), 547-551.
- Albanese M. A., Mitchell, S. (1993), "Problem-Based Learning: A Review of the Literature on Its Outcomes and Implementation Issues," *Academic Medicine*, 68, 52-81.
- 謝宜君、紀文章(2003)，從學習動機、學習傾向及學習滿意度來探討遠距教學的學習支持—以網路教學為例，隔空教育論叢年刊，15，39-54。
- 王偉華(2010)，淺論傳統課堂講授以及主動式學習的系統觀—商業個案教學以及推動博雅教育的省思，商管科技季刊，11(1)，177-187。
- 張春興(1996)，教育心理學—三化取向的理論與實踐，臺北，臺灣東華。
- 涂卉、雷漢聲、黃錦華(2016)，弘光科技大學文化創意產問題導向學習教學模式下學習動機對學習滿意度影響之研究—以弘光科技大學為例，商管科技季刊，第17卷，第4期，467~491。
- 王金國(2005)，共同學習法之教學設計及其在國小國語科之應用，屏東師院學報，22，103-130。
- 王金國、張新仁(2003)，國小六年級教師實施國語科合作學習之研究，教育學刊，21，53-78。
- 林靜萍(2005)，小組合作解題對國小學生自然與生活科技領域學習成效之影響，中原大學教育研究所，碩士論文。
- 林穎(2000)，合作學習之概念探討，國立台北教育大學數學教育研究所。  
<http://www.nhu.edu.tw/~society/e-j/89/A21.htm>
- 汪慧玲、沈佳生(2013)，合作學習教學策略對大專學生之學習成效與學習態度之影響：以兒童發展評量與輔導課程某單元為例，臺中教育大學學報：教育類，27(1)，57-76。

Al-Sarawi S. F. (2005), "Application of project/problem-based learning in microelectronics,"  
New Trends and Technologies in Computer-Aided Learning for Computer-Aided Design,  
A. Rettberg and C. Bobda, Eds., Springer, pp. 49-62.

Jonassen, D. H., Khanna, S. K., (2011), "Implementing Problem Based Learning in Materials  
Science, " Am. Soc. Eng. Educ.

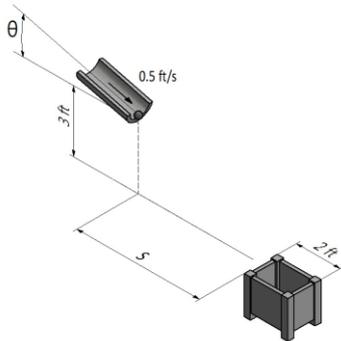
### 三. 附件(Appendix) (請勿超過10頁)

#### 附件1

#### PBL問題 1

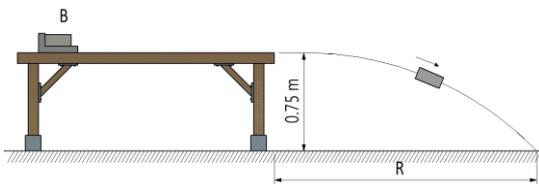
##### 1. 彈珠分類系統設計

彈珠以0.5ft/s 的速度從生產斜槽中滾下，斜槽末端的的角度範圍為 $0 \leq \theta \leq 30^\circ$ 。試選定料斗位置相對於斜槽末端的放置角度 $s$ 。完成分類裝置的設計圖，並顯示彈珠的路徑。



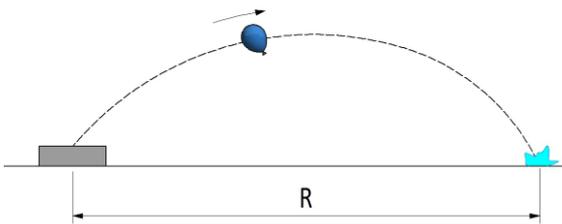
##### 2. 坡道彈射器的設計

物塊B的質量為20kg，從桌子上彈射出去。試使用纜索和滑輪，設計一個彈射器機構，將其固定在工作台和物塊容器上，忽略容器的質量。假設操作員在操作過程中可以施加120N的固定張力於纜索，手臂的最大運動範圍為0.5m。工作台與物塊容器之間的動摩擦係數為 $\mu_k = 0.2$ 。完成設計圖，並計算該物塊撞擊地面的最大範圍R。



##### 3. 水球發射器的設計

設計一種發射0.25lb水球的方法。與其他組比較，看看誰能射得更遠或準確擊中目標。材料由指定長度和剛度的單個橡皮筋組成，如有必要，不超過三塊指定尺寸的木頭。完成設計圖與報告書，呈現預計的氣球從發射點到著陸位置的計算。

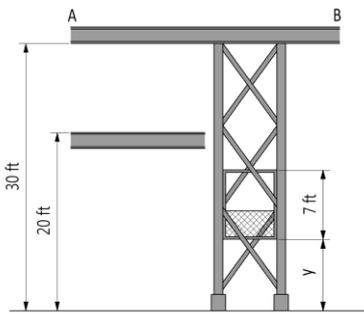


#### 附件2

#### PBL問題 2

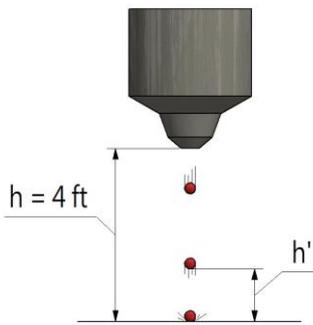
##### 1. 升降機的設計

將電梯及其載物，最大重量容量為500lb，從靜止開始於6秒鐘後停止，抬升 $y = 20\text{ft}$ 。單個電動機和電纜繞線鼓可安裝在任何地方，以便於操作。在任何升降或下降期間，加速度不超過 $10\text{ft/s}^2$ 。試以電纜和滑輪設計電梯系統，如果電纜為價錢為\$1.30/ft，滑輪為\$3.50。請估計材料成本，完成設計圖，及電動機所需的功率輸出與電梯的速度與行進高度 $y$ 的關係圖。



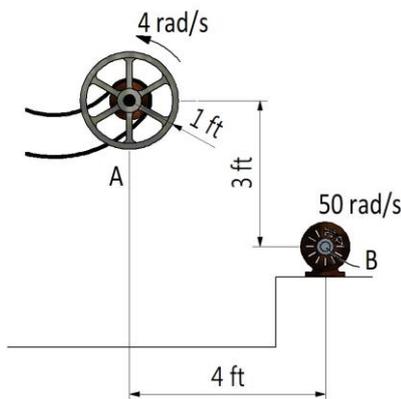
## 2. 蔓越莓篩選器的設計

蔓越莓的質量取決於其硬度，而硬度又取決於其回彈性質。實驗發現，當蔓越莓在  $h = 4\text{ft}$  的高度從靜止狀態釋放時，反彈  $2.5 \leq h' \leq 3.25\text{ft}$  範圍的蔓越莓非常適合加工。請利用這些資訊，確定蔓越莓的容許恢復係數範圍，然後設計一種可以將好蔓越莓和壞蔓越莓分開的方式。完成設計圖與報告書，並顯示有關如何從已建立的幾何圖形中選擇和收集蔓越莓的計算。



## 3. 皮帶傳動系統的設計

輪子 A 用於紡織廠，須以  $4\text{rad/s}$  的速度逆時針旋轉。這可以使用安裝在平台上所示位置的電機來完成。如果電動機中的軸 B 以順時針旋轉  $50\text{rad/s}$ ，請設計一種將旋轉從 B 傳遞到 A 的方法。請使用一系列皮帶和皮帶輪作為設計的依據。皮帶通過纏繞車輪 A 的外表面來驅動車輪 A 的旋轉，皮帶輪可以連接到電動機的軸以及其他任何地方。皮帶的長度不要超過  $6\text{ft}$ 。完成設計圖和運動學計算。同樣，如果皮帶成本為  $\$2.50$ ，皮帶輪成本為  $\$2r$ ， $r$  為皮帶輪的半徑 (inches)，試求此設計的材料成本。



## 附件3

### 課程教學內容進度、學習評量以及問題導向學習實施進度

週次	課程主題	內容說明	備註
1	學習的目標、課程內容、成績評定 動力學基礎	說明課程學習目標、課程大綱、教學方法、成績評定方式 直線運動學	「研究對象背景調查表」

2	質點運動學	直線運動學、曲線運動學	「學習動機量表」前測
3	質點運動學	兩質點的絕對相依運動、以平移軸分析兩質點的相對運動	
4	質點運動學：力與加速度	牛頓第二運動定律、運動方程式	
5	質點運動學：力與加速度	牛頓第二運動定律、運動方程式	第一次小考
6	質點運動學：功與能	力所作的功、功能原理 PBL 教學	「PBL 問題 1」(3 選 1) a 彈珠分類系統設計 b 坡道彈射器的設計 c 水球發射器的設計
7	質點運動學：功與能	功率與效率、保守力與位能 PBL 教學	「PBL 問題 1」分組教學
8	質點運動學：衝量與動量	線衝量與線動量原理、 碰量、角動量 PBL 教學	「PBL 問題 1」分組教學
9	期中考試		期中考試
10	剛體平面運動	平移、繞固定軸旋轉、絕對運動分析、相對運動分析	
11	剛體平面運動力學：力與加速度	慣性矩、平面運動的運動方程式	
12	剛體平面運動力學：力與加速度	平移、繞固定軸旋轉、一般平面運動	
13	剛體平面運動力學：功與能	動能、力所作的功、力偶所作的功	第二次小考
14	剛體平面運動力學：功與能	功能原理、能量守恆 PBL 教學	「PBL 問題 2」(3 選 1) a 升降機的設計 b 蔓越莓篩選器的設計 c 皮帶傳動系統的設計
15	剛體平面運動力學：功與能	功能原理、能量守恆 PBL 教學	「PBL 問題 2」分組教學
16	剛體平面運動力學：衝量與動量	線動量與角動量、動量守恆 PBL 教學	「PBL 問題 2」分組教學
17	PBL 教學	PBL 成果報告	
18	PBL 教學	PBL 成果報告	「學習動機量表」後測 「PBL 回饋表」

#### 附件4

#### PBL 學習單

##### 第 組

組長 1：

組員 2：

組員 3：

組員 4：

組員 5：

組員 6：

學生分組依問題討論架框，進行資料蒐集、討論、提出解決方案

問題討論框架
實際問題內容：
需使用之原理與方程式：
如何設計系統，解決問題：
蒐集資料，瞭解問題
討論可行方法

提出解決方案
心得與感想

附件5

**PBL回饋表**

基本資料：

大二  大三  大四  其他

就讀系所：\_\_\_\_\_

問題導向學習(PBL)，對於學習這門課非常有幫助有幫助普通沒幫助非常沒幫助

題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
1. 我從傳統教學法所學習到動力學的知識與加入問題導向教學法(PBL)一樣多。					
2. 由於PBL的緣故，使我更喜歡動力學課程。					
3. PBL讓我有學習創造力的機會。					
4. 動力學PBL使我對所使用到的動力學原理有更深刻的了解。					
5. 在PBL中所使用到的原理，相較於此課堂上所教授的其他動力學原理讓我覺得更為印象深刻。					
6. 在PBL所完成的工作與傳統授課相比，學得更好。					
7. 當能實際能觀察並使用到物理模型的動力學原理時，動力學原理會學得更好。					
8. 動力學PBL幫助我回憶記住了在大一課程學到的工程設計理論與決策工具。					

9. 我們團隊設計了物理原型構想。

是  否

10. 還記得團隊中完成實務問題設計所用到的原理方程式嗎？請列出

11. 其他改善建議？

## 附件6

### 研究對象背景調查表

基本資料

姓名：

學號：

性別：

男性  女性

系所年級：\_\_\_\_\_系

大二  大三  大四  其他

入學身分管道：

聯合甄審  統一分發  高中  繁星  技優

你是第幾次修習本課程：

首次  第二次  第三次

先備知識：成績表現(分)

大一物理(一) \_\_\_\_\_

大一物理(二) \_\_\_\_\_

## 附件7

### PBL組內同儕互評表

說明：

本互評表針對組內同學協作部分進行評分，透過組員互評的方式可了解組內互動及學習情形。

註：自己不用評分，只評別人

每個項目可給1-5分： 1分【差】，2分【不良】，3分【普通】，4分【良好】，5分【優秀】				
第( )組	溝通情形	合作態度	責任感	任務完成度
組長1( )				
組員2( )				
組員3( )				
組員4( )				
組員5( )				

附件8 (PBL 報告封面格式說明)

國立高雄科技大學機械工程系

動力學 PBL 報告

(PBL 題目)

授課老師：

組員：

組員1 班級 學號 姓名

組員2 班級 學號 姓名

.....

中華民國 年 月 日

附件9

PBL回饋表統計結果

1. 我從傳統教學法所學習到動力學的知識與加入問題導向教學法(PBL)一樣多。					
	非常不同意	不同意同意	普通同意同	同意同意同	非常同意同
本班生(46人)	0.00%	4.35%	26.09%	47.83%	21.74%
重修生(14人)	0.00%	21.43%	35.71%	21.43%	21.43%
全班學生(60人)	0.00%	8.33%	28.33%	41.67%	21.67%
2. 由於PBL的緣故，使我更喜歡動力學課程。					
本班生(46人)	0.00%	4.35%	26.09%	54.35%	15.22%
重修生(14人)	0.00%	7.14%	7.14%	57.14%	28.57%
全班學生(60人)	0.00%	5.00%	21.67%	55.00%	18.33%
3. PBL讓我有學習創造力的機會。					
本班生(46人)	0.00%	0.00%	8.70%	63.04%	28.26%
重修生(14人)	0.00%	7.14%	0.00%	57.14%	35.71%
全班學生(60人)	0.00%	1.67%	6.67%	61.67%	30.00%
4. 動力學PBL使我對所使用到的動力學原理有更深刻的了解。					
本班生(46人)	0.00%	0.00%	13.04%	54.35%	32.61%
重修生(14人)	0.00%	7.14%	0.00%	64.29%	28.57%
全班學生(60人)	0.00%	1.67%	10.00%	56.67%	31.67%
5. 在PBL中所使用到的原理，相較於此課堂上所教授的其他動力學原理讓我覺得更為印象深刻。					
本班生(46人)	0.00%	2.17%	10.87%	54.35%	32.61%
重修生(14人)	7.14%	0.00%	0.00%	64.29%	28.57%
全班學生(60人)	1.67%	1.67%	8.33%	56.67%	31.67%
6. 在PBL所完成的工作與傳統授課相比，學得更好。					
本班生(46人)	0.00%	4.35%	23.91%	43.48%	28.26%
重修生(14人)	0.00%	0.00%	21.43%	42.86%	35.71%
全班學生(60人)	0.00%	3.33%	23.33%	43.33%	30.00%
7. 當能實際能觀察並使用到物理模型的動力學原理時，動力學原理會學得更					

好。					
本班生(46人)	0.00%	2.17%	10.87%	54.35%	32.61%
重修生(14人)	0.00%	7.14%	7.14%	42.86%	42.86%
全班學生(60人)	0.00%	3.33%	10.00%	51.67%	35.00%
8. 動力學 PBL 幫助我回憶記住了在大一課程學到的工程設計理論與決策工具。					
本班生(46人)	0.00%	2.17%	34.78%	36.96%	26.09%
重修生(14人)	0.00%	0.00%	21.43%	42.86%	35.71%
全班學生(60人)	0.00%	1.67%	31.67%	38.33%	28.33%

## 附件10

### 學習動機量表(前測、後測)

各位同學好:本問卷目的是為了瞭解學生的學習情形,不會進行個別分析且對外絕對保密,請依個人實際情況填答,您的意見對我們非常重要,務必每題都要填答。感謝您熱心參與。敬祝學業進步!

國立高雄科技大學 機械工程系 教師 黃世疇

#### 第一部分：基本資料

1. 性別：(1) 男(2) 女

2. 就讀系所：\_\_\_\_\_

3. 年級：(1) 一年級 (2) 二年級 (3) 三年級 (4) 四年級 (5) 其他，請說明：

#### 第二部分：學習動機量表(前測、後測)

題項	非常不同意	不同意	無意見	同意	非常同意
<b>▶A價值：從事一項學習的理由及其對該工作重要、效用或興趣的信念</b>					
A1. 我認為學習「動力學」對後續機械工程的課程學習是相當重要的。					
A2. 我認為「動力學」所學到的知識，可以應用到日常生活中或解決生活上的問題。					
A3. 我認為「動力學」課程是重要的，且對我未來的工作是相當有用的。					
A4. 我對「動力學」所教的內容很有興趣。					
A5. 我對物體的運動現象很有興趣，並主動學習「動力學」相關知識。					
<b>▶B期望：學生對某項學習工作是否能夠成功的預期</b>					
B1. 我認為我可以在「動力學」課程的學習中得到高分。					
B2. 我有信心可以學會「動力學」所教的基本理論。					
B3. 我能靠自己解答「動力學」課本上的習題。					
B4. 我有信心我可以了解「動力學」課程中最困難的部分。					
B5. 我能幫助同學解答「動力學」課本上的問題。					
B6. 在「動力學」課程中，我比較喜歡有挑戰性的內					

容。					
►C情感：對學習工作、結果或自身能力的情感反應，包含焦慮及自尊					
C1. 當我上「動力學」課程時，我總是感覺到快樂。					
C2. 我覺得上「動力學」課很有趣。					
C3. 我有信心我能在「動力學」考試中獲得良好的成績。					
C4. 上「動力學」課程時，我都能專心上課。					
C5. 在「動力學」課程中，我會在乎老師所教的內容我是否了解。					
C6. 在「動力學」課程中，不管學習的內容是否困難，只要能引起我的好奇心，我都會對自己的學習成果感到滿意。					
C7. 當我上「動力學」課程中，我總是感到焦慮。					

## 附件11

### 學習動機量表(前測、後測)統計結果

<b>A 價值：從事一項學習的理由及其對該工作重要、效用或興趣的信念</b>					
<b>A1 我認為學習「動力學」對後續機械工程的課程學習是相當重要的。</b>					
	非常不同意	不同意同意	普通同意同	同意同意同	非常同意
前測	0.00%	0.00%	9.23%	63.08%	27.69%
後測	0.00%	0.00%	9.86%	60.66%	36.07%
<b>A2 我認為「動力學」所學到的知識，可以應用到日常生活中或解決生活上的問題。</b>					
前測	0.00%	0.00%	26.15%	60.00%	13.85%
後測	0.00%	3.28%	9.84%	60.66%	27.87%
<b>A3 我認為「動力學」課程是重要的，且對我未來的工作是相當有用的。</b>					
前測	0.00%	0.00%	20.00%	60.00%	20.00%
後測	0.00%	0.00%	11.48%	57.38%	31.15%
<b>A4 我對「動力學」所教的內容很有興趣。</b>					
前測	0.00%	10.77%	41.54%	38.46%	9.23%
後測	1.64%	6.56%	34.43%	40.98%	16.39%
<b>A5 我對物體的運動現象很有興趣，並主動學習「動力學」相關知識。</b>					
前測	0.00%	15.38%	41.54%	32.31%	10.77%
後測	0.00%	8.20%	34.43%	39.34%	18.03%
<b>B 期望：學生對某項學習工作是否能夠成功的預期</b>					
<b>B1 我認為我可以在「動力學」課程的學習中得到高分。</b>					
	非常不同意	不同意同意	普通同意同	同意同意同	非常同意同
前測	6.15%	12.31%	53.85%	21.54%	6.15%
後測	0.00%	4.92%	36.07%	40.98%	18.03%
<b>B2 我有信心可以學會「動力學」所教的基本理論。</b>					
前測	1.54%	7.69%	40.00%	44.62%	6.15%
後測	0.00%	6.56%	24.59%	52.46%	16.39%
<b>B3 我能靠自己解答「動力學」課本上的習題。</b>					
前測	1.54%	12.31%	36.92%	40.00%	9.23%
後測	0.00%	13.11%	32.79%	40.98%	13.11%

B4 我有信心我可以了解「動力學」課程中最困難的部分。					
前測	9.23%	26.15%	40.00%	20.00%	4.62%
後測	4.92%	29.51%	37.70%	19.67%	8.20%
B5 我能幫助同學解答「動力學」課本上的問題。					
前測	9.23%	18.46%	33.85%	32.31%	6.15%
後測	6.56%	18.03%	31.15%	29.51%	14.75%
B6 在「動力學」課程中,我比較喜歡有挑戰性的內容。					
前測	4.62%	12.31%	55.38%	24.62%	3.08%
後測	3.28%	8.20%	36.07%	39.34%	13.11%
C 情感：對學習工作、結果或自身能力的情感反應，包含焦慮及自尊					
C1 當我上「動力學」課程時，我總是感覺到快樂。					
	非常不同意	不同意同意	普通同意同	同意同意同	非常同意同
前測	0.00%	13.85%	56.92%	26.15%	3.08%
後測	3.28%	6.56%	40.98%	36.07%	13.11%
C2 我覺得上「動力學」課很有趣。					
前測	0.00%	4.52%	64.62%	29.23%	1.54%
後測	1.64%	4.92%	45.90%	36.07%	11.48%
C3 我有信心我能在「動力學」考試中獲得良好的成績。					
前測	4.62%	12.31%	58.46%	20.00%	4.62%
後測	0.00%	11.48%	39.34%	34.43%	14.75%
C4 上「動力學」課程時,我都能專心上課。					
前測	1.54%	6.15%	58.46%	30.77%	3.08%
後測	1.64%	4.92%	45.90%	37.70%	9.84%
C5 在「動力學」課程中，我會在乎老師所教的內容我是否了解。					
前測	0.00%	1.54%	29.23%	53.85%	15.38%
後測	0.00%	1.64%	24.59%	55.74%	18.03%
C6 在「動力學」課程中,不管學習的內容是否困難,只要能引起我的好奇心,我都會對自己的學習成果感到滿意。					
前測	0.00%	3.08%	43.08%	47.69%	6.15%
後測	1.64%	1.64%	22.95%	59.02%	14.75%
C7 當我上「動力學」課程中，我總是感到焦慮。					
前測	6.15%	10.77%	64.62%	13.85%	4.62%
後測	22.95%	29.51%	22.95%	18.03%	6.56%

## 附件12

### PBL學習單之心得與感想：

- 學生1：藉由這次的分組學習單製作，讓我更為了解動力學是如何被運用在現實中，並不是只有考試考的那些基本表面的知識，且在做報告的過程中也順便複習以及實踐所學的東西，實為非常充實的過程。
- 學生2：透過這次分組的討論，發現原來當實際例子發生時，更能思考一項例子在實際案例上感覺真的很不錯。
- 學生3：因為有這次的分組討論，讓我明白動力學的原理在生活中隨處可見，不像是考試或作業裡的題目是死的，日常生活中的例子更能使我感到有趣，在報告裡也能讓所學到的知識以及有做到實驗的東西印象更深。
- 學生4：把所學以實體的方式呈現，難度會比以往的題目那些差很多，並且更加的複雜與多變，但這就是學以致用的啟發吧！當我們能克服種種並加以改良肯定會比死讀書有用藥來的多。
- 學生5：第一次進行這種結合課堂所學的知識應用於我們根據題目所設計的學習單

上，有別於傳統教學方式多了一些讓我們停下來觀察生活周圍，也是否跟書本上的公式相互呼應。

- 學生 6：這次修動力學跟之前修靜力學不一樣，不需要只會課本上的東西，出了設計題分組討論，讓我們不太會考試的人有了另外的評分方式，這次討論也讓我們學習到不同的東西，是很不一樣的體驗。
- 學生 7：藉由本次 PBL 問題的討論再次審視了自己動力學以及物理的所學，實際的運用到了生活中，以前可能認為只是個學術上的探討，但細心觀察生活中的瑣事後發現日常中很多原理以及技術皆是利用所學的原理去完成，不再是課本上的文字，而是巧妙的結合到了生活當中。
- 學生 8：經過這次的分組報告，我們學到了如何團隊中的交流，以及團隊每個人的相互默契，培養互相的默契。經過這次水球發射器的題目，也讓我漸漸對動力學感到興趣，原來看似無聊的課程，竟也能如此有趣。希望之後能有更多類似的課程，讓我們學習到課堂中無法接觸到的事情，並將其運用到生活當中。
- 學生 9：經過這次的 PBL 教學互動的學習後，我們學會了如何將老師在課堂上教學的課本內容，搭配網路資料的搜尋，將所學到的知識活用在老師所提供的題目上。使我們可以充分的理解老師所教導的內容，並融會貫通。讓我們獲益良多，希望下次還能藉由這種方式來學習。
- 學生 10：藉由這個彈射水球的討論，得知在彈力以及質量相同的情況下，角度是決定射程的關鍵。這樣的應用同樣可以運用在棒球及籃球等運動上，投球出手的角度往往能決定選手的準確率。  
我們小組利用這個 PBL 的學習方式，以提出問題、提出各自的想法、找資料、歸納重點等方式，使我們對於拋體運動不止於課本上所寫密密麻麻的公式，能更深入探討應用在生活中實際的例子。
- 學生 11：經過我們四個人努力不懈的討論，最後決定以砲台的形式展現，雖然現階段還有許多可以改善地方，但我們相信，隨著我們知識量的增加，總有一天一定能設計出更加良好的砲台。
- 學生 12：雖然我們這組討論的不是那麼頻繁，但身為組長的我有試著努力去引導我的組員，我也把我一些想法跟大家分享，但我希望就是大家都丟一點東西上來一起討論，然後最後做出來的東西才是這組共同的成就。第一次製作 PBL 學習單，有許多的想法，但也僅僅是想法，因為沒有實際的數據，也沒有太多的數據或原理能夠參考，因此只能做出個大概，不過討論的過程收穫了許多的經驗。
- 學生 13：雖然我們這組討論的時間不是很多，但在討論的過程中想到了可以用類似中古時期的投石器的裝置進行改良，雖然沒有把實際的物品製作出來，但我覺得如果有製作出來的話，效果應該會不錯。
- 學生 14：這次的 PBL 問題，在解決的過程當中，感覺跟高中的中午專題還有大一的實作課程很像，都是要做出一個實際的東西，要從最基本的設計到找參考資料，到最後實際作品出來，不過這次還要加上在動力學裡面學到的內容應用在作品裡，感覺很有趣。
- 學生 15：在做這題的時候，我第一個想到的就是利用彈簧，但是後來在跟組員討論過後發現了其實有更多更有效率的設計方法，利用投石器做出的想法很有趣，刷新了我的觀念，以及讓我有更多元想法的能力。
- 學生 16：彈弓跟投石器這兩種方法都可行，不過因為彈弓通常是手持著一端固定，再由手來控制力道，因此我覺得彈弓相較投石器較難去控制與進行設計，相反投

石器的實驗已有很多人研究與實驗過，相較起來比較好去設計控制因數，不過因為這次的題目所有參數都要自己設計，包括橡皮筋的彈性係數與水球的重量還有投石器的力臂長度設計等等，可能需要用軟體模擬或是再找更多資料來構思。

- 學生 17：在這次的 PBL 的學習過程中，對題目需要更深的了解，促使我們去研讀題目相關的定律。這樣的學習方法雖然需要花費更長的時間，但比傳統的計算題目，能學習到更多。
- 學生 18：透過這次的學習，讓學生能從書本知識與物品設計與實驗相結合，更了解書本知識想表達的意思，讓學生不再是只有苦記如何計算，而是能靈活運用到實際操作上，讓我們覺得學習不枯乏。
- 學生 19：經過這次的小組合作，讓我深刻體會到上課的東西不是只是為了考試而已，而是真實可以在日常生活中運用到的。並且在分工合作下，讓整個過程都變得很完整、順利，也期待下次的作品！
- 學生 20：使用實例來學習動力學是個非常新穎的方式，能夠了解到如何利用考試中的公式來計算各種問題，不管是拋射的距離或是時間，都能計算出來，是一個學習的好方法，讓動力學不是只是紙上談兵，能夠實際操作學習。
- 學生 21：這次我們很快就討論出要以何種裝置將水球射出，但是細節的問題我們討論了許久，像是上面有提到的如何固定水球 何種材料彈力較佳 如何控制水球射出位置等等，我們在網路上查了許多資料最後統整，各個組都有提出多個可行的方式，最後在討論後挑選了幾個最佳的方式作為本次題目的設計內容，也順利完成本次報告
- 學生 22：在我們這幾次的討論中，我們一致認為溝通與提出自己的想法都是非常重要的課題，如果沒有溝通，大家都會保有各自的意見，無法讓這個團隊進步，為了讓這個團隊完美，我們會更加努力，去完成我們共同的目標，謝謝老師對我們的用心與栽培。
- 學生 23：在過程中，我們發現許多問題，透過組員們的討論以及蒐集資料，最後提出解決的方案，這讓我們運用課程上的所學，再加上自我的思考來解決實際上的案例，在解決問題的同時，也能精進自己的專業知識。
- 學生 24：我們未來會遇到許多的問題，且更複雜，但藉由這次的問題，讓我們學習到如何去解決這些問題，累積我們的經驗。
- 學生 25：做這個實驗有很多影響的因素，像是橡皮筋的彈力，拉伸多少的力，發射的角度等等，發射水球的辦法也有很多種，要怎麼精準的射擊到目標也要控制的很好才有辦法，要跟組員溝通好方案，並且需要反覆的測試才有辦法得出最好的效果。
- 學生 26：在經過這次的分組討論之後，我們決定用第三個方案，並使用像是彈弓的方式，在討論的過程中也參考了很多影片，例如製作投石機的影片和彈射西瓜的影片，並運用上動力學和靜力學所學到的知識與觀念，把這次的分組報告順利完成。
- 學生 27：做一樣東西不難，但設計一樣東西不是像做東西那麼簡單的事。必須要考量很多因素，像是材料、用途、耗能、還有最重要的金錢…等因素。綜合這些因素然後符合這樣產品的目的，做出來的結果才是有價值的東西。組內人員的溝通也是很重要的一件事，溝通得好一定有幫助，溝通得不好搞不好會有反效果。