

國立交通大學

土木工程學系碩士班

碩士論文

應用力學網路學習評量系統製作—
以質點、剛體平衡為例

E- Learning Evaluation System of Applied Mechanics-
Case of Equilibrium of Particles and Rigid Bodies

研究生：蔡呈祥

指導教授：林昌佑 博士

中華民國一百零一年一月

應用力學網路學習評量系統製作-以質點、剛體平衡為例

E- Learning Evaluation System of Applied Mechanics-
Case of Equilibrium of Particles and Rigid Bodies

研究生：蔡呈祥

Student : Ching- Cheung Tsai

指導教授：林昌佑 博士

Advisor : Dr. Chang-Yu Lin



A Thesis

Submitted to Department of Civil Engineering

College of Engineering

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of

Master of Science

In

Civil Engineering

January 2012

HsinChu, Taiwan, Republic of China

中華民國一百零一年一月

應用力學網路學習評量系統製作-以質點、剛體平衡為例

研究生：蔡呈祥

指導教授：林昌佑 博士

國立交通大學 土木工程學系碩士班

摘要

應用力學，是土木工程領域的基礎，也是一個土木系學生所需必備的基本工程知識，不論是從事設計工作或現場施工，皆須具備應用力學的基本知識。所以如何能讓學生更有效率的學習，實為教學上重要的課題。

以往的應用力學教學網站僅是提供教材，甚少有互動性的評量，應用力學是一門實用的科目，須經過解題、實作才能提升解決問題的能力。因此，便有了製作學習評量系統的想法。

本研究是先以 PhotoImpact 繪製出題目圖形，再將其匯入 Flash 中，利用 Flash 中的 ActionScript 程式語言來判別答案及診斷學生的弱點環節，並且為學生提出學習建議。最後利用知識地圖的概念，提供解題所需具備的知識，當學生尋找所需知識時更為便利，藉此增加學生學習效率及成效。

關鍵字：網路教學、學習評量、知識地圖。

E-Learning Evaluation System of Applied Mechanics- Case of Equilibrium of Particles and Rigid Bodies

Student: Ching- Cheung Tsai

Adviser: Dr. Chang-Yu Lin

Institute of Civil Engineering
National Chiao Tung University

Abstract

Applied mechanics is one of the most basic courses of mechanics in department of civil engineering. It's also the knowledge that civil engineering student must have. Whether engaged in the design or construction site, should have basic technique of applied mechanics. How can make students learn more efficiently is the important issues for teaching.

Previous teaching website only provides handouts with few interactive assessments; applied mechanics is a practical subject, student can only enhance their problem-solving skill by implementation. Thus, this idea of produced the learning assessment system had emerge.

In this study, the subject of graphics PhotoImpact draw, And then import it into Flash. Use in Flash ActionScript programming language the distinguish answer and diagnostic aspects of student weakness, and suggestions for students to make learning. Finally, using the concept of knowledge map, provide the knowledge necessary for problem solving, when students find it more convenient for the required knowledge, to increase the efficiency and effectiveness of student learning.

Keyword : E-Learning 、 Learning evaluation system 、 Knowledge map

誌 謝

感謝恩師 林昌佑老師在課業及生活上的辛勤指導與悉心教誨，在學生為學與處事上多有啟迪；老師耐心指導論文研究方向和提供研究資訊，幫助學生順利完成研究論文，師恩浩瀚，學生銘記在心。

同時，論文口試期間，承蒙交通大學土木工程學系老師，洪士林教授及趙文成教授於口試期間提供寶貴的意見，使本文更臻完善，在此表達最由衷的謝意。

研究期間承蒙學長周宏運、李偉恩的照顧與提攜，時常帶領我探討網路科技的多采多姿，學長們的優異表現為我心中良好楷模；同學冠寰互相勉勵與支持，在繁重的學業之餘，不忘提醒我前往游泳池，讓我擁有健康的身體；學弟文平、哲豪、志瑜在生活上的陪伴；感謝交大的各位，豐富我的研究生生活！

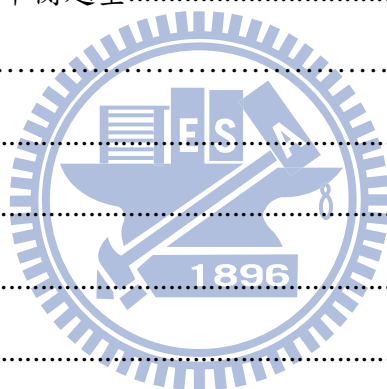
同時感謝爸媽的養育之恩，讓我在求學生涯中無後顧之憂，專心致力於論文的研究；並感謝表哥哲廉及表嫂芳娟的照顧，表哥及表嫂無私的付出，讓離家求學的我，依然能感受到家庭的溫暖；感謝芳如的相伴，總在我低落時第一個伸出援手，在妳的忙碌生活中不忘鼓勵我、支持我，一路走來不離不棄，謝謝妳伴我度過人生重要的階段。

最後感激於各位關心我的朋友，祝福你們萬事順利、平安。

目 錄

	頁次
中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
目 錄.....	iv
表目錄.....	vi
圖目錄.....	vii
第一章 緒論.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究流程.....	3
第二章文獻回顧.....	5
2.1 網路教學.....	5
2.1.1 網路教學的背景.....	5
2.1.2 網路教學與其他多媒體教學的比較.....	7
2.2 線上評量系統.....	10
2.2.1 評量的意義.....	10
2.2.2 線上評量系統的特性.....	11
2.3 土木力學教學與網際網路的結合.....	15
2.3.1 傳統土木力學教學的特性.....	15
2.3.2 網際網路在土木教學上的應用.....	17
2.4 鑑別度與難度分析.....	19
第三章 學習評量系統的建構與相關技術.....	22
3.1 學習評量系統的建構規畫.....	22
3.2 相關技術.....	23

3.2.1 HTML.....	23
3.2.2 Flash.....	24
3.2.3 PhotoImpact.....	26
3.3 評量系統功能介紹.....	27
3.4 題庫製作.....	28
3.5 建立應用力學的知識地圖.....	29
3.6 評量系統的建立.....	30
第四章 系統展示及驗證.....	34
4.1 實例展示一:力偶矩題型.....	34
4.2 實例展示二:剛體平衡題型.....	37
4.3 系統驗證.....	40
第五章 結論與建議.....	44
5.1 結論.....	44
5.2 建議.....	45
參考文獻.....	46



表目錄

	頁次
表 4.1 第一次測試之成績.....	49
表 4.2 第一次測試題目之鑑別與難度.....	49
表 4.3 第二測試之成績.....	50
表 4.4 第二次測試題目之鑑別與難度.....	50
表 4.5 問卷內容與統計結果.....	51



圖目錄

	頁次
圖 1.1 研究流程.....	52
圖 2.1 難度與鑑別度的關係.....	53
圖 2.2 static 教學網站.....	53
圖 3.1 應用力學教學網站架構.....	54
圖 3.2 動作面板中 ActionScript 編輯情形.....	55
圖 3.3 評量前之畫面.....	55
圖 3.4 各題配分說明.....	56
圖 3.5 變換題目之按鈕配置.....	56
圖 3.6 交卷前的確認.....	57
圖 3.7 答案輸入欄之配置.....	57
圖 3.8 開頭動畫的呈現.....	58
圖 3.9 網站首頁.....	58
圖 3.10 第二章選單介面.....	59
圖 3.11 章節編排.....	59
圖 3.12 力向量題型.....	60
圖 3.13 繪圖情形.....	60
圖 3.14 匯入圖片至 Flash.....	61
圖 3.15 作答區塊配置.....	61
圖 3.16 按鈕動作面板編輯情形.....	62
圖 3.17 應用力學知識地圖.....	63
圖 3.18 解題須備知識的呈現.....	64
圖 3.19 解答介面的功能介紹.....	64

圖 3.20 連結至講義情形.....	65
圖 3.21 判斷式編輯情形.....	65
圖 3.22 顯示所輸入之答案.....	66
圖 3.23 力向量例題.....	66
圖 3.24 力向量例題之分析流程.....	67
圖 3.25 質點平衡題型之分析流程.....	68
圖 3.26 診斷頁面.....	68
圖 4.1 各題配分說明.....	69
圖 4.2 力偶矩題型第一題.....	69
圖 4.3 力偶矩題型第二題.....	70
圖 4.4 力偶矩題型第三題.....	70
圖 4.5 力偶矩題型第四題.....	71
圖 4.6 力偶矩題型第五題.....	71
圖 4.7 力偶矩題型第六題.....	72
圖 4.8 力偶矩第一題答題狀況.....	72
圖 4.9 講義連結情形.....	73
圖 4.10 解答之第一步驟.....	73
圖 4.11 解答之最後步驟.....	74
圖 4.12 力偶矩第二題答題狀況.....	74
圖 4.13 力偶矩第三題答題狀況.....	75
圖 4.14 力偶矩第四題答題狀況.....	75
圖 4.15 力偶矩第五題答題狀況.....	76
圖 4.16 力偶矩第六題答題狀況.....	76
圖 4.17 第四章評量整體診斷頁面.....	77
圖 4.18 連結至講義情形.....	77



圖 4.19 第五章之頁面.....	78
圖 4.20 各題配分說明.....	78
圖 4.21 剛體平衡題型第一題.....	79
圖 4.22 點選下一頁進入第二步驟.....	79
圖 4.23 剛體平衡題型第二題.....	80
圖 4.24 剛體平衡題型第三題.....	80
圖 4.25 剛體平衡題型第四題.....	81
圖 4.26 剛體平衡題型第五題.....	81
圖 4.27 剛體平衡題型第六題.....	82
圖 4.28 剛體平衡題型第一題答題狀況.....	82
圖 4.29 連結至講義.....	83
圖 4.30 觀看解答.....	83
圖 4.31 剛體平衡題型第二題答題狀況.....	84
圖 4.32 剛體平衡題型第二題之解答.....	84
圖 4.33 剛體平衡題型第三題答題狀況.....	85
圖 4.34 剛體平衡題型第三題之解答.....	85
圖 4.35 剛體平衡題型第四題答題狀況.....	86
圖 4.36 剛體平衡題型第五題答題狀況.....	86
圖 4.37 剛體平衡題型第六題答題狀況.....	87
圖 4.38 第五章評量整體診斷頁面.....	87
圖 4.39 三維剛體平衡講義.....	88
圖 4.40 第一次系統測試之第一題.....	88
圖 4.41 第一次系統測試之第二題.....	89
圖 4.42 第一次系統測試之第三題.....	89
圖 4.43 第一次系統測試之第四題.....	90

圖 4.44 第一次系統測試之第五題.....	90
圖 4.45 第一次系統測試之第六題.....	91
圖 4.46 第二次系統測試之第一題.....	91
圖 4.47 第二次系統測試之第二題.....	92
圖 4.48 第二次系統測試之第三題.....	92
圖 4.49 第二次系統測試之第四題.....	93
圖 4.50 第二次系統測試之第五題.....	93
圖 4.51 第二次系統測試之第六題.....	94
圖 4.52 題目之鑑別度橫條圖.....	94
圖 4.53 題目之難度橫條圖.....	95




第一章 緒論

1.1 研究動機

教育可以說是立國的根本，它關係著人類社會的延續與發展，尤其對於許多的專業領域與高科技產業，更是有著密不可分的關係。教育本質上是一種知識傳遞與創造的活動，亦即是一個知識引導的過程，在這個過程中教學者意圖引導學習者向知識層次更高境界前進。以狹義的教育而言，主要是指學校教育，其涵義是教育者根據一定的社會要求，有目的、有計劃、有組織地對受教者的身心施加影響，把他們培養成為社會所需要的人。透過教育來傳承知識，並且培養專業人才，以避免產業出現人才斷層。這些年來，有許多的研究機關，以及專業學者努力研發出增進學習意願、加強學習效果的方法和工具；因此，電腦輔助教學就應育而生了。

在過去，由於電腦的不普及以及科技所能提供的能力有限，學習僅限於課堂及書本上；近年來，隨著網際網路的普及，網路教學在短時間內竄起，使學習突破了時間與時空的限制，並且能記錄學習的軌跡。網路教學在遠距教育中佔有一席之地，對教育型態產生了極大衝擊與影響。網際網路與電腦科技的發展改變了大眾的生活方式與思考模式。未來，人們將感受全然不同的網路生活方式。舉凡工作、消費、教育等皆因為網際網路與電腦科技的發展產生一大變革。

由教育的觀點來看，網路教學有許多的特性與教育理念不謀而合；教育希望因材施教，讓每個學生可以選擇想要學習的東西，除了可以建立標準教材外，也可以幫助完成個人化的教材，執行智慧型的訓練工作，讓學習更有效率。網路教學在教學環境上締造許多的優點，使對土木工程有興趣的學生多一種不同的學習教材，可成為老師教學上的輔助工具。但若要完全取代學校教育或書本學習，仍有所欠缺與不足之處，若可以兩者兼併、相輔相成，相信對學習者來說應是受益良多。



應用力學為一門工程技術的基本學科，尤其對於土木工程、機械工程等科系，更是一門必修的課程，也是重要的力學基礎。不論是從事設計工作或現場施工，皆須具備應用力學的基本知識。在網路上有許多的應用力學教學網站，使學生在課後還能複習，可惜的是，以往的應用力學教學網站僅是提供教材，甚少有互動性的評量，應用力學是一門實用的科目，只憑閱讀教材是不足的，須經過解題、實作才能提升解決問題的能力。

因此，本研究希望藉由網路平台建立一套應用力學評量系統，讓學生練習解題，並分析出學生較弱的環節，作為教師與學生的參考，使其達到輔助教學的效果。

1.2 研究流程

本研究目的是以資訊科技軟體來建立應用力學的學習評量系統，研究流程(圖 1.1)如下：

1. 資料蒐集整理：

本研究包括了土木力學教學以及電腦輔助教學，教學內容參考應用力學的相關教材來作為教學內容及評量題目的設計；另一方面參考了網路互動教學的相關文獻與相關資訊科技的應用書籍，來加強建構網的相關技術。

2. 建立評量之題庫：

將收集的應用力學教材及考題彙整成不同類型的題目，並使用 PhotoImpact 及 Flash 繪製出題目，設計題目的呈現方式及使用者作答方式。

3. 建立應用力學的知識地圖：

將應用力學中互有相關性的章節做連結，當學生欲尋找相關知識時，更有效率，並且能幫助系統診斷學生的弱點。

4. 建立評量系統：

使用 Flash 中的 ActionScript 程式語言，判別使用者輸入的答案，分析出學生的弱點環節，並且提出學習建議及講義連結，讓學生可在本系統中直接尋找所需的相關知識，不須費時在資料的查詢

上。

5. 網頁的架設：

在資料收集與題庫製作後，便開始著重於靜態教學網頁的製作。

在網頁製作中，以應用力學的評量，做為網頁的主體，並在評量結束後，提供使用者解答及教材的連結，使學生能有更完整的學習環境。

6. 分析題目之鑑別度與難度：

將學生們的評量分數記錄下來，並對題目作出鑑別度與難度之分析，以供出題者參考。

7. 偵錯與修正：

請學生實際操作本系統，分析評量系統中之題目是否恰當以及系統的診斷、評分方式是否合理，並加以修正。

8. 論文撰寫：

整理本研究的成果，進行論文撰寫。



第二章 文獻回顧

2.1 網路教學

網際網路為現今必備的工具，隨著科技的進步，極有可能成為學校教育的主要輔助工具。透過網際網路的便利性，可以讓身在遠處的學生得到良好的學習環境，且避免學生的年齡、身分等限制，讓有興趣者都能從中獲得所需的知識，真正達到教育的普及性[1]。

2.1.1 網路教學的背景

在早期的教學形式上，除了一般學校教育外，還有一些遠距教學的搭配。遠距教學的定義比較廣泛，及為利用電視、廣播或教學軟體等達到傳授學問的目的，而網路教學亦為遠距教學的一種。早在網際網路成形之初，美國國防部為掌控海外部隊訓練情況，便聯合許多大學一同發展網路教學，隨後線上教學產業便相當分散與多元。

國內方面，空中大學是我國第一個從事遠距教學的機構，空中大學從民國七十五年正式成立，早先僅透過無線電傳輸在電視或廣播上作單方向的教學，學生無法與老師有互動的關係，隨著科技的進步，電信與傳輸技術越來越發達，可以輕鬆的透過網路產生雙向的互動學習。

八十四年開始在台大、清大、交大、成大、中正、中央及中山七所大學建置高速學術網路，以作為網路教學及視訊會議之用[2]。八

十五年教育部鑒於推廣時機成熟，積極配合的情況下，共計有30所大專院校於八十五年第二學期，參選網路教學試辦推廣計畫，總計開設了22門課程。

隨著網路的普及，網路教學已成為遠距教學的主流，行政院於民國 86 年核准的教學計畫，為期四年，其主要目的為:[3]

1. 透過大學高速網路平台之建置，嘗試跨校選修、教學資源共享，各大學並可進而與國際名校合作，建造全球化的學習環境。
2. 引進國外技術，並透過執行中小學、補習、特殊及社會教育之教材開發與實驗計畫，將遠距教學技術推廣至各層面教育。
3. 透過「遠距教學聯合服務中心」，對在職教師、企業員工與公務人員進行遠距訓練實驗。
4. 培訓遠距教學規劃、教學、工程技術與教材設計人才。
5. 鼓勵民間與各校在Internet上，建置教材與學習資源，使學生能使用多元化學習環境。

由以上的各點不難看出政府在推動網路教學的用心，也證明了網路教學為遠距教學上的主流，特別是網路與電腦發達的今日，可以結合程式語言而達成師生間的互動，更可以搭配多媒體的輔助，使教學上各方面更得心應手，同時也比課本更能吸引學生的注意。

2.1.2 網路教學與其他多媒體教學的比較

人們藉由學習以開創新的科技，當然也由心的科技來強化學的方法與效果。許多人經常低估了線上學習與組織互動的複雜性，也輕忽了改變原本對學習定亦以及能力認知的困難，在加上事情都會涉及利益的關係，所以網路學習達到成功且完整的成效還有一段路要走。網路教學為遠距教學中的一種，遠距教學（Distance Instruction）是指師生分隔兩地，教師藉由網路通訊、電腦科技以及各種視聽媒體，將教材傳遞給學習者，並與學習者進行即時的（或非即時的）與雙向互動的教學方式[4]。

在新的網際網路時代中，網路教學受到各方的重視，在遠距教學中占有一席之地。網路教學較一般傳統多媒體教學(影音光碟、電視、廣播、書籍等方式)的優缺點大致可整理如下：

優點：

1. 降低學習成本：

傳統多媒體教學多以錄製光碟或電視方式傳輸教學內容，需要講師差旅費與印製光碟等費用；在網路教學中，教學者與學習者只需透過網路平台，即可傳送教學內容，大幅降低講師與基礎設施的需求。

2. 依需要製作一致性或客製化內容：

每人獲得相同的內容，以相同的方式呈現。不過也可根據不同的學習需求或不同群體來量身訂做教材[5]。

3. 內容更及時:

透過網際網路能及時更新，使資訊較精確並可長期使用。對教學單位而言，更方便更新學習內容，並能及時傳送新資訊給學員或顧客。

4. 不需費時教導如何使用:

在網路發達的今日，瀏覽器的使用對一般人已是得心應手的事情，所以不用再多花時間去學習如何操作。[6]

5. 適用性佳:

傳統多媒體教學上，因教材的呈現方式不同，須考慮撥放器的不同規格;在網路教學上，藉由網路的優點充分利用網際網路協定和瀏覽器，平台和作業系統的差異逐漸縮小。每個人在網上幾乎都能以相同方式取得相同的資源。

6. 具調整性:

網路學習解決方案具有高度的調整性，只須基本設施沒問題，再稍加調整就可使課程參與者大幅增加，並可確實掌控學生人數及資料。

7. 具互動性:

在網路教學上，屬於雙向式的教學，學習者能有練習的平台，以及提出對教學內容的意見。

缺點：

1. 網路系統與平台介面之缺陷問題：

由於連線時有時會有網路塞車的問題，因傳輸速度過慢，影響學習者的使用意願。此外，服務平台有時亦會出現暫時關閉、暫時維修等狀況發生，對學習者都會造成些許的影響。但相信日新月異的網路和服務平台，在將來都可提供更好的服務給使用者。

2. 學習持續性問題：

網路教學，雖然有其效果，但卻只能是一種輔助性的學習，並不能代替一般正規性的課堂教學。此外利用網路進行學習，有時會因惰性的產生、網路其它內容的誘因，而無法持之以恆。對學習者而言，這是一種自主學習，因此學習者的自控能力相對地要求也較高。

3. 網站建構之費時：

由於教學內容的龐雜，將資料統整後並架設教學網站，一方面需了解教學內容，另一方面需了解網站架設的技術方面，因此在架設上較為費時。

2.2 線上評量系統

近年來網路科技的普及為多媒體教學及自我學習，提供了一個不受時空限制的學習環境，透過網路學習平台，學習者可藉由網路評量系統診斷學習狀況，以便加強弱點環節，對教學者而言，能作下一次教學的參考，進而調整課程進度或內容，達成更有效率的學習及教學。

2.2.1 評量的意義

教育的三個支柱為課程、教學與評量，教學評量常被視為教學活動中最後一個階段，但卻不是教學活動的終點[7]，教學評量的結果可以作為回饋，對學習者與教學者都能有幫助，評量一詞與考試在日常中密不可分，但在本質上，考試只是評量方法之一，評量範圍比考試要廣，要評量學習狀況，除了採取考試之外，還可以用其它方法如觀察、晤談等。教學評量的分類方法有許多種，大致上將評量歸類為以下六種[8]:

1. 安置式評量:

安置性評量是指在教學前對學生所具備的能力做評量，其目的在使教師能在教學活動開始前對於學生所具備的行為特質，學習特質和各種知能有所瞭解，以供日後教學之參考。

2. 診斷式評量:

這是指在教學活動進行當中，對於學生所呈現出的學習困難及原因所做的診斷測驗，其目的是在供教師瞭解學生學習困難的成因，以供補救教學參考，以及讓學生了解需要加強的地方。

3. 形成式評量：

形成式評量是指在教學活動進行當中對於教師的教學及學生的學習表現的評量。其目的是要提供師生連續性的回饋資料以幫助教師瞭解，在教學過程中學生學習成敗的原因。

4. 總結式評量：

總結式評量是指在全部教學活動後（或某一單元）對於學生學習成就的評量標準參照式評量，這是以前決定的標準作為評鑑學生學習行為表現依據，換言之，教師要求學生的學習要達到預定的標準，並據此判斷學生的成績和優劣。

5. 常模參照式評量：

這是把學生的學習表現與其一特定的參照團體相比較，以作為評量的依據，例如以同年級的平均成績為參照點，比較分析學生間的差異情形即是常模參照評量，其目的是用來評定成績等第，因此，此種評量常以百分等級目標分數來表示。

2.2.2 線上評量系統的特性

在傳統的教學評量中，往往都是課堂上的測驗，限制了學生做評

量的時間與地點，也花費了教師不少時間批閱試卷，但在網路科技發達的現今，多媒體教學及自我學習，提供了一個不受時空限制的學習環境，透過網路學習平台，學習者可在非課堂的時間在家使用線上評量系統。線上評量系統較一般傳統的課堂測驗的優缺點大致可整理如下[9]:

優點:

1. 不受時間與空間的限制：

只須在有網路及電腦的地方，即可上線使用評量系統，不再像以往一樣，只能在課堂上測驗，才有辦法得到批閱過的試卷及診斷結果。

2. 節省批閱試卷之時間:

透過網路平台，學習者在家使用線上評量系統，每次考試完，系統能自動分析學生的弱點，不需再經由人力批閱試卷，節省教學者不少批閱試卷的時間。

3. 易於反覆練習:

傳統的課堂測驗中，需有人力批閱試卷，並且在每學期只有特定的時間能進行評量，使得測驗次數受限。線上評量系統，因為不須人力批閱試卷，時間具相當的彈性，使得學生能獲得更多的評量機會，加以練習及診斷學習狀況。

4. 較無心理壓力:

在課堂測驗時，學生往往為了分數而考試，忽略了考試的本質，是要瞭解本身的學習狀況。線上評量系統所診斷出的結果，可以提供學習者建議，分析出學習者需要加強的知識，分數只是自己程度的參考，不列入學期成績中，學生能以輕鬆的心情學習，答錯了只須加強能力，不需在意別人的眼光，對學習環境上有相當大的幫助[10]。

5. 立即性處理與回饋:

電腦可以瞬間給予反應或計算得分，受試者可以得到立即的回饋，不需等待教學者批閱試卷。

6. 降低批閱試卷的誤差:

利用電腦則可控制答案顯示的數字、文字，避免字跡對評量的影響，降低測量誤差。

7. 方便蒐集測驗的資訊:

線上評量系統能記錄學習者測驗的成績，使測驗的數據分析更為方便。

缺點:

1. 測驗過程無法監控:

在課堂測驗中，因有監考者控制考試過程，避免舞弊的行為，測

驗出的結果較接近學生的真實能力。透過網際網路的線上測驗，因無法控制學生的測驗過程，所以測驗結果的真實性不如傳統課堂測驗。

2. 題目呈現方式：

電腦螢幕的大小是固定的，因此能夠呈現出清楚文字的數量就會受到限制，如果題目過長或太多，受試者就必須移動捲動軸來繼續閱讀。否則就必須將題目的文字敘述大幅縮水，但是縮水之後的議題或文章將會影響原來測驗的效度。

3. 線上評量的誘因不足：

課堂上的測驗，學生為了學期成績，大多數會重視此測驗。線上評量主要為課堂後的輔助學習，在沒有成績壓力下，學生學習的意願大為降低。

本研究希望利用線上評量系統的特性，提供學生一個練習平台，讓學生在課餘能利用線上評量系統來診斷自身學習狀況。當學生的學習困難持續不斷而無法以形成性評量解決時，就必須進行診斷性評量，進一步分析其學習困難的所在，以進行學習補救的措施。利用網路的便利性以達到輔助教學的成效。

2.3 土木力學教學與網際網路的結合

2.3.1 傳統土木力學教學的特性

土木工程幾乎是各大專院校工學院的必備科系，但在力學教學方式上，都是以師生教受的方式，所以往往一個老師需要面對四、五十個學生，無法掌控每個學生的學習狀況，而且常會對某個學生有主觀意識的產生，造成教學上的不平衡。藉著網際網路的普及，嘗試引入網路教學於土木工程中。比較傳統式學校教學與網路教學的優缺點，便可看出網路教學對學生的方便與重要。若能在學校教育中融入網路教學，相信定能使學生更加受益。

一般傳統土木力學教學主要是針對大專學校土木相關學科與一般參考書的教育型態，對學生在學習上所產生的影響分析。

傳統教學之優點：

1. 疑問較快獲得解答

在一般的課堂上若有所疑問時，學生可以及時向老師反應問題所在，並可立即得到答覆，但在台灣，大部分學生不會主動向老師提出問題，通常都是自行研讀後再去找相關資料或詢問同學，故此優點僅對少數學生有用。[1]

2. 可以親自動手做實驗

土木工程學不比一般學科，有許多工程公式是由實驗而得，藉由

實驗亦可得到許多材料方面的重要性質，一般學校多有相關的課程與實驗是以供學生學習。此為網路教學所無法達成的。

3. 有較多資料可查詢

網際網路雖已有許多教學案例，但在力學教學上能有所欠缺，所以難找尋相關教學網站加以比較。而學校圖書館中相關書籍甚多，較能找到所要的資料。

4. 較無教學硬體的限制

學校教學只需有黑板、桌椅即可，而網路教學每位學生都要有辦法連接網路才行，但在網路普及的現今，除了偏遠貧困地區，極大部分的學生都可在家上網。

5. 教學具啟發性

在學校教育中，老師能以較多的方式教學，利用各種不同的表達方式或解題步驟教導，使學生能有更深的體會與了解。

傳統教學之缺點：

1. 人力資源的花費

傳統土木力學教學因學科眾多，故不僅需要許多師資，還需許多的教學助理和整理相關資料的行政人員，所需要的人力相當龐大。由其在偏遠的學校或物資較缺乏的地方，師資的取得相當不易，所以便有教學上的困難。



2. 時間與空間的限制

學生須在特定時間到教室中學得所要的知識，在時間與空間上都無法自主，或學生因事耽擱，造成學習無法連貫，以致影響到教學的成效。

3. 教材更新不易

由於教科書的改版相當複雜且速度相當緩慢，因此以之為教材的老師在教學上便常因此而忽略有新的觀念，造成教學上的缺陷。

4. 教學方式呆板

一般課堂上的教學，大部分都僅是靜態圖形與文字的解說，學生對於複雜的觀念往往模糊不清，甚至對此學科失去興趣。



藉由以上四點可瞭解傳統土木教學所不足之處，本研究希望透過網路教學無遠弗屆的特性，與近年來的蓬勃發展，建構出一土木力學教學平台，作為傳統教學的輔助工具。

2.3.2 網際網路在土木教學上的應用

近年來網際網路的發展迅速，在土木教學上越來越多人投入網路教學的研究，並針對不同學科，採用不同的呈現方式，以下為土木教學的實例介紹：

1. 交通大學土木系薛煌仕、陳恆孝[11]曾以土木的基礎力學為主題，架構一個基礎力學教學網站，以網頁方式來傳達專業知識，加入詳細的文字解說與圖形，並且提供附加註解的超連結，使得學習更為方便。
2. 交通大學土木系陳奕銘[12]曾以材料力學為主題，建立一個虛擬材料實驗室，藉由虛擬實境的技術及全球資訊網的連結顯示教學主題的說明網頁，供遠端者使用，讓使用者身歷其境，提供生動、富有想像力的學習成果。
3. 交通大學土木系范政富[13]以材料力學為主題，應用X3D建置3D動態教學範例，配合 MathML顯示數學公式，以3D的方式模擬、展示，提供使用者學習。
4. 交通大學土木系黃麗松[14]利用遊戲式的學習建立線上工程材料實驗室，作為實驗課程的輔助學習工具，教導學生有關材料的特性及相關的基本知識，以遊戲方式進行，內容更為生動活潑。
5. Jones 建立一個名為 statics 之靜力學教學網站[15]，在網站上 Jones 親自錄製了300多個影片，以影片播放方式教授，一方面以口頭講解，另一方面為圖形及算式的呈現(圖 2.2)，使用者藉由聲音及影像的表達，更容易融入課程中。

2.4 鑑別度與難度分析

藉由對題目的分析，可以瞭解題目的品質，進而改進之。本研究針對題目的鑑別度與難度作出分析，以了解題目是否恰當，作為題目改進的參考，並可經由鑑別度與難度指數，對題目作歸類，建立題目的參數，作為出題的參考[16]。

題目的分析可分為二元計分的與多元計分的方式，二元計分指的是題目只有對或錯，得分只有兩種，例如選擇題、是非題及填充題等，多元計分指的是該題有得分的差距，分數依照學生答對的程度給分，例如計算題、申論題等。

本研究的應用力學題目為計算題，採用多元計分的分析方式。對鑑別度與難度的意義及多元計分的分析方式如下[17]:

一、鑑別度(D):

鑑別度旨在了解試題具備區別學生能力高低的程度，鑑別度越高者，表示越能區別學生的能力，即高分組傾向答對，低分組傾向答錯。測驗編製者希望其所出的試題，在其他條件相等的情況下，試題具有分辨學生能力高低的功能，因此須對題目作鑑別度(D)的分析，分析的方法及公式如下：

$$D = \frac{S_H - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})} \quad (2.1)$$

S_H ：高分組總分

S_L ：低分組總分

N ：高分組與低分組的人數(取25~32%的人數)

X_{\max} ：本題最高分

X_{\min} ：本題最低分

鑑別度指數(D)的區間為 -1至1內，指數越高代表題目鑑別度越高，當鑑別度指數為1時，表示高分組的學生全對，而低分組的學生全錯。鑑別度為0時，表示題目無鑑別度，高分組與低分組全答對或全答錯。當鑑別度為 -1時，代表出題非常失敗，高分組全答錯並且低分組全答對。

二、難度(P):

難度分析主要是讓教學者了解題目的難易度是否恰當，難度指數(P)越高代表題目越容易，反之難度指數(P)越低代表題目越難。難度的分析方法及公式如下：

$$P = \frac{S_H + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})} \quad (2.2)$$

S_H ：高分組總分

S_L ：低分組總分

N ：高分組與低分組的人數(取25~32%的人數)

X_{\max} ：本題最高分

X_{\min} ：本題最低分

難度指數(P)的區間為0至1內，當P值為1時，代表高分組與低分組的學生全答對，反映出題目過於簡單。當P值為0時，則表示高分組與低分組的學生都答錯，反映出題目太難。當P值為0.5時，表示題目難易適中，答對及答錯的人大約各占一半。

陳英豪、吳裕益[18]提出鑑別度與難度之間的關係(圖 2.1)，當難度指數為0時，鑑別度等於0，代表題目對學生來說太難，高分組與低分組的全不會，所以無法鑑別出學生的能力高低。當難度指數為1時，鑑別度也為0，此代表題目太容易，高分組與低分組的全答對，所以也無法鑑別出學生的能力。當難度指數為0.5時，鑑別度也大約接近1，代表題目難易適中，具備了區別學生能力的效果。

第三章 學習評量系統的建構與相關技術

本章主要在描述學習評量系統的製作過程及方法，其中包括：題庫製作、建立應用力學的知識地圖、評量系統的建立。

3.1 評量系統在建構規劃

一個好的學習評量系統，並非只是單純的判別學生答案對錯，必須具備診斷的功能，診斷出學生錯誤的原因以及學生的弱點，並提出學習建議，讓學生作完評量後，系統能提出學習方向以加強學識。

在建構評量系統時，設計者必須利用線上教學的優點規劃系統的架構與內容，否則，費時費力的建構系統就失去意義了；不但沒有幫助學生更有效率的學習，甚至比課本、書籍更為呆板。

在設計介面呈現之前，須先做好網站的架構規畫，學習評量系統應用力學教學網站的架構如(圖 3.1)，進入首頁後，選擇各章節的頁面，並進入評量系統中，本研究希望使用者在操作過學習評量系統，診斷出的結果能對使用者有幫助，並且做完評量後提供講義的連結、解答，以供複習，使學生操作更為便利。因此，就得在幾個部分多注意。一開始的教材內容蒐集集整理，必須了解一般應用力學課程所涵蓋的範圍，以及學生的能力，使得學生能複習的更有效率，經過學生使用過後提出意見再稍加更改。

將蒐集好的教材及考題，整理成不同類型的題目，並且訂出題目

所涵蓋的知識範圍，以供操作者及學生使用。再者，使用Photoimpact繪圖軟體繪出題目圖形，並且將題目的圖形匯入Flash中，使用Flash中的ActionScript來編寫程式碼，可判斷學生所填的答案是否正確以及發生錯誤的知識範圍，以供學生參考。最後，提供講義連結及解答，以幫助學生更有效率找到所需的知識。

3.2 相關技術

3.2.1 HTML

HTML是撰寫網頁的基本語法，在網頁製作上，HTML的認知是必要的，其可說是編輯網頁的基礎，了解HTML有助於所有搭配網頁的應用程式學習。

HTML為HyperText Markup Language 的縮寫，是一種設定網頁編排的標記語言。它是根據SGML(Standard Generalized Markup Language)所發展出來的語言;SGML是一種文件處理系統，被用來描述不同文件的一般性結構。HTML語法的撰寫相當容易，可以透過特定的編輯器或用一般的文字檔編輯即可。HTML文件儲存後副檔名為*.htm。最後透過瀏覽器的瀏覽，瀏覽器為自動將HTML文件轉成適當的方式呈現。[19]

HTML是一種相當簡單的語法，主要是用標籤的形式來控制網頁設

計的效果。語法中，大致可分為基本設定、文章排版、表單框架、多媒體的匯入設定、超連結等部分。透過超連結的運用，可使所有相關文件得以連結。不但清楚地讓設計者表達出主題，瀏覽者也可以輕鬆的獲得所需的資訊。此外，若沒有好的連結架構，瀏覽者會迷失在網站中的位置。所以一個良好的超連結架構不但有助於瀏覽者閱讀與搜尋，更可以幫助設計者對網站的控制。

3.2.2 Flash

為Adobe公司開發的網頁多媒體製作軟體，支援了相當多的網路元件設計，使得Flash成為網頁設計的另一項強而有力的軟體。Flash的動畫製作是以補間動畫的方式，使用者只要至做開始跟結束的影格，中間則由Flash代勞，省去不少步驟，如形狀補間動畫、移動補間動畫。運用補間動畫可輕易製作出具有移動、縮放、旋轉、形狀漸變、色彩漸變等效果的動畫，還能控制動畫行進的速度，使用補間動畫不會造成檔案體積過大的現象，適合用於網頁上。Flash使用向量式圖形技術製作動畫，檔案容量較小；而且將向量圖放大或縮小，也不會失真，最重要的是檔案容量也不會改變。並且加強與支援點陣式圖形處理(Enhanced Bitmap Support)，使之可旋轉、拉長等功能[20]。

在Flash儲存檔案時，並不會將所有實體存起來，只會存放一元件，所以就算重複使用，動畫作品檔案也相當於用一物件的大小。元

件分為按鈕、影片片段、圖像三種，每種都有不同的功能與特性。

Flash中內含一種名為 ActionScript 的程式語言。這個程式語言是由 Macromedia 公司開發出來的。它可以讓使用者藉由滑鼠和鍵盤，控制動畫撥放、停止、跳到某個片段，或是移動元件、輸入文字、撰寫遊戲程式等。ActionScript具有操作簡易、除錯功能強大的撰寫環境。一般而言，只有在設計具有互動效果或結合資料庫方面的應用，才需要撰寫程式來完成。

ActionScript有著強大的互動功能，可以經由套用物件或程式撰寫的方式，使得設計出的動畫有著強大的互動功能。ActionScript 程式有個特色，它可撰寫在不同的位置上。可以把程式碼寫在影格上、按鈕元件的實體上，也可以寫在影片片段元件的實體上。影格動作 (Frame Actions)指設在影格中的ActionScript，此設置必須設在關鍵影格或空白關鍵影格中，藉由觸發動作，也就是當動畫撥放到設有ActionScript的關鍵影格時，則啟動了影格中的ActionScript。而元件動作是指設在實體上的ActionScript，此設置藉由滑鼠、鍵盤事件，以及影片片段的狀態等等來觸發[21]。

動作面板是用來編輯ActionScript的場所(圖3.2)。動作面板中的動作工具箱分類顯示出ActionScript指令動作，可以經由套用的方式選取簡易的程式動作，像是影片控制撥放、停止等。此外，Flash

對多媒體的搭配有著高度的整合能力，以及檔案的壓縮功能，可使複雜的動畫以較小檔案方式呈現，以減少在網頁中等待的時間。

3.2.3 PhotoImpact

PhotoImpact，原稱 Ulead PhotoImpact，是一套由友立資訊（Ulead）開發並發行的圖像處理軟件。其後成為科立爾數位科技公司（Corel）的旗下產品，因此亦稱為 Corel PhotoImpact。是一套結合數位相片編修、自然彩繪、網頁設計及多媒體管理軟體，以百寶箱方式收錄了可供使用者利用之特效。繪圖軟體對圖形的剪裁、陰影、扭曲、填色、柔度及焦距都可加以修改成所要的效果。

PhotoImpact 以物件方式顯示繪圖者所畫出的圖形，也可以群組的方式合併相同性質的物件。利用 PhotoImpact 的強大繪圖功能可以製作出許多不同的圖形[22]。由於 PhotoImpact 和 Flash 均為向量圖形編輯軟體，因此繪出的圖形可以於 Flash 中編輯、修改，向量式的圖形是以數學運算的方式來處理影像，不論如何縮放，都能精準的運算出最正確的結果，所以不會有馬賽克及鋸齒狀的現象，因此不受解析度的影響。但是，向量式的圖形其色彩不如點陣圖細緻，所以就無法產生如同相片的真實效果，並且需特定軟體才能開啟向量式圖形。至於點陣圖由於修改範圍有限，並且點陣圖會增大檔案體積[23]。由

於點陣式與向量式圖形各有其優缺點，可將兩種類型交互搭配運用，讓影像效果有更多的創造性。

3.3 評量系統功能介紹

在進入評量系統後，點選「進行評量」即可開始測驗(圖 3.3)。一開始會先介紹此次測驗的內容及各題的分數(圖 3.4)，此時點選「下一頁」即可進入題目中，在介面的上方有個瀏覽題目的按鈕(圖 3.5)，按下時，系統會顯示所點選的題目，此用意是希望能模擬課堂考試的方式，能隨意翻到其他題目先作答，不受順序的影響。在介面的右上角，設置了「交卷」的按鈕，系統會再確認一次是否要交卷(圖 3.6)，以防使用者按錯。

在題目中，設置了文字輸入欄(圖 3.7)，供學生在此作答，在其右側設置了「確定」及「重新輸入」的按鈕，在交卷前可不限次數的送出及更改答案。

本研究的應用力學網路學習評量系統，在介面上設計一教學網站來，在首頁之前，會先呈現一段動畫(圖 3.8)，按下Enter鍵即可進入首頁(圖 3.9)。在首頁的上方，可點選欲學習的章節，其中若學員對教學內容及評量系統有疑問時，可以點選「聯絡助教」以電子郵件方式詢問。在點選章節後，以連結的方式進入此章的介面(圖 3.10)，

左下側的區塊為此章節的介紹，網頁的右側功能列可分為三區塊，分別是講義、例題以及評量。另外每一章節之間都能互相連結，不須再回到首頁尋找，使瀏覽者操作較為方便。

3.4 題庫製作

題庫製作可分為兩方面描述，一方面是教材的內容，另一部分則是使用軟體實作。教材的內容以應用力學(靜力學)為主要內容，章節編排如圖 3.11所示，題目的主要類型為:力向量、質點平衡、力偶矩、剛體平衡。

在題庫的實作上，主要軟體工具包括Flash CS4以及PhotoImpact X3。以製作一力向量的題型為例(圖 3.12)，題目為一空間的平版，希望使用者求解平版上方兩作用力之合向量。題目圖型以

PhotoImpact製出(圖 3.13)，將繪製出的圖形匯入至Flash中(圖 3.14)，在Flash舞台上設計題目呈現的方式及答案輸入的方式(圖 3.15)，並加上題目的文字敘述以及觸發事件的按鈕。

Flash是以影格的方式來儲存，每一影格代表著不同的事件，所以需要在介面上製作按鈕，才能自由操控欲瀏覽的內容。開啟按鈕之動作面板並寫入程式碼(圖 3.16)，當學生點下一頁及上一頁按鈕，在舞台上則會展現所須瀏覽的影格。在題目展示時，必須要暫停影格，

否則影格會以撥放的方式前進，因此必須在影格中加入適當程式碼，使舞台的展示停留在該影格。

本研究的題庫各章節均為18題，一份試卷中，共有六題，每一章節可替換三次題目。為了避免題目的難易分佈不均，導致整份試卷過難、過於簡單而無法測驗出學生的能力，以及題目類型過於雷同，而導致測驗能力的範圍過小。在題目製作後，會試算一遍，大致定出題目的難易程度，以及對題目的類型分類，以便配合出題的策略。在學生實際操作過後，亦會統計出鑑別度與難度，並加以修正題目的分類方式。

3.5 建立應用力學的知識地圖

本研究希望利用知識地圖的優點，將其融入在應用力學學習評量系統中。學生若有不會的題目，循著知識地圖的路徑更容易複習須具備的知識，避免自行摸索，使學習更有效率。因此就必須先規劃好應用力學的知識地圖。本研究中應用力學的知識地圖與陳冠寰[24]合力繪製，如圖 3.17所示，本研究的知識地圖，是將各章節中常被應用的部分，建立成一區塊，並尋找其相關性加以連結，知識地圖的原點為最上方的向量與純量，往下開始延伸知識，到最後的二維、三維剛體平衡。如三維質點平衡，須先具備向量與純量的知識，接著向量運

算、三維力系運算、卡式向量運算以及自由體圖，由以上的知識才能解決三維質點平衡的問題。

在實作方面，Flash是由影格方式顯示於舞台中，所以題目製作完成後，還需製作出學生作答後顯示畫面的影格。因此先分析出題庫中各題解題的流程以及所須具備的知識，並將其輸入於作答完畢後的影格中。在學生作完評量的題目後，評量系統會展示每題所須具備的知識(圖 3.18)，並在此介面中提供講義的連結，學生可點連結至講義的按鈕。

在學生作完評量後，除了提供解題須備的知識及講義連結之外，還須建立題目的解答以供學生參考。本研究利用Flash製作解答過程，以文字圖片及搭配動畫呈現於網頁上，如圖 3.19所示，在此建立控制解題步驟的按鈕，以便學生瀏覽，並且加入此步驟的知識來源，提供講義連結，若有學生該步驟不懂，即可點選「連結至講義」的按鈕進入應用力學講義中學習(圖 3.20)。

3.6 評量系統的建立

在評量系統中，主要的功能為讀取使用者輸入的答案及分析學生的弱點環節並提出學習建議。在製作上，評量系統的判別及分析主要利用ActionScript程式語言來編輯，評量系統的功能與實作方法大致

整理如下：

1. 判別答案：

評量系統中，須能讀取使用者的答案並判斷其對錯，在評量系統製作中，判別答案的程式碼寫在送出答案的按鈕中，打開按鈕的動作面板後(圖 3.21)，將判斷式寫入其中，判別答案的式子中，須定出正確答案的範圍，因為計算答案可能會有誤差，所以判別式中須能接受合理的誤差範圍，本系統設定的誤差範圍為 5%。

正確的答案在一開始題目製作時就輸入在該影格中，當使用者輸入答案後按下「確定」的按鈕(圖 3.22)，使用者輸入的答案會顯示於畫面上，程式亦開始運算答案是否正確，並將使用者輸入的答案記錄起來，在使用者瀏覽測驗結果時會顯示。

將程式碼寫入按鈕中的優點為，編輯其他題目時，可將已寫好的按鈕組件從元件庫內拖曳至舞台，編輯較為容易，並且可避免程式碼過長的情形發生。

2. 各題的診斷功能：

在使用者作完評量系統的測驗後，系統須能診斷使用者的學習狀況並提供回饋給使用者。

首先利用建立好的應用力學知識地圖，將題目切分為數個小

題，使學習者按照題目的要求，逐步求出每一小題的答案，以力向量的題型為例(圖 3.23)，題目要求計算出 P 與 Q 兩作用力之合向量，在求出最後答案之前可規劃幾個小題讓學習者作答，以幫助系統診斷學習者所欠缺的知識，還能引導學生的解題流程。

再者，若學生只在最後一步驟不會計算也不至於和完全不會的學習者得到相同分數，此做法能按照學生答對的程度給分，增加區分學生能力的效果。

定出各題診斷的流程，將ActionScript程式語言寫入評量結束的影格中，當使用者操作完評量後，進入含有判斷式的影格中，系統即開始分析。以上述力向量的題型為例，分析流程為(圖 3.24)，利用學習者各小題的答題情況來分析，若學習者在水平分量計算錯誤，則建議其複習直角分量，若計算正確則往下繼續分析，直至該題全對。每個小題都可代表著一段知識測驗，若學生在該部分答錯，則可診斷出答錯的原因是欠缺哪部分的知識。

3. 整體診斷功能：

在本系統中，每次的評量，皆為六題，在診斷各題的答題狀況後，開始對此次的測驗作整體的分析，藉此讓使用者了解需要加強的部分。

診斷功能使用ActionScript統計出每一題所需具備的知識及

使用者的答題狀況，計算各部分的正確率，以質點平衡的範圍為例，分析的流程如圖 3.25 所示，依照知識地圖的路徑，從向量的運算開始分析，若正確率低於設定值則建議從向量的運算開始複習；若正確率超過設定值則繼續向下一區塊分析，直至某一區塊低於設定值時，建議使用者從該部分開始學習；若使用者各部份的正確率都高於設定值，則建議進行下一章節學習。

如圖 3.26 所示，在診斷頁面右上方顯示整體的學習建議，亦會對學習者各部份能力下評語，總共有四種評語：

1. 重新學習

若使用者該部分的正確率為 0~25% 之間，系統對該部分的評語為重新學習。



2. 需要加強

若使用者該部分的正確率為 26~50% 之間，系統的評語為需要加強。

3. 中等

使用者該部分的正確率為 51~75% 之間，系統的評語為中等。

4. OK

使用者該部分的正確率為 76~100% 之間，系統的評語為 OK，代表該部分的知識大致都正確。

第四章 系統展示及驗證

使用者若已對課題內容有所認知與瞭解後，在進入教學網站後，可點選各章節的評量。透過評量的實際操作，讓使用者加強對應用力學的印象與解題能力。

4.1 實例展示一：力偶矩題型

此部分以第四章力偶矩的評量為例，每次的評量題目皆為六題，進入評量系統後，一開始會顯示此次測驗中各題的分數，如圖 4.1 所示，一至四題為15分，五、六題為20分。點選右下角「下一頁」後進入第一題的頁面(圖 4.2)，使用者須依照題目之要求，使用鍵盤輸入答案。輸入答案並按下確定後，輸入的答案會顯示於面板上，換頁過後此答案並不會消失，在回到此頁中輸入的答案還顯示於此，以便使用者在交卷前對答案；若要更改答案則按下重新輸入即可。

在輸入答案後按「下一頁」即可進行下一步驟，直至切換下一題，若欲先瀏覽或先作答其他題則可點選右上方的切換題目按鈕。此次評量二至六題為(圖 4.3 ~ 圖 4.7)，使用者六題都作答完畢後，按下交卷之按鈕，將答案送出。

在交卷後，評量系統會提供每一題的診斷結果，在建立此題庫時，將較常發生的錯誤輸入其中，當使用者發生這些錯誤時，系統能在介面上提醒使用者，並提出學習建議，以下假設使用者各題的答題狀況

並加以介紹系統的診斷功能：

1. 第一題答題狀況(圖 4.8):

此題使用者在計算作用力垂直於桿件上的分量時，錯將作用力乘上 $\cos 20^\circ$ ，而正確的過程應要乘上 $\sin 20^\circ$ ，此為學生較常發生錯誤的地方，此部分則建議使用者複習直角分量的部分，在左下角的解題須備知識中，提供講義的連結，可點選「連結至講義」的按鈕，在新視窗中連結至相關講義頁面(圖 4.9)。

在該題之診斷頁面右上方，系統提供了該題的解答，點選後可進入觀看解答(圖 4.10)。解答以動畫方式解說力的分解及力矩的方向，使用者可利用「下一步」的按鈕切換至解題的下一個步驟(圖 4.11)，當動畫結束後，使用者可點選「重看一次」的按鈕重新瀏覽一遍。在看完解答之後，回到該題的診斷結果介面中點選「下一頁」之按鈕時，即進入第二題的評量結果。

2. 第二題答題狀況(圖 4.12):

當使用者該題答對後，評量系統不會對其提出學習建議。但使用者也可以點選講義連結與解答的連結，進入觀看。

3. 第三題答題狀況(圖 4.13):

使用者在計算作用力對y軸的力矩時，使用者的答案為 75，但正確答案應為 -75，正負號錯誤，此時系統會告知使用者其發

生的錯誤，並建議使用者複習右手定則的講義。

4. 第四題答題狀況(圖 4.14):

一開始使用者計算作用力對 A 點所造成的力矩正確，但在計算等效力偶的作用力時錯誤，此時系統會建議使用者複習力偶矩的部分。

5. 第五題答題狀況(圖 4.15):

使用者一開始的單位向量計算正確，但在計算對AB軸所造成的力矩時發生錯誤，系統會建議使用者複習力對一指定軸的講義。

6. 第六題答題狀況(圖 4.16):

使用者在一開始計算力偶時正確，但在計算等效力偶時發生錯誤，因只須加總另一組力偶，故系統判斷使用者在力矩的加總發生錯誤，此時系統會建議使用者複習力系的合力矩。

在使用者瀏覽過以上六題的評量結果後，接下來系統會對使用者此次的評量做整體的診斷(圖 4.17)，在診斷頁面右上方顯示整體的學習建。並在頁面中間的區塊，會對每一部分的知識下評語，在作用力之力矩、力系的合力矩以及力偶矩的部分，使用者的正確率高於60%，故系統未建議使用者複習其中的部分，並其評語為中等，表示該部分

的正確率為51% ~ 75%間。此次測驗中卡式向量的部分，使用者正確率高於75%，故系統對使用者此部分下的評語為OK。使用者在力對一指定軸的力矩部分正確率低於25%，因此系統建議使用者從力對一指定軸的力矩開始複習，並於該部分的評語顯示重新學習。

最後，使用者可經由評量所提出的學習介面，連結至講義中學習(圖 4.18)，或者點選右上角首頁的連結，回到首頁(圖 4.19)，進入別的章節學習或測驗。

4.2 實例展示二:剛體平衡題型

此部分以第五章剛體平衡題型為例，進入評量系統後，顯示此次測驗中各題的分數(圖 4.20)。點選「下一頁」後進入第一題的頁面(圖 4.21)，使用者須依照題目之要求，使用鍵盤輸入答案。在輸入答案並按下確定後，輸入的答案會顯示於面板上。

在輸入第一步驟的答案後，按「下一頁」及可進行下一步驟(圖 4.22)，直至切換下一題，若欲先瀏覽或先作答其他題，可點選右上方的切換題目按鈕。此次評量二至六題為(圖 4.23~ 圖 4.27)，使用者六題都作答完畢後，按下交卷之按鈕，將答案送出。

在交卷後，評量系統會提供每一題的診斷結果，並在診斷頁面上顯示學習建議，以下假設使用者各題的答題狀況，並加以介紹系統的診斷功能：

1. 第一題答題狀況(圖 4.28):

使用者該題答對後，系統不會對其提出學習建議。但使用者也可以點選獎義連結(圖 4.29)與解答的連結(圖 4.30)，進入觀看。在看完解答後，回到第一題的診斷頁面(圖 4.28)點選下一頁即進入第二題的診斷頁面。

2. 第二題答題狀況(圖 4.31):

該題使用者在計算A點支承反力時，正負號錯誤，系統會告知使用者注意A點支承反力的正負號，此題的分數因此而扣兩分，得到13分。亦可點選解答觀看正確答案(圖 4.32)。

3. 第三題答題狀況(圖 4.33):

使用者均佈載重的簡化及B點支承反力計算正確，A點的支承反力計算錯誤。系統顯示只需利用求出B點支承反力相同的方式，列出彎矩平衡方程式，即可求得A點反力。使用者可進入解答觀看(圖 4.34)，並建議學習剛體平衡的部分。

4. 第四題答題狀況(圖 4.35):

使用者再計算作用力對O點的力矩時，單位換算錯誤，系統會告知使用者其發生的錯誤，並對使用者此題的分數扣三分。

5. 第五題答題狀況(圖 4.36):

使用者計算至繩索之拉力時發生錯誤，此時系統建議使用者

回到三維的剛體平衡中複習。

6. 第六題答題狀況(圖 4.37):

使用者該題不會計算，系統建議使用者學習三維剛體平衡的部分，並於畫面下方註解三維剛體平衡的涵蓋範圍，若使用者有疑問可利用解題須備知識中的「連結至講義」按鈕，連結至各部份的講義中學習。

在使用者瀏覽過以上六題的評量結果後，進入整體的診斷頁面，系統會對使用者此次的評量做整體的診斷(圖 4.38)，在診斷頁面上顯示整體的學習建議，亦會針對學生各部份的答題能力下評語。使用者在直角分量的正確率高於75%，此時評語為OK，在作用力之力矩部份，正確率為51 ~ 75%之間，評語為中等。

在三維剛體平衡的部份，由使用者第五題及第六題答題狀況，可以看出使用者的三維剛體平衡部份都計算錯誤，正確率低於25%，評語為重新學習。系統建議使用者從三維剛體平衡的部分開始複習，使用者可點選「連結至講義」，進入三維剛體平衡講義中學習(圖 4.39)。

4.3 系統驗證

在應用力學評量系統建立完成後，為了驗證系統之便利性、合理性等，邀請學生們實際操作，評估系統的設計是否符合期望。主要目的為：對學習者而言，在學習效果及學習環境上的幫助；對教學者而言，可分析出題目之鑑別度與難度，以供下一次教學及出題之參考。

本研究主要的實驗對象為土木系大一的學生，系統測試總共進行兩次，測驗時間以90分鐘為限，第一次的測試，範圍為應用力學教材中力向量及質點平衡的部分，測驗人數18人。第二次測試，範圍為應用力學教材中的剛體平衡部分，並且在接受測試後填寫問卷，測驗人數20人。



1. 第一次測試：

共有六題，其中包括力向量及質點平衡兩種題型(圖 4.40 ~ 4.45)，第一、二、五題為力向量之題型，第三、四、六題為質點平衡之題型。利用先前建立題庫時，大致分類出題目的難易程度，在此次測驗中，設計題目的難易程度為簡單、中等、難各兩題，第一、三題為簡單的題目，第二、四題為中等的題目，第五、六為難的題目。希望藉由學生操作，得知題目難易程度的分類是否恰當。

測驗的分數為如表 4.1所示，鑑別度與難度分析中，本研究

的高分組與低分組的人數，各取5名，為總人數之28%，符合公式中 N須為整體測驗人數的25~32%，鑑別度與難度之分析如表 4.2 所示。其中鑑別度最低的為第一題(圖 4.40)，鑑別度(D) = 0.2，難度(P) = 0.77；鑑別度最高的為第六題(圖 4.45)，鑑別度(D) = 0.94，難度(P) = 0.52。

2. 第二次測試:

皆為剛體平衡之題型(圖 4.46 ~ 4.51)，設計題目的難易程度為簡單、中等、難各兩題，第一、四題為簡單的題目，第二、三題為中等的題目，第五、六為難的題目。

測驗分數為(表 4.3)，鑑別度與難度之分析為(表 4.4)，高分組與低分組的人數各取5名，為總人數之25%。其中鑑別度最低的為第一題(圖 4.46)，鑑別度(D) = 0.47，難度(P) = 0.7；鑑別度最高的為第二題(圖 5.47)，難度(P) = 0.56。

將學生測驗的題目分類後，並結合兩次測驗的鑑別度與難度分析，依照鑑別度與難度的高低來排序可得到(圖 4.52)以及(圖 4.53)。由上述兩張圖表，可以得到不同題型的鑑別度與難度，以下為幾個較特別的案例介紹：

1. 鑑別度最高(圖 4.45):

兩次測驗中鑑別度最高的題型為第一次測驗的第六題，三維的質

點平衡並有三未知力，因為此題直接要求使用者計算出最後答案，所以必須求出最後答案才有分數，容易造成兩極化的分數，並且此題占分為20分，對滿分一百分的考試來說，影響很大，此題答對的同學，有很大的機會進入高分組中。

2. 鑑別度最低(圖 4.40):

鑑別度最低的題型為第一次測驗的第一題，使用三角形法求合向量，此題高分組與低分組的答題狀況並無太大的差異。

3. 最簡單(圖 4.42):

兩次測驗中最簡單的題目為第一次測驗的第三題，二維的質點平衡並有兩未知力，此部分有學生提出因該類型之題目很常見，在課本及考試上出現的機率很高，因此學生們對此類型的題目較能掌握

4. 最難(圖 4.51):

最難的題目為第二次測驗的第六題，三維的剛體平衡並有三未知力，此題須列出三個平衡方程式並解聯立，較多同學因為計算過程太長而發生錯誤。

由兩次的測驗結果及數據分析，可以瞭解，難度、鑑別度會受到題目規畫情形的影響。在紙本測驗上，教師可依據學生答對的程度、觀念是否正確等方式來評分；在電腦上，要模擬教師的批閱試卷方式，

技術上還不足。本研究建議將題目規畫成較多個小題，按照學生答對的程度給分，較能細分出分數中等的同學，避免兩極化的分數發生。

在第二次測驗完畢後，再請學生填寫問卷，問卷題目與統計後的結果為(表 4.5)，由問題(12)中，有百分之八十以上的同學，認為本系統對其有幫助，以及問題(11)中，百分之六十以上的同學願意使用本系統準備考試。從上面兩題可以看出學生大部分認為本系統對其學習有幫助，並且也願意使用本系統準備考試；但是，在問題(8)中，可以看出有百分之八十的同學，不會因此對應用力學感興趣。

由此得知，本系統較能吸引準備考試的學生們，但要使學生們對應用力學感興趣，還稍嫌不足，學生們幾乎是為了準備考試才學習應用力學，使用本系統為準備考試的輔助工具之一。在準備考試之外，學生的使用意願不高，需要在加入誘因，例如：更生動活潑、利用遊戲式學習等方式，或許能提高同學們的使用意願，使學習更為愉快。

第五章 結論與建議

5.1 結論

本研究的目的是輔助學生對應用力學的學習，藉由網路平台，建立應用力學的評量系統，使學習可以不受時間與空間的限制，並且在操作完評量系統後，系統能診斷出學生的弱點，藉此幫助學生了解本身的問題所在。在系統建立後，讓學生實際操作、進行測驗，並對測驗結果作出鑑別度與難度之分析。研究結論整理如下：

1. 將本系統中之題目建立知識地圖，學生可以更迅速的尋找出所需的知識，並且可參考知識地圖，作為學習之路徑，使學習更有效率。完成以上工作有助於後續互動功能的開發，藉由分析答題狀況，診斷出學生之弱點，並提出學習建議，讓學生明白該從何處開始學習，以避免花費過多的時間在於摸索，而失去了學習的動力。
2. 利用學生操作本系統後之分數，分析各題鑑別度與難度後，可以作為教學者的參考，使其了解對學生而言較有難度及鑑別度的題目，可作為補教教學的參考。
3. 由問卷調查中可得知，大部分的學生認為本系統對其學習有幫助，並且願意利用本系統來準備考試，但在教材與題目的呈現方式需要更生動活潑，讓學習更為有趣。

5.2 建議

就整體系統功能而言，還有許多可供參考改進的地方，在此提供幾點建議參考改進：

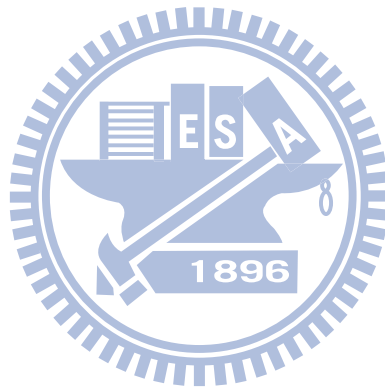
1. 本系統之題目呈現方式較為單調，未來題目設計方面可結合土木工程中實際的案例，加入工程中的圖片及影片檔，讓學生了解應用力學對其未來的幫助及重要性。
2. 在物理、材料力學以及結構學等有相關性學科，未來可望能建立與本研究相同的系統，並將知識地圖完整的連結，為本系的學生創造更好的學習環境。
3. 系統方面，未來研究可加入多人連線之功能，並且利用此功能舉辦解題比賽，在限定時間內，答對最多題的學生獲勝，以增加學習的樂趣。
4. 在操作環境上，本系統以桌上型電腦或筆記型電腦為主，筆記型電腦雖然可以攜帶，但還是不夠輕巧。未來可望能與平版電腦結合，使用觸控的方式學習，平版電腦攜帶較為方便，使學習更為便利。
5. 在診斷功能上結合人工智慧的概念，建立完善的診斷流程網，使得診斷功能更接近學生的狀況。

參考文獻

1. 薛煌仕，「網路教學在基礎力學上之應用」，國立交通大學，碩士論文，民國九十二年六月。
2. 遠距教學的策略與評量，
<http://www.eteach.ncyu.edu.tw/elearning/DL1.htm>。
3. 國立中興大學遠距教學網，
<http://www.nchu.edu.tw/~dl/index1.htm>。
4. 沈中偉，即時群播遠距教學之教學設計與教學策略探討，遠距教育，7，13-19，民國87年。
5. 岳修平、劉芳秀，網路輔助遠距教學互動活動設計之研究，教育研究資訊，9（1），76-90，民國90年。
6. Rosenberg, M. J.; 樂為良譯，e-Learning/提升個人競爭力. 強化企業優勢的終極學習策略，麥格羅希爾，台北，2001。
7. 鄭麗玉著，教育心理學，考用，台北，2005。
8. 李坤崇著，教學評量，心理，台北，2006。
9. 林敏芳，「線上評量應用於教學上的現狀與發展」，生活科技教育，三十八卷，第一期，2005。
10. 陳密桃著，多元教學評量，高雄市政府，民國八十七年。
11. 陳恆孝，「基礎力學網路學習教材製作」，國立交通大學，碩士論

- 文，民國九十三年七月。
12. 陳奕銘，「材料力學虛擬教室」，國立交通大學，碩士論文，民國八十八年六月。
 13. 范政富，「應用X3D建置教學範例-以材料力學為例」，國立交通大學，碩士論文，民國九十五年七月。
 14. 黃麗松，「線上工程材料實驗室-數位遊戲式學習」，國立交通大學，碩士論文，民國九十九年十月。
 15. Jeff Jones, statics, <http://www.statics.com/>。
 16. 余民寧著，教育測驗與評量:成就測驗與教學評量，心理，台北，2000。
 17. 李坤崇著，多元化教學評量，心理，台北，1999。
 18. 蔡英豪、吳裕益著，測驗與評量，復文圖書，高雄市，1996。
 19. 亦向工作室著，HTML&FrontPage 網頁設計手札，碩博文化。
 20. 張仁川著，Flash CS4 白皮書，基峯資訊，台北，2009。
 21. 施威銘研究室著，正確學會 FLASH CS4 的 16 堂課，旗標，台北，2009。
 22. 沈志文著，達標!PhotoImpact X3，上奇科技，台北，2009。
 23. 上奇數位學習系統網路課程，
<http://210.240.125.13/PhotoshopCS3/index.htm>。

24. 陳冠寰，「應用力學教學系統製作-以節點、剛體平衡為例」，國立交通大學，碩士論文，民國一百零一年。
25. Beer, Ferdinand P., Vector Mechanics for Engineers: Statics, 4th ed, New York, 1984。
26. 單秋成著，靜力學，滄海書局，台中，2007。
27. 華根著，工程力學:靜力學與材料力學，新文京，台北，2006。



圖表附錄

表4.1 第一次測試之成績

學生	第一題	第二題	第三題	第四題	第五題	第六題	總分
1	15	15	15	15	20	20	100
2	15	15	12	15	17	20	94
3	15	10	12	15	20	20	92
4	15	15	15	15	11	20	91
5	3	15	15	15	20	14	82
6	3	15	15	6	20	20	79
7	15	15	15	15	11	0	71
8	3	15	15	15	20	0	68
9	15	6	15	0	11	20	67
10	3	10	15	8	11	20	67
11	15	10	12	0	11	14	62
12	3	15	15	15	11	0	59
13	0	10	12	0	11	20	53
14	15	6	12	15	0	0	48
15	3	10	15	0	11	0	39
16	15	10	0	0	11	0	36
17	9	6	15	0	0	0	30
18	9	10	0	6	0	0	25

表4.2 第一次測驗題目之鑑別度與難度

N=5	第一題	第二題	第三題	第四題	第五題	第六題
高分組總分	63	70	69	75	88	94
低分組總分	51	42	42	21	22	0
本題最高分	15	15	15	15	20	20
本題最低分	3	6	0	0	0	0
鑑別度(D)	0.20	0.62	0.36	0.72	0.66	0.94
難度(P)	0.77	0.64	0.82	0.71	0.61	0.52

表4.3 第二次測驗之成績

學生	第一題	第二題	第三題	第四題	第五題	第六題	總分
1	15	15	15	5	20	20	90
2	15	11	15	15	10	20	86
3	15	15	0	15	20	20	85
4	15	15	15	15	20	0	80
5	5	15	15	15	20	0	70
6	15	15	0	15	20	0	65
7	15	15	15	15	4	0	64
8	5	15	15	15	10	0	60
9	15	15	15	5	10	0	60
10	15	11	2	15	15	0	58
11	15	3	2	5	10	20	55
12	5	15	5	15	10	0	50
13	5	15	0	15	10	0	45
14	15	3	5	15	6	0	44
15	15	11	0	5	10	0	41
16	15	3	2	5	10	0	35
17	5	7	15	0	4	0	31
18	5	3	0	5	10	0	23
19	5	3	0	5	4	0	17
20	0	3	2	5	4	0	14

表4.4 第二次測驗題目之鑑別度與難度

N=5	第一題	第二題	第三題	第四題	第五題	第六題
高分組總分	65	71	60	60	90	60
低分組總分	30	19	19	20	32	0
本題最高分	15	15	15	15	20	20
本題最低分	0	3	0	0	4	0
鑑別度(D)	0.47	0.87	0.55	0.60	0.73	0.60
難度(P)	0.70	0.56	0.59	0.63	0.57	0.33

表4.5 問卷內容與統計結果

問卷題目	(a)是	(b)否	(c)尚可
(1)作答方式是否讓你覺得不方便?	4	7	9
(2)介面是否有需要改進的地方?	3	4	13
(3)是否能清楚了解題目的意思?	13	0	7
(4)評量結束後，系統的建議是否有幫助?	6	3	11
(5)評分方式是否合理?	3	5	12
(6)測驗時間是否足夠?	18	0	2
(7)使用本系統是否比自修還有效率?	9	5	6
(8)本系統是否會吸引你學習應用力學?	1	16	3
(9)系統診斷結果是否合理?	5	6	9
(10)講義的連結是否對你有幫助?	7	9	4
(11)是否願意使用本系統來準備考試?	13	2	5
(12)本系統對你的學習上是否有幫助?	16	0	4

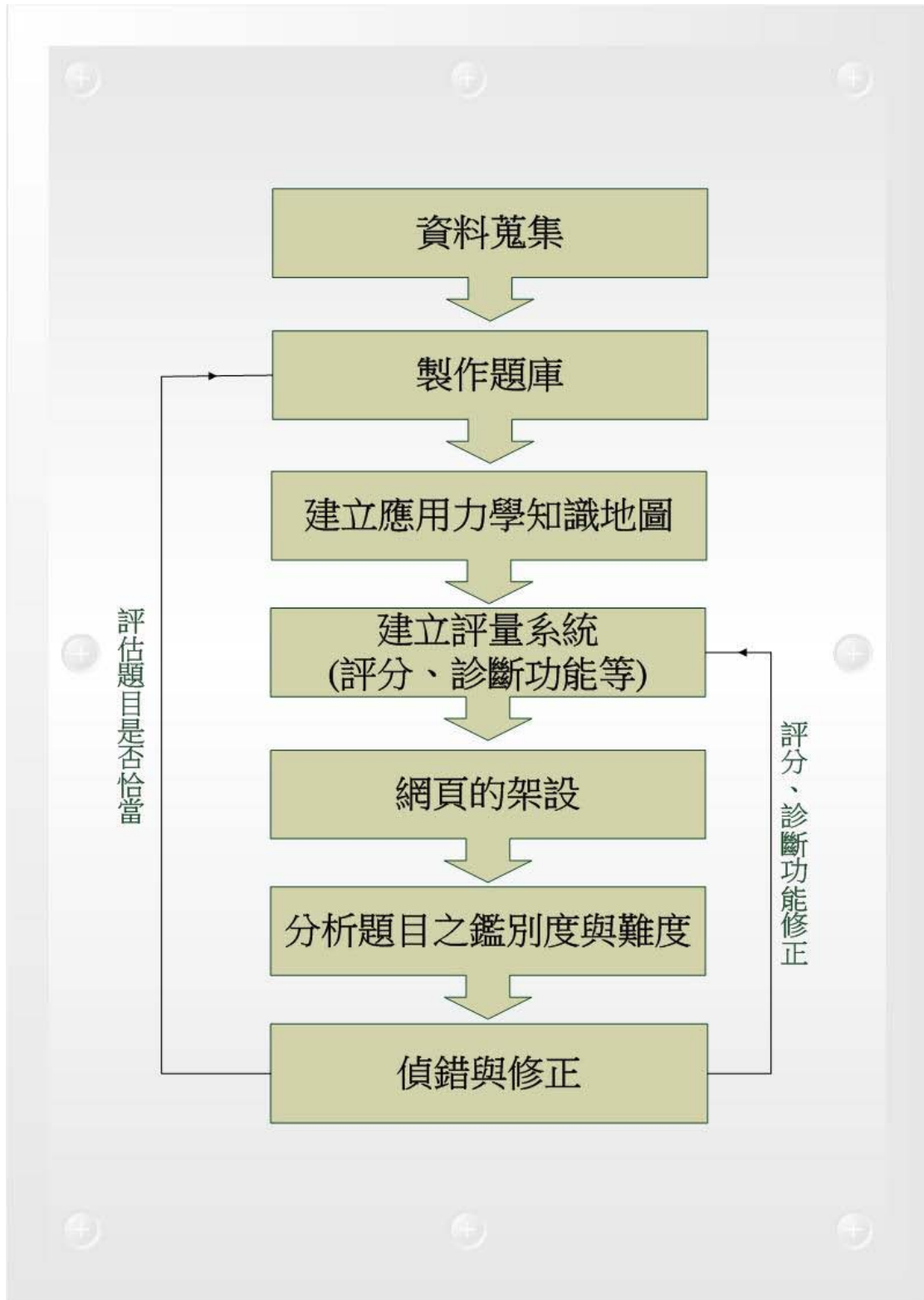
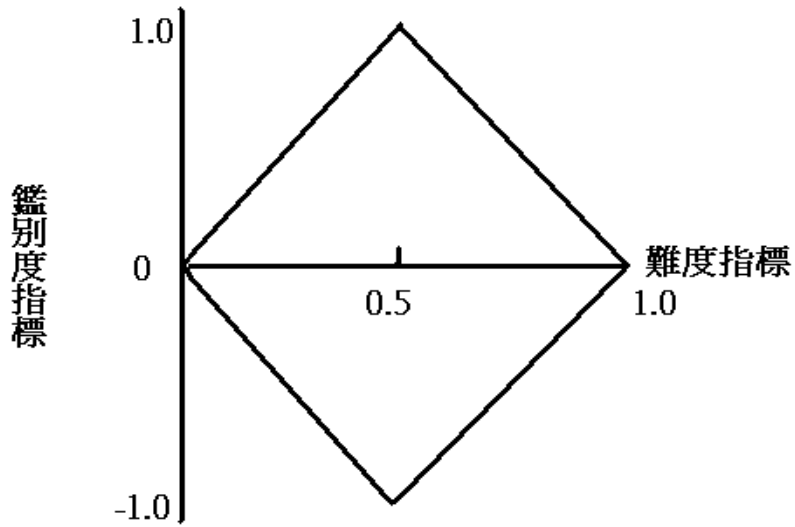


圖 1.1 研究流程



難度與鑑別度之間的關係

圖 2.1 難度與鑑別度的關係

The screenshot shows a web browser window displaying a statics problem. The problem text is: "Example Determine the forces in wires AB and BC. The sphere weighs 100 lbs. Units: Lb, in." Below the text are two equations: $\theta = \tan^{-1}(38/40) = 43.5^\circ$ and $\alpha = \tan^{-1}(12/40) = 16.7^\circ$. To the right is a diagram of a vertical pole with a sphere hanging from it. The pole has points A and C. A horizontal distance of 40 is shown from the pole to the sphere. A vertical distance of 12 is shown from point C to the sphere. A vertical distance of 26 is shown from point A to point C. A horizontal force of 300 is applied to the sphere at point B. A vertical force of 100 is applied to the sphere. Wires AB and BC are attached to the sphere. A control bar at the bottom right shows a play button and the time 2:30 / 7:25. The footer of the page reads "Lecture-Mate 1.8 | YourOtherTeacher.com ©2011".

圖 2.2 static 教學網站

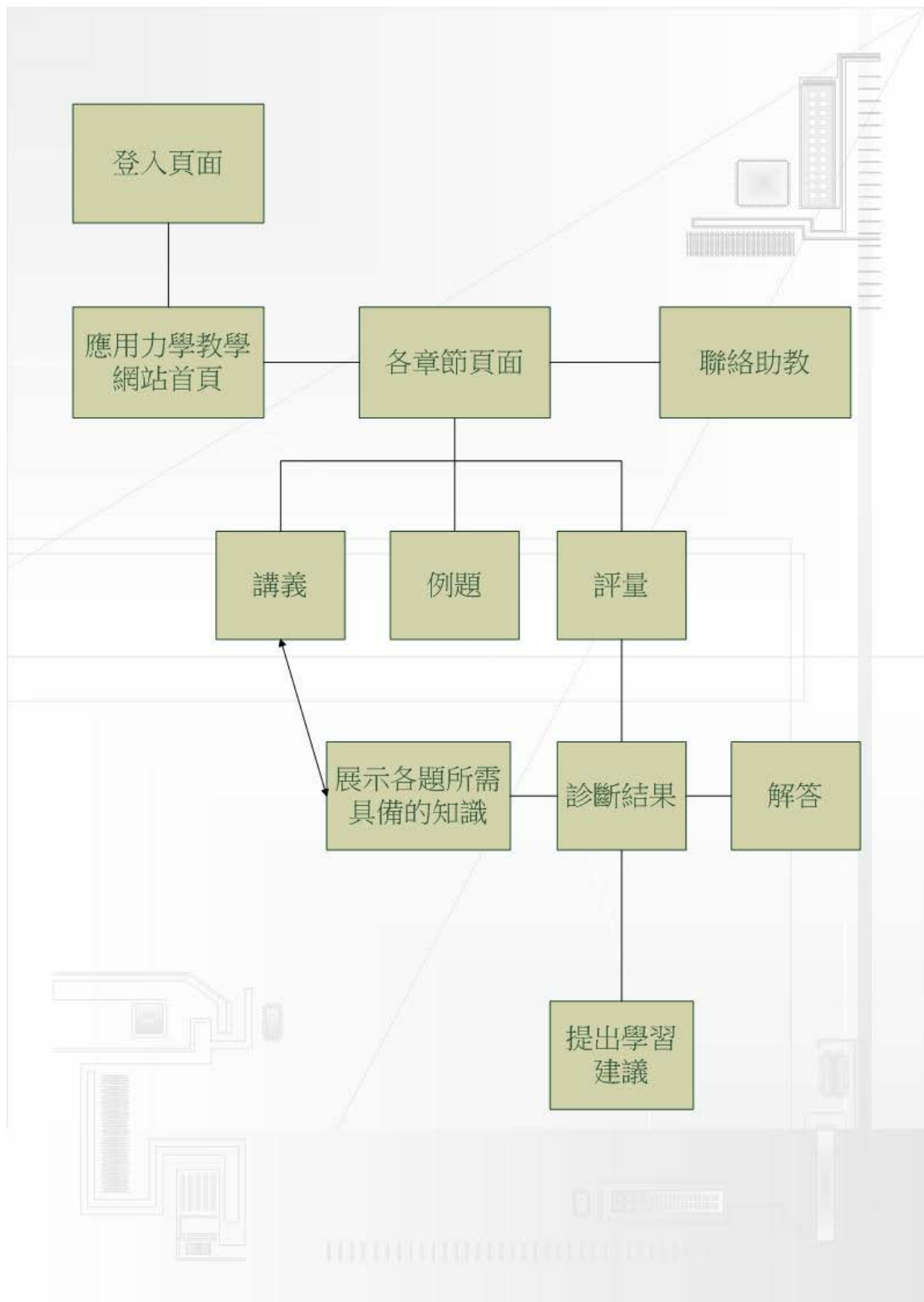


圖 3.1 應用力學教學網站架構

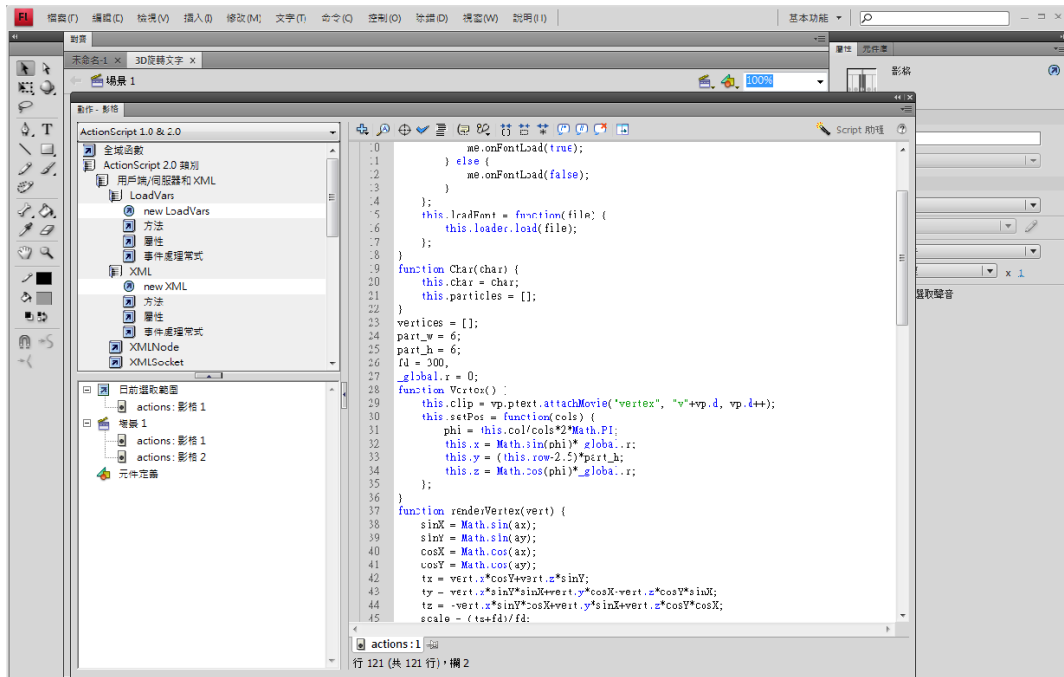


圖 3.2 動作面板中 ActionScript 編輯情形



圖 3.3 評量前之畫面



圖 3.4 各題配分說明



圖 3.5 變換題目之按鈕配置



圖 3.6 交卷前的確認



圖 3.7 答案輸入欄之配置



圖 3.8 開頭動畫的呈現



國立交通大學 應用力學(靜力)

首頁
第二章
第三章
第四章
第五章
聯絡助教



應用力學簡介

力學的分析可以說是一般工程設計上最基本的考慮，設計任何機械或結構時必定是從固體力學中的平衡條件開始，依序至運動、強度及剛性等多方面的考量。固體力學主要在探討固體受力的作用後所產生之一系列的力學行為，如平衡條件之分析、移動與轉動運動之描述、振動行為之控制、應力與變形效應之計算等，而其相應之課程中又以靜力學最為基礎，所以完整且紮實的靜力學觀念，有助於同學日後能有效的學好動力學與材料力學等相關科目。就好比說一個對微積分一竅不通的同學，想學好工程數學將會困難重重一般，因此在還沒學習動力學或材料力學等課程之前，先將靜力學的基礎打好，是有其重要性與必要性。

學習靜力學的主要目的在於啟發學生運用簡單且合乎邏輯的方式去分析工程上受力而靜止之物體其平衡條件及關係，並利用一些基本的力學原理去解決問題。就研究所升學考試而言，靜力學除了是某些組別的專業必考科目以外，它也是動力學與材料力學的先修課程。

公告欄

- 點選網頁上方章節，進入講義學習或進入評量開始練習。

立同學請加油！祝大家考試順利

圖 3.9 網站首頁



第二章 力向量

學習目標:

- * 利用平行四邊形法及三角形法解析力的合成及分解
- * 以卡氏向量表示力量及位置座標,並了解其所代表的意義(大小及方向)
- * 學習內積的計算及應用

講義

第二章講義

例題

力向量運算
 卡氏向量
 三維直角座標
 三維位置向量

評量

第二章評量



圖 3.10 第二章選單介面

第一章 緒論

第二章 力向量

第三章 質點平衡

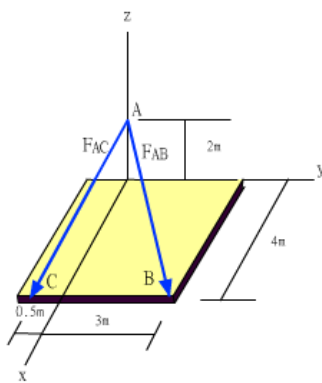
第四章 力矩

第五章 剛體平衡

圖 3.11 章節編排

第六題 15 分

如左圖所示，兩條繩索分別施力 $F_{AB} = 180\text{N}$ 與 $F_{AC} = 128\text{N}$ ，求其合力 R 之大小。



3. 請求出 R 與 y 軸之夾角 β 。

$\beta =$

(單位: angle)

確定

重新輸入

上一頁 下一頁



圖 3.12 力向量題型

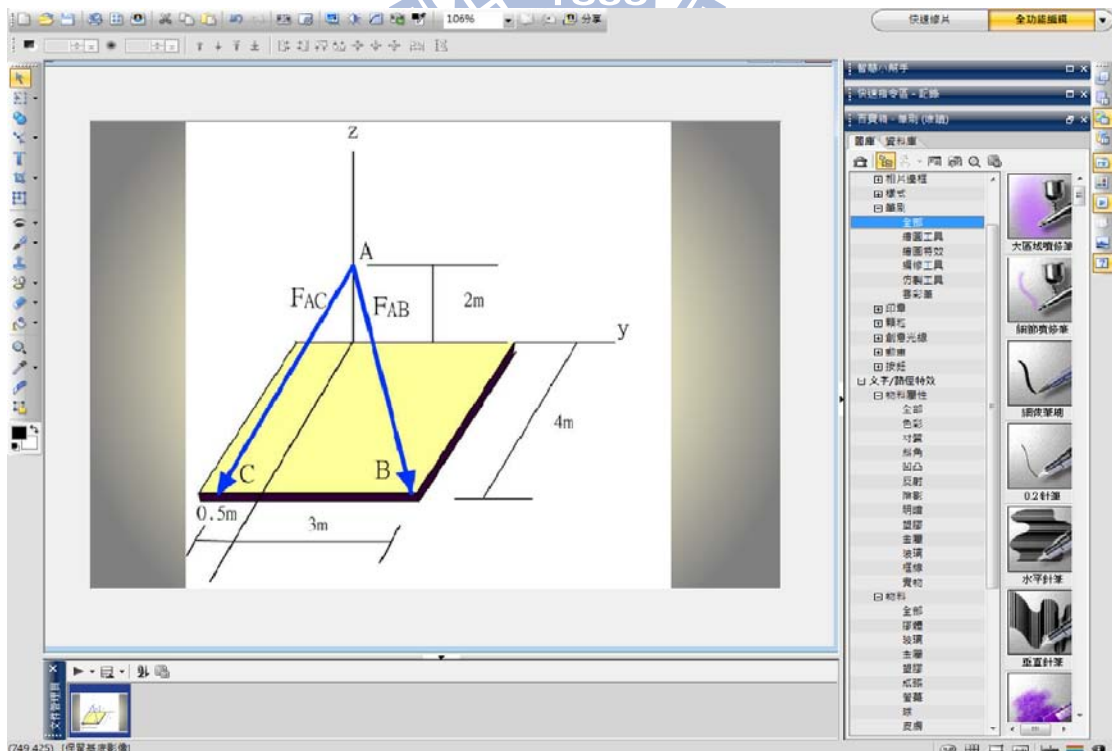


圖 3.13 PhotoImpact 繪圖情形

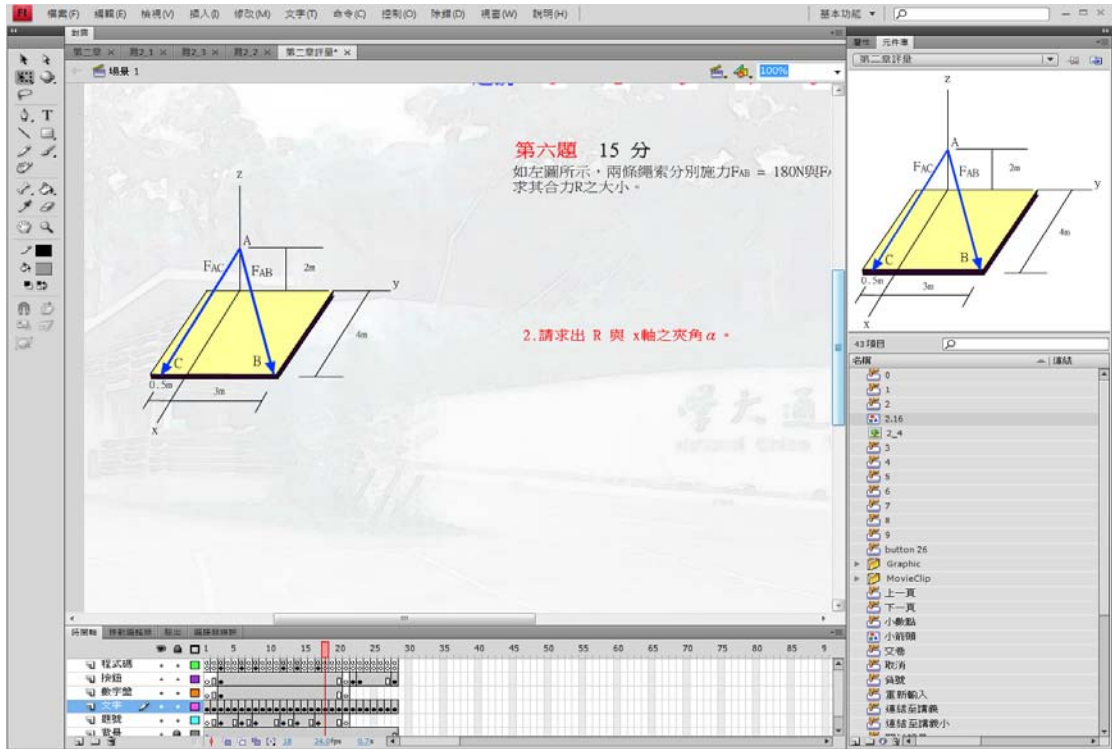


圖 3.14 匯入圖片至 Flash



圖 3.15 作答區塊配置

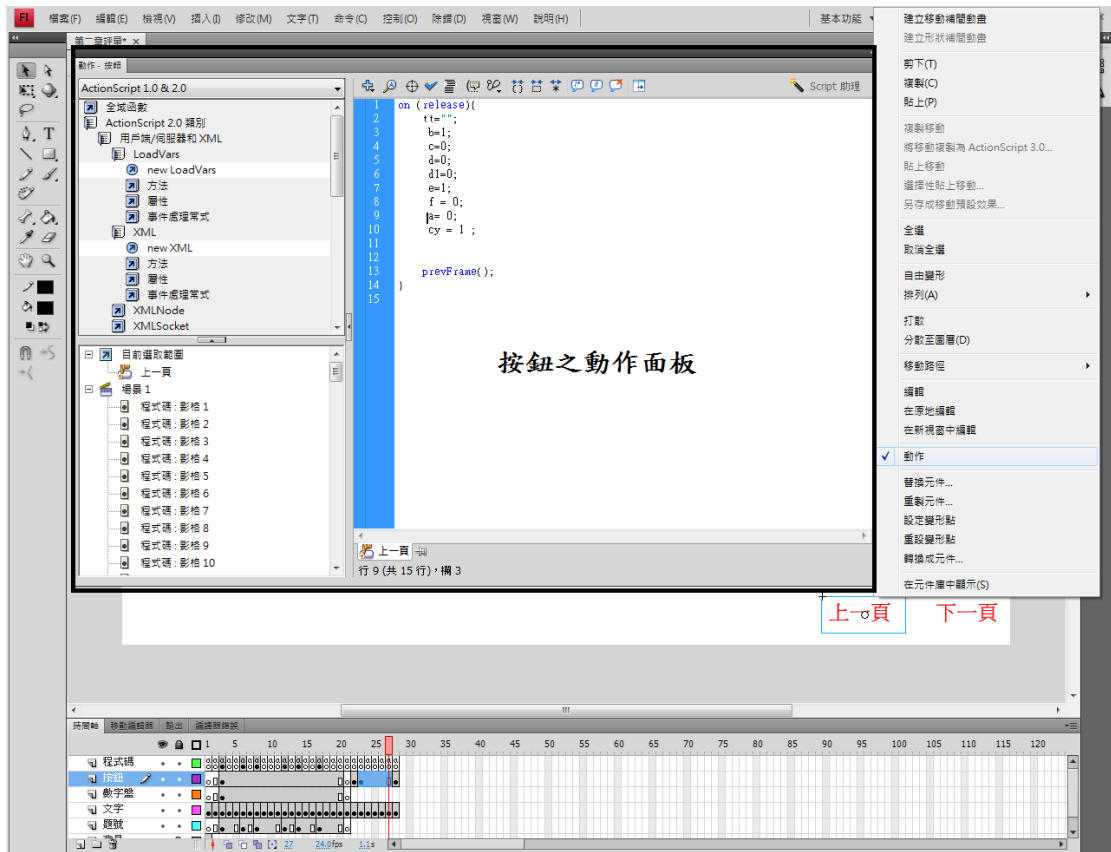


圖 3.16 按鈕動作面板編輯情形

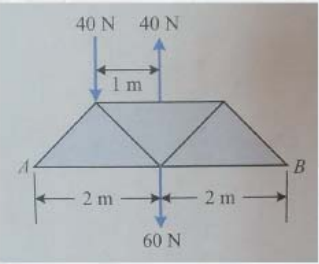


圖 3.17 應用力學知識地圖

第二題 15 分 你得到的分數 [看解答](#)

如左圖所示，試求力量對 A 點產生的力矩。

M = N-m

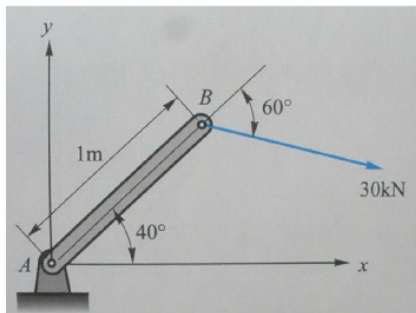


解題需備知識：

1. 力偶矩	連結至講義
2. 作用力之力矩(純量法)	連結至講義
3. 共面力的合力矩	連結至講義

[上一頁](#) [下一頁](#)

圖 3.18 解題須備知識的呈現



解答

如左圖所示，30 kN 之力在桿上所產生的旋轉效應，可由一力偶 Fd 所取代，若兩力間距離為 0.2 m，則 F 大小為？

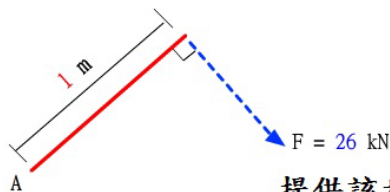
1. 計算出作用力對 A 點所造成的力矩 M_o 。

$$M_o = F \times d;$$

計算出垂直於桿件的水平分量後，只需利用上列公式，就可求得 M_o 。

下一步

控制解答步驟按鈕



$$M_o = F \times d$$

$$= 26 \times 1 = 26 \text{ kN-m}$$

提供該步驟的講義
連結

[連結至講義](#)

圖 3.19 解答界面的功能介紹

D:\inlab\分享\論文存放\網頁內容新\4t2.swf - Windows Internet Explorer

D:\inlab\分享\論文存放\網頁內容新\4t2.swf

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 我的最愛(A) 工具(T) 說明(H)

我的最愛 D:\inlab\分享\論文存放\網頁內容新\4t2.swf

2-3-1 二維力系的運算

平面力系:
當問題中超過兩個力要求合力時,先將各個力分解成沿特定軸的兩個分量,在將各分量加總
下圖是問題中其中一個力量的分量

一般我們將力量分成x-y軸的分力,由圖可知,x-y軸需互相垂直,但x-y軸可任意旋轉
 $F_x F_y F'_x F'_y$ 為 F 及 F' 的直角分量

⏪ ⏩

圖 3.20 連結至講義情形

於動作面板中輸入判斷式

(單位: N)

確定 重新輸入

上一頁

圖 3.21 判斷式編輯情形

第三章評量

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 除錯(D)

題號 1 2 3 4 5 6 交卷

第三題 15 分

如左圖所示，引擎重量為150kg，試求 T_B 及 T_C 。

1. 請求出 T_C 。

$T_C = 347$ N

按下確定後會顯示輸入之答案

(單位: N)

347

確定 ←

重新輸入

上一頁 下一頁

圖 3.22 顯示所輸入之答案



題號 1 2 3 4 5 6 交卷

第一題 15 分

如圖所示，試求 P 與 Q 之合向量。

1. 請求出 P 之水平分量 P_x 。-----直角分量
2. 請求出合力 R 之大小。-----共面力的加總
3. 請求出 R 與 x 軸的夾角 θ 。---力的方向

圖 3.23 力向量例題



圖 3.24 力向量例題之分析流程

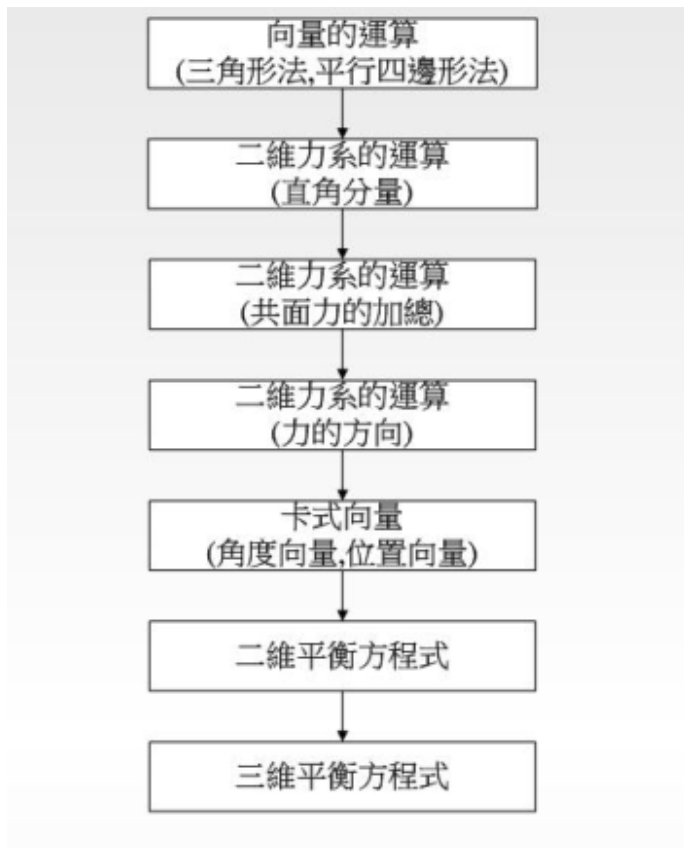


圖 3.25 質點平衡題型之分析流程

第五章評量

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 除錯(D)

應用力學 (第五章) 滿分 100 分

測驗結果 57 分

建議您從三維剛體平衡開始複習

顯示學習建議

二維力系的運算(直角分量)	OK	連結至講義
作用力之力矩	中等	連結至講義
均佈載重的簡化	OK	連結至講義
二維-剛體平衡	需要加強	連結至講義
三維-剛體平衡	重新學習	連結至講義
卡式向量	OK	連結至講義

各部份學習狀況的評語

0 | 重新學習 | 需要加強 | 中等 | OK | 100

[上一頁](#)

圖 3.26 診斷頁面

題目範圍 第四章

滿分 100 分

- 計分方式：
- 第一題：15 分
 - 第二題：15 分
 - 第三題：15 分
 - 第四題：15 分
 - 第五題：20 分
 - 第六題：20 分

下一頁

圖 4.1 各題配分說明

題號 1 2 3 4 5 6 交卷

第一題 15 分

一力作用在槓桿上，如左圖所示，試求此力對於 o 點的力矩。



1. 求出對 o 點所造成的力矩。

$M_o = 547.23 \text{ N}\cdot\text{m}$ 顯示所輸入的答案

請使用鍵盤輸入答案
(單位: N·m)

答案輸入區

上一頁 下一頁

圖 4.2 力偶矩題型第一題

題號 1 2 3 4 5 6 交卷

第二題 15 分

如左圖所示，試求力量對 A 點產生的力矩。

1. 求出對 A 點的力矩。

順時針為正，逆時針為負。

M = _____ N-m

請使用鍵盤輸入答案
(單位: N-m)

確定
重新輸入



圖 4.3 力偶矩題型第二題

題號 1 2 3 4 5 6 交卷

第三題 15 分

如左圖所示，試求此力量對 y, z 軸所造成的力矩之力矩為何？

1. 求出對 y 軸造成的力矩。

$M_y =$ _____ N-m

用右手定則 區分正負

請使用鍵盤輸入答案
(單位: N-m)

確定
重新輸入

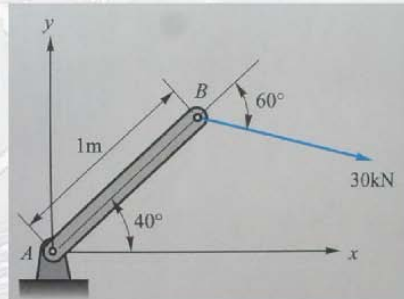


圖 4.4 力偶矩題型第三題

題號 1 2 3 4 5 6 交卷

第四題 15 分

如左圖所示，30 kN 之力在桿上所產生的旋轉效應，可由一力偶 Fd 所取代，若兩力間距離為 0.2 m，則 F 大小為？



1. 求出力量對 A 點的力矩。

$M_A =$ N-m

請使用鍵盤輸入答案
(單位: N-m)

確定

重新輸入

圖 4.5 力偶矩題型第四題



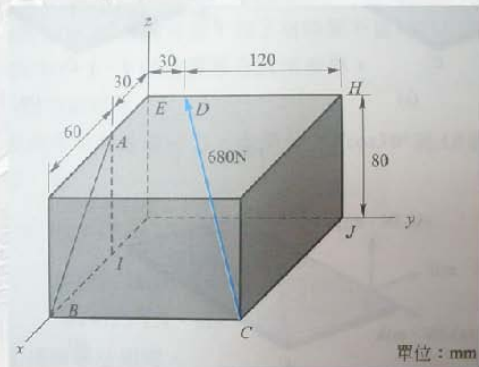
題號 1 2 3 4 5 6 交卷

第五題 20 分

如左圖所示，試求一作用力對 AB 軸所造成的力矩為何？

$$F = F_x i + F_y j + F_z k;$$

1. 求出作用力 680N 的直角分量。(Fx)



$F_x =$ N

請使用鍵盤輸入答案
(單位: N)

確定

重新輸入

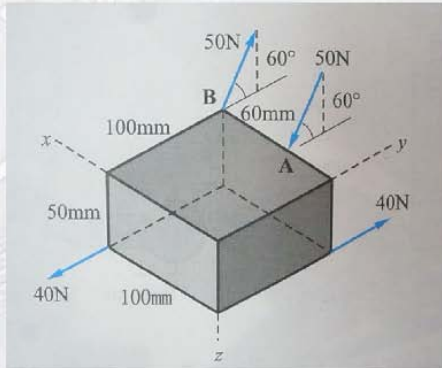
圖 4.6 力偶矩題型第五題

第六題 20 分

如左圖所示，試將兩力偶，以一等效力偶取代。

$$M = M_x i + M_y j + M_z k ;$$

1. 求出 50 N 一組的力偶對立方體所造成的力偶矩。



$$M_{ix} = \quad i \text{ (N-m)}$$

請使用鍵盤輸入答案
(單位: N-m)

確定

重新輸入

圖 4.7 力偶矩題型第六題

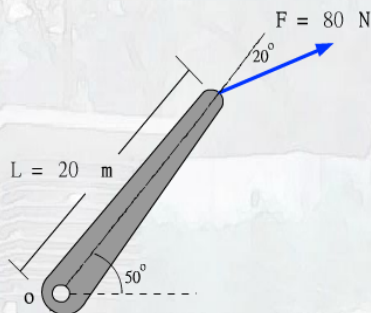


第一題 15 分 你得到的分數 7

[看解答](#)

解答
連結

一F力作用在槓桿上，如左圖所示，試求此力對於 o 點的力矩。



$$M_o = 1503.5 \text{ N-m X}$$

答錯了，在計算作用力垂直槓桿的分量時，80 N 應該要乘上 $\sin(20)$ ，你可能乘以 $\cos(20)$ ，建議複習二維力系的運算(直角分量)。

說明錯誤原因及提出學習建議

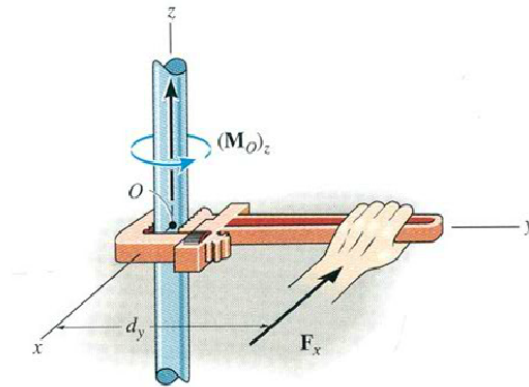
解題需備知識：

- 1. 二維力系的運算(直角分量) [連結至講義](#)
- 2. 作用力之力矩(純量法) [連結至講義](#)

提供講義連結

圖 4.8 力偶矩第一題答題狀況

作用力之力矩-純量法



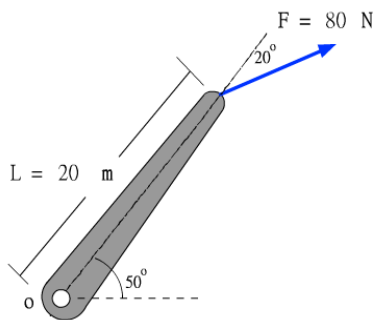
作用力對於一點或軸產生力矩,使其有**旋轉的趨勢**
(又稱**扭轉力矩**)



圖 4.9 講義連結情形

解答

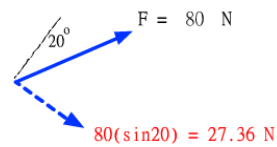
一F力作用在槓桿上,如左圖所示,試求此力對於 o 點的力矩。



1. 先求出作用力垂直於桿件的分量。(如左下圖)

[連結至講義](#)

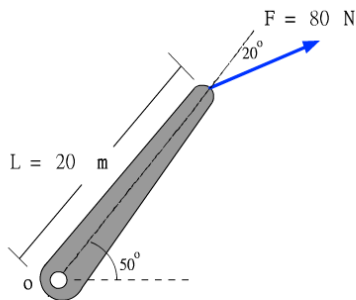
[講義連結按鈕](#)



[下一步](#)

[步驟控制按鈕](#)

圖 4.10 解答之第一步驟

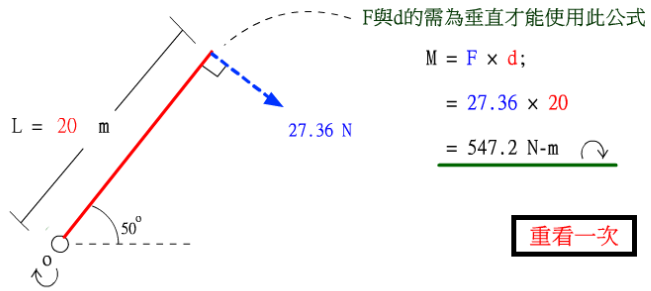


解答

—F力作用在槓桿上，如左圖所示，試求此力對於 o 點的力矩。

1. 先求出作用力垂直於桿件的分量。(如左下圖) [連結至講義](#)

2. 計算對o點的彎矩。 [連結至講義](#)



重看一次

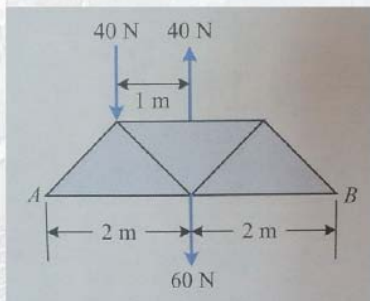
圖 4.11 解答之最後步驟



第二題 15 分 你得到的分數 15

[看解答](#)

如左圖所示，試求力量對 A 點產生的力矩。



M = 80 N·m

恭喜你答對了

解題需備知識：

1. 力偶矩

[連結至講義](#)

2. 作用力之力矩(純量法)

[連結至講義](#)

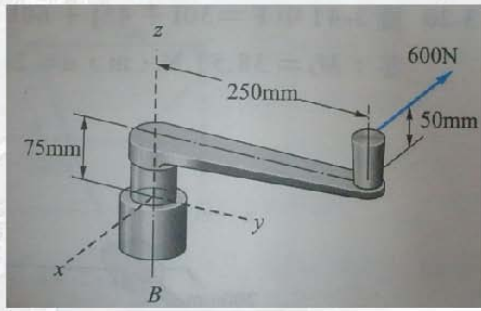
3. 共面力的合力矩

[連結至講義](#)

圖 4.12 力偶矩第二題答題狀況

第三題 15 分 你得到的分數 12

看解答



如左圖所示，試求此力量對 y, z 軸所造成的力矩之力矩為何？

$M_y = 75 \text{ N}\cdot\text{m}$ X 對 y 軸的力矩正負號錯誤，請參考右手定則。
 $M_z = 150 \text{ N}\cdot\text{m}$

解題需備知識：

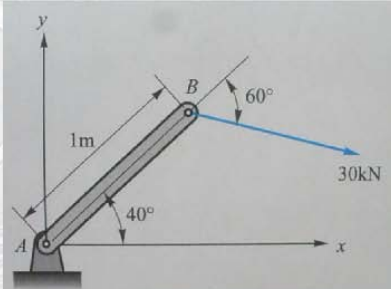
- 1. 作用力之力矩(純量法) [連結至講義](#)
- 2. 右手定則(判別正負) [連結至講義](#)

圖 4.13 力偶矩第三題答題狀況



第四題 15 分 你得到的分數 8

看解答



如左圖所示，30 kN 之力在桿上所產生的旋轉效應，可由一力偶 Fd 所取代，若兩力間距離為 0.2 m，則 F 大小為？

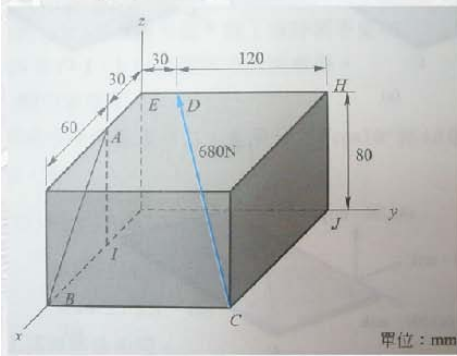
$M_A = 25.9 \text{ N}\cdot\text{m}$ 計算 F 對 A 點造成的力矩正確，但接下來您可能對力偶矩的概念不夠清楚，建議連結力偶矩的講義
 $F = 160 \text{ kN}$ X

解題需備知識：

- 1. 二維力系的運算(直角分量) [連結至講義](#)
- 2. 作用力之力矩(純量法) [連結至講義](#)
- 3. 力偶矩(等效力偶矩) [連結至講義](#)

圖 4.14 力偶矩第四題答題狀況

第五題 20 分 你得到的分數 9 看解答



如左圖所示，試求一作用力對 AB 軸所造成的力矩為何？

$$F = F_x i + F_y j + F_z k;$$

$$F_x = -360 \text{ N}$$

作用力的直角分量對了，但對AB軸的彎矩錯了，建議您連結到力對一指定軸的力矩講義中複習。

$$F_y = -480 \text{ N}$$

$$F_z = 320 \text{ N}$$

$$M_{AB} = 36 \text{ N-m } X$$

解題需備知識：

- 1. 卡式向量的表示方法(位置向量) [連結至講義](#)
- 2. 作用力之力矩(向量法) [連結至講義](#)
- 3. 內積 [連結至講義](#)
- 4. 力對一指定軸的力矩 [連結至講義](#)

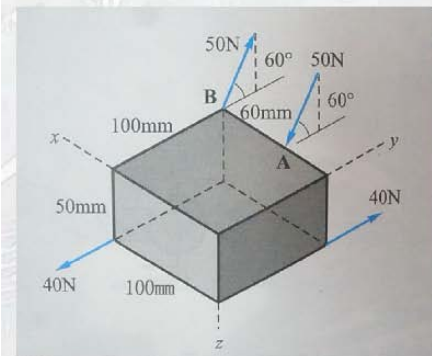
註解：力對一指定軸的力矩 中，包含了 外積,內積,作用力之力矩(向量法)

[上一頁](#) [下一頁](#)

圖 4.15 力偶矩第五題答題狀況



第六題 20 分 你得到的分數 12 看解答



如左圖所示，試將兩力偶，以一等效力偶取代。

$$M = M_x i + M_y j + M_z k ;$$

1. 求出 50 N 一組的力偶對立方體所造成的力偶矩。

$$M_x = 0 \text{ i (N-m)}$$

50N的力偶對方塊造成的力矩正確，只差加總另一組力偶，建議複習力系的合力矩。

$$M_y = -2.6 \text{ j (N-m)}$$

$$M_z = -1.5 \text{ k (N-m)}$$

2. 求出等效力偶的大小。

$$M_t = 6 \text{ (N-m) } X$$

解題需備知識：

- 1. 卡式向量的表示方法(角度向量) [連結至講義](#)
- 2. 作用力之力矩(向量法) [連結至講義](#)
- 3. 力系的合力矩 [連結至講義](#)
- 4. 力偶矩 [連結至講義](#)

圖 4.16 力偶矩第六題答題狀況



圖 4.17 第四章評量整體診斷頁面

力對一指定軸的力矩



施加力量 F 會產生力矩 M_A 。請問是 M_A 的那個方向分力使接頭轉動？

圖 4.18 連結至講義情形



圖 4.19 第五章之頁面



圖 4.20 各題配分說明

第五章評量

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 除錯(D)

題號 1 2 3 4 5 6 交卷

第一題 15 分

如左圖所示，試求繩索承受之拉力 T 。

題目此步驟的要求

1. 試求作用力 800 N 對 A 點造成的力矩。

$M_A = -960$ N-m

按下確定後顯示所輸入之答案

順時針為正，逆時針為負
(單位: N-m)

上一頁 下一頁

圖 4.21 剛體平衡題型第一題

第五章評量

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 除錯(D)

題號 1 2 3 4 5 6 交卷

第一題 15 分

如左圖所示，試求繩索承受之拉力 T 。

2. 試求繩索承受的拉力 T 。

$T =$ N

順時針為正，逆時針為負
(單位: N)

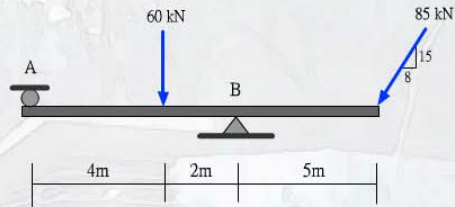
上一頁 下一頁

圖 4.22 點選下一頁進入第二步驟

題號 1 2 3 4 5 6 交卷

第二題 15 分

如左圖所示，試求 A,B 兩支承之反力。



1. 試求 作用力 85 kN 的垂直分量。

F_y = kN

(單位: kN)

確定

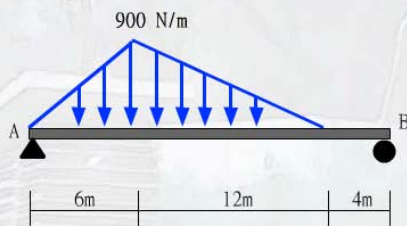
重新輸入

圖 4.23 剛體平衡題型第二題

題號 1 2 3 4 5 6 交卷

第三題 15 分

如左圖所示，試求 A,B 兩支承之反力。



1. 試求均佈載重的合力大小。

F = N

(單位: N)

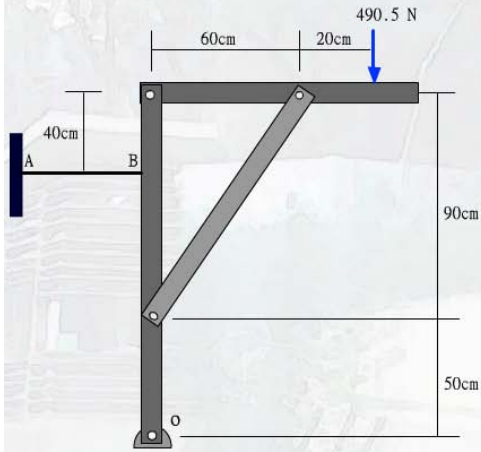
確定

重新輸入

圖 4.24 剛體平衡題型第三題

第四題 15 分

如左圖所示，試求鋼線AB所承受之張力。



1. 試求作用力對O點所造成的力矩。

M = N-m

(單位: N-m)

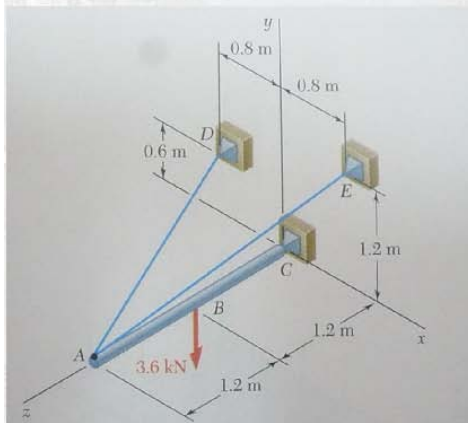
確定

重新輸入

圖 4.25 剛體平衡題型第四題

第五題 20 分

如左圖所示，試求繩索拉力 T_{AD} 及 T_{AE} 。



1. 試求繩索 AD 之單位向量。

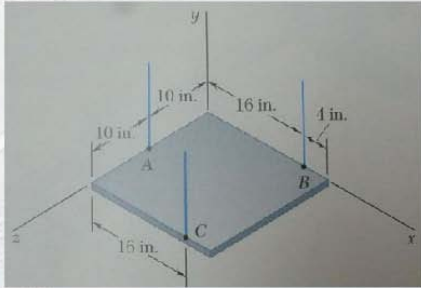
$T_{AD} =$ \mathbf{i}

確定

重新輸入

圖 4.26 剛體平衡題型第五題

第六題 20 分



如左圖所示，三繩索繫著一塊板子，若板子的重量為 56 lb ，試求三繩索的拉力。

1. 試求 T_A 。

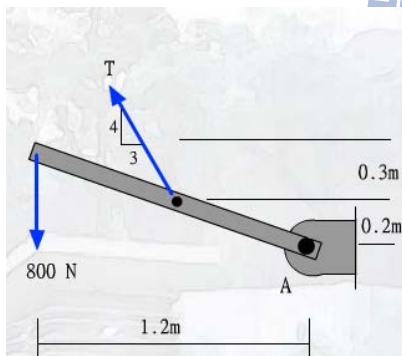
$T_A =$

(單位: lb)

確定

重新輸入

圖 4.27 剛體平衡題型第六題



第一題 15 分 你得到的分數 15

看解答

如左圖所示，試求繩索承受之拉力 T 。

恭喜你答對了

$M = -960 \text{ N}\cdot\text{m}$

$T = 3640 \text{ N}$

解題需備知識:

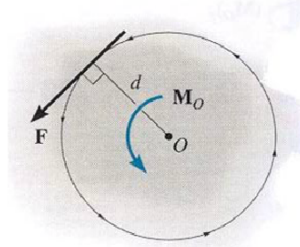
- 1. 二維力系的運算(直角分量) [連結至講義](#)
- 2. 作用力之力矩(純量法) [連結至講義](#)
- 3. 共面力之合力矩 [連結至講義](#)
- 4. 彎矩平衡方程式 [連結至講義](#)

註解: 彎矩平衡方程式中需具備作用力之力矩及共面力合力矩的知識。

圖 4.28 剛體平衡題型第一題答題狀況

作用力之力矩-純量法

在下圖平面圖中,O點力矩的大小為 $M_O = Fd$



力臂d 是指垂直於力F指向點O的距離.

2D系統中, M_O 的方向依旋轉趨勢可能為順時針或逆時針

在本題中 $M_O = F d$ 且方向為逆時針.



解答

如左圖所示，試求繩索承受之拉力 T 。

1. 求出 T 之直角分量(如左下圖)。-----二維力系的運算
2. 列出彎矩平衡方程式。---彎矩平衡方程式

$$\Sigma M_A = 0;$$
$$0.8 T \times 0.48 - 0.6 T \times 0.2 - 800 \times 1.2 = 0$$

解出上列式子即可得到 T

$$T = 3636 \text{ N}$$

圖 4.30 觀看解答

第二題 15 分 你得到的分數 **13** [看解答](#)

如左圖所示，試求 A,B 兩支承之反力。

$F_y = 75 \text{ kN}$ 注意 A 點支承反力的正負號。
 $R_A = 42.5 \text{ kN}$ X
 $R_{By} = 177.5 \text{ kN}$
 $R_{Bx} = 40 \text{ kN}$

解題需備知識：

- 1. 二維力系的運算(直角分量) [連結至講義](#)
- 2. 作用力之力矩(純量法) [連結至講義](#)
- 3. 共面力之合力矩 [連結至講義](#)
- 4. 彎矩平衡方程式 [連結至講義](#)

註解：彎矩平衡方程式中需具備作用力之力矩及共面力合力矩的知識。

[上一頁](#) [下一頁](#)

圖 4.31 剛體平衡題型第二題答題狀況

解答

如左圖所示，試求 A,B 兩支承之反力。

1. 求出作用力 85kN 之直角分量(如左下圖)。----二維力系的運算
2. 對A點列出彎矩平衡方程式。----彎矩平衡方程式

$$\Sigma M_A = 0;$$

$$60 \times 4 - R_{By} \times 6 + 75 \times 11 = 0;$$
 解出方程式可得 $R_{By} = 177.5 \text{ kN}$
3. 列出結構體y方向的力平衡。----力平衡方程式

$$\Sigma F_y = 0;$$

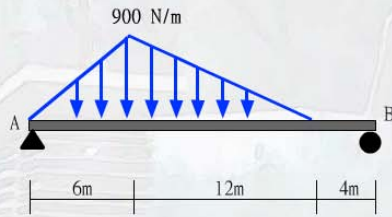
$$R_{Ay} + 60 - 177.5 + 75 = 0$$

$$R_{Ay} = 42.5(\text{向下})$$

圖 4.32 剛體平衡題型第二題之解答

第三題 15 分 你得到的分數 10 看解答

如左圖所示，試求 A,B 兩支承之反力。



F = 8100 N

B點之反力算對了，只需再利用彎矩平衡方程式即可求得A點之反力，若不懂，建議複習第五章之剛體平衡

M = 64800 N-m

R_B = 2945 N

R_A = 5500 N X

解題需備知識：

- 1. 均佈載重的簡化 [連結至講義](#)
- 2. 作用力之力矩(純量法) [連結至講義](#)
- 3. 共面力之合力矩 [連結至講義](#)
- 4. 彎矩平衡方程式 [連結至講義](#)

註解：彎矩平衡方程式中需具備作用力之力矩及共面力之合力矩的知識。

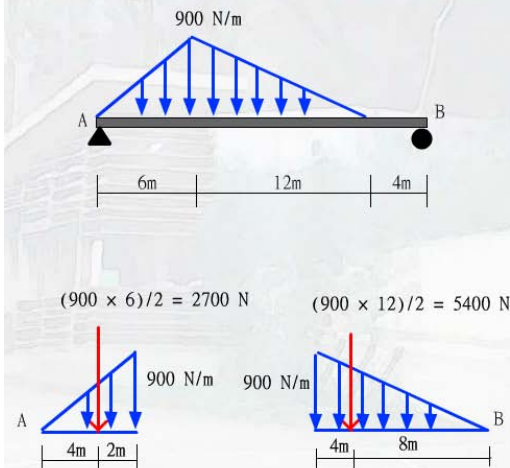
[上一頁](#) [下一頁](#)

圖 4.33 剛體平衡題型第三題答題狀況



解答

如左圖所示，試求 A,B 兩支承之反力。



1. 將均佈載重簡化。----均佈載重的簡化

將均佈載重分成左右兩個三角形如左下圖。

作用力的大小為此區塊的面積，作用位置於形心，如左下角兩三角形的形心位置於三分之一的位置。

2. 對A點列出彎矩平衡方程式。----彎矩平衡方程式

$$\Sigma M_A = 0;$$

$$(2700 \times 4) + (5400 \times 10) - (R_{By} \times 22) = 0;$$

解出方程式得到 $R_{By} = 2945.5 \text{ N}$

3. 列出結構體 y 方向之平衡方程式。----力平衡方程式

$$\Sigma F_y = 0;$$

$$2945.5 + R_{Ay} - 2700 - 5400 = 0;$$

解出方程式得到 $R_{Ay} = 5454.5 \text{ N}$

圖 4.34 剛體平衡題型第三題之解答

第四題 15 分 你得到的分數 12 [看解答](#)

如左圖所示，試求鋼線AB所承受之張力。

M = 39240 N·m X 注意單位為N·m。您在計算力臂時可能用 'cm'，而未轉換成 'm'

F_{BA} = 392.4 N

解題需備知識：

- 1. 作用力之力矩(純量法) [連結至講義](#)
- 2. 共面力之合力矩 [連結至講義](#)
- 3. 彎矩平衡方程式 [連結至講義](#)

註解：彎矩平衡方程式中需具備作用力之力矩及共面力之合力矩的知識。

[上一頁](#) [下一頁](#)

圖 4.35 剛體平衡題型第四題答題狀況

第五題 20 分 你得到的分數 10 [看解答](#)

如左圖所示，試求繩索拉力 T_{AD} 及 T_{AE}。

T_{DX} = -0.308 i 建議您回到三維的剛體力平衡複習

T_{DY} = 0.231 j

T_{DZ} = -0.923 k

M = 4.32 N·m

T_{AD} = 6 kN X

T_{AE} = 8 kN X

解題需備知識：

- 1. 卡式向量的表示方法(位置向量) [連結至講義](#)
- 2. 作用力之力矩(向量法) [連結至講義](#)
- 3. 力系之合力矩 [連結至講義](#)
- 3. 三維剛體平衡 [連結至講義](#)

註解：三維剛體平衡中包含卡式向量，作用力之力矩，力系之合力矩及力平衡之概念。

[上一頁](#) [下一頁](#)

圖 4.36 剛體平衡題型第五題答題狀況

第六題 20 分 你得到的分數 **0** [看解答](#)

如左圖所示，三繩索繫著一塊板子，若板子的重量為 56 lb，試求三繩索的拉力。

答錯了，建議到三維剛體平衡複習

$T_A = 0 \text{ lb}$ X
 $T_B = 0 \text{ lb}$ X
 $T_C = 0 \text{ lb}$ X

解題需備知識：

1. 卡式向量的表示方法(位置向量) [連結至講義](#)
2. 作用力之力矩(向量法) [連結至講義](#)
3. 力系的合力矩 [連結至講義](#)
4. 三維剛體平衡 [連結至講義](#)

註解: 三維剛體平衡中包含卡式向量, 作用力之力矩, 力系之合力矩及力平衡之概念。

[上一頁](#) [下一頁](#)

圖 4.37 剛體平衡題型第六題答題狀況

應用力學 (第五章) 滿分 100 分

測驗結果 **60** 分

建議您從三維剛體平衡開始複習

二維力系的運算(直角分量)	OK	連結至講義
作用力之力矩	中等	連結至講義
均佈載重的簡化	OK	連結至講義
二維-剛體平衡	中等	連結至講義
三維-剛體平衡	重新學習	連結至講義
卡式向量	OK	連結至講義

0 | 重新學習 | 需要加強 | 中等 | OK | 100

[上一頁](#)

圖 4.38 第五章評量整體診斷頁面

5-3 三維剛體平衡

平衡方程式

基本概念為靜力及力矩為零:

$$\sum \mathbf{F} = 0$$

$$\sum \mathbf{M} = 0$$

上式寫在三維問題上變成:

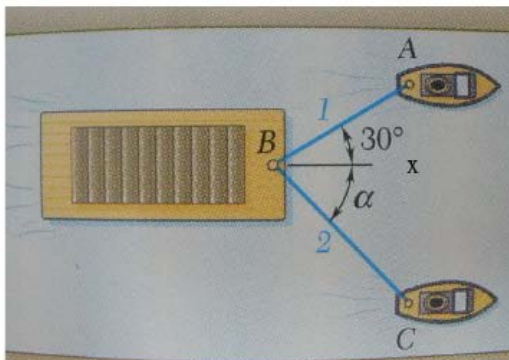
$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 & \sum M_x &= 0 \\ \sum F_y &= 0 & \sum M_y &= 0 \\ \sum F_z &= 0 & \sum M_z &= 0 \end{aligned}$$

任何位置的力矩都須為零,一般先選未知力比較多的點做力矩支點以簡化問題(支點上的力不產生力矩,所以可以省去不少列式)



圖 4.39 三維剛體平衡講義

第一題 15 分



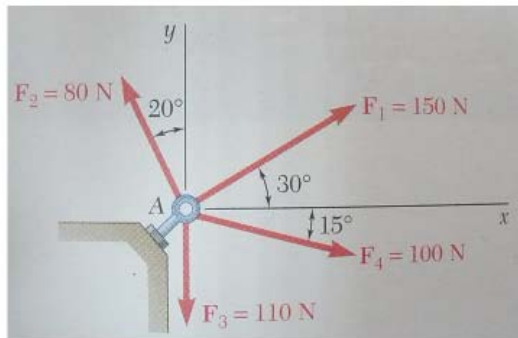
如左圖所示,兩艘船拖著一塊浮板,若合力大小為 5000 lb 並沿著x軸, $\alpha = 45^\circ$, 試求船的拉力 T_1, T_2 之大小。(使用三角形法)

1. 試求左下圖之 θ 值。(3)
2. 試求 T_1 之大小。(6)
3. 試求 T_2 之大小。(6)

圖 4.40 第一次系統測試之第一題

第二題 15 分

如左圖所示，一圓環上有四個作用力，試求作用力對螺絲的合力 R 。



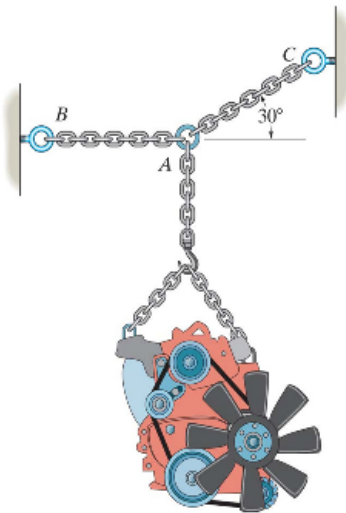
1. 試求 F_{1x} 的大小。(3)
2. 試求 F_{1y} 的大小。(3)
3. 試求 R 的大小。(4)
4. 試求 R 與 x 軸之夾角 α 。(5)

圖 4.41 第一次系統測試之第二題



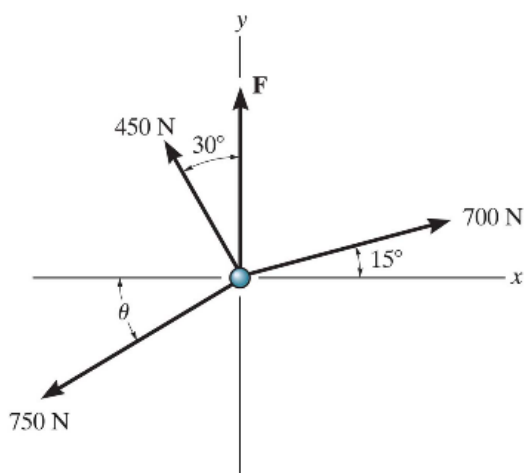
第三題 15 分

如左圖所示，引擎重量為 150kg ，試求 T_B 及 T_C 。



1. 請求出 T_C 。(8)
2. 請求出 T_B 。(7)

圖 4.42 第一次系統測試之第三題



第四題 15 分

如左圖所示，若質點為平衡狀態，試求 θ 及 F 。

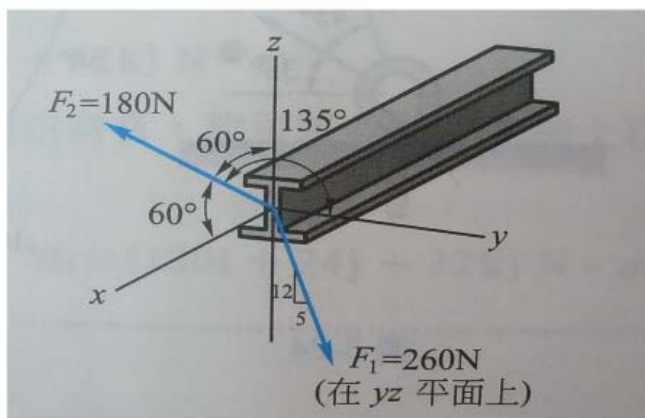
1. 請求出 θ 。(8)
2. 請求出 F 。(7)

圖 4.43 第一次系統測試之第四題



第五題 20 分

左圖為一樑受到兩力的作用，試求其合力大小和方向角。



1. 試求 R 的大小。(11)
2. 試求 R 與 x 軸的夾角 α 。(3)
3. 試求 R 與 y 軸的夾角 β 。(3)
4. 試求 R 與 z 軸的夾角 γ 。(3)

圖 4.44 第一次系統測試之第五題

第六題 20 分

如左圖所示，一箱子重 100 lb，由三繩索固定，試求各繩索的張力。

1. 請求出 T_{AB} 。(7)
2. 請求出 T_{AC} 。(7)
3. 請求出 T_{AD} 。(6)

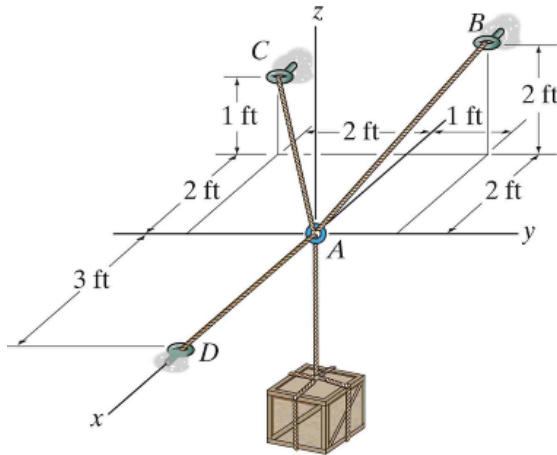


圖 4.45 第一次系統測試之第六題



第一題 15 分

如左圖所示，試求繩索承受之拉力 T 。

1. 試求作用力 800 N 對 A 點造成的力矩。(5)
2. 試求繩索承受的拉力 T 。(10)

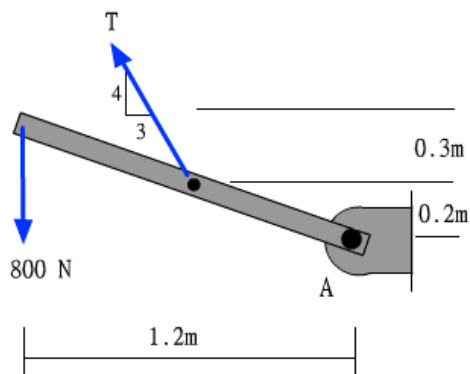
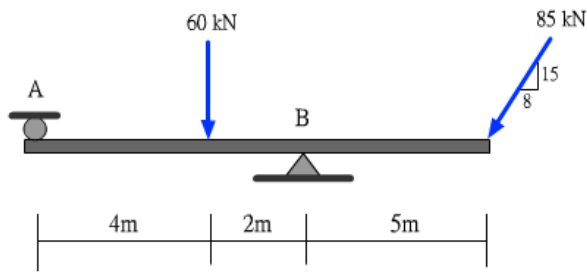


圖 4.46 第二次系統測試之第一題

第二題 15 分



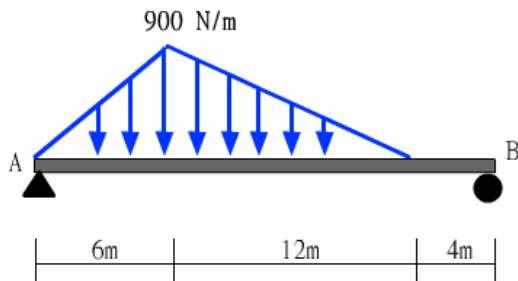
如左圖所示，試求 A,B 兩支承之反力。

1. 試求 作用力 85 kN 的垂直分量。(3)
2. 試求支承 A 之反力。(4)
3. 試求支承 B 之反力(R_{By})。(4)
4. 試求支承 B 之反力(R_{Bx})。(4)

圖 4.47 第二次系統測試之第二題



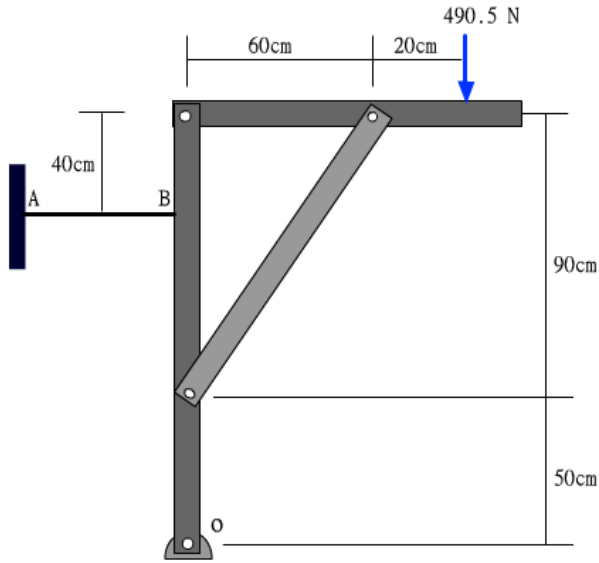
第三題 15 分



如左圖所示，試求 A,B 兩支承之反力。

1. 試求均佈載重的合力大小。(2)
2. 試求均佈載重對 A 點所造成的彎矩。(3)
3. 試求 B 點之反力。(5)
4. 試求 A 點之反力。(5)

圖 4.48 第二次系統測試之第三題

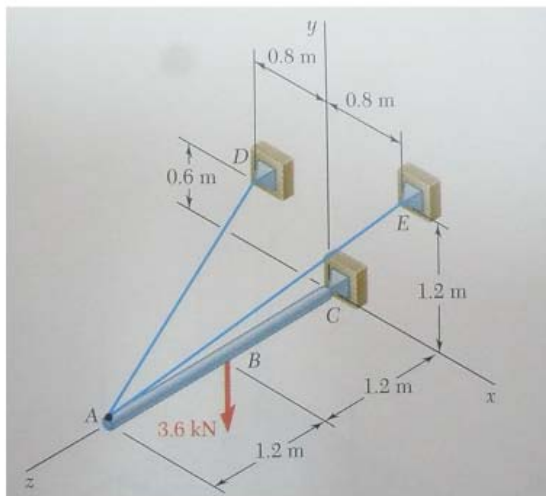
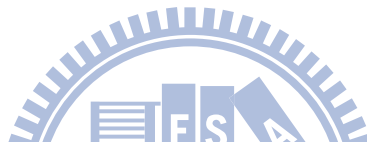


第四題 15 分

如左圖所示，試求鋼線AB所承受之張力。

1. 試求作用力對O點所造成的力矩。(5)
2. 試求鋼線AB所承受之張力。(10)

圖 4.49 第二次系統測試之第四題

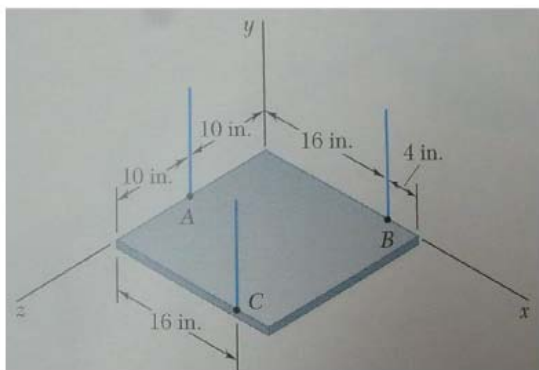


第五題 20 分

如左圖所示，試求繩索拉力 T_{AD} 及 T_{AE} 。

1. 試求繩索 AD 之單位向量。(6)
2. 試求作用力對 C 點造成的彎矩。(4)
3. 試求 T_{AD} 。(5)
4. 試求 T_{AE} 。(5)

圖 4.50 第二次系統測試之第五題



第六題 20 分

如左圖所示，三繩索繫著一塊板子，若板子的重量為 56 lb ，試求三繩索的拉力。

1. 試求 T_A 。(7)
2. 試求 T_B 。(7)
3. 試求 T_C 。(6)

圖 4.51 第二次系統測試之第六題

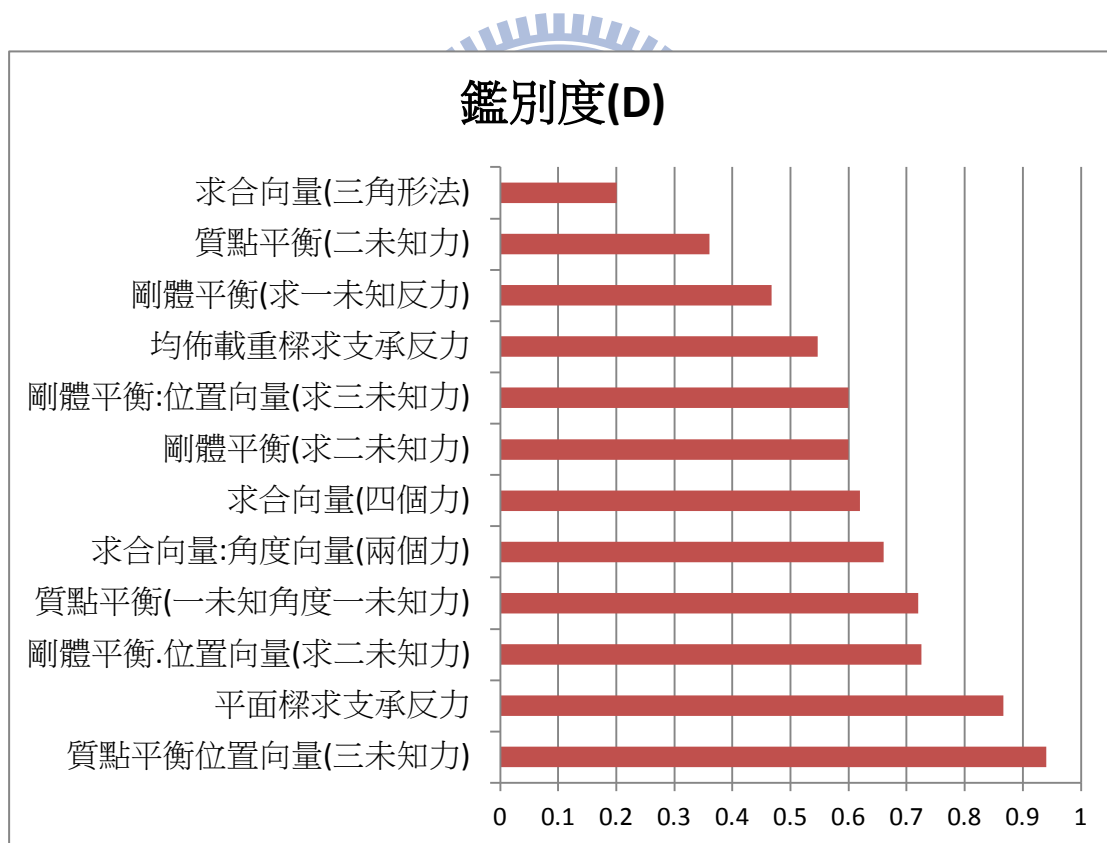


圖 4.52 題目之鑑別度橫條圖

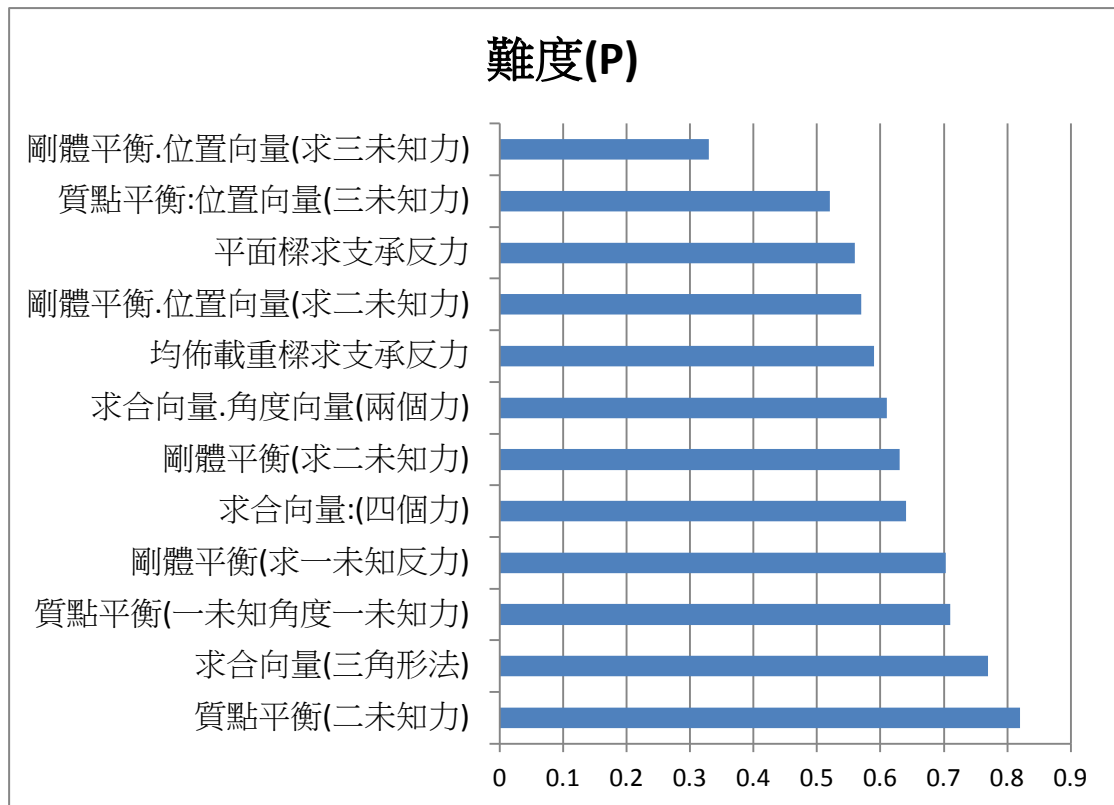


圖 4.53 題目之難度橫條圖

