

國立台灣大學九十七學年度第二學期 機械工程學系教師課程教學規劃表

一、課程基本資料

課程名稱	中文：工程數學下				
	英文：Engineering Mathematics (2)				
課程類別	☒ 必修 ☐ 知識領域選修 ☐ 一般選修 ☒ 大學部 ☐ 研究所(組別：)			班次	02
授課教師	伍次寅			學分數	3
課程編號	502 20002	每週上課時數	3	選修人數	65
上課時間	一 34 三 2	先修課程	微積分、工數上	適修年級	二

二、課程教學目標與預期成效

課程教學目標：

班次 02

傳授學生修習理工學科所必需具備的數學知識與解析工具，並訓練學生能將之應用於求解一般工程問題之數學模式上。

單元主題	預期教學成效	教學策略及方法	評量方式	養成核心能力
向量函數的微分與積分	熟習向量場以及向量函數的微分與積分，並能將其觀念應用於描述各知識領域中相關物理量的變化上	A 講述教學法 C 示範教學法 E 問題或專題教學法	a 考試 b 測驗 c 作業	U1
Fourier 級數與 Fourier 轉換	學會求取 Fourier 級數與 Fourier 轉換的技巧，明瞭其意義，並能將之應用於訊號分析與處理上	A 講述教學法 C 示範教學法 E 問題或專題教學法	a 考試 b 測驗 c 作業	U1
偏微分方程式	瞭解偏微分方程式的由來以及其所代表的物理意義，並學會線性偏微分方程式標準型的基本求解方法與技巧	A 講述教學法 C 示範教學法 E 問題或專題教學法	a 考試 b 測驗 c 作業	U1
複變函數與積分	瞭解複變函數之特性，複變分析的理論以及複變函數積	A 講述教學法 C 示範教學法 E 問題或專題教學法	a 考試 b 測驗 c 作業	U1

三、課程教學大綱

班次 02

1. Vector Calculus:
vector functions, differentiation of vector functions, curves and surfaces, tangents and normals, integration of vector functions, line integrals, surface integrals, gradient, divergence and curl, Green's theorem, Gauss' theorem, Stokes' theorem, potential theory
2. Fourier Analysis:
Fourier series, convergence of Fourier series, Fourier integrals, Fourier transforms, properties of Fourier transform, complex Fourier transforms, Fourier spectra, power spectra, discrete Fourier transform
3. Orthogonal Expansions: (if time permits)
special functions (Legendre, Bessel), orthogonal polynomials, Sturm-Liouville theory, eigenfunction expansions
4. Linear Partial Differential Equations:
method of separation of variables, eigenvalue problems, eigen-solutions, heat equations, wave equations, Laplace equations, non-homogeneous equations and boundary conditions, Laplace and Fourier transforms for solving boundary-value problems
5. Complex Analysis:
complex variables and complex functions, analytic functions, differentiation and integration of complex functions, multi-valued functions, branch point and branch cut, Cauchy integral theorem, power series, Taylor and Laurent series representation of functions, singularities, residue theorem, application on real integrals

四、教科書及參考書目（書名、作者、出版者、出版日期）及輔助教材

班次 02

教科書： 'Advanced Engineering Mathematics', 6th ed.,
P. V. O'Neil, Thomson, 2007.

五、課程說明與進度

班次 02

數學是所有理工學科的基礎。大凡對於任何一門科學領域中的問題，從一開始的現象描述、建構模式到最後分析求解、得出結論的過程，大概都脫不了要使用到數學。工程數學是所有工科學生所必須修習的一門基礎知識課程，它除了延續同學們在大一所學過的微積分觀念與知識之外，並包括了分析一般工程問題所需應用到的基本數學工具，以及求解數學模式所需使用到的方法與技巧。這門課除了介紹數學方面的知識，亦強調其方法與應用。為了不讓學生覺得學了半天數學卻不知為何而學以及用於何處，本課程將盡量避開不必要的理論證明，並從各位同學接下來即將要修習的各個知識領域的課程諸如材料力學、流體力學、熱傳學、自動控制、電路學、系統動力、振動學、訊號處理……當中舉例來說明工程數學的應用。工程數學(下)的內容主要為向量函數的微積分、傅立葉(Fourier)級數展開及傅立葉轉換、偏微分方程式及其解，以及複變數分析與應用。課程會使用到相當多函數的微分與積分(特別是積分)，同學們事先應將大一的微積分溫習一遍。另外，除了偏微分方程式的部分會應用到工程數學(上)中之常微分方程式的解與技巧，其他的章節基本上與工程數學(上)無關，同學可不必太過於擔心課程銜接上的問題。

本課程的後續課程計有：工程數學二、高等工程數學、偏微分方程式、工程統計法、數值分析、擾動學……等。同學們若有興趣的話亦可至外系或數學系選修更專門的數學課程，以增進數學方面知識的廣度與深度。

本課程 97 學年度第二學期各週之授課進度暫訂如下：

週次	講授內容概要	教科書章節
1	• Vector differential calculus — vector functions, curves (length, tangent, normal, curvature and torsion), Frenet formulas, velocity & acceleration of particle	(O'Neil) Sec.12.1~12.2
2	• Vector differential calculus — vector field, streamlines, gradient of scalar field, directional derivative, physical interpretation of gradient, divergence & curl of vector field, physical interpretation of divergence & curl,	(O'Neil) Sec.12.3~12.5
3	• Vector differential calculus — important vector identities • Vector integral calculus — line integrals of scalar & vector fields, conservative vector field & potential theory, representations of surfaces, areas	(O'Neil) Sec.12.5, Sec.13.1, Sec.13.3~13.4
4	• Vector integral calculus — surface integral of scalar field, surface integral of vector field • 第 1 次小考(暫定)	(O'Neil) Sec.13.5
5	• Vector integral calculus — Green's theorem, extension of Green's theorem, divergence (Gauss) theorem, Green's identities, Stokes theorem, Stokes theorem & potential theory	(O'Neil) Sec.13.2, Sec.13.6~13.8

6	• Fourier series & Fourier Integrals — Fourier series (concept & idea), Fourier coefficients, Fourier-series representation of function, piecewise continuous & piecewise smooth functions, convergence properties of Fourier series	(O'Neil) Sec.14.1~14.3
7	• Fourier series & Fourier Integrals — Fourier cosine & sine series, differentiation & integration of Fourier series, Parseval theorem, Fourier-series representation of periodic function, Fourier spectrum • 第2次小考(暫定)	(O'Neil) Sec.14.4~14.6
8	• Fourier series & Fourier Integrals — complex Fourier series, Fourier integrals, convergence of Fourier integral, Fourier cosine & sine integrals, complex Fourier integrals • Fourier transforms — idea of Fourier transform, Fourier transform & inverse Fourier transform	(O'Neil) Sec.14.7, Sec.15.1~15.3
9	• Fourier transforms — Fourier spectrum, properties of Fourier transform • 第3次小考(暫定)	(O'Neil) Sec.15.4
10	• Fourier transforms — convolution, applications of Fourier transform, windowed Fourier transform, filtering & Dirac delta function, lowpass & bandpass filters, Fourier cosine & sine transforms, discrete Fourier transform, discrete Fourier spectrum, power spectrum • Special functions, eigenfunction expansions — (若時間不允許則略去此章節) special functions (Legendre polynomials, Bessel functions), orthogonality of special functions	(O'Neil) Sec.15.4~15.5, part of Sec.15.7, part of Sec.16.1, part of Sec.16.2
11	• Special functions, eigenfunction expansions — (若時間不允許則略去此章節) orthogonality of special functions, Fourier-Legendre series, Fourier-Bessel series, boundary-value problem, Sturm-Liouville theorem, eigenfunction expansions • 第4次小考(暫定)	(O'Neil) part of Sec.16.1, part of Sec.16.2, part of Sec.16.3
12	• Partial differential equations (PDE) — types of PDE (heat equation, wave equation, Laplace equation), methods of separation of variables, solutions to unsteady heat equation with different boundary conditions	(O'Neil) Sec.18.1~18.2 (exclude 18.2.4)
13	• Partial differential equations (PDE) — unsteady heat conduction in infinite media, steady heat equation (Laplace equation), Laplace equation in polar coordinates, Laplace equation for unbounded domain	(O'Neil) Sec.18.3 (exclude 18.3.3), Sec.19.1~19.3, Sec.19.8.1, part of Sec.19.5.1

14	- Partial differential equations (PDE) — wave equation, wave equation for infinite string, unsteady heat equation in cylindrical coordinates, equations in multiple spatial coordinates - 第 5 次小考(暫定)	(O'Neil) Sec.17.1~17.3 (exclude 17.2.5 & 17.3.3), Sec.18.4, Sec.17.7, Sec.18.5
15	- Partial differential equations (PDE) — non-homogeneous equation & non-homogeneous boundary conditions, method of Laplace transform, method of Fourier transforms - Complex analysis — complex variables & complex functions, Cauchy-Riemann conditions, analytic functions, power series	(O'Neil) Sec.17.2.5, Sec.18.2.4, Sec.18.3.3, part of Sec.19.5.1, Sec.17.3.3 part of Sec.20.1, part of Sec.20.2, Sec.21.1~21.2
16	- Complex analysis — complex exponential & trigonometric functions, multi-valued functions (complex logarithm & fractional powers), branch point & branch cut, Taylor & Laurent series, singularities (poles) - Complex integrations — Cauchy integral theorem, Cauchy integral formula - 第 6 次小考(暫定)	(O'Neil) Sec.21.3~21.5, Sec.22.3~22.4
17	Complex integrations — power series representation of function, residue theorem, application of residue theorem, evaluation of real integrals using complex integration techniques	(O'Neil) Sec.23.1~23.2, Sec.24.1~Sec.24.3
18	第 6/15 期末考試(依照學校規定時間)	

六、評分及考試

班次 02

- 5~6 次小考 佔 70 分
- 期末考 佔 40 分 (合計總分 110，最高 99 分)
- 作業(指定各章節習題，但無須繳交，亦不予評分)

七、授課教師與助教

班次 02

授課教師：

Name: 伍次寅

Tel: 33662708

Office: 工綜 618
e-mail: tywu@ntu.edu.tw
Office hours: Wed. 12:00~2:00 pm

助教：

Name: 黃新展
Tel: 33662768
Office: 舊機館 205
E-mail: hsinchanhuang@ntu.edu.tw

【註】：

本系大學部學生養成之核心能力如下：

- U1.具備學理基礎及應用工程知識與技術之能力。
- U2.具備設計與執行實驗，以及發掘、分析、解釋、處理問題之能力。
- U3.具備設計系統、元件、製程及工程規劃與整合及創新之能力。
- U4.具備執行工程實務之相關知識與技能以因應科技及工業發展的需求。
- U5.認識當前與機械工程相關之先進科技與時事議題，並具備整合跨領域知識之能力。
- U6.具備團隊合作之精神，有良好之表達溝通、運用外語及領導與管理之能力。
- U7.具備端正之品行、健全的人格、熱心服務及重視專業倫理之精神。

本系研究所學生養成之核心能力如下：

- G1.具備機械工程之專業知識與技術。
- G2.具備策劃及執行專題研究之能力。
- G3.具備撰寫技術報告及論文之能力。
- G4.具備創新思考及獨立解決問題之能力。
- G5.具備與不同領域人員協調整合之能力。
- G6.具備國際觀及良好的外語能力。
- G7.具備領導、管理及規劃之能力。
- G8.具備終身自我學習成長之能力。

填表說明

一、課程教學目標

課程教學目標的定義為期望學生在教學結束後會有的行為表現之敘述（陳昭雄，1997）；為高度特定的目標，目的在溝通教學意向給學習者，以可觀察可測量的行為詳述學生的學習（黃光雄，2002）。

描述在課程結束想要達成的成果，包括學生在課程結束時所學到以及能夠運用的知識。教學目標有下列三項功能：

- (一) 能夠使教學有所依歸，而循序漸進，不致超過應該學習的範圍。
- (二) 使教學活動的設計有所依據，來加強學生的學習效果。
- (三) 使學習效果的評量有所依據，而評量的結果可以做為教學改進的指標。

*課程教學目標以 100~300 字較為適宜，以免過於簡略或冗長。

二、教學成效（學生學習成果）

將課程之教學目標予以「精確說明」，分項具體敘述達成教學目標後，所預期的成效及改變。包括學生在課程結束後能夠獲得並展現何種知識與能力。

以「基本攝影」這門課程為例，可以列出的教學成效為：（陳昭雄，1997）

- (一) 認識各種照相機的特性、鏡頭尺寸、曝光速度、光圈的調整、以及顯像化學品的性質。
- (二) 以一般可攜帶的相機攝影，調和顯像用的化學藥液，沖洗黑白底片，接觸印像和放大印像。
- (三) 認識好的攝影作品。

三、教學策略及方法

敘述為達成課程目標及教學成效所需實施的活動、作業與歷程等。

今參考常見之教學策略及方法，共 11 項（陳昭雄，1997；黃正傑，2002）：

A. 講述教學法

講述教學法是一種以某個特定主題為中心所做的有組織、有系統的口頭講授。它使用口頭的溝通。利用黑板，或傳統投影片講授教材內容。

B. 討論教學法

討論教學的定義是一群學生在教師的指導之下，以各種討論形式，就學習上的問題參與創造性、建設性的思考，在彼此互相切磋，集思廣義之下，不但求點的切入，更求面的廣泛。在討論教學中，學生提供大部分的討論資料，教師再予匯集整理。

C. 示範教學法

教師在教學過程中，具體地解釋一個推導、操作或實驗的各項步驟。一般而言示範在科學原理、工具設備的運作，以及用手操作等技術方面的教學可以有效地使用。例如在課堂中說明建立模型，或是解題的各項步驟；或在實驗、實習中教師以行動代替講授。

D. 作業教學法

作業教學的活動是使學生在有目的、有計畫之下，進行手腦並用的學習活動。在這裡的學習活動，是學生利用所學之理論及技能，配合具體的物質材料、工具、及設備，在老師計畫實施之下，以完成某一項作品而達到學習的目的。作業的形式可以是書面，也可以是具體作品，或是指定題目的專題或報告。屬於單向之教學法。

E. 問題或專題教學法

問題教學是教師運用問題及發問的技巧以增加教學的效率。一般而言，單純的講述只是單向的溝通，問題教學是以有價值的問題，用系統的步驟引導學生解決問題，以增進學生的創造和解決難題的能力。例如專題之題目及內容由學生主動發掘、進行與完成。屬於雙向互動之教學法。

F. 角色扮演教學法

角色扮演教學就是設計或模擬工業界、企業界、社會和政府組織等各種真實的生活情境，有二個或二個以上的學生扮演情境中的各種角色，以實際去學習各行業職位的功能以及其人際關係，並尋找出具體的有關行業問題的解決方法。

G. 電視及多媒體教學法

每一次的電視教學首先都是課程單元的講解與示範，然後便是教室內教師的補充講解，學生運用和相互檢討等教學活動。例如影片播放、幻燈片、多媒體展示等均屬電視教學法。與講授教學法不同之處在於電視教學法具聲光效果，且教師僅負責補充講解。

H. 協同教學法

協同教學是兩個或兩個以上的教師，共同合作計畫，並根據個人的專長，將學生分成衣組或更多的小組，安排最適當的教學環境，從事教學活動。例如由數位不同專長之教師合開課程。

I. 創造教學法

創造教學乃是助長學生創造力所實施的教學。提供學生自動自發學習和獨立思考的機會。

J. 編序教學法

編序教學是將所需學習的教材分割成許多小步，然後再將這些小步所進行的文節，織成為一個按部就班的序列。編序教學運用編序教本，教學機或電腦以達成個別化教學的目的。

K. 電腦輔助教學法

電腦輔助教學是一種運用電腦為工具以幫助教師教學的方式。

*填表時如有需要，請附加簡短文字說明教學方式，例如講述教學法是利用黑板或是傳統投影片。

四、評量方式

評量的策略包含了蒐集教學成果的歷程，採用何種方式評量，以及如何蒐集評量成果此外，評量方法的描述應包括如何運用評量的資料以有效改善教學。

- a. 考試。例如期中考、期末考等。
- b. 測驗。例如隨堂考、平時考等。
- c. 作業(home work, assignment)。
- d. 報告(report)。例如口頭或書面，個人或小組報告等。
- e. 專題(term project)。例如口頭或書面，個人或小組專題等。
- f. 實作。
- g. 課堂討論。

h. 教授、助教觀察記錄。例如出席情形。

i. 其他。請簡單說明之。

*填表時如有需要，請附加簡短文字說明評量方式，如考試為期中或期末考。報告為口頭或書面，個人或小組報告等。