



交流天地

十二年國民基本教育課程綱要 物理科課程內容說明

物理課綱小組提供，聯絡人：張仁壽*

*基隆女中物理教師
*manbeast.tw@gmail.com

十二年一貫高一基礎物理課綱，除了延續『99課綱』的設計精神，以『物理學家發想過程的故事為主、基礎物理通才知識為輔』，也更清楚地揭示：高一基礎物理是針對『不分組、全領域學生』所設計的課程，更以編排『文組取向學生』更容易接受與吸收的教材為目標，希望全體學生接受到的是『物理發展的精神與傳承』，而非只是比較片段、比較不連貫的科學知識。

物理發展的主軸有兩個：『能量』與『尺度』。物理學家涉獵的尺度，從小於 10^{-15}m 的原子核，到大約 10^{23}km 的『可觀察宇宙』，這之中涵蓋的尺度變化與物體結構，有原子核、原子分子、細胞、生物體、行星、恆星、星系等等。而從能量的角度觀察，宇宙伊始高於 10^{32}K 的高能物理世界，演化到接近 0K 的低溫物理世界，物理學家發現這裏的巨觀物理、介觀物理和微觀物理各有千秋，各有不同的交互作用在穿針引線，進而巧妙地編織這個多元多彩的物理世界。

因此，這次課綱配合故事性與傳承性，將99課綱的前後順序做了一點更動，除了繼續延續99課綱試圖跳脫『聲、光、熱、電』的傳統教學模式外，更強調的是：通識物理

的『脈絡與傳承』。因此新課綱有兩個比較大的轉變：

- 一、跳脫以往以先知角度傳述物理知識的『硬模式』，改以『傳承、演化過程』為主的脈絡式編排，試圖改以『軟模式』讓基礎物理課綱的編排更加平易近人。
- 二、讓課程脈絡與『能量』與『尺度』這兩個物理的主軸的關聯更為明確。底下是這次課綱安排的主要變動：

1.對整體高一基礎物理的介紹內容，做一個有前後、有脈絡的鋪陳建議，順序如下：

- 第一章：科學的態度與方法
- 第二章：物質的組成與交互作用
- 第三章：物體的運動
- 第四章：電與磁的統一
- 第五章：量子現象
- 第六章：能量
- 第七章：宇宙學簡介

2.每一章細部的變化簡介如下：

- (1)建議在第一章，針對科學的態度與方法，從科學史一脈相承、發展與演化的方向做介紹。
- (2)將99課綱原來分散成兩章的『物質的組成』和『交互作用』，統整成第二章，強調物質與交互作用的關聯，讓課程介紹的脈絡更加清楚。
- (3)在量子現象這一章，更清楚標示這一章要向學生介紹的主軸：光電效應、粒子的波動性、波粒二象性、原子光譜。

- (4)第六章能量的介紹裡，希望能讓學生更清楚：能量除了可以轉換、儲藏與利用之外、能量除了守恆之外，也利用作功的能力的差異，介紹能量也會有『有序能量』對比『無序能量』的差別。
- (5)配合高二力學教學的編排，將所有比較偏向定義與計算的部分，挪往高二傳授，高一課程僅針對『伽利略到牛頓對運動學的發展沿革與貢獻』做介紹。
- (6)另外，新課綱比較大的變動是刪除聲波的重複介紹。聲波在國中已有相關基礎的介紹，而原 99 基礎物理課綱也祇做複習性的介紹。為了精簡內容，在十二年一貫基礎物理課綱裡，除了介紹光波與電磁波而必須保留下來的部分之外，已經全數刪除。因此，在新課綱的架構下，有關波動的介紹，和光與電磁波緊密結合，呈現一個更完整、更有脈絡的介紹。

新課綱介紹的編排順序，只是一個建議，主旨是用來說明基礎物理課程的編排應該要有一個更清楚的脈絡，更有先後傳承的故事性。教科書作者與第一線的老師，當然可以以此為例，將自己的觀點與創意植入，做不同的脈絡更動。脈絡清楚、分明是這份指引和以素養分類、十二年一貫聯繫為主的課綱最大的差異。建議老師編寫教學大綱時，以這份指引建議的脈絡順序為本，加入自己的創意鋪陳。

高中選修物理之教材呈現指引說明

本指引的宗旨是說明十二年國教高中選修物理課綱的結構和內容以及做各種修訂的理由，由於課綱內容須顧及十二年一貫的精神，同一主題的內容要從小學到高中完整呈現，其編排並非按照教學的順序，此外，課綱言簡意賅，有些地方需要做補充說明，所以我們編寫此指引，大致按照教學的脈絡而非課綱的順序說明課綱的結構和內容。

十二年國教高中選修物理課綱大致仍然沿襲九九課綱中基礎物理 B 和選修物理的內容，但因學分數減少，所以內容也不得不有所刪減。幸運的是，此次課綱的擬定是將十二年國民教育一併審視，所以國中理化和高中必修物理課綱的訂定得以和高中選修物理互相參酌協調，而在研議時也同時參考了高中化學課綱的內容，因此得以刪除許多重複的課題，而仍能保持內容的完整。

我們刪減課綱內容有兩個原則，一是如前所述，刪除和必修物理以及化學重複的部分，其次是刪減九九課綱中會牽涉到繁複計算而又無助於更深入瞭解物理觀念的部分，我們也嘗試增列一些重要的題材，但因學分數的限制，增加的非常有限。

刪節的包括靜力學，靜電學，熱學中的比熱、三態變化、熱功當量、熱膨脹，聲音的傳播以及光學中的面鏡介紹。靜力學和靜電學的刪節是為了避免教學現場將重點擺在非必要的繁複計算和反覆演練上，其餘的課題則是因為在國中和高一必修物理都已經列入，不必重複。最後，我們雖然刪除面鏡，但仍保留了透鏡的介紹，目的是希望學生對幾何光學的瞭解與其在生活上的應用仍能保有深刻的體會。

電磁波及量子現象在本課綱中獲得充實。電磁波受到強調，係著眼於它在現代生活中的廣泛應用，這裡我們的建議是著重於電磁波的電磁場的性質和電磁波的應用，並且設計一個實驗以利學生的瞭解。而在量子現象的探討中，我們認為解釋原子結構時不能僅止於波耳原子模型，因為這樣會誤導學生，以為波耳原子模型可以正確描述所有原子的各種性質，所以應該適當地用物質波的概念描述原子結構。

在測量與不確定度這部分，我們用『不確定度』取代原來的『誤差』，這和過去將重點單獨放在『誤差』有所區別。測量當然會有誤差，但測量還有難易之分和各種主客觀條件的限制，所以測量的『質』也要考慮，因為這是全新的內容，故建議以課堂講授取代 99 課綱的實驗來清楚地解釋測量與不確定度的觀念。

有幾個課題因為學分數的限制而不能列入課綱，非常可惜，必修物理已經介紹了這些觀念，如果選修物理可以對它們做進一步的分析和引入一些簡單的計算，那就可以讓學生有更深入的瞭解和更紮實的基礎，這些課題包括：

- (1)熱力學第一定律，必修物理中已經介紹了能量形式的轉換和能量守恆，離熱力學第一定律只差一步，選修物理如能列入方程式 $Q = \Delta E + W$ 的解釋就可以完整地說明這個重要的定律。
- (2)熱力學第二定律，必修物理中已經提到能量做功的效率，有序和無序的能量以及能源這些課題，選修物理如能給效率做個明確的定義，並介紹冷氣機和冰箱這些日常生活用品的操作原理，學生必然能對這個定律和能源問題有更多的認識，倒也不一

定要介紹「熵」這個觀念。

- (3)電磁波，電磁波是重要的物理現象，用途非常廣泛，當初馬克士威建構電磁波的概念是物理發展的里程碑，選修物理只能大致分析電磁波的性質，對求知欲強的學生可能需要額外的指導。
- (4)物質波，物質波不好理解，選修物理無法多所著墨，只有多舉例子、多介紹量子現象才能讓學生理解，以後才容易接受薛丁格方程式。

為了落實選修物理的教學，儲備理工科系學生上大學前的基礎訓練，課程內容應該搭配創新的「校訂選修課程」來補強，校訂選修課程在物理方面除了可以對較抽象的觀念如角動量、光的繞射等做更近一步的闡釋外，也可以對上面所述一至四點作更多的介紹，還可考慮引入微分來解釋物理觀念。