

99 課綱學科能力測驗自然考科（物理）命題方向

壹、99 課綱說明

就物理科而言，99 課綱與以往課綱的差異處有二，一則是課程分版的實施，另一則其包含的概念內容與架構有很大的差異。

一、高二 A、B 分版課程說明

對於理組學生而言，99 課綱中物理科必修與必選的學分數與 95 課綱相比有所縮減，而物理課綱的內容又必然會受到物理學分數多寡的影響，為了不讓理組學生所修習的物理學分數過少，99 課綱物理科將高一「基礎物理一」列為必修課程，並將高二物理課程分為「基礎物理二 A」與「基礎物理二 B」，讓學生可以依照自己的興趣，在高二課程進行不同的選修。高二物理課程的重點在於介紹牛頓力學，「基礎物理二 A」僅 2 學分，是一門較為簡單的力學課程，各主題的設計係依循新課程通識教育的精神，培養學生基本的物理素養；「基礎物理二 B」為 4~6 學分，其內容引導學生深入探究牛頓力學，比「基礎物理二 A」更注重力學的嚴謹性、推導與計算，能讓將來要選擇理工為專業的學生建立古典物理概念的基礎，並進一步銜接高三「選修物理」的課程。99 課綱物理科的課程分版，使得力學中有些相同概念在 A、B 版中所涉及的深度與廣度皆有所不同。

二、99 課綱所列主題的組織方式與以往課綱迥異

在概念內容上，新舊課綱的差異在於所列主題的組織方式不一樣，以往課綱是以各種「現象」作為分類基礎，而 99 課綱是以「概念」作為教材分類的基礎（高涌泉，2008），這樣的安排使得 99 課綱物理教材的陳述方式將與以往大不相同。為了國中與高中課程的銜接，以往高中基礎物理會有部份主題與國中課程重疊，而 99 課綱依循「中小學一貫課程體系參考指引」的規範，設定課程內容的各項主題，也刪減某些與國中「自然與生活科技」重疊的內容（高涌泉，2008）¹。

¹高涌泉（2008）。高中物理課綱修訂的理念與特色。《教育研究月刊》，166，5-11。

貳、99 課綱學測自然考科物理試題測驗範圍

一、測驗範圍

在以往的課綱下，文組傾向的同學通常不會選修高二物理課程，99 課綱物理科課程分版設計了「基礎物理二 A」，為文組學生增加了選修的機會。

學測測驗全體高中生的基本知能，主要功能為初步篩選，學測自然考科物理試題與指考物理考科測驗範圍採「學測考 A 版、指考考 B 版」，學測自然物理試題如表一所示。

表一、學測自然物理試題的測驗範圍

試卷	【第壹部份】測驗範圍	【第貳部份】測驗範圍
涵蓋的課綱範圍	基礎物理一	基礎物理二 A

附錄一列出學測自然考科物理試題的測驗內容。測驗內容將物理課程綱要中所列之概念內容加以整合，分成不同主題並詳述其測試項目。「補充說明」欄位中所列為該概念內容涉及深度的規範，是編製試題時的重要參考。另外，有兩點要特別注意：

- (一) 基於學習的連貫性，國中已學過的概念應視為考生具有的先備知識。
- (二) 99 課綱附錄不列入考試範圍，試題如涉及 99 課綱的附錄內容，相關知識需在題幹中加以說明。

參、99 課綱學測自然考科物理試題示例

一、測驗內容示例

(一) 學測與指考試題設計的差異舉例說明

量子現象為 99 課綱高一課程新加入的主題，高三選修物理也有涉及，例 1 呈現相同的概念內容在學測與指考需有不同程度的提示。

* 量子現象

例 1. (單選題，適用於學測自然考科)

在光電效應的實驗中發現，僅有頻率夠高的光照射到金屬表面才能打出電子，這是因為電子需要獲得足夠的能量，克服金屬的束縛才能從金屬表面逸出，設電子逸出所需最小的能量為 W 。今小明以同一單色光分別照射在不同的金屬板甲、乙上，皆能測量到光電流產生。已知金屬板甲的電子逸出所需最小能量為 $W_{\text{甲}}$ ，金屬板乙的電子逸出所需最小能量為 $W_{\text{乙}}$ ，且 $W_{\text{甲}} > W_{\text{乙}}$ 。該單色光的頻率為 ν ，普朗克常數為 h ，則 ν 與 $W_{\text{甲}}$ 、 $W_{\text{乙}}$ 之間的關係，下列何者正確？

- (A) $h\nu > W_{\text{甲}}$ (B) $h\nu < W_{\text{甲}}$ (C) $W_{\text{甲}} > h\nu > W_{\text{乙}}$ (D) $h\nu = W_{\text{乙}}$ (E) $h\nu < W_{\text{乙}}$

參考答案：A

說明：學生須知道光子的能量 $E = h\nu$ ，及光子的能量大於電子逸出所需最小能量即可打出電子。學測自然考科試題會說明光電效應實驗所驗證的事實（如底線標示），並提示功函數為電子逸出所需最小能量（如框線所示）。

(二) 針對以往未出現的新課程內容舉例說明

「物質間的基本交互作用」為 99 課綱新加入的內容，以往的課綱從未出現過。

* 物質間的基本交互作用

例 2. (多選題，學測自然考科與指考物理考科皆適用，惟學測自然考科多選題會提示正確選項個數，指考物理考科則否。)

電磁力、強作用力、弱作用力與重力經物理學家確認，是所有物質與物質之間性質不同的四種基本交互作用力。其中強、弱作用力皆為短距離的作用力，有效作用距離侷限在原子核大小的尺度，而重力與電磁力都是長距離的作用力，有效作用範圍無遠弗屆。下列有關各種作用力的敘述，哪些正確？（應選三項）

- (A) 電子與質子間有電磁力 (B) 質子與質子間有電磁力
(C) 原子核內的質子與質子間有強作用力 (D) 中子的衰變與弱作用力無關
(E) 重力主導原子核的衰變

參考答案：ABC

說明：這是新課程內容，目的在測試考生對四種交互作用力的作用範圍與對象有基本的認識。選項(D)裡，中子的衰變與弱作用力有關；而選項(E)裡的原子核衰變主導的力不是重力。原子核衰變時，有的與強作用力有關，有的與弱作用力有關，有的與電磁力有關，所以選項(D)與(E)是錯誤的選項。

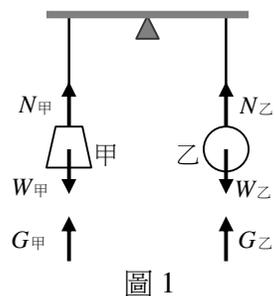
(三) 針對「學測考 A 版」舉例說明

基礎物理二 A 與基礎物理二 B 的內容都是力學，但深淺程度不同，故試題敘述有不同程度的提示。以下的例 3 是「學測考 A 版」舉例說明。

*力學

例 3. (單選題，適用於學測自然考科)

當一個物體 A 向另一物體 B 施以一作用力，物體 B 便會向物體 A 施以一方向相反，但大小相同的力，稱為反作用力。作用力與反作用力是施加於不同的物體上。圖 1 中，甲與乙兩物體在等臂天平兩端，天平保持平衡靜止，其中 $W_{甲}$ 與 $W_{乙}$ 分別代表甲與乙所受的重力， $N_{甲}$ 與 $N_{乙}$ 分別為天平對甲與乙的向上拉力，若 $G_{甲}$ 與 $G_{乙}$ 分別代表甲與乙對地球的萬有引力，則下列選項中哪一對力互為作用力與反作用力？



- (A) $W_{甲}$ 與 $W_{乙}$ (B) $N_{甲}$ 與 $W_{甲}$
(C) $N_{甲}$ 與 $N_{乙}$ (D) $G_{甲}$ 與 $W_{甲}$

參考答案：D

說明：此題測驗考生對牛頓第三運動定律（即作用力與反作用力）的基本認識。題幹中底線標示者為牛頓第三運動定律內容的提示，考生可直接由題幹敘述推知答案為(D)。

附錄一、學測自然考科物理試題測驗內容（適用 99 課綱）

自然考科第壹部份（基礎物理一，表列的所有測驗項目及內容，皆屬於測驗範圍，可有任何題型）

一、物理學簡介與物理量的單位

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
1-1 物理學簡介	(a) 物理學探討的方向及其涵蓋的範疇。 (b) 物理學的演進。	• 僅限由物理學家的貢獻來了解物理是實驗與理論相輔相成的學問，及其與人類文明發展的關係。
1-2 物理量的單位	(a) 國際單位制。	

二、物質的組成

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
2-1 物質由原子組成	(a) 原子的大小。 (b) 固態、液態及氣態之間的差異。 (c) 觀察原子、移動原子、奈米科技的發展。	• 避免提及如「掃描電子顯微鏡」、「場發射顯微鏡」等專業名詞。
2-2 原子與原子核的組成	(a) 原子的組成：原子核與電子。 (b) 原子核的組成與大小：質子與中子。 (c) 質子與中子的組成：夸克。	• 避免提及夸克的種類及所帶電荷。 • 夸克是目前實驗發現最基本的粒子。

三、物體的運動

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
3-1 物體運動的軌跡	(a) 位置、位移、速度、加速度。	• 僅限一維運動。

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
3-2 牛頓運動定律	(a) 物體的質量與物體運動的慣性。 (b) 慣性定律。 (c) 力與物體運動的狀態、運動方程式($F=ma$)的意義。 (d) 日常生活中常見的摩擦力及彈簧力 (e) 示範實驗一：摩擦力的觀察。	<ul style="list-style-type: none"> • 不涉及軌跡數學式。 • 不涉及摩擦係數。
3-3 克卜勒行星運動定律	(a) 克卜勒三大定律發現的歷史背景及內容。	<ul style="list-style-type: none"> • 不涉及橢圓方程式。

四、物質間的基本交互作用

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
4-1 重力	(a) 萬有引力定律。 (b) 萬有引力定律與克卜勒行星運動定律的關係。	<ul style="list-style-type: none"> • 不涉及數學式的推導。
4-2 電力與磁力	(a) 帶電物體間的庫倫靜電力。 (b) 庫倫靜電力與原子的形成。 (c) 磁鐵間的磁力、磁力線與磁場。	
4-3 強力與弱力	(a) 「強力」的存在與其作用範圍。 (b) 「弱交互作用(或弱力)」的存在與其作用範圍。 (c) 自然界的基本作用力可分為重力、電力與磁力、強力、弱力。 (d) 日常生活中所經驗到的各種力，若從原子的觀點來看，其來源都是電力與磁力的作用。	強力與弱力僅限定性的了解以下的概念為主： <ul style="list-style-type: none"> • 強力可以束縛質子與中子而形成原子核，可克服原子核內質子及質子間的相斥靜電力。 • 中子或原子核的β衰變是弱力的作用所引起。

五、電與磁的統一

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
5-1 電流的磁效應	(a) 電流產生磁場。 (b) 安培右手定則。 (c) 示範實驗二：載流導線的磁效應。	• 定性的了解，不涉及任何數學公式的推導。
5-2 電磁感應	(a) 法拉第感應定律。 (b) 電磁感應與電磁力。 (c) 馬克士威的貢獻：馬克士威方程式。 (d) 示範實驗三：電磁感應。	• 定性的了解，不涉及任何數學公式的推導。 • 不含馬克士威方程式的數學形式與內容。

六、波

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
6-1 波的性质	(a) 波速、頻率、波長及其間的關係。 (b) 波的反射、折射、干涉與繞射現象。 (c) 聲波的都卜勒效應。	• 僅作定性的了解，不涉及數學公式的推導。 • 以圖示方式了解干涉現象。 • 僅作定性的了解。
6-2 光與電磁波	(a) 光的微粒說與波動說。 (b) 光的反射與折射。 (c) 光的干涉與繞射。 (d) 光是電磁波：電磁感應與馬克士威方程式的預測。 (e) 電磁波譜在日常生活中的應用。 (f) 示範實驗四：楊氏雙狹縫干涉。	• 定性的了解，不涉及數學公式的推導。

七、能量

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
7-1 能量的形式	(a) 力學能、熱能、光能、電能、化學能等各種形式的能。 (b) 溫度測量及熱平衡概念。 (c) 克氏溫標（絕對溫標） (d) 溫度與原子平均動能的關係。	• 不涉及數學推導及計算各種能量及能量間轉換。
7-2 能量間的轉換與能量守恆	(a) 能量間的轉換以及能量守恆。 (b) 質能轉換的概念： $E = mc^2$ 。	
7-3 核能	(a) 原子核的分裂 (b) 核能發電與輻射安全。 (c) 原子核的熔合（含知道太陽能來自核熔合）。	
7-4 能量的有效利用與節約	(a) 能源的有效利用及再生 (b) 日常生活中能源的節約。	

八、量子現象

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
8-1 微觀粒子的波粒二象性	(a) 光的粒子性：光電效應。 (b) 光子能量 $E = h\nu$ 。 (c) 光電效应在日常生活之應用。 (d) 電子的波動性：雙狹縫電子干涉現象。 (e) 微觀（原子）尺度下粒子的運動：量子論。	• 僅作定性的了解。 • 僅作定性的了解。 • 僅作定性的了解。 • 僅作定性的了解。
8-2 原子光譜	(a) 電子的軌道與原子的能階。 (b) 原子能階的躍遷與其吸收與發射光譜。 (c) 不同的原子有不同的光譜。	• 不涉及數學推導。

九、宇宙學簡介

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
9-1 星體觀測及哈伯定律	(a) 星體的觀測。 (b) 宇宙中各種結構（如：太陽系、星系、星系團等）的尺度。 (c) 星體光譜之紅移現象與哈伯定律。 (d) 哈伯定律及膨脹的宇宙。	• 僅作常識性的了解。
9-2 宇宙起源	(a) 宇宙演化的歷史。 (b) 霹靂說與宇宙微波背景輻射。	• 僅作常識性的了解。

自然考科第貳部份（基礎物理二 A，並非所有學生都有修習，表列的測驗項目及內容，可有知識題與科學推理題等兩種題型）

一、運動學

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
1-1 直線運動	(a) 位移及路徑長。 (b) 速度及速率。 (c) 加速度。 (d) 等加速運動、自由落體運動。	• 僅限質點的直線運動。 • 速度及加速度都不涉及微分運算符號。

二、牛頓運動定律

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
2-1 慣性與牛頓第一運動定律	(a) 運動體的慣性。 (b) 力使物體的運動狀態改變。 (c) 靜力平衡。 (d) 力的向量性質。	• 靜力平衡及力的向量性質部分不涉及計算。 • 計算僅限直線運動。
2-2 牛頓第二運動定律	(a) 力與加速度。	

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
2-3 牛頓第三運動定律	(a) 作用力及反作用力。	
2-4 摩擦力	(a) 靜摩擦力及動摩擦力。	• 不涉及摩擦係數。

三、動量與牛頓運動定律的應用

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
3-1 動量	(a) 動量及其與作用力之間的關係。	• 僅限質點的一維運動。
3-2 動量守恆	(a) 動量守恆及牛頓第三運動定律。	
3-3 等速率圓周運動	(a) 等速率圓周運動。 (b) 角速度、切線速度、向心加速度及向心力。	

四、萬有引力

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
4-1 萬有引力定律	(a) 萬有引力定律的數學形式。	
4-2 地球表面的重力與重力加速度	(a) 物體在地表所受重力與地表的重力加速度。	• 不涉及橢圓軌道及地球內部的重力。
4-3 行星與人造衛星	(a) 行星與人造衛星的運動。	

五、功與能量

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
5-1 功	(a) 功的定義。	• 僅限一維運動。
5-2 動能與功能定理	(a) 動能的定義。 (b) 外力作功與物體動能之變化。	

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
5-3 位能	(a) 位能的定義。 (b) 地表附近的重力位能。	
5-4 力學能守恆	(a) 力學能守恆定律。	

六、碰撞

測 試 項 目	主 要 內 容	補 充 說 明
6-1 碰撞	(a) 二物體碰撞前後的動量及動能變化。	<ul style="list-style-type: none"> • 不涉及約化質量。 • 不涉及恢復係數。 • 不涉及內能。