

大學入學考試中心

指定科目考試
物理考科考試說明
(適用於 99 課綱)

中華民國 100 年 9 月

版權所有

指定科目考試物理考科考試說明

目 錄

壹、測驗目標	1
貳、測驗內容	2
參、試題舉例	3
附件一、指定科目考試物理考科測驗內容.....	12
附件二、物理科99課綱與95暫綱的差異.....	20

指定科目考試

物理考科考試說明

民國 102 年開始，「指定科目考試物理考科」將依據 99 學年度實施之「普通高級中學課程綱要」(簡稱「99 課綱」) 命題¹。本考試說明係依據 99 課綱之內容，依循指定科目考試評量考生進階知能的測驗目標，說明測驗內容，並編寫試題舉例。

壹、測驗目標

為了評量考生基本的物理知識及進階能力，本文依循 Bloom (1956) 對認知層次的分類，將測驗目標整併為下列三種層次，由低而高分別為：

一、測驗考生對於知識的記憶與理解

能知道或能理解

- 1a. 重要的物理名詞和定義
- 1b. 基本的物理現象、規律、學說、定律、原理
- 1c. 重要物理現象的尺度
- 1d. 重要物理量的單位
- 1e. 實驗原理、過程、儀器的用途與材料的特性
- 1f. 重要物理實驗與其所呈現的事實、原理
- 1g. 重要的科技發現與應用

二、測驗考生應用概念解題的能力

- 2a. 單純的套用定義、公式、定律或原理解題
- 2b. 應用圖示或模型來表達物理概念、方法及原理
- 2c. 應用物理概念或模型解釋觀察到的物理現象
- 2d. 解讀題目給予的數據、數學式或圖表，解答相關的物理問題

¹ 99 學年度實施之「普通高級中學課程綱要」於民國 97 年 1 月 24 日發布，係由 95 學年度實施之「普通高級中學課程暫行綱要」(簡稱「95 暫綱」) 修訂而成。

三、測驗考生分析資料與綜合概念的能力

- 3a. 找出或發現問題的因果關係
- 3b. 分析題目給予的資料（文字、數據或圖表）以解決問題
- 3c. 融會貫通多個概念、公式、定律或原理以解決問題
- 3d. 分辨出不同物理概念之間的關聯與異同
- 3e. 根據資料作歸納、延伸、預測、推論、或結論

貳、測驗內容

指考物理考科的測驗內容將高一至高三物理課程綱要中所列之概念內容加以整合，涵蓋物理學與測量、物質的組成、物質間的基本交互作用、能量、宇宙學簡介、力學、熱學、波動（含聲波）、光學、電磁學、近代物理及實驗等十二個主題，各主題的授課節數與其占總節數百分比如表一所示。

表一、各主題授課節數與占總節數百分比

主題	授課節數	占總節數百分比 (%)
1. 物理學與測量	3.5	1
2. 物質的組成	2.5	1
3. 物質間的基本交互作用	3	1
4. 能量	4	2
5. 宇宙學簡介	2	1
6. 力學	68	30
7. 熱學	12	5
8. 波動（含聲波）	20	8
9. 光學	23	9
10. 電磁學	45	19
11. 近代物理	24	11
12. 實驗	25	12

試卷中各主題單元的占分比例以其授課時數比例為原則，而表一中主題 1~5 源自於基礎物理一的課程內容，該五主題中任一主題授課時數比例只占 1~2%，比目前指考試卷中一道單選題的占分比例 3% 還少，因此命製試題時，此五單元可能與其他單元結合成為一道試題，或是某一道試題選取其中一單元為測驗內容；但無論以何種形式呈現，主題 1~5 的占分比例應約為 6%。

附件一為指定科目考試物理考科測驗內容之表列，係依據 99 課綱編製而成，表中所列之測試項目及主要內容是將 99 課綱所包含之概念依不同單元加以統整，可提供編製試題參考。此外，基於學習的連貫性，進入高中以前已學過的概念亦涵蓋於指考物理考科的測驗內容之中。

附件二為物理科 99 課綱與 95 暫綱的差異。

參、試題舉例

試題舉例的目的是為了讓考生更清楚試題設計的方向，並非要呈現某些單元具有特別的重要性。

本考試說明在編寫試題時，著重於物理概念的辨正和應用，並避免解題的演算過程過於複雜。試題除了文字敘述，儘量以圖形配合，一則便於考生了解題幹之敘述，另外也可測驗考生對圖形的解讀能力。無論是文字或圖形，試題的情境敘述儘量符合真實情況和實際適用性。實驗題也是重點之一，主要測驗考生是否了解實驗操作原理及過程、實驗器材之選擇與安排，並能分析實驗記錄與數據。原則上，做過實驗的考生應該比沒有做過實驗的考生更能掌握解答問題的關鍵。

本文共有八道例題，分別對測驗目標與測驗內容舉例，並作重點式說明。

一、測驗目標示例

(一)測驗考生對於知識的記憶與理解

知識層次試題要求考生知道物理事實，或能理解物理概念。例 1 是「1f. 能知道或能理解重要物理實驗與其所呈現的事實、原理」的示例。

例 1. (單選題)

五位同學談到他們最敬佩的科學家在近代物理上的貢獻：

甲同學說：「普朗克提出量子論，完整解釋黑體輻射能量分布的實驗結果，開啟近代物理研究之門」

乙同學說：「拉塞福發現了原子核內的中子與質子，使人類對原子核結構的了解更為深入」

丙同學說：「銻琴發現 X 射線，對近代科學的發展及醫學上的應用，貢獻極大」

丁同學說：「波耳提出氫原子角動量與能量的量子化，使人類對原子結構的了解跨進一大步」

戊同學說：「愛因斯坦不但以光量子說解釋光電效應的實驗結果，又提出相對論，開啟近代物理的新頁」

以上五位同學的談話內容，何者**錯誤**？

- (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁 (E)戊

(改寫自 100 學年度指考)

參考答案：B

測驗目標：1f. 能知道或能理解重要物理實驗與其所呈現的事實、原理

測驗內容：11-2 X 射線 (b) X 射線的應用

11-3 量子論的發現 (b)普朗克量子論 (e)愛因斯坦光量子論

11-4 原子結構 (a)拉塞福散射與拉塞福的原子模型 (c)波耳的氫原子模型

11-5 物質波 (a)德布羅依物質波

說明：

拉塞福由 α 粒子的散射實驗，發現了原子核的存在，但並未發現核內的中子與質子，故乙同學的說法有誤。

(二)測驗考生應用概念解題的能力

應用層次試題除了要求考生知道概念的內容，還需用以解釋現象或解決問題。例 2 是「2a. 單純的套用定義、公式、定律或原理解題」的示例。

例 2. (單選題)

電子的物質波波長為 1.0×10^{-11} m 時，則其動能最接近下列何者？($h = 6.63 \times 10^{-34}$ J·s， $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg， $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ J)

- (A) 1.5 eV
 (B) 1.5×10^2 eV
 (C) 1.5×10^4 eV
 (D) 1.5×10^6 eV
 (E) 1.5×10^8 eV

參考答案：C

測驗目標：2a. 單純的套用定義、公式、定律或原理解題

測驗內容：6-6 功與能量 (2)動能與功能定理 (a)動能的定義

11-5 物質波 (a)德布羅依物質波

說明：

利用物質波公式 $p = \frac{h}{\lambda} = \sqrt{2m_e E}$

可得 $E = \frac{h^2}{2m_e \lambda^2} = \frac{(6.63 \times 10^{-34})^2}{2 \times 9.11 \times 10^{-31} \times (1.0 \times 10^{-11})^2} \approx 2.4 \times 10^{-15}$ J $\approx 1.5 \times 10^4$ eV，故選項 (C) 正

確。此題因各選項都有一個數量級的差距，並不需精確計算，只需估計指數部分即可作答。

(電子的靜止質量為 5.11×10^5 eV，電子的動能為其靜止質量的 $(15/511) < 3\%$ ，故可忽略相對論效應，而使用古典力學的動量與能量關係。)

(三)測驗考生分析資料與綜合概念的能力

推理分析層次試題除了要有基本知識與對基本知識的綜合能力之外，還要能分析題幹中所提供的資訊。例 3 是「3c. 融會貫通多個概念、公式、定律或原理以解決問題」的示例。

例 3. (多選題)

圖 1 中的彈簧，其力常數（或彈性常數）為 $k = 250 \text{ N/m}$ ，右端固定，左端聯結一質量 $M = 10 \text{ kg}$ 的木塊，靜置於無摩擦力的水平面上。今一顆體積很小、質量 $m = 10 \text{ g}$ 的子彈，向右以水平速度 v 射入且嵌於木塊中，形成子彈與木塊的組合體，從子彈與木塊接觸到子彈與木塊相對靜止的這段碰撞時間為 Δt 。碰撞後組合體作左右向的簡諧運動，其週期為 T ，彈簧最大壓縮量 d 為 0.20 m 。如果 $\Delta t \ll T$ ， $v\Delta t \ll d$ ，且彈簧的質量可以忽略不計，則下列選項哪些正確？

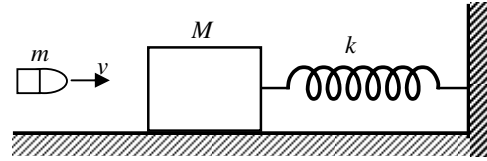


圖 1

(A) 子彈嵌入木塊過程為完全彈性碰撞

(B) $T = 2\pi\sqrt{\frac{M+m}{k}}$

(C) 簡諧運動的過程中，組合體的最大速率為 $\frac{M}{M+m}v$

(D) 若彈簧在自然長度時的位能為零，簡諧運動系統之總力學能約為 5 焦耳

(E) 子彈水平速度 v 約為 1000 m/s

(改寫自認識指考 3 參考試卷)

參考答案：BDE

測驗目標：3c. 融會貫通多個概念、公式、定律或原理以解決問題

測驗內容：6-4 動量與牛頓運動定律的應用 (6) 簡諧運動 (b) 簡諧運動

6-6 功與能量 (4) 力學能守恆 (a) 力學能守恆定律與其應用

6-7 碰撞 (2) 非彈性碰撞 (a) 非彈性碰撞與動量守恆

說明：

此題測驗考生對非彈性碰撞、動量守恆、簡諧運動之週期、與力學能守恆等概念的綜合瞭解程度。解題過程如下述：

1. 子彈嵌入木塊過程為完全非彈性碰撞，故選項(A)錯誤。

2. 簡諧運動之週期只與物體之質量、彈簧之力常數有關，即 $T = 2\pi\sqrt{\frac{M+m}{k}}$ ，故選項(B)正確。

3. 由於 $v\Delta t \ll d$ ，一開始彈簧之長度可近似為其自然長度，所以碰撞後之組合體的初速率即為最大速率。由動量守恆： $mv = (m+M)v_{\max} \therefore v_{\max} = \frac{mv}{m+M}$ ，故選項(C)錯誤。

4. $E = K + U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 250 \times (0.2)^2 = 5.0 \text{ J}$ ，故選項(D)正確。

5. 承4.，由系統之力學能為 $\frac{1}{2}(m+M)v_{\max}^2 = 5.0 \text{ J}$ ，再由動量守恆： $mv = (m+M)v_{\max}$ ，

$$\therefore v = \frac{m+M}{m} \cdot v_{\max} = \frac{m+M}{m} \cdot \sqrt{\frac{10}{m+M}} = \sqrt{\frac{10(m+M)}{m^2}} = \sqrt{\frac{10(10+0.01)}{(0.01)^2}} \cong 1000 \text{ m/s}$$
，故選項(E)

正確。

二、測驗內容示例

(一) 能量

例 4 為測驗「4-2(b)質能轉換的概念： $E = mc^2$ 」的概念內容（測驗內容編號請參閱附件一），屬於「能量」單元。「能量」單元主要介紹各種形式的能，以及能量之間的轉換，此單元主要屬於基礎物理一的課程內容，雖然該單元占總節數的比例約 2%（如表二所示），出成一道單選題（占分 3%）仍是命題時可能的作法。

例 4.（單選題）

台灣核能發電廠共有六部機組，當這些電廠同時運轉時，燃料棒中的 ^{235}U 經由核分裂反應過程產生的總功率估計約為 $1.5 \times 10^{10} \text{ W}$ ，若每次核分裂反應造成的質量損失約為 ^{235}U 原子核質量的 0.1%，則這些電廠每天須消耗的 ^{235}U 質量最接近下列何者？

- (A) 0.0015 kg (B) 0.015 kg (C) 0.15 kg (D) 1.5 kg (E) 15 kg

參考答案：E

測驗目標：2d. 解讀題目給予的數據、數學式或圖表，解答相關的物理問題

測驗內容：4-2 能量間的轉換與能量守恆 (b)質能轉換的概念： $E = mc^2$

說明：

本題測驗質能互換的概念內容，能量 $E = P \times t$ ，其中 P 為功率， t 為時間。核電廠每天產生的能量為 $15 \times 10^9 \text{ (J/s)} \times 86400 \text{ (s)} = 1.3 \times 10^{15} \text{ J}$ 。根據質能互換原理 $E = mc^2$ ，其中 m 為減少的質量， c 為真空中的光速，核電廠產生的能量所對應減少的質量為

$$\Delta m = \frac{E}{c^2} = \frac{1.3 \times 10^{15}}{9 \times 10^{16}} = 0.0144 \text{ kg}。$$

由於每一個 ^{235}U 原子核的核分裂反應造成的質量損失

約為其質量的 0.1%，故消耗的 ^{235}U 質量為 $\frac{\Delta m}{0.1\%} = 14.4 \text{ kg}$ 。

(二) 物理學與測量

例 5 的測驗內容為「1-3 實驗：測量與誤差」，屬於基礎物理二 B 的課程範圍，此題除了呈現節數比例不到 3%的單元可能出成一道單選題外，也說明「實驗」的內容也可能以選擇題的形式出現。

例 5.（單選題）

下列關於測量值、有效數字位數與計算結果的敘述或關係式，何者**錯誤**？

- (A) 圖 2 中的溫度計讀數可記錄為 18.8°C
 (B) 0.0156 s 的有效數字有 3 位
 (C) $25.2 \text{ m} + 1.34 \text{ m} = 26.54 \text{ m}$
 (D) $2.19 \text{ m/s} \times 4.2 \text{ s} = 9.2 \text{ m}$
 (E) 14 kg 與 1.4 kg 的有效數字都是 2 位



圖 2

參考答案：C

測驗目標：2d. 解讀題目給予的數據、數學式或圖表，解答相關的物理問題

測驗內容：1-3 實驗：測量與誤差

說明：

此題測驗考生是否能夠瞭解如何讀取測量值與決定有效數字。

1. 圖 2 中的溫度計最小刻度為 1°C ，再加小數後一位估計值，故其讀數可記錄為 18.8°C ，選項(A)所述正確。
2. 第一個非零數字左邊的零不算有效數字，故 0.0156 s 的有效數字有 3 位，選項(B)所述正確。
3. 兩個以有效數字表示的數相加或相減的最後答案，其小數部分的位數要與此兩數中小數位數較少的數所具有的相同。 25.2 m 在小數點後只有 1 位， 1.34 m 在小數點後有 2 位，故兩數之和 26.54 m 應四捨五入至小數點後第 1 位而為 26.5 m ，即選項(C)錯誤。
4. 兩個以有效數字表示的數相乘或相除的最後答案，其有效數字的位數，要和有效數字位數較少的數所具有的有效數字位數相同。 2.19 m/s 的有效數字為 3 位， 4.2 m 的有效數字為 2 位，故其積 9.189 m 應四捨五入至 9.2 m ，只取 2 位有效數字，即選項(D)為正確。
5. 14 kg 為測量值，並非精確值，故有效數字和 1.4 kg 一樣都是 2 位，選項(E)所述正確。故此題答案為選項(C)。

(三)近代物理

光電效應在 99 課綱的基礎物理一與選修物理皆有提及，在基礎物理一是以光電效應定性說明光的粒子性，而選修物理則是深入介紹光電效應實驗，並介紹愛因斯坦光子說對光電效應實驗結果的解釋。例 6 所測光電效應概念的深度屬於選修物理的課程範圍，其中也包含了電學的重要概念。

例 6. (多選題)

如圖 3 所示，在真空中將大小相等之兩平板金屬片甲與乙平行排列，金屬片的大小遠大於兩者間的距離。今用低光強度、頻率 ν 之光照射甲金屬片中間的右側或乙金屬片中間的左側，以進行光電效應實驗。設兩金屬片在光照射前均為電中性，其功函數分別為 $W_{\text{甲}}$ 與 $W_{\text{乙}}$ ，均小於 $h\nu$ 。若甲、乙的電位分別以 $V_{\text{甲}}$ 、 $V_{\text{乙}}$ 表示，且光的反射可不計，則下列何者正確？（ h 為普朗克常數， e 為電子的電量）

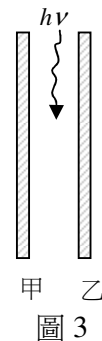


圖 3

(A) 如果照射金屬片甲的右側，則甲與乙的電位差值達最大時， $V_{\text{甲}} - V_{\text{乙}} = \frac{W_{\text{甲}} - W_{\text{乙}}}{e}$

(B) 當甲與乙之電位差值達最大時，甲與乙帶相反電荷，且帶電量相同

(C) 甲與乙之最大帶電量與照射光之強度成正比

(D) 如果照射乙的左側，則當甲與乙電位差值達最大時， $V_{\text{甲}} - V_{\text{乙}} = \frac{W_{\text{乙}} - h\nu}{e}$

(E) 不論是照射甲的右側或乙的左側，當光之強度增加時，甲與乙之電位差改變的平均速率亦增加

參考答案：BDE

測驗目標：3b. 分析題目給予的資料（文字、數據或圖表）以解決問題

測驗內容：10-1 靜電學 (3)電位能、電位與電位差 (b)平行板間電場與電位差及板距之關係

11-3 量子論的發現 (c)光電效應

說明：

本題以光電效應充電平行金屬板，以測試考生對光電效應及平行金屬板間電場與電位差關係的瞭解。

1. 依據光電效應現象可知，電子在光電效應中由金屬片移出，故被照射之金屬片帶正電，因此若金屬片的大小遠大於金屬片間之距離，光電效應所產生之電子可完全被另一金屬板捕捉，故甲與乙必帶相反電荷，且帶電量相同，選項(B)是正確的。
2. 當甲與乙電位差值達最大不再改變時，電位差之大小即為截止電壓，應用光電效應的截止電壓與光頻率與功函數之關係： $V = \frac{h\nu - W}{e}$ ，可知照射甲時，甲帶正電，故 $V_{\text{甲}} - V_{\text{乙}} = \frac{h\nu - W_{\text{甲}}}{e}$ ，而照射乙時，乙帶正電，故 $V_{\text{甲}} - V_{\text{乙}} = \frac{W_{\text{乙}} - h\nu}{e}$ ，因此，選項(A)不正確，而選項(D)是正確的。
3. 運用疊加原理可知平行金屬板間的電場與金屬片之帶電量成正比，因為平行金屬板間的平衡電位差與金屬板間的電場成正比，故金屬板最大帶電量與截止電壓成正比，應用光電效應中截止電壓只與功函數有關與光的強度無關之事實，故帶電量與照射光之強度無關，選項(C)不正確。
4. 當光電效應可發生時，在低光強度下，單位時間所產生的光電子數(或電流)與光強度成正比，因為給定照射光的頻率，截止電壓與最大帶電量即給定，故當光之強度增加時，從開始照射到甲與乙電位差達最大所需的時間減小，即甲與乙之電位差改變的平均速率增加，選項(E)是正確的。

(四)實驗

例7測驗內容為「10-3(3)(b)實驗：電流天平」，此題著重於測驗考生實驗操作原理與過程，以及該實驗能求得的物理量。原則上，做過實驗的考生應比沒有做過實驗的考生更能掌握答題關鍵。

例 7. (非選題)

電流天平的主要裝置包括螺線管、電流天平(含U型電路)、直流電源供應器、滑線可變電阻及安培計等。電流天平的構造示意圖如圖4所示。令螺線管的單位長度的匝數為 n ，螺線管所載電流稱之為 I_2 、U形電路上的電流稱之為 I_1 、U形電路的寬度為 L 、天平前端所掛的小重物質量為 m 。

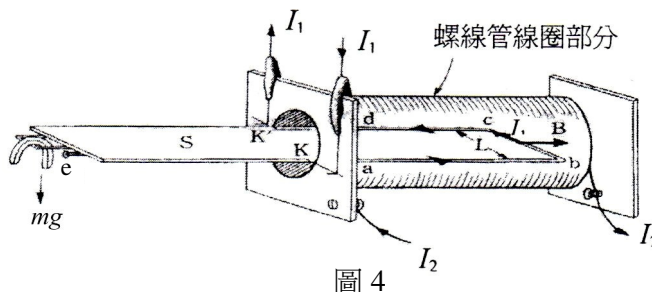


圖 4

1. 圖中的e是一個螺絲，說明此螺絲的功能。(2分)
2. 在接好電流天平的線路後，實驗步驟要求先將線路中的可變電阻調到最大，說明此步驟的用意。(4分)
3. 在電流天平左端掛上質量為 m 的小重物後，天平將失去平衡。若發現將螺線管的電流 I_2 調大時，天平反而更加傾斜，應如何處理？(4分)

測驗目標：3e. 根據資料作歸納、延伸、預測、推論、或結論

測驗內容：10-3 電流磁效應 (3)載流導線在磁場中所受的力及其應用 (b)實驗：電流天平
說明：

各小題參考答案如下述：

1. 使電流天平在不掛任何重物時，可以處於平衡狀態，即是歸零。
2. 使電流天平線路接通時，線路中的電流為最小，以免燒壞線路或儀器。
3. 若將螺線管的電流 I_2 調大時，天平反而更加傾斜，表示線路中的電流方向錯了，因此必須改變 I_1 或 I_2 的方向。

(五)力學

物理試題的命題方向首重物理概念的辨正。例如學生最可能會認為摩擦力只能做負功，然而這不適用於所有的情況，例 8 即是一個例子。此例考慮做相對運動的兩個物體，在運動過程中，摩擦力對個別物體做的功，一個為負而另一個則為正。摩擦力做的功必定為負的說法，其實是只有在將摩擦力對兩物體所做的功合計時，才能成立。

例 8. (多選題)

如圖5所示，甲為一塊很長的平板，最初靜置於無摩擦的光滑水平面上，而小木塊乙以初速率 v 開始在甲的上面滑行，最後甲和乙的速率都同為 $v/2$ 。若甲和乙的質量相同，且此過程中甲施予乙的摩擦力所作的功為 W ，乙施予甲的摩擦力所作的功為 W' ，則下列有關此二摩擦力所作之功的敘述，何者正確？



圖 5

- (A) $W > 0$ (B) $W' = 0$ (C) $W' < 0$ (D) $W + W' = 0$ (E) $W + W' < 0$

參考答案：E

測驗目標：3a. 找出或發現問題的因果關係

測驗內容：6-6 功與能量 (2) 動能與功能定理 (b) 外力做功之總和與物體動能變化的關係

說明：

1. 設兩者質量為 m ，最後速率為 $u = v/2$ 。因在此過程中，甲的動能變化為

$$\Delta K' = \frac{1}{2}m(u^2 - 0) = \frac{1}{8}mv^2 > 0, \text{ 而乙的動能變化為 } \Delta K = \frac{1}{2}m(u^2 - v^2) = -\frac{3}{8}mv^2 < 0,$$

由功-能定理得 $W' = \Delta K' > 0$ ， $W = \Delta K < 0$ ，故選項(A)(B)(C)為錯誤。

2. 由上述可得 $W + W' = \Delta K + \Delta K' = -\frac{2}{8}mv^2 < 0$ ，即選項(D)為錯誤，選項(E)為正確。

附件一、指定科目考試物理考科測驗內容

- 表中所列之測試項目與主要內容係依據 99 課綱，將各概念依不同單元統整而成。

一、物理學與測量

測 試 項 目	主 要 內 容
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。
1-2 物理量的單位	(a) 國際單位制。
1-3 實驗：測量與誤差	(a) 游標尺的使用。 (b) 平均值與其誤差。 (c) 有效數字的意義及應用。 (d) 數據處理。

二、物質的組成

測 試 項 目	主 要 內 容
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。
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。

三、物質間的基本交互作用

測 試 項 目	主 要 內 容
3-1 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。
3-2 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。
3-3 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。

四、能量

測 試 項 目	主 要 內 容
4-1 能量的形式	(a) 力學能、熱能、光能、電能、化學能、核能等各種形式的能。
4-2 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： $E = mc^2$ 。
4-3 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。

五、宇宙學簡介

測 試 項 目	主 要 內 容
5-1 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。
5-2 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。

六、力學

測 試 項 目	主 要 內 容
6-1 靜力學	
(1) 平移平衡	(a) 力的測量。 (b) 力的向量性質與力的合成分解及其力圖。 (c) 平移平衡的條件。
(2) 力矩及轉動平衡	(a) 力矩的定義。 (b) 轉動平衡的條件。
(3) 靜力平衡	(a) 靜力平衡的條件。 (b) 實驗：靜力平衡 ^註 。
(4) 重心與質心	(a) 重心與質心的定義。
(5) 靜力學應用實例	(a) 靜力平衡的應用。
6-2 運動學	
(1) 直線運動	(a) 位置、位移、速率、速度、加速度、路徑長的意義和相互關係。 (b) 等加速運動及自由落體運動。 (c) 相對運動。 (d) 實驗：自由落體及物體在斜面上的運動 ^註 。

測 試 項 目	主 要 內 容
(2)平面運動	(a) 二維空間運動的位移、速度及加速度。 (b) 拋體運動及二維等加速運動。
6-3 牛頓運動定律	
(1)慣性與牛頓第一運動定律	(a) 物體的質量與物體運動的慣性。 (b) 慣性定律。
(2)牛頓第二運動定律	(a) 力與物體運動的狀態、運動方程式 ($F=ma$) 的意義。 (b) 力與加速度。 (c) 實驗：牛頓第二運動定律實驗。
(3)牛頓第三運動定律	(a) 作用力與反作用力。
(4)摩擦力	(a) 日常生活中常見的摩擦力 (b) 示範實驗一：摩擦力的觀察 ^註 。 (c) 靜摩擦力和動摩擦力。 (d) 正向力與摩擦係數。
6-4 動量與牛頓運動定律的應用	
(1)動量與衝量	(a) 動量與衝量及其與作用力之間的關係。
(2)動量守恆	(a) 質點系統的動量守恆律。
(3)質心運動	(a) 質心的速度。 (b) 外力與質心的加速度。
(4)等速圓周運動	(a) 等速圓周運動的定義。 (b) 角速度與切向速度。 (c) 向心加速度與向心力。
(5)角動量	(a) 單一質點角動量的定義。 (b) 單一質點角動量與作用力矩之間的關係。 (c) 類比動量與力的關係，引導出角動量守恆定律。
(6)簡諧運動	(a) 週期性運動 (b) 簡諧運動。 (c) 彈簧振動。 (d) 單擺運動。
(7)物理量的因次	(a) 物理量的因次及因次分析法。
6-5 萬有引力定律	
(1)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。
(2)萬有引力定律	(a) 萬有引力定律及其數學形式。
(3)地球表面的重力與重力加速度	(a) 物體在地表所受重力與物體在地球表面的重力加速度。

測 試 項 目	主 要 內 容
(4)行星與人造衛星	(a) 行星與人造衛星的運動。
6-6 功與能量	
(1)功與功率	(a) 向量之純量積與功。 (b) 功率的定義。 (c) 平均功率與瞬時功率。
(2)動能與功能定理	(a) 動能的定義。 (b) 外力做功之總和與物體動能變化的關係。
(3)位能	(a) 位能的定義。 (b) 重力位能及彈簧位能。
(4)力學能守恆	(a) 力學能守恆定律與其應用。
6-7 碰撞	
(1)彈性碰撞	(a) 彈性碰撞：動量守恆及動能守恆。
(2)非彈性碰撞	(a) 非彈性碰撞與動量守恆。

七、熱學

測 試 項 目	主 要 內 容
7-1 溫度測量及熱平衡概念。	(a) 熱平衡。 (b) 各種溫標。
7-2 熱容量與比熱	(a) 熱容量的定義。 (b) 比熱的定義。 (c) 實驗：金屬的比熱 ^註 。
7-3 物質的三態變化與潛熱	(a) 物質受熱所產生的物態變化及分子間能量變化之關係。 (b) 沸點、熔點與凝固點的定義。 (c) 沸點、熔點、凝固點與壓力間的關係。 (d) 相變及潛熱的概念。
7-4 焦耳實驗與熱功當量	(a) 熱是一種能量。 (b) 焦耳實驗與熱功當量。
7-5 熱膨脹	(a) 熱膨脹係數的定義。 (b) 熱膨脹在日常生活中的應用。
7-6 理想氣體方程式	(a) 壓力及大氣壓力的定義。 (b) 氣體壓力、溫度及體積間的關係。 (c) 理想氣體方程式。 (d) 絕對溫度及克氏溫標（絕對溫標）的意義。

測 試 項 目	主 要 內 容
7-7 氣體動力論	(a) 密閉容器內理想氣體的分子運動模型與容器內氣體的壓力。 (b) 氣體分子平均動能與溫度的關係。

八、波動（含聲波）

測 試 項 目	主 要 內 容
8-1 波的傳播	(a) 波傳播的是能量，而不是物質。
8-2 振動與波	(a) 力學波的產生與介質的振動。 (b) 波的傳播方式：縱波和橫波。
8-3 週期波	(a) 波長、頻率、波速、振幅、波峰及波谷等專有名詞的定義。 (b) 波速、頻率、波長及其間的關係。
8-4 繩波的反射和透射	(a) 繩波在不同介質界面的反射和透射。
8-5 波的疊加原理	(a) 二獨立波在同一介質中位移的疊加。
8-6 駐波	(a) 駐波的產生及性質。 (b) 波節與波腹的定義。 (c) 波節（波腹）位置及波長的關係。
8-7 惠更斯原理	(a) 波前的定義。 (b) 惠更斯原理。
8-8 水波的反射與折射	(a) 水波的反射與反射定律。 (b) 水波的折射與折射定律。 (c) 惠更斯原理對水波反射與折射的解釋。 (d) 實驗：水波槽實驗（反射與折射） ^註 。
8-9 水波的干涉與繞射	(a) 二同相點波源的水波干涉現象。 (b) 遇障礙時的水波繞射現象。 (c) 實驗：水波槽實驗（干涉） ^註 。
8-10 聲波的傳播	(a) 聲音必須靠介質才能傳播。 (b) 空氣中聲波的傳播形式為縱波。 (c) 聲波的都卜勒效應。
8-11 聲音的共鳴	(a) 共鳴的原理及應用。 (b) 實驗：氣柱的共鳴 ^註 。
8-12 基音和泛音	(a) 固定弦的振動。 (b) 閉管、開管空氣柱的振動。 (c) 基音和泛音的關係。

九、光學

測 試 項 目	主 要 內 容
9-1 幾何光學	
(1)光的反射	(a) 光的反射現象、反射定律。
(2)拋物面鏡成像	(a) 拋物面鏡的特性及應用。
(3)球面鏡	(a) 球面鏡的種類：凸面鏡與凹面鏡。 (b) 球面鏡成像的作圖法。 (c) 球面鏡成像的公式。 (d) 球面鏡在生活上的應用。
(4)折射現象	(a) 光的折射現象、折射定律。 (b) 折射率的定義及司乃耳定律。 (c) 實驗：折射率之測定
(5)全反射	(a) 全反射現象及其應用。
(6)薄透鏡	(a) 薄透鏡的種類：凸透鏡與凹透鏡 (b) 薄透鏡成像的作圖法。 (c) 薄透鏡成像的公式。 (d) 實驗：薄透鏡的成像 ^註 。
9-2 物理光學	
(1)光的波動說	(a) 光的波動現象。
(2)光的干涉與繞射現象	(a) 光的同調性的意義。 (b) 楊氏雙狹縫干涉實驗。 (c) 單狹縫的繞射實驗。 (d) 干涉與繞射的解釋。 (e) 示範實驗四：楊氏雙狹縫干涉 ^註 。 (f) 實驗：干涉與繞射 ^註 。

十、電磁學

測 試 項 目	主 要 內 容
10-1 靜電學	
(1)庫倫定律	(a) 摩擦起電。 (b) 感應起電。 (c) 兩點電荷間作用力量值與兩者距離的關係。
(2)電力線與電場	(a) 電力線的概念。 (b) 電場的定義與電力線的關係。 (c) 實驗：等電位線與電場 ^註 。 (d) 帶電質點在均勻電場中的受力與運動軌跡。

測 試 項 目	主 要 內 容
(3)電位能、電位與電位差	(a) 電位能、電位及電位差的定義。 (b) 平行板間電場與電位差及板距之關係。
10-2 電流	
(1)電動勢與電流	(a) 電動勢及電池端電壓的意義。 (b) 電動勢與電流的關係。
(2)電阻與歐姆定律	(a) 電阻的定義和單位。 (b) 電阻率。 (c) 實驗：歐姆定律及惠司同電橋 ^註 。 (d) 電阻的串、並聯及迴路。 (e) 電路中的能量守恆及電量守恆。 (f) 三用電表的使用。 (g) 電阻及溫度的關係。
(3)電流熱效應及電功率	(a) 電流的熱效應。 (b) 電功率的定義。
10-3 電流磁效應	
(1)電流的磁效應	(a) 電流產生磁場。 (b) 必歐-沙伐定律。 (c) 安培右手定則。 (d) 示範實驗二：載流導線的磁效應 ^註
(2)載流導線的磁場	(a) 載流長直導線的磁場。 (b) 載流圓線圈的磁場。 (c) 載流螺線管內的均勻磁場。
(3)載流導線在磁場中所受的力及其應用	(a) 載流導線在均勻磁場中所受的作用力及其應用。 (b) 實驗：電流天平 ^註 。 (c) 載流平行導線間的作用力。 (d) 電動機的原理。
(4)帶電質點在磁場中的運動及其應用	(a) 帶電質點在均勻磁場中受力的運動及其應用。
10-4 電磁感應	
(1)法拉第電磁感應定律與感應電動勢	(a) 磁通量的定義。 (b) 法拉第實驗。 (c) 感應電動勢。 (d) 法拉第電磁感應定律。 (e) 示範實驗三：電磁感應 ^註 。 (f) 示範實驗：電磁感應 ^註 。

測 試 項 目	主 要 內 容
(2)冷次定律	(a) 冷次定律。 (b) 感應電動勢之方向。
(3)發電機與交流電	(a) 發電機工作的基本原理。 (b) 交流電。
(4)變壓器	(a) 變壓器升降電壓之原理。
(5)電磁波	(a) 馬克士威的貢獻：馬克士威方程式。 (b) 電與磁的統一的概念。 (c) 電磁波的產生與傳播。 (d) 電磁波的波譜。 (e) 電磁波譜中不同波段的名稱及在日常生活中的應用。

十一、近代物理

測 試 項 目	主 要 內 容
11-1 電子的發現	(a) 湯木生陰極射線管及電子荷質比實驗。 (b) 實驗：電子的荷質比認識 ^註 。 (c) 密立坎油滴實驗。
11-2 X 射線	(a) X射線的產生及性質。 (b) X射線的應用。
11-3 量子論的發現	(a) 黑體輻射的性質。 (b) 普朗克量子論。 (c) 光電效應。 (d) 光電效應在日常生活中的應用。 (e) 愛因斯坦光量子論。
11-4 原子結構	(a) 拉塞福散射與拉塞福的原子模型。 (b) 氫原子光譜。 (c) 波耳的氫原子模型。
11-5 物質波	(a) 德布羅依物質波。 (b) 物質波的證實。 (c) 波與粒子的二象性。
11-6 原子核	(a) 原子核的組成。 (b) 原子核的衰變及其放射性。
11-7 核能	(a) 原子核的分裂 (b) 核能發電與輻射安全。 (c) 原子核的融合（含知道太陽能來自核融合）。

註：[示範實驗]需符合基礎物理一課綱的實驗內容，[實驗]需符合基礎物理二 B 以及選修物理課綱的實驗內容。

附件二、物理科 99 課綱與 95 暫綱的差異

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、學分數的差異

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 暫綱相比有所縮減，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。99 課綱與 95 暫綱學分數的差異如表一所示。

表一、99 課綱與 95 暫綱學分數的差異

年級 \ 課綱	99	95
高一	2	2
高二	2 (A 版) 或 4 ~ 6 (B 版)	6
高三	4 ~ 5	3 ~ 4

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。

在以往的課綱下，文組傾向的學生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。

二、課綱內容的差異

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，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。表二列出 99 課綱與 95 暫綱課程內容的差異。

表二、99 課綱與 95 暫綱課程內容的差異

課綱 年級	99	95
高一	<ol style="list-style-type: none"> 1.以「概念」做為教材分類的基礎。 2.物質的組成、物質間的基本交互作用、量子現象、宇宙學簡介為課綱正文的新增單元。 3.刪減了某些與國中課程重疊的部分(熱學)。 4.示範實驗刪減為四次，內容亦有更改。 	以各種「現象」做為分類的基礎
高二	<ol style="list-style-type: none"> 1.分為「基礎物理二 A」與「基礎物理二 B」。 2.與 95 年課程綱要相比，「基礎物理二 B」對於力學的部分單元則予以割捨，例如流體力學予以刪除，轉動部分也酌予刪減，而熱學部分則移到高三。 3.實驗活動「二維空間的碰撞」及「波以耳定律」刪除，「金屬的比熱」及「三用電錶的使用」移至高三選修物理。 	未訂定「基礎物理二 A」科目
高三	<ol style="list-style-type: none"> 1.因將熱學移至選修物理，故刪除現代科技簡介、電容等單元。 2.實驗活動「電磁感應」刪除。 	與 99 課綱相比，課程內容份量較少。