

中華民國 102 年 9 月 17 日  
教育部令 臺教技（一）字第 1020131965A 號

修正「綜合高級中學課程綱要」數學、基礎物理、基礎化學、基礎生物課程綱要，並自一百零三學年度綜合高級中學一年級起逐年實施。

附修正「綜合高級中學課程綱要」數學、基礎物理、基礎化學、基礎生物課程綱要

部 長 蔣偉寧

修正綜合高級中學課程綱要

目次

壹、數學領域

數學

貳、自然領域

一、基礎物理

二、基礎化學

三、基礎生物

中華民國 102 年 9 月 17 日發布

## 壹、數學領域

### 綜合高中「數學」教學綱要

#### 壹、目標

綜合高中必修科目「數學」課程欲達成之目標如下：

- 一、引導學生了解數學的基本概念，以增進學生的基本數學知識。
- 二、培養學生具備以數學思考問題、分析問題和解決問題的能力。
- 三、訓練學生的演算與作圖能力，以應用於處理事務的技能。
- 四、培養學生具備實際生活應用和學習相關學科所需的數學知能。
- 五、培養學生欣賞數學內涵中以簡馭繁的精神和結構嚴謹完美的特質。
- 六、造就學生的基本能力，以培養繼續進修、自我發展的能力。

#### 貳、核心能力

綜合高中必修科目「數學」課程欲培養之核心能力如下：

- 一、演算能力：能熟練多項式、分式、根式、指對數、三角的運算及估算。
- 二、抽象化能力：能將具體世界中的概念以數學形式表徵。
- 三、推理能力：能認識證明，並進行推論。
- 四、連結能力：能整合數學內部知識並與具體世界連結。
- 五、解題能力：能解決數學形式與生活情境中的數學問題。
- 六、溝通能力：能正確、流暢地利用口語或文字表達解題想法。
- 七、使用計算工具的能力：能使用計算器來處理繁瑣的計算與解決較複雜的問題。

### 參、教材綱要

綜合高中部定必修「數學」課程計 8 學分，開設於一年級。

數學 I (函數) 4 學分

主題	子 題	內 容	備 註
一、 數與式	1.數與數線	1-1 數線上的有理點及其十進位表示法 1-2 實數系：實數的十進位表示法、四則運算、絕對值、大小關係 1-3 乘法公式、分式與根式的運算	1-2 不含非十進位的表示法
	2.數線上的幾何	2-1 數線上的兩點距離與分點公式 2-2 含絕對值的一次方程式與不等式	
二、 多項式函數	1.簡單多項式函數及其圖形	1-1 一次函數 1-2 二次函數 1-3 單項函數：奇偶性、單調性和圖形的平移	1-3 僅介紹 4 次(含)以下的單項函數
	2.多項式的運算與應用	2-1 乘法、除法(含除式為一次式的綜合除法)、除法原理(含餘式定理、因式定理)及其應用、插值多項式函數及其應用	2-1 不含最高公因式與最低公倍式、插值多項式的次數不超過三次
	3.多項式方程式	3-1 二次方程式的根與複數系 3-2 有理根判定法、勘根定理、 $\sqrt[n]{a}$ 的意義 3-3 實係數多項式的代數基本定理、虛根成對定理	3-1 不含複數的幾何意涵
	4.多項式函數的圖形與多項式不等式	4-1 辨識已分解的多項式函數圖形及處理其不等式問題	4-1 不含複雜的分式不等式

主題	子 題	內 容	備 註
三、指數、對數函數	1.指數	1-1 指數為整數、分數與實數的指數定律	
	2.指數函數	2-1 介紹指數函數的圖形與性質（含定義域、值域、單調性、凹凸性）	
	3.對數	3-1 對數的定義與對數定律 3-2 換底公式	3-2 換底公式不宜牽涉太過技巧性與不實用的問題
	4.對數函數	4-1 介紹對數函數的圖形與性質（含定義域、值域、單調性、凹凸性）	
	5.指數與對數的應用	5-1 對數表（含內插法）與使用計算器、科學記號 5-2 處理乘除與次方問題 5-3 等比數列與等比級數 5-4 由生活中所引發的指數、對數方程式與不等式的應用問題	5-1 不含表尾差 5.4 不含等比數列、級數之定義，但在斟酌流暢度的考量下，可以包含等比應用問題。
附錄	認識定理的敘述與證明	介紹命題、充分條件、必要條件、充要條件、反證法（含 $\sqrt{2}$ 為無理數的證明）	

數學 II (平面坐標與向量)、4 學分

主題	子題	內容	備註
一、三角	1. 直角三角形的邊角關係	1.1 直角三角形的邊角關係 (正弦、餘弦)、平方關係、餘角關係	2.1 cot, sec, csc 置於數學甲 I、數學乙 I (或置於專門學程銜接教材) 2.2 將弧度量融入廣義角的教學，並於其後各節中使用弧度，強化度與弧度的轉換練習。由引進弧度所延伸出的問題僅限於度度量與弧度量之轉換練習，不要延伸到弧長與扇形面積。
	2. 廣義角與極坐標	2.1 廣義角的正弦、餘弦、正切、平方關係、補角 2.2 弧度，弧度量與度度量的互相轉換 2.3 直角坐標與極坐標的變換	
	3. 正弦定理、餘弦定理	3.1 正弦定理、餘弦定理	
	4. 差角公式	4.1 差角、和角、倍角、半角公式	
	5. 三角測量	5.1 三角函數值表 5.2 平面與立體測量	
二、直線與圓	1. 直線方程式及其圖形	1.1 點斜式 1.2 兩線關係 (垂直、平行、相交)、聯立方程式	3.2 不含兩圓的關係
	2. 線性規劃	2.1 二元一次不等式 2.2 線性規劃 (目標函數為一次式)	
	3. 圓與直線的關係	3.1 圓的方程式 3.2 圓與直線的相切、相割、不相交的關係及其代數判定	
三、平面向量	1. 平面向量的表示法	1.1 幾何表示、坐標表示，加減法、係數乘法 1.2 線性組合、平面上的直線參數式	
	2. 平面向量的內積	2.1 內積與餘弦的關聯、正射影與高、柯西不等式 2.2 直線的法向量、點到直線的距離、兩向量垂直的判定	
	3. 面積與二階行列式	3.1 面積公式與二階行列式的定義與性質、兩向量平行的判定 3.2 兩直線幾何關係的代數判定、二階克拉瑪公式	

## 肆、實施方法

### 一、教材編選

- (一) 應力求掌握本課綱設計的精神編寫教材，儘量配合課綱子題設計的先後來訂定章節，但在內容上則不必拘泥綱要內容編排的順序。為達成教材流暢性與完整性所新增的內容，可置於附錄。
- (二) 在編寫要領上，應注意下列事項：
  1. 編寫教材時，應注意與國民中小學九年一貫課程的銜接。教材應具實用性、時代性及前瞻性。
  2. 教材應以精緻與完備的出版品呈現。
  3. 教材應注意到銜接、統整和連結。
  4. 教材的呈現應循序漸進，適當鋪陳，引發學習動機，注意學生學習心理，在直觀與嚴謹之間取得平衡，並兼顧從特例到一般推理的必要。
  5. 教材應有足夠的範例與習題。範例應具有意義並反映數學思考，在範例之後應有隨堂練習，在課文之後應有啟發深思的習題。習題要扣緊主題，在深度上由淺入深，不宜與教材內容有太大落差。範例與習題的妥適性可由下列的指標來判斷：
    - (1) 是否為無意義的人工化難題？
    - (2) 所謂生活化的問題是否符合常理？
    - (3) 是否屬於大學程度的題材，雖可用高中所學的方法解決，但仍屬困難？
  6. 範例與習題應注意與生活、其他學科及下列九大議題的連結：生命教育、性別平等、法治教育、人權教育、環保教育、永續發展、多元文化、消費者保護教育、海洋教育。
  7. 教師手冊要提供教師對教材進一步的認識，對課程深入的了解和最有效率的教法。教師手冊亦應提供相關的進階資訊供教師參考。
  8. 專有名詞應採用教育部最新編訂公布的數學名詞。各專有名詞及外國人名應於索引中附原文。
- (三) 審查注意事項：教科書的審查應掌握教學綱要的內容、備註及其說明所呈現的精神，並依據上述教材編寫注意事項進行。審查時，應遵照國立編譯館所頒布的審訂規範，並尊重出版自由與智慧財產權的精神。
- (四) 各校二年級實施分流後，上學期用書學術導向學程建議採用參照「普通高級中學課程綱要」所編選之數學第二冊教材，專門導向學程建議採用參照「職業學校群科課程綱要」所編選數學第三冊教材，以繼續學習。

## 二、教學方法

### 數學 I：函數

#### 一、數與式

實數是度量連續量的符號。在第一章的「數與式」中，學習目標為建構直尺，也就是要學習實數的十進位表示法，以及處理數線上的幾何問題。

首先複習有理數系並延伸介紹循環小數，但此處僅需初步介紹循環小數為有理數，證明則留待極限的章節討論。藉由有理數的十進位表示法，導入介紹數線上實數的十進位表示法，即無限小數。此處僅需建立實數可由有限小數逼近的直觀，不需涉及實數的完備性觀念。至於 $\sqrt{2}$ 為無理數的證明，則置於附錄。在數的學習中，要循序漸進地引領學生學習以文字替代具體數字的形式操作，包括展開、分解與化簡，以與國中的經驗連結，並作為學習函數的基礎。

其次由數線上的方程式複習變數的觀念，處理數線上的幾何問題，包括分點公式，以及與距離相關的方程式與不等式問題。

#### 1. 數與數線

##### 1.1 數線上的有理點及其十進位的表示法

透過有理數的相除意涵，讓學生發現有理數可以用有限小數或循環小數來表示，此處讓學生操作分母為一位數的有理數即可。循環小數為有理數的證明，留待極限章節處理，此處僅需初步介紹。要告知學生一個實數為有理數的充分必要條件為該數的十進位表示法是有限小數或循環小數。

##### 1.2 實數系：實數的十進位表示法、四則運算、絕對值、大小關係

實數與數線上的點有一一對應的關係，透過不斷作十等分的細分，直觀介紹實數可用有限或無限小數表示，並建立實數可用有限小數逼近的直觀。實數的操作包括絕對值、根數操作與實數大小的比較。

- $\sqrt{2}$  可表為無限小數。
- 絕對值的定義。
- 複習根式的運算與化簡：如  $\frac{1}{\sqrt{2}-1} = \sqrt{2}+1$ 、 $\sqrt{a^2} = |a|$ 、算幾不等式  $\sqrt{ab} \leq \frac{a+b}{2}$ 。
- 數的大小比較。

##### 1.3 乘法公式、分式與根式的運算

對文字符號所組成的代數式能進行展開、分解及化簡等形式運算。乘法公式及其逆運算（如：立方和、立方差），此處不要延伸為複雜的因式分解。



- 型如  $(a+b)^3$ 、 $(a+b)(a^2-ab+b^2)$ 、 $(a-b)(a^2+ab+b^2)$ 、 $(a+b+c)^2$ 、 $(1-x)(1+x+x^2)$  的展開式與逆運算，但不宜過度延伸。
- 不含雙十字交乘法如  $(x+y-1)(x-y+2)$  的因式分解。
- 不宜的公式： $x^3+y^3+z^3-3xyz=(x+y+z)(x^2+y^2+z^2-xy-yz-zx)$ 。
- 能化簡繁分式與根式，如

$$\frac{1}{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{b}\right)} = \frac{2ab}{a+b} \quad , \quad \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{a}{c}\right)^2 + \left(\frac{b}{c}\right)^2}} = \frac{|c|}{\sqrt{a^2+b^2}} \quad , \quad \sqrt{5+2\sqrt{6}} = \sqrt{3} + \sqrt{2} \quad ,$$

$$\sqrt{x^2+x^{-2}+2} = x+x^{-1} \quad .$$

## 2. 數線上的幾何

### 2.1 數線上兩點距離與分點公式

例如能算出介於  $a, b$  之間且與  $a, b$  距離的比為 2:3 的點  $x$ 。

### 2.2 含絕對值的一次方程式與不等式

- 三角不等式： $|a+b| \leq |a| + |b|$ 。
- $|x-3| < 2$  且  $|x-1| < 1$  的解的範圍為  $1 < x < 2$ 。
- 求  $|x-1| < |2x-3|$  的解的範圍。

## 二、多項式函數

### 1. 簡單多項式函數及其圖形

#### 1.1 一次函數：變化率（應用意涵，如速度）、斜率（幾何意涵）

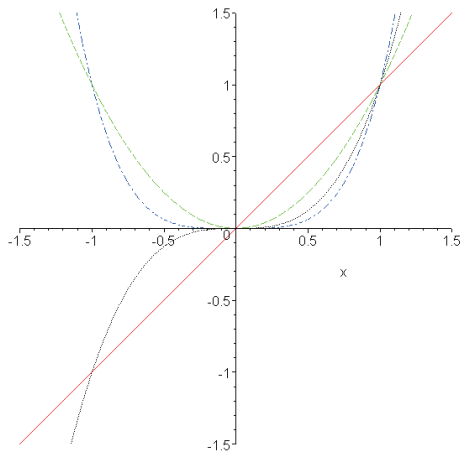
- 介紹函數  $y = f(x)$  的符號及函數圖形。
- $y = mx + b = m(x - x_0)$  中  $m, x_0, b$  的幾何意涵，其中  $m$  在幾何上的意涵為斜率，在應用上的意涵表示  $y$  對  $x$  的變化率。

#### 1.2 二次函數：配方法、圖形、極值、判別式、正定性（恆正性）、應用實例

- 極值問題的應用，例如  $f(x) = x^2 + 2x + 3, -2 \leq x \leq 2$  的極值。
- 正定性：所謂二次式的正定性是指其函數值的恆正性，譬如判斷  $x^2 - x + 4$  恆為正。
- 能繪出各種不同型式的二次函數的圖形，如  $y = c(x-a)(x-b)$ 、 $y = ax^2 + bx + c$ 、 $y = a(x-h)^2 + k$ ，並能進行二次函數不同型式的轉換。

#### 1.3 單項函數的奇偶性、單調性和圖形的平移

- 了解函數  $y = x^n$ ， $n = 1, 2, 3, 4$  在  $[-1.5, 1.5]$  的圖形。



- 當  $n$  為正整數時，型如  $y = cx^n$  函數的奇偶性與單調性。
- 了解  $c$  的正負、大小與函數  $y = cx^n$  圖形的關係。
- 利用平移畫出型如  $y = c(x-h)^n + k$  的圖形，但不涉及二項式展開的逆運算。

## 2. 多項式的運算與應用

### 2.1 乘法、除法（含除式為一次式的綜合除法）、除法原理（含餘式定理、因式定理）及其應用（含多項式函數的求值）

- $(x-a)(x^{n-1} + x^{n-2}a + \dots + a^{n-1}) = x^n - a^n$ ， $n = 2, 3, 4$ 。
- $(x+a)(x^2 - ax + a^2) = x^3 + a^3$ 。
- 除法中的除式不宜太高次方，以一次式和二次式為主。
- 透過連續的多項式綜合除法，求  $f(x) = 2x^3 - 5x^2 + 6x + 3 = a + b(x-1) + c(x-1)^2 + d(x-1)^3$  中的  $a, b, c, d$  與求  $f(1.01)$  的二位小數近似值。
- 求  $f(x) = 2x^3 - 5x^2 + 6x + 3 = a + b(x-1) + c(x-1)(x-2) + d(x-1)(x-2)(x-3)$  中的  $a, b, c, d$ 。
- $f(x)$  除以  $(x-a)(x-b)$  的餘式為通過  $(a, f(a)), (b, f(b))$  的插值多項式。
- 若  $f$  有  $a, b$  兩實根，則  $f$  可寫成  $f(x) = q(x)(x-a)(x-b)$  的型式。
- 透過因式定理證明插值多項式的唯一性。
- 設通過  $(1, 1), (2, 3), (3, 7)$  的多項式為  $f(x) = a + b(x-1) + c(x-1)(x-2)$ ，求  $a, b, c$  及  $f\left(\frac{1}{2}\right)$ 。
- 插值多項式：通過  $(11, 3), (12, 5), (13, 8)$  的多項式可表示為

$$f(x) = 3 \times \frac{(x-12)(x-13)}{(11-12)(11-13)} + 5 \times \frac{(x-11)(x-13)}{(12-11)(12-13)} + 8 \times \frac{(x-11)(x-12)}{(13-11)(13-12)}, \text{ 求 } f(11.5) \text{ 的}$$

值。

- 此處暫不處理下面的題型：「設通過  $(1,1), (2,3), (3,7)$  的多項式為  $f(x) = a + bx + cx^2$ ，求  $a, b, c$ 。」此類題型將在數學 IV 的聯立方程組章節中處理。

### 3. 多項式方程式

#### 3.1 二次方程式的根與複數系（含複數根與複數的四則運算）

二次方程式的根包括判別式、公式解、根與係數關係及簡易分式方程式；複數系包括複數的引進（不引進複數平面與複數的幾何意涵，如絕對值）、複數的四則運算，以及共軛複數。

- 複習  $ax^2 + bx + c = 0$  的公式解，含複數根。
- 根與係數關係：  
設  $x^2 + 5x + 3 = 0$  的二根為  $\alpha$  與  $\beta$ ，求  $\alpha^2 + \beta^2$ 、 $\alpha^3 + \beta^3$ 。
- 簡易分式方程式（通分展開後為二次方程式），如： $\frac{1}{x-1} + \frac{1}{x-2} = \frac{3}{2}$ 。

#### 3.2 有理根判定法、勘根定理、 $\sqrt[n]{a}$ 的意義

本節談論的是一般實係數的多項式，整係數多項式的因式分解不必太過強調，以免學生誤會整係數多項式的根都是有理根。

- 有理根判定法：首尾項係數不宜有太多因數，以免過於繁複的運算。
- 勘根定理： $x^n = a$  的求實數解，其中  $a > 0$ 、求  $f(x) = x^3 + 2x^2 + 3x + 4$  的實根。
- 正  $n$  次方根的存在唯一性證明。

#### 3.3 實係數多項式的代數基本定理、虛根成對定理

- 證明虛根成對定理，並讓學生知道實係數多項式可分解為一次式與二次式的乘積的

事實： $f(x) = k(x-a_1)^{r_1} \cdots (x-a_k)^{r_k} (x^2 + b_1x + c_1)^{s_1} \cdots (x^2 + b_mx + c_m)^{s_m}$  其中二次式不可分解。

- 利用除法求  $f(x) = 5x^4 - 21x^3 + 30x^2 - 9x + 7$  在  $x = 2 + i$  的值。

### 4. 多項式函數的圖形與多項式不等式

#### 4.1 辨識已分解的多項式函數圖形及處理其不等式問題

只談低次或已分解的多項式不等式問題，並能辨識函數圖形特徵（根的位置、重根、函數值正負的區間），但重根不宜超過三次，儘量多透過教科書的呈現或電腦繪圖協助學生建立圖形與函數的連結。此處不需延伸到複雜的分式不等式的問題。

- $(x-1)(x+2)^2(x-4) > 0$ 、 $(x-1)(x-2)^3(x^2+x+1) > 0$ 。
- $x^3-1 > 0$ 、 $x^4-2x^2-3 > 0$ 。
- 簡易分式不等式： $\frac{1}{x} < 0$ 、 $\frac{1}{x-1} < 1$ 、 $\left|\frac{1}{x}\right| < 1$ 。

### 三、指數、對數函數

#### 1. 指數

##### 1.1 指數為整數、分數與實數的指數定律

- $n$  次根數的操作： $10^{\frac{1}{2}} \cdot 10^{\frac{1}{3}} = 10^{\frac{5}{6}}$ ， $2^{\frac{1}{3}} \cdot 3^{\frac{1}{3}} = 6^{\frac{1}{3}}$ 。
- 指數為分數的指數函數的單調性， $10^{\frac{1}{3}} < 10^{\frac{1}{2}}$ 。
- 指數化簡不宜太過複雜或太人工化，下列題型不適宜：  
化簡  $(x^{\frac{a}{a-b}})^{\frac{1}{c-a}} \cdot (x^{\frac{b}{b-c}})^{\frac{1}{a-b}} \cdot (x^{\frac{c}{c-a}})^{\frac{1}{b-c}}$ ；  
若  $a^{2x} = 2 + \sqrt{3}$ ，求  $\frac{a^{3x} + a^{-3x}}{a^x + a^{-x} + \sqrt{6}}$  的值。
- 指數為實數的定義不必嚴格，直觀上僅需利用指數為有理數去逼近即可。

#### 2. 指數函數

##### 2.1 介紹指數函數圖形與性質（含單調性、凹凸性）

這裡凹凸性僅做割弦在函數圖形上方的直觀介紹即可。主要的指數函數為  $2^x$  及  $10^x$ 。

#### 3. 對數

##### 3.1 對數的定義與對數定律

- 對數定律僅介紹： $\log(xy) = \log x + \log y$ ， $\log(x/y) = \log x - \log y$ ， $\log(x^\alpha) = \alpha \log x$ 。

不要列出太多衍生的公式，如  $\log_{a^m} b^n = \frac{n}{m} \log_a b$ ， $(\log_a b)(\log_b c) = \log_a c$ ， $a^{\log_x b} = b^{\log_x a}$ 。

### 3.2 換底公式： $\log_a x = \frac{1}{\log a} \log x$

換底公式是換成 10 為底的對數為主，以配合後面對數表的使用。傳統上換底公式常製造出許多難題，並無實用的價值，這類題材應予刪除。

## 4. 對數函數

### 4.1 介紹對數函數圖形與性質（含定義域、對數定律、單調性、凹凸性）

- 此處凹凸性僅作割弦在函數圖形下方的直觀介紹即可。
- $y = a^x$  等價於  $x = \log_a y$ 。
- $\log_a x = \frac{1}{\alpha} \log x$ ， $\alpha = \log a$ ，也就是對數函數的換底是在值域上的伸縮。
- 算幾不等式

算幾不等式  $\sqrt{ab} \leq \frac{a+b}{2}$  等價於  $\frac{\log a + \log b}{2} \leq \log\left(\frac{a+b}{2}\right)$ ，等式成立於  $a = b$

此處的算幾不等式等價於對數函數的凹凸性，僅作直觀介紹，不用嚴格證明。

## 5. 指數與對數的應用

### 5.1 對數表（含內插法）與使用計算器、科學記號

表尾差與內插法的概念相同，但內差法的適用範圍廣泛，故刪除表尾差的內容以內插法取代。

### 5.2 處理乘除與次方問題、算幾不等式

- 處理乘除與次方問題，如  $2^{100}$  為幾位數？ $(1.18)^{10}$  約為多少（有效數字小數點以下兩位）？

### 5.3 等比數列與等比級數

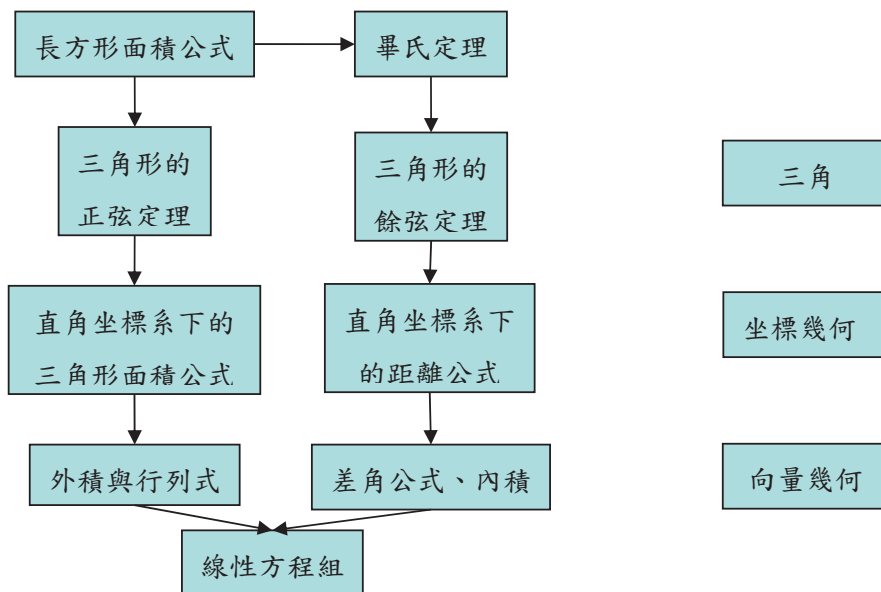
- 不含等比數列、級數之定義，但在斟酌流暢度的考量下，可以包含等比應用問題，不含無窮等比級數。

5.4 由生活中所引發的指數、對數方程式與不等式的應用問題，如：複利、人口成長、細胞分裂、放射元素衰變、藥物代謝、貸款等問題。純人工化指數方程式與指數不等式問題則不宜過度延伸。

數學 II：平面座標與向量

坐標幾何是透過直角坐標系的架設，將幾何問題代數化，以代數的形式運算解決幾何問題，同時也賦予一般線性方程組的幾何意涵。線性方程組具有廣泛的應用，因此坐標幾何是許多應用問題的基礎。本冊的架構是先談三角與三角測量，再來談垂直與平行概念下的直線及其應用。有了三角的基礎後，可以進入具角度概念的向量幾何。透過向量的運算（如線性組合、內積、外積），處理幾何中長度、角度、面積等問題，並應用到解線性方程組。本冊內容與物理運動學的學習相輔相成。

坐標與向量幾何的脈絡如下：



一、三角

本章探討一般三角形的邊角關係及其應用。角度的概念由直角三角形的邊角關係切入，再延伸到極坐標下的正、餘弦。極坐標是以觀測者為中心的自然坐標系，正、餘弦函數則是極坐標轉換到直角坐標下的媒介。在極坐標的範疇，廣義角度只需談 $\pm 360^\circ$ ，向徑 $r \geq 0$ 的範圍即可；三角函數在超過 $360^\circ$ 的週期意涵留待三角函數章節時再處理。另外回應物理科之需求，將弧度量融入廣義角的教學，並微調其後各節使學生適度地熟練弧度量的概念與操作。三角形的邊角關係先介紹銳角的正弦與餘弦，對廣義角三角函數的求值則透過參考角與補角關係來處理。學生應先透過特殊角的三角函數的求值，熟悉直角坐標與極坐標的變換。

三角形的邊角關係表現在正弦與餘弦定理，這是三角學的核心內容。在向量幾何課題當中，正弦定理發展成外積公式，餘弦定理發展成內積公式。一般來說，正、餘弦定理有兩種推導方法，一種是將三角形切割成兩個直角三角形，再透過直角三角形的面積公式及畢氏定理分別推得正弦、餘弦定理。另一種是用坐標幾何方式來處理，將三角形一個頂點置於原點，一邊置於 X 軸，然後再透過面積公式或距離公式來處理。事實上這兩種方法是等價的，但前者較為根本，後者則較易連結到差角公式與向量幾何。本課網的設計是用前者處理銳角三角形的邊角關係，用後者處理鈍角三角形的邊角關係，以使學生能夠學到兩種處理方法。最後談一般三角形邊角關係的海龍公式，它是把正弦與餘弦定理結合起來的應用。

差角公式是計算兩線或兩向量交角的核心公式，其衍生公式如和角、倍角、半角公式，可用於三角函數的求值與三角測量。和差化積與積化和差的題材因涉及不同週期的三角函數的疊合，不需在高中時處理，故予刪除。

最後透過平面與立體的三角測量，讓學生學會三角的應用。三角測量應注意測量的策略與實用性，不宜出太困難的問題。

1. 直角三角形的邊角關係

1.1 直角三角形的邊角關係（正弦、餘弦）、平方關係、餘角關係

- 只談正弦、餘弦的定義，以及正弦、餘弦的平方與餘角關係。

2.1 廣義角的正弦、餘弦、正切及平方關係與補角關係

- 引進參考角的概念，利用補角關係，將廣義角的三角函數求值化為銳角三角函數的求值。參考角  $\alpha$  的定義為廣義角  $\theta$  與 X 軸的銳夾角，如：

$\theta = \pm 150^\circ, \alpha = 30^\circ; \theta = \pm 225^\circ, \alpha = 45^\circ; \theta = \pm 300^\circ, \alpha = 60^\circ$ 。此處只需談正弦、餘弦和正切即可。

- 單位圓的坐標為  $(\cos \theta, \sin \theta)$ 。由單位圓的坐標，易推得正弦、餘弦的補角關係。

2.2 弧度，弧度量與度量的互相轉換

將弧度量融入廣義角的教學，並於其後各節中使用弧度，強化度與弧度的轉換練習。

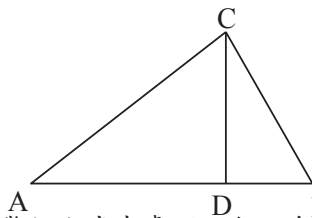
由引進弧度所延伸出的問題僅限於度度量與弧度量之轉換練習，不要延伸到弧長與扇形面積。

2.3 直角坐標與極坐標的變換

極坐標中  $r, \theta$  的範圍為  $0 \leq r < \infty, 0 \leq \theta < 360^\circ$

3. 正弦定理、餘弦定理

- 將三角形切割成兩個直角三角形，再透過直角三角形的面積公式及畢氏定理推得正弦、餘弦定理的證明。



$$\begin{aligned} \overline{BC}^2 &= \overline{CD}^2 + \overline{BD}^2 = b^2 \sin^2 A + (c - b \cos A)^2 \\ &= b^2 + c^2 - 2bc \cos A \end{aligned}$$

- 用坐標幾何方式來處理一般三角形的正弦、餘弦定理，例如以下三個定理。
- 面積與正弦定理：將  $\triangle ABC$  的 A 點置於原點，B 置於  $(c, 0)$ ，則 C 點置於  $(b \cos A, b \sin A)$ ，由面積公式可得

$$\triangle ABC \text{ 面積} = \frac{1}{2} c \cdot b \sin A$$

同理可得  $\triangle ABC \text{ 面積} = \frac{1}{2} a \cdot c \sin B$

$$\triangle ABC \text{ 面積} = \frac{1}{2} a \cdot b \sin C。$$

- 長度與餘弦定理：將  $\triangle ABC$  的 A 點置於原點，B 置於  $(c, 0)$ ，則 C 點的坐標為  $(b \cos A, b \sin A)$ ，由距離公式得  $a^2 = (b \cos A - c)^2 + (b \sin A)^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ 。
- 海龍公式。

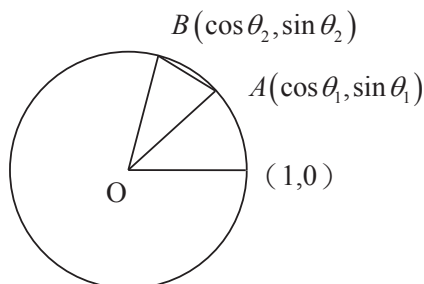
4. 差角公式： $\cos(\theta_2 - \theta_1) = \cos \theta_1 \cos \theta_2 + \sin \theta_1 \sin \theta_2$

4.1 差角、和角、倍角、半角公式

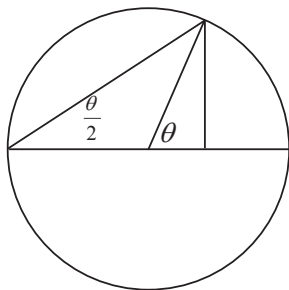


• 由餘弦定理的角度來看，差角公式較為根本且自然。由複數的極式來看，和角公式則較自然，此處的切入點為餘弦定理，故先介紹差角公式。

• 差角公式的證明：設  $A, B$  的坐標分別為  $(\cos \theta_1, \sin \theta_1), (\cos \theta_2, \sin \theta_2)$ ，應用餘弦定理於  $\triangle OAB$ ，可得  $\cos(\theta_2 - \theta_1) = \cos \theta_1 \cos \theta_2 + \sin \theta_1 \sin \theta_2$ 。



• 和角、倍角、半角公式：包括  $\cos(\theta_1 + \theta_2)$ 、 $\sin(\theta_1 + \theta_2)$ 、 $\tan(\theta_1 + \theta_2)$ 、 $\cos 2\theta$ 、 $\sin 2\theta$ 、 $\cos \frac{\theta}{2}$ 、 $\sin \frac{\theta}{2}$ 。



• 求  $\cos 15^\circ$  的值。

### 5. 三角測量

三角測量應注意測量的策略及其實用性。

#### 5.1 三角函數值表

在教學過程中可複習內插法。

#### 5.2 平面與立體測量

## 二、直線與圓

本章先探討在垂直與平行概念下的直線方程式及其應用。直線型式主要談點斜式，其他型式如斜截式、兩點式等不需另立名稱，可在應用時推導。不要讓學生背太多公式，而是要讓他們多練習推演，在反覆推演的練習中，自然會熟悉斜截式與兩點式。在兩線關係中，先談平行與垂直關係，如過一點垂直或平行於另一給定直線的直線方程式。其次談兩聯立方程式的幾何意涵（相交、平行），以及一些幾何與物理的應用，如外心、反射、鏡射等問題。在線性規劃這一節裡，將直線與具體世界做連結，可使學生體認到數學的應用性與普遍性。過去教材中分點公式的相關題材不在此討論，留待平面向量時再一併處理。

本章第二部分探討圓與直線的關係，透過解二元一次與二元二次聯立方程式，判斷圓與直線的相割、相切或不相交等關係。

### 1. 直線方程式及其圖形

#### 1.1 點斜式

其他型式如兩點式不需特別提及公式，可在例題中推導。

#### 1.2 兩線關係（垂直、平行、相交）、聯立方程式

• 過直線外一點與該直線平行、垂直的直線方程式。

### 2. 線性規劃

#### 2.1 二元一次不等式



能夠在坐標平面上標示滿足二元一次不等式的區域。

## 2.2 線性規劃（目標函數為一次式）

學生應了解平行直線系  $ax + by = k$ 。線性規劃中目標函數限為一次式。

## 3. 圓與直線的關係

### 3.1 圓的方程式

### 3.2 圓與直線的相切、相割、不相交的關係及其代數判定

代數判定是指圓與直線的聯立方程式有重根解（相切）、兩相異解（相割）、無實數解（不相交）。

## 三、平面向量

物理上用向量的表現力與速度。向量是只有長度、方向意涵，而不管起始點的抽象符號。由幾何角度而言，用坐標幾何探討幾何性質時，應與所架設坐標系的原點所在何處無關，這正符合向量與起始點無關的概念。因此向量成為探討平面與空間幾何自然且精簡的語言。

向量概念與運算要將有向線段的意涵與位置向量的坐標意涵緊密結合。位置向量所形成的向量空間具有代數運算的結構，即線性組合、內積與外積。它就如同實數系般，是平面與空間至精至簡的表現，可將幾何問題代數化，也可將線性方程組的問題賦予幾何意涵，是學生未來學習線性代數、多變量微積分、向量分析和多變量統計分析的基礎。因此，位置向量的線性組合、內積與外積是向量幾何的重點。

平面向量的線性組合題材包括向量的合成與分解。向量的合成包括分點公式、直線的參數式、以及兩向量所張出的平行四邊形。平面上的任意向量可分解為兩特定不平行向量的線性組合。向量的分解應與二元一次聯立方程組相結合。

內積與外積是在直角坐標系下，兩單位向量夾角的餘弦與正弦的代數表現。在二維時，外積指的就是行列式。事實上，給定兩位置向量  $\vec{a}$ 、 $\vec{b}$ ，經由餘弦定理計算其終點距離，可得  $|\vec{a}||\vec{b}|\cos\theta = a_1b_1 + a_2b_2$ ，經由正弦定理計算其所張平行四邊形面積，可得  $|\vec{a}||\vec{b}|\sin\theta = a_1b_2 - a_2b_1$ ，左端是具幾何表現的投影與高，右端展現代數的雙線性、對稱性與反對稱性。這兩個公式是向量幾何的核心公式。

內積的應用包括兩向量的直交化（將一向量分解成平行與垂直另一向量的兩個分量）、直線的法向量、點與直線的距離、直線與圓的關係（柯西不等式的應用）、兩直線的夾角和兩直線垂直的判定等。

行列式的應用包括面積的計算與兩直線平行的判定。二階行列式應與二元一次聯立方程組連結。二元一次聯立方程組  $\begin{cases} a_1x + b_1y = c_1 \\ a_2x + b_2y = c_2 \end{cases}$  有兩個意涵，即兩直線關係與線性組合  $\vec{c} = x\vec{a} + y\vec{b}$ 。其有解的判定為  $\vec{a}$ 、 $\vec{b}$  所決定的行列式不等於 0，代表兩直線不平行，或兩行向量  $\vec{a}$ 、 $\vec{b}$  不平行。其公式解為克拉瑪公式。

### 1. 平面向量的表示法

#### 1.1 幾何表示、坐標表示，加減法、係數乘法

向量為有向線段的幾何表示法。

- 證明簡單平面幾何的性質，如三角形兩邊中點連線定理。
- 向量為位置向量的坐標表示法，包括橫式與直式。

#### 1.2 線性組合、平面上的直線參數式

向量的合成：分點公式、三角形的重心、內心。

- 直線的參數式與直線上的運動。

- 能在平面上標示出  $\left\{ x \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} + y \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} \mid 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1 \right\}$  的區域。
- 向量的分解，如將  $\begin{bmatrix} 4 \\ 5 \end{bmatrix}$  分解為  $\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$  與  $\begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}$  的線性組合。

2. 平面向量的內積

2.1 內積與餘弦定理的關聯、正射影與高、柯西不等式

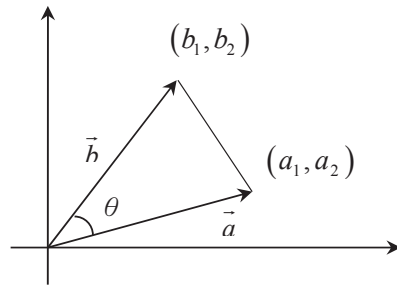
- 內積與餘弦定理

給定  $\vec{a} = (a_1, a_2), \vec{b} = (b_1, b_2)$

由餘弦定理得

$$(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 = |\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 - 2|\vec{a}||\vec{b}|\cos\theta$$

展開可得  $a_1b_1 + a_2b_2 = |\vec{a}||\vec{b}|\cos\theta$ ，此式右端反映幾何的角度，左端則為簡單的代數運算。因此將左端定義為  $\vec{a}, \vec{b}$  的內積，以符號  $\vec{a} \cdot \vec{b}$  表示。亦即向量內積為餘弦定理在向量幾何下的代數表現。向量內積具有下列代數性質：



$$\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{b} \cdot \vec{a} \text{、} (\vec{a} + \vec{b}) \cdot \vec{c} = \vec{a} \cdot \vec{c} + \vec{b} \cdot \vec{c} \text{、} \vec{a} \cdot \vec{a} = |\vec{a}|^2 \text{。}$$

- 平行四邊形相關定理的證明。
- 柯西不等式： $|ax + by|^2 \leq (a^2 + b^2)(x^2 + y^2)$ ，可處理圓與直線關係。
- 三角不等式： $|\vec{a} + \vec{b}| \leq |\vec{a}| + |\vec{b}|$
- 兩向量的直交化：將向量 (4, 5) 分解為與向量 (1, 2) 垂直與平行的兩個分量。
- 三角形的外心。

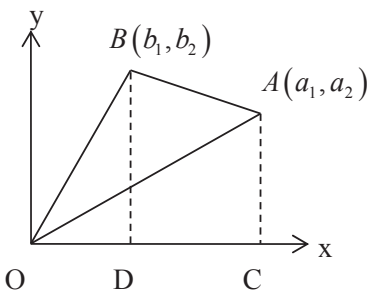
2.2 點到直線的距離、兩向量垂直的判定

3. 面積與二階行列式

3.1 面積公式與二階行列式的定義與性質、兩向量平行的判定

- 三角形面積的行列式公式：面積公式可採下列兩種方法切入：

1. 三角形  $\triangle OAB$ ， $O(0,0)$ 、 $A(a_1, a_2)$ 、 $B(b_1, b_2)$



$$\begin{aligned} \triangle OAB \text{面積} &= \frac{1}{2}b_1a_2 + \frac{1}{2}(a_2 + b_2)(a_1 - b_1) - \frac{1}{2}a_1a_2 \\ &= \frac{1}{2}(a_1b_2 - a_2b_1) \end{aligned}$$

2. 由  $\vec{a}, \vec{b}$  向量所張開的三角形面積

$$\begin{aligned} \triangle OAB &= \frac{1}{2}|\vec{a}||\vec{b}|\sin\theta = \frac{1}{2}|\vec{a}||\vec{b}|\sqrt{1 - \cos^2\theta} = \frac{1}{2}\sqrt{|\vec{a}|^2|\vec{b}|^2 - (\vec{a} \cdot \vec{b})^2} \\ &= \frac{1}{2}\sqrt{(a_1^2 + a_2^2)(b_1^2 + b_2^2) - (a_1b_1 + a_2b_2)^2} = \frac{1}{2}|a_1b_2 - a_2b_1| \end{aligned}$$

- 行列式的性質  $\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix} = -\begin{vmatrix} b_1 & a_1 \\ b_2 & a_2 \end{vmatrix}$ ,  $\begin{vmatrix} a_1+c_1 & b_1 \\ a_2+c_2 & b_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix}$ ,  
 $\begin{vmatrix} ca_1 & b_1 \\ ca_2 & b_2 \end{vmatrix} = c \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}$ 。

### 3.2 兩直線幾何關係的代數判定、二階克拉瑪公式

- 考慮聯立方程組  $\begin{cases} a_1x + b_1y = c_1 \\ a_2x + b_2y = c_2 \end{cases}$ ，其幾何關係是指兩線相交、平行或重合，其線性組合關係是指  $\bar{c}$  可否表現為  $\bar{a}$ 、 $\bar{b}$  的線性組合，其代數判定是指  $\bar{a}$ 、 $\bar{b}$  所形成的行列式是否為 0。
- 二階克拉瑪公式。

## 三、教學評量

- (一) 平時測驗的方式宜有彈性，要針對學生學習狀況設計適合其程度的評量方式。在評量時要給予充分的時間思考，並要求學生將過程寫下，以了解學生思考的步驟。測驗的題目應區分為基礎和進階兩類，依學生程度做適當的評量。
- (二) 為導正學習文化，在實施全國性測驗評量時，應提供學生充分的思考時間，以避免學生為求快速解答而忽略數學思考的學習。同時題數不宜太少，以免為求鑑別度而將題目導引到難題化。程度上應從基礎題到進階題均勻分布。
- (三) 相關評量單位應研究優良題型的評鑑指標，協助教學現場創造出優質的學習環境。

## 四、教學資源

為建構抽象思維的實體圖像，數學學科中心及各校應研發電腦輔助教學範例(例如：以電腦協助講授函數圖形、立體幾何、解方程式和統計課程)，並建立教學資訊平台，充分提供各項網路教學資訊。

## 五、教學相關配合事項

宜另編教師手冊，內容包含單元學習目標、教材摘要、課程目標與節數、教材地位分析、參考資料、教學方法與注意事項、教學活動設計舉例、習題解答、數位化學習媒體及其使用說明等，以提供教學參考，充分發揮教師手冊的功能。

## 貳、自然領域

### 一、綜合高中「基礎物理」教學綱要

#### 壹、目標

綜合高中「基礎物理」課程欲達成之目標如下：

- 一、培養對自然科學的認知與興趣。
- 二、養成良好的科學態度，使其熟悉科學方法，探索定理、定律及解決問題的能力。
- 三、體認科學發展對人類生活和環境的影響及其重要性，啟發學生創造和解決問題的能力。

#### 貳、核心能力

基礎物理課程所培養的學生核心能力如下：

- 一、定性及定量的分析能力。
- 二、以歸納及演繹的方法來界定並解決問題的能力。
- 三、安排及執行實驗的能力。

#### 參、教材綱要

綜合高中部定必修「基礎物理」課程計 2 學分。

主 題	主 要 內 容	說 明	備 註	參 考 節 數
一、緒論	1.物理學簡介	1-1 簡介物理學探討的方向，及其涵蓋的範疇。 1-2 簡要陳述物理學的演進。	· 避免單純以條列的方式來呈現物理史。可以藉由某幾位關鍵人物的貢獻來說明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。	1.5

主 題	主 要 內 容	說 明	備 註	參 考 節 數
	2.物理量的單位	2-1 介紹國際單位系統。		
二、物質的組成	<p>1.生活中常見的物質，無論是氣態、液態、或是固態都是由微小的原子所組成的。</p> <p>2.原子與原子核的組成</p>	<p>1-1 說明原子的大小。</p> <p>1-2 從原子觀點解釋固態、液態及氣態之間的差異。</p> <p>1-3 說明我們現在已經有技術可以直接觀察到原子、甚至「移動」原子。簡單說明由於我們對於原子與分子的理解加深、以及技術的進步，使得奈米科技有很大的發展空間。</p> <p>2-1 說明原子內部有帶正電的原子核，原子核外有電子環繞。</p> <p>2-2 說明原子核的大小。</p> <p>2-3 說明原子核內有質子與中子，質子帶正電，中子不帶電。簡單說明質子、中子是由夸克所組成的。</p>	<p>• 不在這個階段介紹太專業的名詞，如「掃描電子顯微鏡」、「場發射顯微鏡」等；只要說明我們目前有適當的技術便可。</p> <p>• 不須說明夸克的種類及所帶電荷。本節的主要目的僅在於讓學生認識「夸克」這個「常識性」名詞。</p> <p>• 可以說明至目前為止，我們還未在實驗上發現比電子及夸克更為基本的東西。</p>	2.5

主 題	主 要 內 容	說 明	備 註	參 考 節 數
<p style="text-align: center;">三、 物體的運動</p>	<p>1. 物體運動的軌跡</p>	<p>1-1 說明位置、位移、速度、加速度的意義。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可以用一維運動為例，介紹必要的（速度、加速度公式與計算。主要是將國中階段已經學過的基本概念做複習，以便加深印象。</li> </ul>	4
	<p>2. 牛頓運動定律</p>	<p>2-1 說明質量代表物體運動慣性之大小、慣性定律、力對物體運動狀態的影響、以及運動方程式（<math>F = ma</math>）的意義。</p> <p>2-2 說明日常生活中常見的摩擦力及彈簧力的性質。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不涉及軌跡數學式。僅以敘述方式說明我們可由運動方程式求得物體運動軌跡。</li> <li>• 一方面複習國中所學，一方面以這些熟悉的力為例，說明力會改變物體運動狀態。例如，如果沒有摩擦力，一個等速前進的物體將以等速度持續前進。</li> <li>• 配合示範實驗一：摩擦力的觀察。</li> </ul>	
	<p>3. 克卜勒行星運動定律</p>	<p>3-1 簡單介紹克卜勒三大定律發現的歷史背景及內容。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 此處介紹克卜勒行星運動定律的目的是以此為例讓學生知道物體軌跡的確遵循已知的明確規律，而這些明確的規律對於常人來說可能是極不明顯的事。如果不是克卜勒的緣故，我們可能還要摸索不知多久的時間才能知道這些規律。</li> <li>• 可說明克卜勒定律是克卜勒累積前人觀測資料之歸納性</li> </ul>	

主 題	主 要 內 容	說 明	備 註	參 考 節 數
			結果。	
四、物質間的基本交互作用	1.重力	1-1 說明帶質量的物體之間有萬有引力，以及此力大小與物體間距離的平方成反比。  1-2 說明可以從牛頓運動方程式及平方反比重力解釋克卜勒行星運動定律。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可寫出萬有引力平方反比公式。</li> <li>• 不推導任何數學式。</li> <li>• 可略加說明由牛頓運動方程式與平方反比重力解釋克卜勒定律是演繹式之推導，及前節克卜勒之歸納式為研究科學之兩種重要方式。</li> </ul>	3
	2.電力與磁力	2-1 說明帶電荷的物體之間有靜電力。原子內帶負電的電子與帶正電的原子核之間有相吸的庫倫靜電力，因此電子及原子核才會組合成原子。電子與電子之間則有相互排斥的靜電力。  2-2 說明磁鐵間有磁力、簡介磁力線與磁場的概念。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 將國中階段已經學過的基本概念做複習，以便加深印象。</li> <li>• 可寫出靜電力平方反比公式。</li> <li>• 將國中階段已經學過的基本概念做複習，以便加深印象。</li> </ul>	



主 題	主 要 內 容	說 明	備 註	參 考 節 數
	3.強力與弱力	<p>3-1 說明質子與質子、質子與中子、中子與中子之間有「強力」，因此能束縛在一起形成原子核。但是其作用力範圍很短，只限制在原子核大小的尺度內，因此我們在日常生活中感覺不到它的作用。</p> <p>3-2 說明單獨的中子並不穩定，會自動衰變成質子及其他粒子，某些原子核也會有類似的衰變。我們無法以重力、電力、磁力或強力來解釋中子的衰變現象，因此我們得知自然界中還有另外一種交互作用，我們稱它為「弱交互作用（或弱力）」。由於弱交互作用存在，中子才會衰變。弱力作用的範圍比強力作用的範圍更短。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 此處強力與弱力的概念均僅做定性介紹。</li> <li>• 可強調強力可以克服質子及質子間的相斥靜電</li> <li>• 在介紹完弱力後，可以做個總整理，說明自然界的基本作用力可分為重力、電力與磁力、強力、弱力。物質間一切的交互影響都是由這幾種基本交互作用所綜合而成的。</li> <li>• 說明我們日常生活中所經驗到的各種力量，例如摩擦力、各種「接觸力」（用手推桌子、地板把桌子撐住）、彈性力、氣體分子碰撞容器壁產生的壓力來源等等，若從原子的觀點來看，其來源其實都是電力與磁力的作用力。</li> </ul>	



主 題	主 要 內 容	說 明	備 註	參 考 節 數
五、電與磁的統一	1. 電流的磁效應	1-1 說明電流會產生磁場。介紹安培右手定則。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 只做定性的介紹，不推導任何數學公式。</li> <li>• 配合示範實驗二：載流導線的磁效應。</li> </ul>	3
	2. 電磁感應	2-1 介紹法拉第感應定律。由電磁感應來說明電與磁是不可分割的現象，因此我們把電力以及磁力統稱為電磁力。說明馬克士威把電磁力所遵守的定律全部整理在一起，因此人們稱這些方程式為馬克士威方程式。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 只做定性的介紹，不推導任何數學公式。</li> <li>• 不需要具體說明方程式的形式。簡單指出，馬克士威方程式讓我們能以定量的方式描述電磁現象。</li> <li>• 配合示範實驗三：電磁感應。</li> </ul>	
六、波	1. 波的性質	1-1 說明波速、頻率、波長的關係（數學式）。	• 將國中階段已經學過的基本概念做複習，以便加深印象。	6
		1-2 以簡單的例子（如水波、聲波）及圖示的方式說明波的反射、折射、干涉與繞射現象。	• 只做定性的介紹，不推導任何數學公式；不提折射定律的數學形式。以圖示方式介紹干涉現象。	
	1-3 利用聲波介紹都卜勒效應。	• 只做定性的介紹		
2. 光與電磁波	2-1 介紹歷史上關於光的兩個主要理論：微粒說、波動說。	• 只做定性的介紹，不推導任何數學公式。		

主 題	主 要 內 容	說 明	備 註	參 考 節 數
		2-2 介紹光的反射及折射現象。 2-3 介紹光的干涉及繞射現象。 2-4 說明由於有電磁感應現象，電磁場可以在空間中傳播，從而形成所謂的電磁波。介紹馬克士威從他的方程式預測了電磁波的存在，而且計算出電磁波的速度即為光速。科學家因此認知光即是電磁波。介紹電磁波譜及在日常生活中的應用。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不推導任何數學公式。</li> <li>• 介紹楊氏雙狹縫干涉實驗。</li> <li>• 配合示範實驗四：楊氏雙狹縫干涉。</li> <li>• 簡單指出，我們可以利用馬克士威方程式來計算出電磁波在真空中傳播的速度。僅須簡要說明電場、磁場之交互感應及傳播。</li> <li>• 可強調電磁波乃前節馬克士威方程式之重要推論。</li> </ul>	
七、 能 量	1. 能量的形式  2. 能量間的轉換與能量守恆	1-1 簡介力學能、熱能、光能、電能、化學能等各種形式的能。 1-2 介紹克氏溫標(絕對溫標)。說明溫度越高代表物體中原子的平均動能越大。 2-1 舉例說明各種能量間的轉換，以及能量守恆的觀念。介紹質量及能量可以相互轉換的概念。介紹 $E = MC^2$ 的公式。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 有關各種能量及能量間轉換避免做定量推導及計算。</li> </ul>	4

主 題	主 要 內 容	說 明	備 註	參 考 節 數
	3.核能  4.能量的有效利用與節約	3-1 簡述原子核的分裂及核能發電並介紹輻射安全。 3-2 簡述原子核的融合及核能。 4-1 簡介能源的有效利用及再生，並舉例說明日常生活中如何節約能源。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可提及太陽能來自核融合。</li> </ul>	
八、量子現象	1.光子與電子以及所有微觀粒子都具有波粒二象性	1-1 簡介光電效應，說明光具有粒子性。引入 $E = h\nu$ 公式。  1-2 舉例說明光電效應在日常生活之應用。 1-3 簡介雙狹縫電子干涉現象，藉此說明電子具有波動性。  1-4 指出在微觀(原子)尺度下，量子現象相當重要，牛頓運動定律並不適用。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 定性說明如果我們將頻率夠高的光照射到某些金屬上，便可以將電子打離金屬表面。光電子的產生只和入射光的頻率有關而和光的強度無關。</li> <li>• 說明光是由一顆顆的光量子所組成的，每顆光量子的能量和光的頻率成正比。</li> <li>• 定性介紹物理學家在 1961 年才成功完成的雙狹縫電子干涉實驗。此一實驗的概念及光學中的楊氏干涉實驗完全相同，可明確的呈現電子的波動性。</li> </ul>	4

主 題	主 要 內 容	說 明	備 註	參 考 節 數
	2.原子光譜	2-1 說明原子外圍的電子只能具有特定的能量，稱之為能階。 2-2 說明電子可以經由吸收或發射特定能量（頻率）之光子由一個能階躍遷到另一個能階，從而引入原子光譜之概念。 2-3 說明不同的原子有不同的光譜；經由測量一個物體發出的原子光譜，我們可以推論出它的組成成分。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可簡單指出能階的存在及電子的波動性有密切關聯。</li> <li>• 不涉及任何數學推導。</li> </ul>	
九、宇宙學簡介	1.星體觀測及哈伯定律  2.宇宙起源	1-1 認識宇宙中各種結構（如太陽系、星系、星系團等）。 1-2 由測量遠方星體之光譜與已知元素光譜之對比（紅移現象），我們得到哈伯定律。天文學家因此推論星系間之距離與時俱增。我們生活在一個正在膨脹的宇宙中。 2-1 簡介宇宙演化的歷史。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 僅做常識性介紹。</li> <li>• 說明可以用都卜勒效應來約略詮釋哈伯定律及膨脹宇宙的關係。</li> <li>• 僅做常識性介紹。</li> <li>• 可簡介霹靂說及宇宙微波背景輻射。</li> </ul>	2

主 題	主 要 內 容	說 明	備 註	參 考 節 數
附錄一、現代科技	1.現代科技簡介	1-1 簡介雷射、半導體、超導體及其應用。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 僅做常識性介紹。</li> <li>• 簡介台灣相關產業。</li> </ul>	

#### 基礎物理實驗

項目	示範實驗名稱	配合主題	參考節數
一	摩擦力的觀察	主題三：「物體的運動」中日常生活中的力。	0.5
二	載流導線的磁效應	主題五：「電與磁的統一」中電流的磁效應。	0.5
三	電磁感應	主題五：「電與磁的統一」中的法拉第電磁感應。	0.5
四	楊氏雙狹縫干涉	主題六：「波」中的光的干涉。	0.5

## 肆、實施方法

### 一、教材編選

- (一) 編寫教材時，應注意與國民中小學九年一貫課程的銜接，並注意教材內容應具時代性及前瞻性。
- (二) 綜合高中基礎物理教材之編選，應依照本教材綱要之規範，銜接國民中小學九年一貫課程自然及生活科技學習領域教材，配合學生之數學能力，妥善編排組織成適合學生認知能力和激發學生學習興趣的教材。教材編輯時，可自訂篇、章、節等順次和標題名稱，但必須涵蓋教材綱要中各主要內容。
- (三) 物理學之教材內容應理論和應用並重，以使學生能活學活用科學知識。
- (四) 教材之編寫，原則上，各單元應以示範實驗或學生的舊經驗引領，以引起學生學習的動機，經由歸納或演繹的過程，導出科學知識。教材的敘述應著眼

於闡明知識的形成過程，以培養學生發現和解決問題的能力。

- (五) 教材之組織應兼顧與綜合高中數學科、化學科、地球科學科、和生物科等相關學科之間的相互配合。
- (六) 教材份量應與教學節數相配合，以一學期一冊為原則。內容應力求上下連貫，前後呼應，重要概念宜分層次，由淺而深，由具體而抽象，在不同單元中重覆呈現，使學生能充分理解並習得完整的概念。
- (七) 教材中的專有名詞和人名翻譯，應以教育部公布之物理學名詞為準，遇有未規定者，則參照目前國內科學刊物及習慣用語，妥為譯註，惟各冊必須一致，且與綜合高中其它相關學科相配合。課本中初次出現的專有名詞或外國人名，在同一頁中應附原文，人名並應附國名及生歿年，書後加印中英名詞對照表及索引。
- (八) 教科書各單元教材之後，應編列習題，由學生自行解答，以收練習之效。
- (九) 教科書應隨同編有教師手冊，供教師參考。教師手冊之內容除了明列教學單元目標、教學時間之外，應提供教學必要的參考資料、習題解答和實驗活動的詳盡說明；必要時，得提供教學媒體之製作資料或成品。
- (十) 各單元教材之設計，應兼顧認知、情意和技能等方面的教學目標。在認知方面，包括觀察、研判、推論、預測、提出計畫、提出假設、評估等心智活動能力的培養及科學概念的習得等；在情意方面，包括實事求是的工作態度培養，細心耐心的工作精神陶冶等；在技能方面，包括實驗操作技能，及各種實際執行活動能力的習練等。
- (十一) 文字敘述，力求流暢易讀，淺顯易懂，版面應做美工專業設計，多附精美的圖說和彩色照片，以吸引學生喜愛閱讀，激發其讀書之興趣。
- (十二) 物理學於課文之外，如有實驗活動，需另編有實驗活動手冊。手冊中應明列實驗目的、實驗儀器、實驗步驟、結果和討論，並設計一些相關問題供學生思考作答。
- (十三) 每一冊在各章節間或在書後，應酌列與教材有關的補充資料，例如科學家的傳記、最新科技進展、國內外相關專業網站、書籍和文章等，供老師及學生參考。

## 二、教學方法

- (一) 教師在教學前應參考教師手冊，編寫教案。教案之設計，應以普通程度學生為對象，但亦應顧及個別差異，對於學習較快或較慢之學生，應實施「擴充

教學」或「補救教學」。

- (二) 教師在每一新單元教學時，應以學生日常生活之體驗，及既有之知識或經驗為基礎，多舉實例以引起學生學習的動機，進而引導學生發現問題，推理分析，歸納或演繹，以迄問題之解決，達成習得新知識或新概念的教學目標。在實驗活動中，應儘量讓學生親手操作，以熟練實驗技巧，並提供學生自我發揮之創造空間，教師從旁協助，善加引導。
- (三) 教師教學時，不應單以知識的傳授為重點，尤應注意教導學生在科學方法的應用和科學態度的培養。科學方法包括觀察、分類、測量、傳達、數字的運用、時空關係的運用、預測、推理、解釋資料、控制變因、建立假設、設計實驗等項。科學態度則指互助合作，尊重他人意見，忠於數據，實事求是等項。
- (四) 教師教學時，應積極鼓勵學生質疑發問、共同討論，以營造生動有趣的教學氣氛。討論時，可採小組活動方式，以促進同學間合作及互助的學習。教師宜多運用各式教學媒體和資訊設備以加強課堂教學之效果。
- (五) 教師教學時，應著重科學概念的融會貫通和運用，切忌灌輸零碎、片斷的知識。
- (六) 教師教學時，應本因材施教，有教無類的精神，運用教學的藝術和輔導的技巧，充分掌握每一學生的學習動態，激發其潛能，不放棄任何一位學生。
- (七) 教學完畢後，教師應做自我評量及學生學習成就評量，逐步修訂教案，使教學計畫更趨完善，教學得以相長。
- (八) 實驗活動之教學應以連課方式進行。

### 三、教學評量

- (一) 為了解學生之學習狀況和成就，教師應適時進行「形成性評量」和「總結性評量」，以評估學生學習成就和診斷教學得失，並加以補救及調整，俾達成預期的教學目標。
- (二) 評量方式除紙筆測驗外，並應考評學生所做習題和學習報告，以及課堂討論和實驗活動的表現，綜合評估學生的學習成就和能力。
- (三) 評量之內容，應以教學目標和學習行為目標為導向。在認知方面，按記憶、理解、應用、分析、綜合、評鑑等不同層次，設計評量試題，題型宜生動活潑，並求難易適中；在情意方面，著重科學精神和科學態度的表現；在技能方面，則考查實驗操作的技巧和設計的能力。



- (四) 平時考查之項目可以閱讀報告、專題研究、自製模型、自行設計實驗等方式行之。在報告和研究方面，應著重組織能力、資料查尋能力、討論及做結論能力。在實驗方面，則著重在思考能力及創造能力。

#### 四、教學資源

- (一) 學校應依教育部頒布之[普通高級中學設備標準]，設置物理實驗室，及器材準備室，並得配置管理人員。實驗活動所需之器材應獲得充分之供應。
- (二) 實驗室及實驗活動場所應注意通風、安全措施和環境污染防治。實驗所損耗的器材，應儘速修護或補充。
- (三) 設備標準中所規定之視聽教學媒體。
- (四) 各校應鼓勵教師自製教具，或由教學研究會集體創製，並推廣之，以分享教學經驗。
- (五) 收集和整理網路資源，提供多元並隨時能更新的教學資源，同時建立互動管道，如電子討論區，注意資料來源的正確性。
- (六) 學校應供應每位教師教師手冊，並宜多訂購參考書籍、科學期刊和雜誌供師生借閱，以做為教學研究或學習之參考。

#### 五、教學相關配合事項

與本科關係最密切的學科為數學、化學、地球科學和生物，任課教師應熟悉相關學科之內容，並透過教學研究會方式，集合各相關科目任課教師，共同研討配合方案，以求科際間縱向及橫向之間的聯繫。



## 二、綜合高中「基礎化學」教學綱要

### 壹、目標

綜合高中必修科目「基礎化學」課程欲達成之目標如下：

- 一、藉由生活化的教材內容與實驗活動，建立綜合高中化學科之基本核心概念之了解與應用。
- 二、引導學習化學興趣，培養化學基本素養、科學態度，熟悉科學方法，增進個人解決問題、自我學習、推理思考、表達溝通以適應社會變遷之能力。
- 三、培養環境保護及永續發展之理念，成為具有科學素養之公民。

### 貳、核心能力

綜合高中必修科目「基礎化學」課程欲培養之核心能力如下：

- 一、化學是基礎科學的核心學科，最重要的是建立科學思考的基本方法與態度。對論證、思辨、理解、批判、解析、創新、發現及解決問題等智能之培養，應為學習之核心。
- 二、化學與物理學同為物質科學的兩大柱石，包含理論、現象與應用面向的學習。學科能力應注重概念的理解與應用，數據圖表的轉化與解讀，並能就生活中與科學相關的事件或現象尋求證據導向及理性判斷的思考與觀點。

### 參、教材綱要

綜合高中部定必修「基礎化學」課程計 2 學分，開設於一年級。

主題	主要內容	說明	備註	參考節數
一、物質基本組成	1.物質的分類 2.原子與分子	1-1 純物質與混合物 1-2 元素與化合物 1-3 物質的分離與純化 2-1 定比定律及倍比定律 2-2 道耳頓原子說 2-3 分子的概念		7

主題	主要內容	說明	備註	參考節數
	3.原子量與分子量 4.溶液	3-1 原子質量單位、原子量、分子量 3-2 莫耳與亞佛加厥數、莫耳質量 4-1 溶液的組成、溶解度 4-2 濃度的概念、重量百分濃度、體積莫耳濃度、百萬分點濃度		
二、物質基本構造	1.原子結構 2.原子中電子的排列 3.元素性質的規律性 4.元素週期表	1-1 拉塞福原子模型、原子與原子核的相對大小 1-2 原子核的組成與原子序 2-1 能階的概念 2-2 原子序 1~18 元素之原子的電子排列、價殼層及價電子 3-1 原子的價電子與元素性質規律性的關係 4-1 元素週期表 4-2 元素的分類	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>能階概念指原子中電子能量不連續，不涉及軌域概念。</u></li> <li>• 以軌道模型說明主殼層能階，不涉及量子數、副殼層及軌域概念</li> </ul>	7
三、物質變化	1.化學式 2.化學反應式與均衡 3.化學計量 4.化學反應中的能量變化	1-1 化學式的意義 1-2 實驗式、分子式、示性式、結構式、分子模型 2-1 化學反應表示法 2-2 觀察法與代數法平衡化學反應式 3-1 化學反應中質量的關係 3-2 限量試劑的概念 4-1 放熱反應與吸熱反應、化學反應熱 4-2 熱化學反應式 4-3 赫斯定律及能量守恆	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>大幅提升分子模型圖影像顯示。</u></li> <li>• <u>計算應規範在最基本的質量及能量守恆之認識。</u></li> </ul>	7

主題	主要內容	說明	備註	參考節數
四、化學能源	1. 化石燃料 2. 電池 3. 能源	1-1 煤、石油、天然氣 1-2 石油分餾及其主要產物 1-3 烴的燃燒與汽油辛烷值 2-1 化學電池原理 2-2 常見的電池：乾電池、鉛蓄電池、 鋰電池、燃料電池 3-1 化學能的轉換 3-2 常用能源		7

綜合高中基礎化學實驗				
	實驗名稱 (建議節數)	說明	技能	試藥
基礎化學	1.物質的分離 (一節)	●學習基本分離技術：如傾析、過濾、濾紙層析、集氣法、或蒸餾的條件與技能	傾析、過濾、濾紙層析、集氣法、蒸餾(集氣及蒸餾可採現場或影片示範)	
	2.硝酸鉀的溶解與結晶(一~二節)	●測量硝酸鉀之溶解度與溫度的關係 ●固態物質的結晶	溶解度的測定、圖形與數據、結晶	硝酸鉀
	3.化學反應熱(一節)	●測量強酸、強鹼中和反應的反應熱(不考慮系統熱容量概念) ●硝酸鉀溶於水的熱量變化	反應熱的測量	氫氧化鈉溶液、鹽酸、硝酸鉀固體(反應容器可用保麗龍杯)
	4.化學電池(一節)	●簡易化學電池組	三用電表的使用	硫酸鋅、硫酸銅、硫酸鎳、 <u>硝酸銀(選用)</u> 、鋅片、銅片、鎳片、碳棒、硝酸鉀(鹽橋)

## 肆、實施方法

### 一、教材編選

- (一) 教材之編選，應根據『綜合中學必修科基礎化學教學綱要』之規範，教材編輯時，可統整教材內容自定篇、章、節等順序或名稱。
- (二) 教材之設計，除應與國民中學自然與生活科技領域銜接之外，亦應與其他相關學科相互配合
- (三) 本階段為化學的基礎教育，應以學生舊經驗為基礎，繼續九年一貫自然與生活科技領域課程，以中小學一貫課程體系指引為本，依普通高中教育標準，組成可誘導學生興趣並發揮其潛能之化學教材。
- (四) 課本內有關原理之推演、闡釋應循序漸進，層次分明。定義宜清晰明確，公式宜詳加說明。並多使用範例來說明原理之適用性，期能活學活用。
- (五) 基礎化學宜注重基本概念之建立，而不涉及複雜的演算。分子結構應強調分子中原子的排列有三度空間的特徵，但不強調記憶複雜的構造。教材份量應與教學節數相配合，並應求前後呼應。
- (六) 編寫教材時，除應注重新興科學與科技的發展，亦應配合本土特性與最新資訊，適度納入，適時修正。
- (七) 本教材綱要所述之實驗為必須實施之實驗，實驗教材的設計，雖然與課綱相輔相成，卻非完全侷限於課綱的內容，其教材不需延伸至更深入的原理或概念，應著重操作型的學習，強化實驗過程中獲得過程技能外，並能培養其歸納推理，發現、解決問題、及自我學習的能力。
- (八) 為配合教材及增進教學效果，適時加入示範實驗，以提高學生的學習興趣。
- (九) 文字敘述，力求精簡準確，易讀易懂，學生可自行閱讀或自學，得在每章列出學習重點或摘要，版面應作美工專業設計，以誘導學生喜愛閱讀，激發其學習興趣為宗旨。
- (十) 教科書各單元教材，應編列例題及家庭作業，提供思考性習題。
- (十一) 教材中的專有名詞及翻譯名稱，應採用國立編譯館公布之規定，遇有未規定者，則參照目前國內刊物及習慣用語，妥為譯訂，惟各冊必須一致，並於書後列印中英名詞索引。
- (十二) 教師手冊宜審慎編輯，除明列教學單元目標、教學節數外，應提供教學必要的補充資料與參考書目，實驗活動與實驗藥品特性和處理方法的詳盡說

明。

## 二、教學方法

- (一) 教師在學期開始前，應根據教師手冊、教科書、與實際教學節數等，編寫教學進度與教學計畫。教學的內容得依地方特性酌予增加鄉土教材。
- (二) 教師教學時，應以學生既有的知識或經驗為基礎，多舉生活上的實例以引起學習的動機，並盡量以相關之媒體輔導學生觀察現象、發現問題，適時提供學生進行提出假設、設計實驗步驟等探究的機會。在實驗活動中，應多讓學生親手操作，增加學習化學興趣，並培養基本操作技能。即使是示範實驗也可選同學操作，其他同學則可學習觀察、提問、討論、論述、報告、資料檢索等。
- (三) 教師教學時，除知識的傳授外，應注重科學方法的運用和科學態度的培養。
- (四) 教師教學時，應本因材施教之原則，重視個別輔導；注重班級經營，活用教學技術，以提高學生學習興趣；善用發問的技巧與小組討論的方式，以激發學生之思考。
- (五) 教師宜配合課程需要，利用校外教學或其他適當的時機，帶領學生參觀與化學有關的工廠或研究機構等社會資源。並於教學中適時補充與化學有關之最新資訊，指導學生蒐集整理資料、相互研討，培養學生從事專題討論及研究的能力。
- (六) 教師應運用各種評量方法，適時評量教學過程與結果，並據以輔導學生學習及改進教學。

## 三、教學評量

- (一) 為了解學生之學習狀況與成就，教師在教學過程中，應適時進行形成性評量、動態性評量、診斷性評量、另類評量、多元評量與總結性評量工作，以診斷教學的成效，並適才適性地評估學生的學習成就，加以改進與補救，以達成預期的教學目標。
- (二) 評量之內容，應以學習目標為導向，在認知方面，則按記憶、理解、應用、分析、綜合、評鑑等不同層次，製作評量試題，而題型宜生動活潑，從生活中取材，並求難易適中；在技能方面，則考評學生實驗操作技巧、科學過程技能、設計實驗及綜合判斷之能力；在情意方面，則特重科學精神和求真、求實之科學態度的含蘊，及求知與參與之熱忱。

- (三) 平時考查項目之評量方式除紙筆測驗外，亦可以課堂問答、閱讀報告、專題評論、習題作業、趣味遊戲、自製模型、設計實驗之報告、活動紀錄之內涵等方式為之，依其思考之週延性、邏輯推理之嚴謹性、反應之靈敏性及創意之精緻性等各項表現，加以考評。

#### 四、教學資源

- (一) 學校應依照教育部頒布之「普通高級中學設備標準」，設置化學實驗室、化學實驗準備室、藥品儲藏室、器材供應室（含備妥急救沖洗及防火器材）、教師研究室等設施。實驗室及活動場所，應審慎規劃，並注意安全措施。
- (二) 實驗活動所需藥品及器材應獲得充分的供應，並得配置管理人員。
- (三) 除設備標準中規定必備之視聽教學媒體（包括電腦、光碟、錄影帶、影片、幻燈片、投影片、掛圖、模型等）外，分子三度空間概念的學習尤須強化電子視覺媒體及模型，各校之教學研究會，應鼓勵教師使用或製作教學媒體，並推廣之，擴大其教學效能。
- (四) 學校除需供應教學上必備之教師手冊、工具書及參考書外，並訂購相關期刊、雜誌供全校師生借閱，作為教學與研究之參考。

#### 五、教學相關配合事項

基礎化學與數學、基礎物理、基礎生物等學科共屬自然領域，任課教師應熟悉相關各科教科書之內容，並透過教學研究會方式，集合各相關科目任課老師，共同研討教學配合方案，以求科際間橫向之聯繫。

### 三、綜合高中「基礎生物」教學綱要

#### 壹、目標

綜合高中「基礎生物」課程欲達成之目標如下：

- 一、引導學生經由探討各種生命現象及生物之共同性和多樣性，理解生物體的構造和功能，以培養基本生物學素養，激發其探究生物學的興趣。
- 二、引導學生認識現代生物學知識的發展，了解生物與環境之間的關係，體會保護生態環境及永續發展的重要性，以培養尊重生命與愛護自然的情操，強化永續發展的理念。
- 三、培養學生的觀察、推理和理性思辨等技能以及批判思考能力，以應用於解決日常生活中所遭遇的問題。

#### 貳、核心能力

綜合高中必修科目「基礎生物」課程欲培養之核心能力如下：

- 一、了解生命的特性和共同性，認識生物多樣性的重要性，培養保育生物多樣性的情操。
- 二、認識生物體的基本構造和功能，了解生物遺傳與生命延續之現象及其原理。
- 三、了解群集和生態系的特性，探討生物與環境之間的交互作用以及人類對生態的影響，培養尊重生命、保護生態環境的態度。
- 四、培養觀察、推理、操作實驗等科學過程技能，發展批判思考、論證溝通與解決問題等能力。



### 參、教材綱要

綜合高中「基礎生物」為二學分的課程，於高一開設，以安排一學期，每週授課二節（含探討活動）為原則。

主題	主要內容	內容細目	內容說明	參考節數
壹、生命的特性	一、生命現象 二、細胞的構造 三、細胞的生理 四、細胞及能量 五、探討活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 新陳代謝，生長，感應，生殖等</li> <li>• 原核細胞與真核細胞</li> <li>• 真核細胞的構造</li> <li>• 組成細胞的分子</li> <li>• 通過細胞膜的運輸</li> <li>• 細胞中的化學反應</li> <li>• ATP</li> <li>• 能量的獲得與轉換</li> <li>• 細胞形態與構造的觀察</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 簡介細胞膜、細胞質、細胞核、植物細胞壁</li> <li>• 僅簡介粒線體、內質網、高基氏體、液泡、核糖體、葉綠體</li> <li>• 簡介水、醣類、蛋白質、脂質、核酸</li> <li>• 不得涉及化學分子的結構式</li> <li>• 僅簡介簡單擴散、促進性擴散、主動運輸(不得涉及次級主動運輸)</li> <li>• 簡介酶的特性及其功能</li> <li>• 僅簡介物質的合成作用和分解作用</li> <li>• 僅簡介光合作用及呼吸作用在能量轉換之關係，但不得涉及電子傳遞鏈、卡爾文循環、糖解作用與克氏循環的詳細過程。</li> <li>• 不得涉及化學分子的結構式</li> <li>• 觀察動物和植物細胞的形態及構造</li> </ul>	8~9



主題	主要內容	內容細目	內容說明	參考節數
貳、植物的構造與功能	一、植物的營養構造與功能  二、植物的生殖構造與功能  三、植物對環境刺激的反應  四、探討活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 根、莖、葉的形態、構造和功能</li> <li>• 植物體內物質的運輸</li> <li>• 被子植物的生殖構造</li> <li>• 授粉和受精</li> <li>• 果實和種子的傳播</li> <li>• 對光、重力和機械性刺激的反應</li> <li>• 觀察花的構造</li> <li>• 觀察花粉的形態及萌發</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不得涉及共質體 (symplast) 及質外體 (apoplast) 途徑</li> <li>• 不得涉及世代交替的概念</li> <li>• 不得涉及光敏素和植物激素的生理作用</li> </ul>	8~9
參、動物的構造與功能	一、循環  二、消化  三、呼吸與排泄	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 循環系統</li> <li>• 消化系統</li> <li>• 呼吸系統</li> <li>• 泌尿系統</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 簡介循環系統的組成</li> <li>• 簡介血液循環和淋巴循環</li> <li>• 簡介血壓(不得涉及血壓的調節機制)</li> <li>• 簡介消化系統的組成</li> <li>• 簡介食物的消化與吸收(不得涉及消化液分泌的調控)</li> <li>• 簡介呼吸系統的組成</li> <li>• 簡介呼吸運動的過程(不得涉及調控機制)</li> <li>• 簡介氣體交換</li> <li>• 簡介泌尿系統的組成</li> <li>• 簡介尿液的形成</li> </ul>	12 ~14

主題	主要內容	內容細目	內容說明	參考節數
	<p>四、防禦</p> <p>五、感應與協調</p> <p>六、生殖</p> <p>七、探討活動</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 淋巴系統</li> <li>• 防禦作用</li> <li>• 神經系統</li> <li>• 內分泌系統</li> <li>• 生殖系統</li> <li>• 血球及神經細胞的觀察</li> <li>• 生殖腺及生殖細胞的觀察</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 簡介非專一性防禦和專一性防禦(不得涉及T淋巴球和B淋巴球之間的交互作用、自然殺手細胞、MHC與Ig種類)</li> <li>• 簡介神經系統的組成(不得涉及腦的細部分區與各腦神經的名稱及分類)</li> <li>• 以隨意運動為例,說明神經元、肌肉和骨骼的共同作用(不得涉及訊息傳遞的機制、以及骨骼的名稱與分類及肌肉的微細構造)</li> <li>• 簡介內分泌系統的組成與功能(僅簡介腦垂腺、甲狀腺、副甲狀腺、胰島、腎上腺和性腺,不得涉及激素的化學成分)</li> <li>• 簡介生殖系統的組成</li> <li>• 簡介月經周期(不得涉及下視丘與腦垂腺的調控機制)</li> </ul>	

## 肆、實施方法

### 一、教材編選

- (一) 綜合高中「基礎生物」課程的教材編選，應以認識生物之共同性及多樣性為基礎，引領學生經由探討生物體的構造及機能，了解動物與植物的生理和生命的遺傳和延續，進而體會保護生態環境及永續發展的重要性，以達成課程目標。
- (二) 教材內容之深度及廣度應適合綜合高中一年級學生的認知能力，並注意與國民中小學「自然與生活科技」課程內容及普通高級中學選修科目「生物」課程銜接。
- (三) 教材綱要之「內容說明」欄旨在適度規範教材編輯及教學選裁內容的深度和廣度，選編教材時應審慎考量「內容細目」及「內容說明」之規範，不宜偏漏或超出範圍。教材份量可依各主題之性質彈性調配，惟應儘量與教學參考節數相配合。
- (四) 教材之組織應以學生的「先前知識 (prior knowledge)」為基礎，強調概念系統之間的統整及協調，相關概念之呈現應由淺至深，由具體而抽象，注意概念發展之層次、系統與連貫，避免僅記憶零碎之知識。
- (五) 教材編輯及教學選裁應重視基本概念的探討及生物學概念系統之發展，儘量選用我國的生物學研究成果及在地學習材料，並適切融入海洋教育相關教材，以期與學生之生活經驗相結合，激發學生的學習興趣。
- (六) 教材編輯和出版者於編撰教材以及教師於規劃教學內容時，應參考基礎物理、基礎化學、基礎地球科學和地理等學科的相關單元內容，以避免不必要之重複。
- (七) 教材選編應力求淺顯易懂、生動有趣且容易閱讀，並多附圖、表及照片等以幫助學生了解。使用之專有名詞和人名之譯名應以教育部國立編譯館公布之生物學名詞為準，其未規範者宜參照目前國內相關學術期刊或一般習慣用語，妥適翻譯，初次出現之專有名詞或外國人名宜附原文以為對照。
- (八) 為促進科技和人文素養的均衡發展，使生物科之學習能融入人文的內涵，選編教材時宜適當納入有關科學家生平的闡述，以及簡單說明重大科學發現的經過。生態保育、海洋教育及永續發展相關的概念或發展，也應介紹說明，

以增加學生學習生物學的興趣，進而培養學生尊重生命、愛護環境與永續發展的情操。

- (九) 選編教材時宜將「探討活動」融入教科書，探討活動內容之設計應儘量配合教材綱要，使教材內容的學習更完整、明晰。探討活動之取材應儘量選用地材材料。此外，編撰教材時宜另編「探討活動紀錄簿」，俾方便學生於進行活動時記錄探討活動之過程、結果與討論。
- (十) 編撰教材時應隨附「教師手冊」供教師教學之參考，「教師手冊」的內容除列出各單元教學目標、教材內容說明外，亦宜適當提供教學參考資料和建議等，供教師教學之參考。

## 二、教學方法

- (一) 教師教學時應先以適當方法診斷學生之「先前知識」，並以學生之「先前知識」及生活經驗為基礎，應用適當之教學策略幫助學生達到有意義的學習。
- (二) 教師教學應以科學概念知識為主軸，注重基本科學概念之了解和融會貫通，不宜過度強調零碎知識的記憶。
- (三) 教師教學時應多以發問方式啟發學生思考，激發學生參與討論活動，並積極鼓勵學生提問，以幫助學生了解教材內容，引起學生的學習動機和興趣，促進自我學習。
- (四) 教師教學時除了應注重學生對科學概念知識的學習外，亦應兼顧科學過程技能（如：推理、預測、解釋資料、提出假說、設計實驗等）和科學態度（如：虛心、尊重數據、不輕下結論等）的培養。
- (五) 教師教學時應因應教材的特性，應用適當的教學媒體來輔助教學或實施戶外教學，以幫助學生了解科學概念知識，發展科學過程技能。
- (六) 教師教學時應適當應用社會資源，結合當地科學教育及研究機構，以幫助學生結合生活經驗及教材內容，並了解科學發展過程。也應提供機會，引導學生討論生物學相關的社會、倫理或法律議題。
- (七) 教師教學時必須注意學生的個別差異，對於學習較快或較慢的學生，應該因應其學習情況適當實施增廣或補救教學。

## 三、教學評量

- (一) 教學評量應以課程目標及教學目標為依據，並兼顧認知、技能和情意三個領域的學習，以檢測學生是否習得基本的科學概念知識、科學過程技能和科學

態度等。

- (二) 教學評量的實施應善用診斷性、形成性與總結性評量的特性，採定期及不定期考查的方式實施，俾隨時診斷學生的學習困難，檢測學生的學習進展，評量學生的學習成果，以做為教師改進教學及促進學生學習之參考。
- (三) 教學評量應適當發揮督促、鼓勵和啟發學生反省思考的功能，並引導學生察覺自己學習方式的優缺點，不宜僅做為評量學生學習成就的工具。
- (四) 實施教學評量時，應適時發掘有特殊學習困難或具有特殊科學性向及才賦的學生，俾給予適當的補救教學或個別輔導。
- (五) 教學評量應秉持真實性評量 (authentic assessment) 的理念，採多元的方式實施，除由教師進行考評之外，亦得輔以學生自我評鑑等方式，以考查學生是否達成教學目標，俾做為改進教學、提升教學成效的參考。
- (六) 教學評量的實施方式不宜僅侷限於紙筆測驗，可兼採觀察、晤談、繳交報告、實作及檔案評量 (portfolio assessment) 等方式為之，以期能公正、客觀的評估學生的學習情況，並激發學生的學習動機，增進學習績效。
- (七) 實施教學評量時除了以「常模參照評量 (norm-referenced assessment)」來解釋學生的學習成就外，亦宜斟酌情況適切採用「效標參照評量 (criterion-referenced assessment)」的理念來解釋學生的學習表現，以發揮教學評量在檢測學生學習進展狀況，提升學生學習興趣的功效。
- (八) 認知領域學習表現的評量除應包括知曉、了解的表現外，亦應注重應用、統整等高層認知能力及批判思考等的表現。知曉、了解、應用和統整四個階層認知能力之定義如下：
  1. 知曉科學知識 (K)
    - (1) 記憶在學校課程或日常生活經驗中所習得之科學事實或知識。
    - (2) 區別或界定基本科學名詞、術語或科學實驗器材。
    - (3) 閱讀圖表。
  2. 了解基本科學原理法則 (U)
    - (1) 了解基本科學概念、原理、法則。
    - (2) 了解科學學說和定律的內容。
    - (3) 了解科學知識間的關係。
  3. 應用基本科學資訊 (A)
    - (1) 分析及解釋資料。
    - (2) 應用科學知識進行推理、推論、預測。

(3) 分析資料並應用資料進行推理、推論、預測。

#### 4. 統整科學資訊 (I)

(1) 綜合各項資訊，指出各變項之間的關係。

(2) 統整實驗過程及數據，指出擬驗證之假說及提出結論。

(3) 統整科學概念提出結論。

(4) 綜合各階層科學知識以解決問題。

### 四、教學資源

(一) 學校應視需要配置專職實驗室管理人員，若未聘請專職管理人員，而由教師兼任實驗室管理人員時，應有減少上課時數等配套措施，以利實驗室之管理及生物科之教學。

(二) 學校除應依據教學綱要之內容，妥適充實教學必需之相關設備、器材、藥品及標本（含玻片標本），並購置教學所需之模型、掛圖及光碟等教學媒體以配合教學外，亦應提供相關設備和材料鼓勵教師自製教學媒體，以配合教學使用。

(三) 為方便生物科之教學實施，學校應在環境許可的範圍內，妥善設置小型「生態池」或「植物園區」，以利生物科教學活動之進行。

(四) 實驗室及進行實驗活動的場所應特別注意通風及安全設施，教師應妥適教導和輔導學生正確使用、操作相關與維護實驗相關設備（如：顯微鏡等）。

(五) 學校應儘量配合教學需要，購置生物教學相關書籍、期刊、雜誌等參考資料供師生借閱，並做為學生學習及教學研究之參考。

### 五、其他配合事項

(一) 綜合高中「基礎生物」教學綱要之修訂，係以培養國民基礎生物學素養為目標，以反映社會對提升國民基礎生物學素養的期待。

(二) 教學綱要的修訂不但涉及教材的更迭，還牽涉到師資教育（職前培育、師資檢定和在職教育等）的配合、教學相關設備的充實及更新、評量的更張等的配套問題。為提升未來課程實施之可行性及實施成效，以有效達成課程目標，教育部應於課程實施之前，妥撥經費以充實生物科教學相關設備，並有計畫辦理生物科教師研習，以提供教師在職進修的機會。