

# 1

## 科學的態度與方法

本章要研究的是「科學的態度與方法」，第 1 節我們先討論研究科學問題時，科學家所具有的態度，第 2 節則討論科學家所採用的科學方法。

為了科學資訊交流的統一與便利，目前全世界採用國際單位制，簡稱 SI。第 3 節我們將介紹現行 SI 的 7 個基本單位及導出單位。

物理學在自然科學各個領域中，扮演最為基礎的角色。物理學的發展源遠流長，在第 4 節我們將摘錄介紹物理簡史。



### 學習脈絡

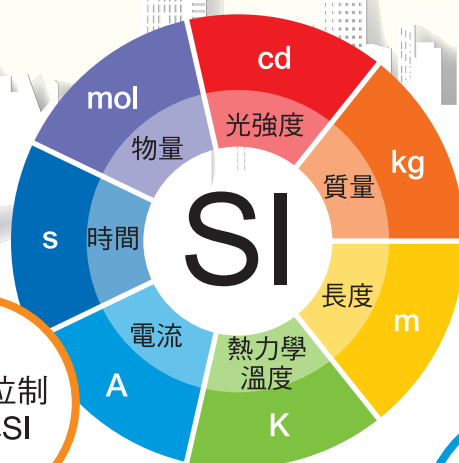
科學家的  
科學態度

科學研究  
使用的  
科學方法

國際單位制  
，簡稱SI

物理學簡介

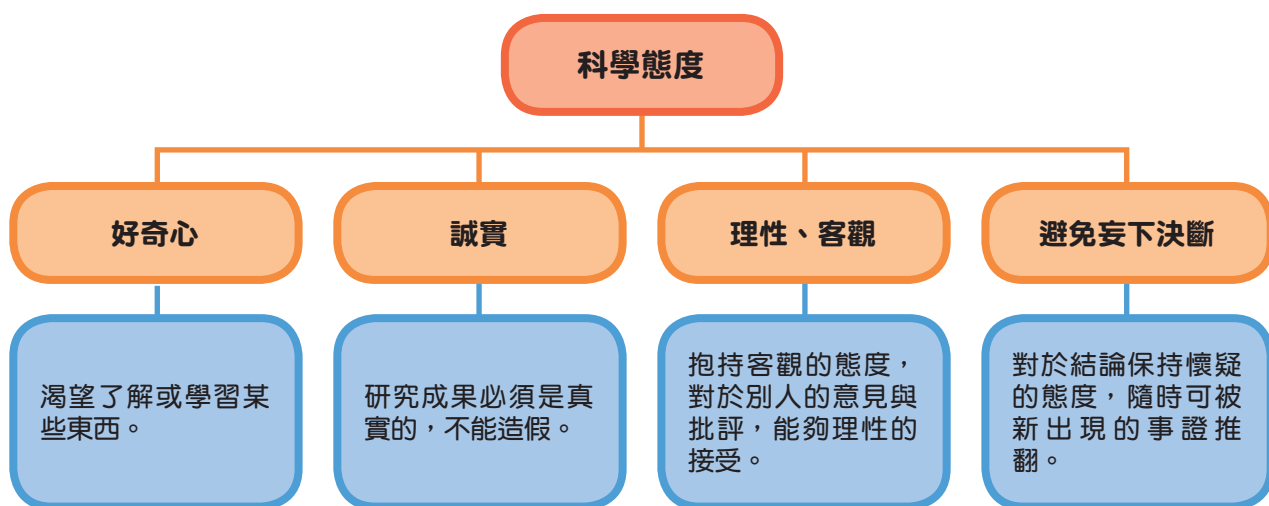
導出單位



# 1-1 科學態度

## 重點 1 科學態度

1. 科學態度是一個人研究科學時所持有的一些觀點、方法和傾向。
2. 隨著時代不同，科學態度的確切定義也不盡相同，但大抵上來說，如圖所示：



## 重點 2 科學態度的實例說明

1. 在科學史上，關於「光的本質」的探索，是一段很精彩的故事，後續在第 4 章、第 5 章會有詳細的討論。大略如圖所示：

光是什麼呢?

**微粒說**

- 由英國的牛頓所提出。
- 假設光是微粒，可解釋反射與折射現象。
- 牛頓名氣較大，開始時粒子說稍占上風。

**波動說**

- 由荷蘭的惠更斯所提出。
- 假設光是波動，可解釋反射與折射現象。
- 後來楊氏完成雙狹縫干涉實驗，廣泛被科學界接受。

2. 這兩種理論，各有支持者。站在旁觀的角度來看，兩個理論都是從明確的假設出發，得到與實驗吻合的計算結果，確實吻合**保持理性、客觀、避免妄下判斷**等科學態度。在缺乏決定性的實驗證據前，即便秉持科學的態度，也不見得會得到一樣的結論。

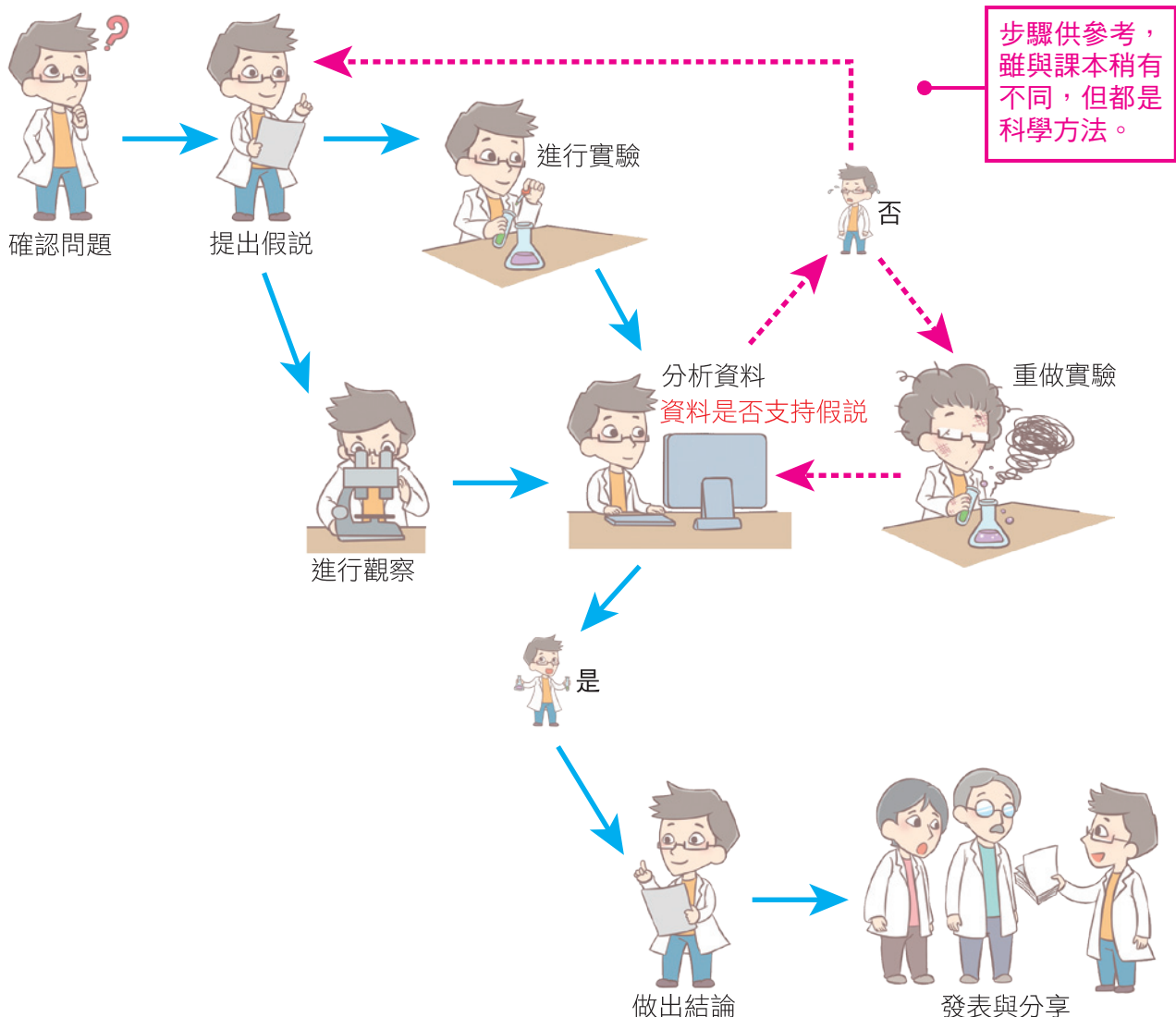
# 1-2 科學方法

## 重點 1 科學方法

1. 如 1-1 節所述，即便保持客觀的科學態度，在面對未知的問題時，科學家往往需要加入主觀的判斷與猜想，才能有所突破。
2. 此時需要藉由各種客觀的方法，如**確認問題**、**提出假說**、**建構理論**、**實驗分析與驗證**、**做出預測**、**發表與分享**等等，來確認猜想或假說是否正確。這些進行科學研究的方法，稱為**科學方法**。

## 重點 2 科學方法的步驟

一般而言，科學方法的步驟如圖所示：



## 概念 科學態度

- E** 1. 科學態度代表科學家進行科學探討時所持的態度，下列何者**不是**科學態度？
- (A) 保持好奇心  
 (B) 抱持誠實的態度  
 (C) 保持客觀  
 (D) 避免妄下結論  
 (E) 堅信實驗結果。
2. 2017年，臺灣網路上流傳著所謂「沙威瑪之亂」。沙威瑪是常見的小吃，透過層層交疊的方式將許多肉片串在一起，烤熟後再切下來販賣。但當時有人指證歷歷的聲稱自己親戚在南部開「沙威瑪農場」，所以他從小就知道「沙威瑪是一種低等生物」，其體內還藏有生命中樞「沙威核」，能使肉不斷增生，因此吃沙威瑪是很不人道的事。這個完全虛構的說法，在經過許多人留言附和後，居然很多人信以為真。你認為相信此說法的人，是因為沒有秉持哪些科學態度？請簡述你的理由。
- (1) 沒有保持好奇心：若保持好奇心，就會去研究是否真的有這種生物，不會輕易相信了。  
 (2) 避免妄下決斷：若不妄下結論，就不會輕易相信了。

## 概念 科學方法

- B** 3. 傳說有一天牛頓坐在蘋果樹下，不巧蘋果自樹上掉下砸到牛頓。牛頓心裡便想：「為什麼蘋果會往下掉，而不往上飛呢？」牛頓的想法是科學方法中的哪一步驟？
- (A) 進行觀察 (B) 確認問題 (C) 提出假設 (D) 進行實驗 (E) 做出結論。
- C** 4. 研究科學問題時，必須使用科學方法，其重要步驟包括：(甲) 提出假說；(乙) 確認問題；(丙) 分析資料；(丁) 進行實驗；(戊) 做出結論。其正確順序為何？
- (A) 甲→乙→丁→丙→戊  
 (B) 甲→丙→乙→丁→戊  
 (C) 乙→甲→丁→丙→戊  
 (D) 丁→乙→甲→丙→戊  
 (E) 丙→乙→甲→丁→戊。
- E** 5. 在臺灣的民間信仰中，乩童的角色是藉由神明附身，經由神明指示的方式來幫信眾解決所提出的問題或治療疾病。他們通常號稱自己有神力，因而在觀察和分析信眾所提供的資料後，當下即可建構出事情的原因及解決方法。若以科學方法的角度來看，上列的敘述最**不符**哪個科學方法？
- (A) 確認問題 (B) 提出假說 (C) 進行觀察 (D) 分析資料 (E) 進行實驗，驗證假說。

# 1-3 國際單位制

## 重點 1 基本單位

內容																											
SI	<p>1. 世界各國各自有一套單位制度，交流不便。</p> <p>2. 1960 年，國際度量衡大會制定一套系統，作為全世界通用的制度，稱為<b>國際單位制</b>，簡稱 SI，這個系統是<b>從傳統的 MKS 制（註）所發展出來的</b>。</p> <p>【註】MKS 是以公尺 (m)、公斤 (kg) 及秒 (s) 為基礎單位的單位制。比 MKS 制更早的單位制稱為 CGS 制，以公分 (cm)、公克 (g) 及秒 (s) 為基礎單位。</p>																										
基本單位	<p>目前 SI 有 7 個<b>基本單位</b>，如下所示。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">SI 的基本量</th> <th colspan="2">SI 基本單位</th> </tr> <tr> <th>名稱</th> <th>符號</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>長度</td> <td>米 (meter)</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>質量</td> <td>千克 (kilogram)</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>時間</td> <td>秒 (second)</td> <td>s</td> </tr> <tr> <td>電流</td> <td>安培 (ampere)</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>熱力學溫度</td> <td>克耳文 (kelvin)</td> <td>K</td> </tr> <tr> <td>物量</td> <td>莫耳 (mole)</td> <td>mol</td> </tr> <tr> <td>光強度</td> <td>燭光 (candela)</td> <td>cd</td> </tr> </tbody> </table>	SI 的基本量	SI 基本單位		名稱	符號	長度	米 (meter)	m	質量	千克 (kilogram)	kg	時間	秒 (second)	s	電流	安培 (ampere)	A	熱力學溫度	克耳文 (kelvin)	K	物量	莫耳 (mole)	mol	光強度	燭光 (candela)	cd
SI 的基本量	SI 基本單位																										
	名稱	符號																									
長度	米 (meter)	m																									
質量	千克 (kilogram)	kg																									
時間	秒 (second)	s																									
電流	安培 (ampere)	A																									
熱力學溫度	克耳文 (kelvin)	K																									
物量	莫耳 (mole)	mol																									
光強度	燭光 (candela)	cd																									

### SI 的最新發展

### 物理宅急便

現今質量的定義起源於 1889 年召開的第一屆國際度量衡大會 (CGPM)，定義「國際千克原器」的質量為 1 公斤。此為 SI 的 7 個基本量中，最後一個以人為物來定義的基本量。

國際千克原器，簡稱 IPK，暱稱「大 K」。2018 年 11 月在巴黎舉行的第 26 屆國際度量衡大會，正式通過以普朗克常數  $h$  來定義質量的標準，並在 2019 年 5 月 20 日的世界計量日正式施行。

同時間，電流、溫度和物量也將分別以基本電荷  $e$ 、波茲曼常數  $k$ 、亞佛加厥常數  $N_A$  來重新定義。



## 重點 2 導出單位與輔助字首

	說明	圖示																																																																								
導出單位	日常生活中常見的物理量，如速度、密度、電荷、能量等，其單位皆可由 7 個基本單位組合而得，稱為 <b>導出單位</b> 。	例如： 能量的單位為焦耳。 國中學過重力位能 $U = m \times g \times h$ $\begin{array}{cccc} \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ J = \text{kg} \times \text{m/s}^2 \times \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 \end{array}$ 即 1 焦耳 = 1 公斤 · 公尺 <sup>2</sup> /秒 <sup>2</sup> 。																																																																								
前綴詞	由於每個科學測量值的範圍可能很大或很小，如果只使用基本單位，往往顯得不夠、不方便，因此為了方便表示，我們採用一些前綴詞，將這些前綴詞的符號放在單位的前面，即可很方便地將單位擴大或縮小若干倍。較常用的幾個前綴詞如圖所示。	在各單位前加上適當的前綴詞，可以適切反應出不同的尺度，增加使用上的方便性。 <table border="1" data-bbox="627 834 1428 1614"> <thead> <tr> <th>數值</th> <th>前綴詞</th> <th>中文名稱</th> <th>符號</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td><math>10^{-18}</math> = 0.000 000 000 000 000 001</td><td>atto</td><td>阿</td><td>a</td></tr> <tr><td><math>10^{-15}</math> = 0.000 000 000 000 001</td><td>femto</td><td>飛</td><td>f</td></tr> <tr><td><math>10^{-12}</math> = 0.000 000 000 001</td><td>pico</td><td>皮</td><td>p</td></tr> <tr><td><math>10^{-9}</math> = 0.000 000 001</td><td>nano</td><td>奈</td><td>n</td></tr> <tr><td><math>10^{-6}</math> = 0.000 001</td><td>micro</td><td>微</td><td><math>\mu</math></td></tr> <tr><td><math>10^{-3}</math> = 0.001</td><td>milli</td><td>毫</td><td>m</td></tr> <tr><td><math>10^{-2}</math> = 0.01</td><td>centi</td><td>厘</td><td>c</td></tr> <tr><td><math>10^{-1}</math> = 0.1</td><td>deci</td><td>分</td><td>d</td></tr> <tr><td><math>10^0</math> = 1</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr><td><math>10^1</math> = 10</td><td>deka</td><td>十</td><td>da</td></tr> <tr><td><math>10^2</math> = 100</td><td>hecto</td><td>百</td><td>h</td></tr> <tr><td><math>10^3</math> = 1 000</td><td>kilo</td><td>千</td><td>k</td></tr> <tr><td><math>10^6</math> = 1 000 000</td><td>mega</td><td>百萬</td><td>M</td></tr> <tr><td><math>10^9</math> = 1 000 000 000</td><td>giga</td><td>吉</td><td>G</td></tr> <tr><td><math>10^{12}</math> = 1 000 000 000 000</td><td>tera</td><td>兆</td><td>T</td></tr> <tr><td><math>10^{15}</math> = 1 000 000 000 000 000</td><td>peta</td><td>拍</td><td>P</td></tr> <tr><td><math>10^{18}</math> = 1 000 000 000 000 000 000</td><td>exa</td><td>艾</td><td>E</td></tr> </tbody> </table>	數值	前綴詞	中文名稱	符號	$10^{-18}$ = 0.000 000 000 000 000 001	atto	阿	a	$10^{-15}$ = 0.000 000 000 000 001	femto	飛	f	$10^{-12}$ = 0.000 000 000 001	pico	皮	p	$10^{-9}$ = 0.000 000 001	nano	奈	n	$10^{-6}$ = 0.000 001	micro	微	$\mu$	$10^{-3}$ = 0.001	milli	毫	m	$10^{-2}$ = 0.01	centi	厘	c	$10^{-1}$ = 0.1	deci	分	d	$10^0$ = 1	—	—	—	$10^1$ = 10	deka	十	da	$10^2$ = 100	hecto	百	h	$10^3$ = 1 000	kilo	千	k	$10^6$ = 1 000 000	mega	百萬	M	$10^9$ = 1 000 000 000	giga	吉	G	$10^{12}$ = 1 000 000 000 000	tera	兆	T	$10^{15}$ = 1 000 000 000 000 000	peta	拍	P	$10^{18}$ = 1 000 000 000 000 000 000	exa	艾	E
數值	前綴詞	中文名稱	符號																																																																							
$10^{-18}$ = 0.000 000 000 000 000 001	atto	阿	a																																																																							
$10^{-15}$ = 0.000 000 000 000 001	femto	飛	f																																																																							
$10^{-12}$ = 0.000 000 000 001	pico	皮	p																																																																							
$10^{-9}$ = 0.000 000 001	nano	奈	n																																																																							
$10^{-6}$ = 0.000 001	micro	微	$\mu$																																																																							
$10^{-3}$ = 0.001	milli	毫	m																																																																							
$10^{-2}$ = 0.01	centi	厘	c																																																																							
$10^{-1}$ = 0.1	deci	分	d																																																																							
$10^0$ = 1	—	—	—																																																																							
$10^1$ = 10	deka	十	da																																																																							
$10^2$ = 100	hecto	百	h																																																																							
$10^3$ = 1 000	kilo	千	k																																																																							
$10^6$ = 1 000 000	mega	百萬	M																																																																							
$10^9$ = 1 000 000 000	giga	吉	G																																																																							
$10^{12}$ = 1 000 000 000 000	tera	兆	T																																																																							
$10^{15}$ = 1 000 000 000 000 000	peta	拍	P																																																																							
$10^{18}$ = 1 000 000 000 000 000 000	exa	艾	E																																																																							

### 非試不可

- 小明買了一個容量標示為 2TB 的硬碟，其中 B 是指 Byte（位元組）。若簡單的以十進位來計算（電腦的世界實際上是以二進位來計算），則  $2\text{TB} = \underline{2 \times 10^3} \text{ GB} = \underline{2 \times 10^6} \text{ MB} = \underline{2 \times 10^9} \text{ kB} = \underline{2 \times 10^{12}} \text{ B}$ 。
- 在美容醫學上，常用到皮秒雷射，在眼科手術則用到飛秒雷射，其中皮秒 =  $\underline{10^{-12}}$  秒，飛秒 =  $\underline{10^{-15}}$  秒。



## 範例 1

## 《導出單位》

在力學中，使質量 1 公斤的物體，產生 1 公尺 / 秒<sup>2</sup> 的加速度所需的力，稱為 1 牛頓 (N)。根據此定義及公式  $F=ma$ ，則 1 牛頓 = ？

- (A) 1 公斤 · 秒<sup>2</sup> / 公尺 (B) 1 公斤 · 公尺 / 秒<sup>2</sup> (C) 1 公克 · 公分 / 秒<sup>2</sup> (D) 1 公斤重  
(E) 9.8 公斤 · 公尺 / 秒<sup>2</sup>。答：\_\_\_\_\_ (B)

**解** 在 SI 制中，質量的單位為 kg，加速度  $a$  的單位為  $\text{m/s}^2$   
⇒ 由  $F=ma$  可知， $F$  的單位為  $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ 。

---

**馬解** 電流 =  $\frac{\text{電量}}{\text{時間}} \Rightarrow I = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = It$ ，故電量的 SI 單位為：安培 · 秒 =  $\text{A} \cdot \text{s}$ 。

## 馬上練習 1

已知電流是指單位時間中通過的電量，根據該定義，以 SI 制中的基本單位來表示電量的單位，應表為      $\text{A} \cdot \text{s}$     。

**範例 2****《輔助字首》**

根據報載，某手機品牌大廠發表最新出廠旗艦手機，首度搭載台積電 7 奈米製程的 A12 Bionic 晶片。A12 晶片採用 6 核心設計，主時脈 2.49GHz。在上述新聞中，7 奈米 =  $7 \times 10^{-9}$  m；其頻率為 2.49GHz =  $2.49 \times 10^9$  Hz。



**解** ① 奈米 = nm =  $10^{-9}$ m，故 7nm =  $7 \times 10^{-9}$ m  
 ② G =  $10^9$ ，故 2.49GHz =  $2.49 \times 10^9$ Hz。

**馬解** (1)  $93\text{MHz} = 93 \times 10^3\text{kHz} = 9.3 \times 10^4\text{kHz} = 9.3 \times 10^4 \times 10^3\text{Hz} = 9.3 \times 10^7\text{Hz}$ 。  
 (2)  $\text{p} = 10^{-12} \Rightarrow 3\text{pg} = 3 \times 10^{-12}\text{g}$ 。

**馬上練習 2**

- (1) 某電臺頻率為 93MHz =  $9.3 \times 10^4$  kHz =  $9.3 \times 10^7$  Hz (註：Hz 為頻率單位，中文為赫茲)。
- (2) 臺灣對戴奧辛的管制標準為：牛、羊肉不得超過每克脂肪 3pg (皮克)，  
 3pg =  $3 \times 10^{-12}$  g。



## 簡單觀念 基礎題

· 解析詳見解答本

- AB** 1. 在下列哪些物理量，屬於國際單位制（SI 制）中的基本量？（應選 2 項）  
 (A) 光度 (B) 質量 (C) 密度 (D) 電壓 (E) 動能。
- ABD** 2. 下列哪些是國際單位制（SI 制）中的基本單位？（應選 3 項）  
 (A) 公尺 (B) 莫耳 (C) 伏特 (D) 燭光 (E) °C。
3. 為了表示很大或很小的量，我們通常會在單位之前加上一前綴詞，例如：1km 表示  $10^3\text{m}$ 。請針對下列的前綴詞，完成下表。

前綴詞	k	T	m	$\mu$	n	G	M
數量級	$10^3$	$10^{12}$	$10^{-3}$	$10^{-6}$	$10^{-9}$	$10^9$	$10^6$

## 主題探究 必考題

· 解析詳見解答本

## 概念 SI 制

- CE** 1. 關於「國際單位制（SI 制）」的敘述，下列何者正確？（應選 2 項）  
 (A) 目前有 6 個基本單位 (B) 是由 CGS 制所發展出來 (C) 是由 MKS 制所發展出來  
 (D) 描述物理量時，一定要使用 SI 制的單位 (E) 國際單位制亦可稱為公制單位。

## 概念 基本量

2. 國際單位制（SI 制）目前有 7 個基本量，除「時間」外，另有 6 個基本量。試完成下欄。

編號	基本量名稱	中文單位	英文符號
1	時間	秒	s
2	長度	公尺	m
3	質量	公斤	kg
4	電流	安培	A
5	熱力學溫度	克耳文	K
6	光強度	燭光	cd
7	物量	莫耳	mol

- ABC** 3. 在 SI 制中「1 秒」的定義為：「銻 -133 (Cesium) 原子在某一固定振動態，振動 9192631770 次所需的時間」。有關此定義的敘述，下列何者正確？（應選 3 項）  
 (A) 此定義為國際度量衡會議所制訂 (B) 此單位為基本單位之一  
 (C) 可以據此定義出「1 小時」 (D) 僅以「1 秒」的定義，即可定義出「1 光年」  
 (E) 1 秒的定義將來一定不會再作任何更改。

### 概念 導出單位

4. 請以 SI 制中的 7 個基本單位，組合出下列各物理量的單位，並填寫於空格中。（請以英文符號表示，例如：速度  $\Rightarrow$  m/s）

- (1) 面積：     $m^2$                           (2) 密度：     $kg/m^3$                           (3) 加速度：     $m/s^2$       
(4) 動能：     $kg \cdot m^2/s^2$                           (5) 功：     $kg \cdot m^2/s^2$                           (6) 壓力：     $kg/m \cdot s^2$

### 概念 前綴詞

5. 請完成下列數據的單位換算。

- (1) 3 公克 =     3000     毫克 =      $3 \times 10^{-3}$      公斤。  
(2) 鐵的密度為 7.8 公克 / 公分<sup>3</sup> =     7800     公斤 / 公尺<sup>3</sup>。  
(3) 流經燈泡的電流為 0.2 安培 =     200     毫安培 =      $2 \times 10^5$      微安培。  
(4) 紅光的波長為 600 奈米 =      $6 \times 10^{-7}$      公尺。  
(5) 臺灣羽球一姐戴資穎曾擊出 360 公里 / 時的球速，相當於     100     公尺 / 秒。

  B   6. 未來 5G 技術可能使用的頻譜為 60GHz，藍光的頻率約為 600THz，則兩者的比為何？  
(A) 1 : 10<sup>3</sup> (B) 1 : 10<sup>4</sup> (C) 1 : 10<sup>5</sup> (D) 10<sup>5</sup> : 1 (E) 10<sup>4</sup> : 1。

  B   7. 下列物體尺寸大小：(甲) 50000 奈米；(乙) 0.004 毫米；(丙)  $5 \times 10^{-6}$  米；(丁) 30 微米；(戊) 0.5 飛米，依序由大到小排列為  
(A) 甲乙戊丙丁 (B) 甲丁丙乙戊 (C) 甲戊丙乙丁 (D) 丙甲乙丁戊 (E) 丙乙甲丁戊。



## 本節大考試題精選

· 解析詳見解答本

  B   1. 依國際單位制，長度的基本單位為公尺。1 公尺的標準最初曾被定義為「由北極經巴黎到赤道的子午線（經線），其長度的一千萬分之一」。根據這個標準及下表的資料，地球的半徑  $R$  約為多少公尺？

- (A)  $6 \times 10^4$  (B)  $6 \times 10^6$  (C)  $6 \times 10^8$  (D)  $6 \times 10^{10}$  (E)  $6 \times 10^{12}$ 。

學測修

一大氣壓	$1.01 \times 10^5$ 牛頓 / 公尺 <sup>2</sup>
半徑為 $R$ 的圓周長	$2\pi R$
半徑為 $R$ 的圓球表面積	$4\pi R^2$

  B   2. 假設一外星人使用的質量單位為 $\odot$ ，長度單位為 $\oplus$ 。當該外星人來到地球時，發現和地球的單位比較， $1 \odot = 4.0\text{kg}$ ， $1 \oplus = 0.50\text{m}$ 。若此外星人身體的質量為  $8 \odot$ ，體積為  $0.8 \oplus^3$ ，則此外星人身體的平均密度相當於多少  $\text{kg/m}^3$ ？

100學測，答對率73%

- (A)  $2.0 \times 10^3$  (B)  $3.2 \times 10^2$  (C)  $8.0 \times 10^1$  (D)  $4.0 \times 10^1$  (E)  $6.3 \times 10^{-1}$ 。

  C   3. 下列何者為能量的單位？

- (A) 公斤·公尺 (B) 公斤·公尺 / 秒<sup>2</sup> (C) 公斤·公尺<sup>2</sup> / 秒<sup>2</sup> (D) 公斤·公尺 / 秒 (E) 公斤·公尺<sup>2</sup> / 秒。

104學測，答對率36%



## 1-4 物理學簡介



### 重點 1 物理學

	內容
物理學的內容	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 物理學主要在於了解大自然的規律，研究物質在時空中的運動與特性，在自然科學各個領域中，扮演最基礎的角色。</li> <li>2. 大自然的各種規律，小自基本粒子，大至整個宇宙，都是物理學的主要內容。</li> <li>3. 物理的應用在日常生活中處處可見。例如手機輕輕一觸就可以拍照、冰箱拿出的食物，放進微波爐就可以加熱來吃、每天生活不可或缺的電……等等，都跟物理有很密切的關係。</li> </ol>
物理學的發展	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 因為研究課題廣布，物理學現在分成許多子領域，包括高能物理、原子分子物理、光學、量子計算、凝態物理、複雜系統、天文物理、宇宙學等等。</li> <li>2. 過往實驗與理論是物理學的兩大支柱，<b>實驗檢驗理論，理論解釋實驗</b>，藉由科學方法向前推展。但隨著資訊科技的蓬勃發展，計算物理成為現代科學的生力軍，目前實驗觀測、理論推導、數值模擬三大面向，都是現代科學研究不可或缺的一角。</li> </ol>
優秀的女性物理學家	<p>隨著現代教育普及，物理學快速發展，也出現許多優秀的女性科學家。例如：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 居里夫人，發現鈾 (Po) 和鐳 (Ra) 等兩種新元素，是研究放射線物理的先驅，榮獲兩次諾貝爾獎（1903 年物理獎及 1911 年化學獎）。</li> <li>2. 吳健雄（華裔美國人），在實驗物理學方面的成就非凡，人們常將她與居里夫人相提並論。</li> <li>3. 唐娜·史崔克蘭（加拿大人），發展新穎的光學技術，創造出時間極短但能量極強的雷射脈衝，獲得 2018 年諾貝爾物理獎。</li> </ol>
物理學和其他科學	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 隨著自然科學的範圍擴展，產生許多如生物物理、量子化學等跨領域的研究學門。</li> <li>2. 現代人類面臨的挑戰，往往需要結合跨領域的研究人才。像是能源問題，需要橫跨物理、化學、材料等領域，方能找到有效的解決方案。仿生科技結合了生物、化學、物理等專業技能，新興的經濟物理學，將統計物理應用到社會科學的課題上。面對現代的多元挑戰，除了專業能力的培養，更需要有跨領域的視野與素養，才能有效解決問題。</li> </ol>



## 重點 2 物理學簡史

### 一、科學的啟蒙

人物	重要貢獻
亞里斯多德	他提出的物理學中，將天體運動與一般物體的運動區隔開，由於天體是純潔不朽的，它的運動應該是等速圓周運動。認為地球是在宇宙中心，其他星體皆環繞著地球運行。
托勒米	將亞里斯多德的 <b>地心說</b> 發展得更完善，成功的描述及預測行星運轉和逆行的軌跡。

### 二、16 世紀——哥白尼的日心說

人物	重要貢獻
哥白尼	提出 <b>日心說</b> ，認為應該將太陽擺在宇宙的中心，其他的行星包括地球，皆以圓形軌道繞日而行，不過月球還是繞著地球轉。

### 三、17 世紀——結合實驗與數學的伽利略

人物	重要貢獻
克卜勒	提出 <b>行星運動的三大定律</b> 。
伽利略	① 伽利略提出運動學中極為重要的 <b>慣性定律</b> ：當物體沒有外力作用時，會保持原來的速度，一直運動下去（詳見第 3 章）。 ② 伽利略 <b>結合了實驗與數學方法</b> ，創造並示範新的科學典範，被譽為「科學之父」。

### 四、18 世紀——牛頓建立嶄新物理學

人物	重要貢獻
牛頓	① 發明了 <b>微積分</b> 、發現 <b>萬有引力定律</b> 、總結出 <b>三大運動定律</b> 、發現太陽光譜、發明反射式望遠鏡。 ② 寫出《自然哲學的數學原理》及《光學》兩本巨作。

## 五、19 世紀——馬克士威統一電磁理論

人物	重要貢獻
焦耳	以 <b>熱功當量</b> 實驗，證實熱是能量的各種形式之一。
波茲曼	建立熱力學的 <b>微觀</b> 理論，奠定統計力學的發展基石，建立起微觀與巨觀世界間的連結。
法拉第	發現 <b>電磁感應定律</b> 。
馬克士威	寫下一組簡潔的方程式， <b>統一了電學與磁學的所有現象</b> ，更進一步揭開 <b>光即是電磁波</b> 的一種。

## 六、20 世紀——量子論與相對論共舞

人物	重要貢獻
普朗克	提出 <b>能量不連續</b> 的概念，開啟了量子的時代。
愛因斯坦	① 藉由光量子假說，成功解釋 <b>光電效應</b> 。 ② 提出 <b>相對論</b> ，打破時間與空間的絕對性，改寫人類對時空架構的認知。其主要內涵可用以下簡短的字句描述：時空告訴物質該如何運動，物質告訴時空該如何彎曲。
德布羅意	提出 <b>物質波</b> 的概念。
波耳	首先提出 <b>氫原子模型</b> 以解釋 <b>氫原子光譜</b> 。

主題探究 **必考** 題

• 解析詳見解答本

## 概念 物理學簡介

**E** 1. 下列有關物理學的敘述，何者**錯誤**？

- (A) 物理學主要在於了解大自然的規律
- (B) 物理學研究物質在時空中的運動與特性
- (C) 物理學在自然科學各個領域中，扮演最為基礎的角色
- (D) 小自基本粒子，大至整個宇宙，都是物理學的主要內容
- (E) 由於男性在數理科上的天份較佳，故優秀的物理學家皆為男性。

**ABE** 2. 著名的物理學家密立坎曾說：「實驗與理論是科學前進的兩隻腳。有時這隻腳先邁一步，有時另一腳先邁一步，然而無論如何，前進得靠兩隻腳。」下列有關實驗物理與理論物理的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 實驗檢驗理論
- (B) 理論解釋實驗
- (C) 理論物理比較重要
- (D) 實驗物理比較重要
- (E) 隨著資訊科技的發展，目前物理學有實驗觀測、理論推導、數值模擬等三大面向。

**ADE** 3. 下列有關物理學的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 手機的觸控螢幕為物理學的應用
- (B) 冷氣與冰箱的原理屬於機械的領域，與物理學無關
- (C) 宇宙的起源屬於地球科學的領域，與物理學無關
- (D) 生活中常用的微波爐是電磁學的應用
- (E) 整個大自然，大至宇宙，小至原子內部，都是物理學探討的範圍。

**概念** 物理學簡史

**E** 4. 被譽為「科學之父」，其提出的理論或觀念為日後牛頓學說奠定重要發展基礎，這是在讚揚哪一位科學家？

- (A) 哥白尼 (B) 焦耳 (C) 亞里斯多德 (D) 安培 (E) 伽利略。

**D** 5. 在物理發展史上，統一了電學與磁學，將電磁學的基本定律統整為簡潔的四個方程式，此為哪一個科學家的成就？

- (A) 伏打 (B) 法拉第 (C) 安培 (D) 馬克士威 (E) 愛因斯坦。

**E** 6. 以下是在科學史上，一些物理學家及其貢獻：

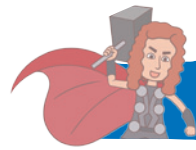
- 甲：牛頓發現了萬有引力；
- 乙：馬克士威統整了電磁理論；
- 丙：法拉第發現電磁感應定律；
- 丁：克卜勒提出三大行星運動定律；
- 戊：愛因斯坦提出相對論。

依物理學的發展史，試判斷其先後順序為何？

- (A) 丁丙乙甲戊 (B) 乙丙戊丁甲 (C) 甲乙丁戊丙 (D) 甲丁丙乙戊 (E) 丁甲丙乙戊。

**BC** 7. 下列有關科學家及其重大科學發現或理論的組合，哪些正確？（應選 2 項）

選項	科學家	重大科學發現或理論的內容
(A)	哥白尼	提出地心說
(B)	克卜勒	行星運動三大定律
(C)	馬克士威	提出光是電磁波
(D)	波耳	提出能量不連續的概念
(E)	普朗克	提出物質波的概念



## 本節大考試題精選

• 解析詳見解答本

**E** 1. 物理學的發展有賴科學家的努力，下列甲至丙所述為物理學發展的重要里程碑：

- (甲) 歸納出行星的運動遵循某些明確的規律
- (乙) 從電磁場方程式推導出電磁波的速率
- (丙) 波源與觀察者間的相對速度會影響觀察到波的頻率

上述發展與各科學家的對應，最恰當的為下列哪一選項？

102學測，答對率68%

科學家 選項	克卜勒	都卜勒	馬克士威
(A)	甲	乙	丙
(B)	乙	甲	丙
(C)	乙	丙	甲
(D)	丙	甲	乙
(E)	甲	丙	乙

**B** 2. 下表所列各科學家與其在物理學上主要貢獻(甲)至(戊)的對應，何者最為恰當？

- (甲) 發現造成月亮繞地球運行與造成地球上自由落體的力，是同一來源。
- (乙) 首位提出物質波新學說。
- (丙) 發現不僅電流會產生磁場，隨時間變化的磁場也能產生電流。
- (丁) 發現兩帶電質點間的作用力與距離的關係和重力的形式相同。
- (戊) 提出光子假說解釋光電效應。

108學測，答對率70%

物理學家	庫侖	法拉第	德布羅意	牛頓	愛因斯坦
(A)	甲	乙	丙	丁	戊
(B)	丁	丙	乙	甲	戊
(C)	丙	甲	戊	丁	乙
(D)	戊	乙	甲	丁	丙
(E)	乙	丙	戊	甲	丁



# 科學 素養題



## 1-3 題為題組

牛頓是家喻戶曉的英國科學家。1687年他發表《自然哲學的數學原理》，闡述了萬有引力和三大運動定律，奠定了力學和天文學的基礎。此外，他對光學亦有深刻的研究，數學上則是發明了微積分。

除了上述的偉大成就外，牛頓有兩段名言流傳於世。

他在寫給虎克的信上說：「如果說我看得比別人更遠些，那是因為我站在巨人的肩膀上。」

(*If I have seen further, it is by standing on the shoulders of giants.*)

他在寫給姪兒的信中這樣說：「我不知道這個世界將來怎麼看我，對我而言，我只像海濱玩耍的男孩，偶然間發現了一顆比較圓的石頭，和一枚比較漂亮的貝殼，就覺得很愉快，但是在我前面，尚未被發現的石頭、貝殼仍然多如大海。」(*I do not know what I may appear to the world, but to myself I seem to have been only like a boy playing on the sea-shore, and diverting myself in now and then finding a smoother pebble or a prettier shell than ordinary, whilst the great ocean of truth lay all undiscovered before me.*)

根據上面短文，試回答下列問題：

混合題

AE 1. 下列何者是牛頓所謂比較圓的石頭或是比較漂亮的貝殼？（應選 2 項）

- (A) 力學
- (B) 電學
- (C) 磁學
- (D) 量子力學
- (E) 光學。

1. 牛頓在力學及光學有偉大成就。

ACE 2. 下列哪些人可能是牛頓所謂的巨人？（應選 3 項）

- (A) 伽利略
- (B) 法拉第
- (C) 克卜勒
- (D) 馬克士威
- (E) 哥白尼。

3. 請簡述在第 2 題中，你選擇該答案的理由。

答：\_\_\_\_\_。

3. 牛頓所謂的巨人是指比他早期的偉大科學家，故伽利略、克卜勒、哥白尼都可能是他的巨人。而比他晚期的法拉第和馬克士威則不可能是他的巨人。